

Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta tělesné kultury

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

(magisterská)

**2010**

**Lada NOVÁKOVÁ**

Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta tělesné kultury

**HODNOCENÍ MORFOLOGIE NOHY  
U ADOLESCENTNÍ POPULACE Z UO V BRNĚ**

Diplomová práce

(magisterská)

Autor: Lada Nováková, učitelství pro střední školy, Tv - Bi

Vedoucí práce: Doc. RNDr. Miroslava Přidalová, PhD.

Olomouc 2010

**Jméno a příjmení autora:** Lada Nováková

**Název diplomové práce:** Hodnocení morfologie nohy u adolescentní populace z UO v Brně

**Pracoviště:** Katedra funkční antropologie a fyziologie

**Vedoucí diplomové práce:** Doc. RNDr. Miroslava Přidalová, PhD.

**Rok obhajoby diplomové práce:** 2010

**Abstrakt:** Tato práce se zabývá hodnocením vybraných morfologických parametrů nohy u adolescentní populace studentů z Univerzity obrany v Brně v rámci tříletého studia. Ke sběru plantogramů byla využita podografická metoda. K následné analýze morfologických parametrů chodidla bylo využito softwaru "NOHA". Sledovaly se difference ve stavu podélné klenby nožní, úhlu palce a úhlu malíku mezi 1. a 3. ročníkem a rozdíly z hlediska pohlaví a laterality. Stav podélné klenby nožní byl hodnocen indexovými metodami Srdečného a Chippaux-Šmiřáka.

**Klíčová slova:** morfologie a kineziologie nohy, podélná a příčná klenba, plantografie, indexové metody hodnocení klenby nožní podle Chippaux-Šmiřák

Souhlasím s půjčováním diplomové práce v rámci knihovních služeb.

**Author's first name and surname:** Lada Nováková

**Title of the master thesis:** The evaluation of morphology foot in adolescent population  
in UD in Brno

**Department:** Department of Functional Anthropology and Physiology

**Supervisor:** Doc. RNDr. Miroslava Přidalová, PhD.

**The year of presentation:** 2010

**Abstract:** This thesis is focused on the evaluation of the chosen morphological foot parameters of the adolescent population of students of the UD in Brno within three years studies. The podographic method was used to collect the plantograms. Software "NOHA" was used to analyze of the morphologic foot parameters. Among the observed characteristics, there were the differences of the longitudinal plantar arch state, big toe's angle of declination, little toe's angle of declination between the first and the third class and the differences caused by the sex and laterality. The longitudinal plantar arch state was assessed by index methods Srdečný's and Chippaux-Šmiřák's.

**Keywords:** foot morphology and kinesiology, longitudinal and transverse plantar arch, flatgraphic, index methods of assessing the plantar arch by Srdečný and by Chippaux-Šmiřák

I agree the thesis paper to be lent within the library service.

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracovala samostatně pod vedením doc. RNDr. Miroslavy Přidalové, PhD., uvedla jsem všechny použité literární a odborné zdroje a dodržovala zásady vědecké etiky.

V Olomouci dne 29.4.2010,

.....

Děkuji doc. RNDr. Miroslavě Přidalové, PhD. a konzultantovi RNDr. Milanovi  
Elfmarkovi za odbornou pomoc, cenné rady a nadměrnou trpělivost, které mi poskytli  
při zpracování diplomové práce.

## Obsah

1	ÚVOD .....	9
2	PŘEHLED POZNATKŮ .....	11
<b>2.1</b>	<b>Anatomie nohy.....</b>	<b>11</b>
2.1.1	Kostra nohy .....	11
2.1.2	Funkční anatomie kloubů nohy.....	13
2.1.3	Funkční anatomie svalů nohy .....	18
2.1.4	Nožní klenba .....	22
2.1.5	Funkční kinetika kloubů nohy .....	26
<b>2.2</b>	<b>Vliv různých faktorů na změnu tvaru a funkce nohy.....</b>	<b>31</b>
<b>2.3</b>	<b>Typologie nohy .....</b>	<b>33</b>
2.3.1	Antropometrická typologie .....	33
2.3.2	Funkční typologie .....	34
<b>2.4</b>	<b>Patologie nohy.....</b>	<b>36</b>
2.4.1	Vrozené a získané deformity .....	36
2.4.2	Plochá noha (pes planovalgus) .....	38
2.4.3	Příčně plochá noha (pes transversoplanus).....	40
2.4.4	Noha vyklenutá (pes cavus).....	40
2.4.5	Bolesti paty .....	41
2.4.6	Statické deformity.....	41
<b>2.5</b>	<b>Vliv obuvi na klenbu nohy.....</b>	<b>43</b>
<b>2.6</b>	<b>Možnosti prevence.....</b>	<b>45</b>
2.6.1	Ortopedická obuv.....	46
2.6.2	Ortopedické vložky.....	47
2.6.3	Kompenzační cvičení na vady v oblasti nohy .....	47
<b>2.7</b>	<b>Metody hodnocení nožní klenby .....</b>	<b>48</b>

3	CÍLE .....	51
4	METODIKA.....	52
<b>4.1</b>	<b>Charakteristika souboru .....</b>	<b>52</b>
<b>4.2</b>	<b>Použité metody a způsob měření .....</b>	<b>52</b>
5	VÝSLEDKY A DISKUZE.....	57
<b>5.1</b>	<b>Hodnocení podélné klenby nožní dle indexu Srdečného .....</b>	<b>58</b>
<b>5.2</b>	<b>Hodnocení podélné klenby nožní dle indexu Chippaux–Šmiřáka.....</b>	<b>59</b>
<b>5.3</b>	<b>Hodnocení předonoží .....</b>	<b>62</b>
6	ZÁVĚRY .....	70
7	SOUHRN.....	72
8	SUMMARY .....	74
9	REFERENČNÍ SEZNAM.....	76
10	SEZNAM OBRÁZKŮ.....	81
11	SEZNAM PŘÍLOH.....	82



## 1 Úvod

V diplomové práci se zabýváme morfologií nohou se zaměřením na kineziologii. Poukazujeme na faktory, které mají vliv na strukturu a funkci nohou a mohou se tak podílet na vzniku ortopedických vad či deformit nohou. Představujeme možnosti prevence, různé typy rehabilitačních prostředků a široký zásobník podpůrných cvičení.

Během svého studia na Fakultě tělesné kultury UP jsem se sama přesvědčila o nepříjemnostech, které sebou nožní klenba může přinášet. Pravděpodobně vzhledem k nadměrné zátěži, neadekvátní obuvi a chybějící současné kompenzaci došlo k oboustrannému poklesu podélné klenby, jež mi bolestivě znemožňoval aktivní přístup ve výuce. S pomocí doporučené rehabilitace se mi stav po nějakém čase navrátil do původního stavu. Díky této osobní zkušenosti jsem se rozhodla pro diplomovou práci věnovanou problematice klenby nožní se zaměřením na dospělou populaci.

Noha člověka je odrazem skladby, funkce i mechanické výkonnosti každého z nás. Zajišťuje nám funkci senzitivní, opěrnou i lokomoční.

Na nohách trávíme více než 80 % času. A přestože je složité plantigrádní postavení nohy, vyvinuté před cca 1,8 mil let, schopno nést trojnásobek až pětinasobek váhy našeho těla, přenášet zatížení těla na podložku, přenášet jeho zrychlení při běhu i měnit postavení v závislosti na terénních dovednostech, dochází působením řady faktorů k deformacím, jež následně znepríjemňují jakýkoli pohyb.

Současný životní styl společnosti, charakterizovaný na jedné straně minimalizováním množství pohybové aktivity a na straně druhé přehnanými nároky na výkon a jednostranné zatěžování, negativně působí na celou osobnost člověka. Tyto faktory se negativně projevují i v aktuálním stavu a funkci nohy.

Je třeba si uvědomit, jak velké nároky jsou kladeny ve smyslu stability a flexibility stoje a chůze na tak malou plochu jako je chodidlo. Správná funkce nohy je zajišťována orgánem relativně rigidním s převahou podpůrné funkce, ale zároveň s velkou možností adaptability a schopností fungovat podle potřeby jako orgán uchopovací. Kostra nohy je obdobně komplikovaná jako u ruky. Vytváří podélnou a příčnou nožní klenbu, která je vyjádřena třemi oblouky, jež se dotýkají s podložkou třemi body. Četné kloubní spojení jsou zpevněna kloubními pouzdry a rozsáhlým vazivovým aparátem, který je mimořádně významný při udržování klenby nohy (Kristiníková, 2002).

Významnou schopností nohy je adaptace na nerovnosti terénu. Dále vytváří nezbytnou oporu pro stoj a lokomoci. Zároveň tlumí mechanické nárazy, které se při pohybu vytvářejí a přenášejí se kloubním systémem na vyšší segmenty. Funkční adaptabilita nohy je natolik rozsáhlá, že v případě potřeby je schopna nahradit uchopovací funkci ruky (Velé, 1997).

Riegrová (2010) ve svém studijním materiálu uvádí, že každý člověk se již narodí s vytvořenou podélnou i příčnou nožní klenbou. Je však velmi náchylná na přetížení a tím ke vzniku deformací. Proto je dětská nožka chráněna tukovými polštářky, které fungují na principu přirozených ortopedických vložek.

Důležité je dítěti dopřát volnost během svého vývoje, při kterém dochází k aktivování svalů bérce a nohy. Mezi nejpřirozenější cvičení patří chůze na bosu, běh přírodním terénem. Naopak negativní vliv má nevhodná obuv, která bývá častou příčinou vzniku deformací nohou.

K nejzávažnějším deformitám nohou dospělé populace patří podélně plochá noha, která může být doprovázena řadou dalších deformit v oblasti předonoží, např. kladívkovitými prsty.

## 2 Přehled poznatků

### 2.1 Anatomie nohy

#### 2.1.1 Kostra nohy

Dylevský (2009) píše, že přestože základní uspořádání nohy je obdobné jako ruka, jsou zde četné rozdíly. Jedná se o typickou redukci (zkrácení) prstových článků, zesílení zánártních kostí a zmenšení pohyblivosti mezi jednotlivými segmenty.

Na noze rozlišujeme tři oddíly: zánártí (tarsus), nárt (metatarsus) a články prstů (phalanges).

Jednotlivé tarzy zánártí v podobě robustních kostí představují polovinu celé délky nohy. Jedná se o sedm kostí nepravidelného tvaru:

**Hlezení kost (talus)** je spojena s kostmi bérce (os tibia, os fibula), kostí patní (calcaneus) a člunkovou kostí (os naviculare). Svým kubickým tvarem je podobná nepravidelnému, shora oploštělému hranolu s dlouhou osou orientovanou v předozadním směru. Mohutná **trochlea tali**, kloubní plocha ve tvaru nepravidelného lichoběžníku zajišťuje spojení kostry nohy a kostry bérce. Talus je významný tím, že se vněm rozkládá váha těla a to tak, že část se šíří přes člunkovou kost směrem k hlavici I. metatarsu a druhá část do hrbolu patní kosti.

**Patní kost (calcaneus)** představuje největší a nejmasivnější kost na noze, která má tvar čtyřbokého hranolu. Tvoří zadní a přední oddíl nohy. Na přední oddíl doléhá část váhy těla z kosti hlezenní a tím ji přenáší na podložku. Zadní oddíl představuje kostěný podklad paty vybiňující v mohutný **tuber calcanei**, patní hrbol, na který se shora upíná šlacha trojhlavého lýtkového svalu, tzv. **Achilova šlacha**.

**Člunková kost (os naviculare)** leží na palcovém okraji nohy, vysoko ve vnitřním oblouku klenby nohy. Na vnitřní ploše této krátké kosti se vyklenuje **tuberositas ossis navicularis**, ke které se upíná bérce sval **m. tibialis posterior**.

#### **Klínové kosti (ossa cuneiformia)**

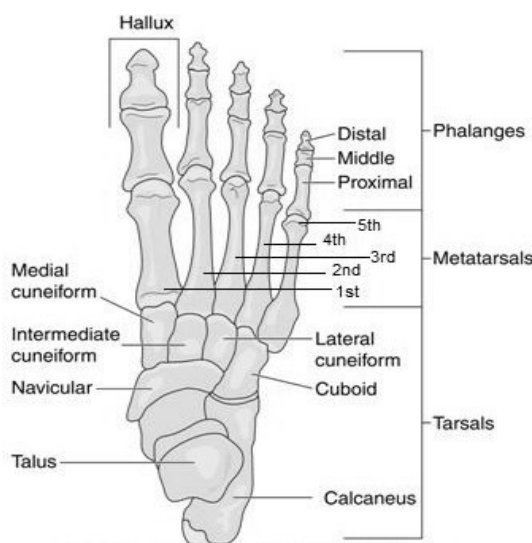
- *Vnitřní klínová kost (os cuneiforme mediale)* je ze třech klínových kostí největší. Připomíná klín, který je svým ostřím obrácen do hřbetu nohy. Je situována ve vnitřním oblouku nožní klenby a dotýká se s os cuneiforme intermedium a s I. a II. metatarssem.

- *Střední klínová kost (os cuneiforme intermedium)* uložena uprostřed mezi os cuneiforme laterale a os cuneiforme mediale je nejmenší klínovou kostí. Vytváří kloubní spojení s bází II. metatarsu.
- *Zevní klínová kost (os cuneiforme laterale)* je větší, přesto velmi podobná os cuneiforme intermedium. Leží mezi os naviculare a os cuboideum, ale zároveň artikuluje s II. (výjimečně i s IV.) metatarssem a s os cuboideum (Dylevský, 2009; Čihák, 2001).

**Krychlová kost (os cuboideum)** představuje krátkou klínovitou kost vloženou na malíkové straně mezi calcaneem a bází IV. a V. metatarsu. Vytváří spojení s os cuboideum a občas také s bází III. metatarsu.

Střední část nohy tvoří dlouhé **nártní kosti (ossa metatarsalia)**. I. metatars je představován palcovou nártní kostí. Nápadný V. metatars na malíkové straně vybíhá v mohutný výběžek, **tuberositas ossis metatarsalis quinti**, který je místem pro úpon m. peroneus brevis. Všechny nártní kosti mají dorzálně konvexní tvar. Rozlišujeme u nich: caput (hlavici), corpus (tělo) a basis (bázi).

**Kostí prstů (ossa digitorum, phalanges)** má lidská noha 14. Dva články jsou na palci a tři články na ostatních prstech. Každý článek je rozlišen obdobně jako ossa metatarsalia na basis (báze), corpus (těla) a caput (hlavice). U metatarsofalangového kloubu se vyskytují dvě **ossa sesamoidea, sezamské kůstky**. Mohou být také pod kloubem 2. a 5. prstu. Sezamské kůstky přímo pod I. metatarssem pomáhají jako kladky pro svaly, které stabilizují palec během chůze (Čihák, 2001; Dylevský, 2009; Wernick & Volpe in Valmassy, 1996).



**Obrázek 1. Kostí nohy** (upraveno dle <http://www.joint-pain-expert.net>)

## 2.1.2 Funkční anatomie kloubů nohy

Aby noha mohla plnit funkci statickou (nosnou) i dynamickou, musí být dostatečně flexibilní i dostatečně rigidní. Na začátku kroku noha funguje jako pružná, flexibilní struktura a v závěru je jako rigidní páka. Pružnost nohy je dána tvarem jednotlivých kostí, jejich vzájemnou vazbou s ligamenty a fixací nožní klenby svaly bérce a nohy. Noha se skládá z 33 kloubů:

- **Horní hlezenní kloub (art. talocruralis)**

Horní hlezenní kloub je kloub složený, ve kterém se spojují kosti bérce, tvořící kloubní jamku, s kladkou kosti hlezenní, která představuje hlavici kloubu. Jedná se o 'jednoosý' kladkový kloub s jedním stupněm volnosti pohybu“ (Vařeka & Vařeková, 2003, 93), kdy osa prochází oběma kotníky. Kladka hlezenní kosti je vpředu o 5 mm širší, proto stabilita kloubu je větší v extenzi, naopak při flexi je možný i mírný pohyb do stran.

Hlezenní kost (talus) je velmi nestabilním článkem kostry nohy, proto jeho pozice musí být zajišťována rozsáhlým systémem ligamentózních struktur (Dylevský, 2009; Přidalová & Riegrová, 2002):

- Z vnitřního kotníku na tarzální kůstky:

- vnitřní postranní vaz (lig. collaterale mediale/ lig. deltoideum)*

- holenně-patní vaz (lig. tibiocalcanearis)*

- přední a zadní holenně-hlezenní vaz (lig. tibiotalaris ant. et post.)*

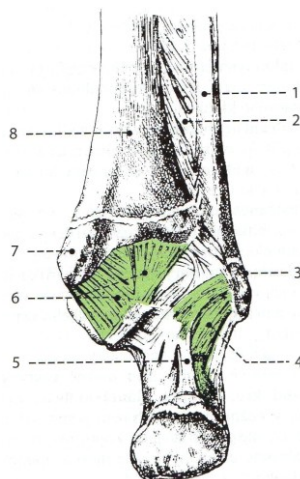
- holenně-člunkový vaz (lig. tibionavicularis)*

- Z vnějšího kotníku na tarzální kůstky:

- přední a zadní vaz hlezenně-lýtkový (lig. talofibulare ant. et post.)*

- lig. talofibulare ant. je primárním stabilizátorem hlezenního kloubu a zároveň nejvíce náchylný na přetížení a zranění.

- patně-lýtkový vaz (lig. calcaneofibulare)*



**Obrázek 2. Articulatio talocruralis dx. – zadní plocha** (upraveno dle Dylevského, 2009)

1 – fibula, 2 – membrana interossea, 3 – malleolus lat., 4 – lig. collaterale lat.,  
5 – lig. talocalcaneare lat. 6 – lig. collaterale med., 7 – malleolus med., 8 - tibia

Dylevský (2003) upozorňuje na specifické postavení horního hlezenního kloubu mezi klouby dolní končetiny nejen vzhledem ke své stavbě a funkci při chůzi, ale i výskytu patologických změn, které postihují kloubní chrupavky. Přestože kontaktní plochy kloubních chrupavek kyčelního a hlezenního kloubu jsou téměř srovnatelné a dokonce zatížení prakticky identické, hlezenní kloub je degenerativními změny postižen jen vzácně.

Při flexi se talus stáčí do supinace a při extenzi se pohybuje opačně. Je to dáno šroubovitým tvarem kladky. Také tvar kloubních ploch zajišťuje inverzi nohy při plantární flexi a everzi při dorzální flexi. Každý pohyb v hlezenním kloubu se odehrává současně s rotací bérceových kostí, zejména fibuly. Ta se pohybuje při flexi vpřed, při extenzi dozadu a nahoru. Kapandji (1987), podle Farabeufa, připodobňuje pohyby kloubu lodi, kdy calcaneus se pohupuje, otáčí a stáčí pod talem.

Rozsah pohybu v hlezenním kloubu může dosahovat teoreticky téměř 90° (Dylevský, 2009). Běžně je však možné provést plantární flexi v rozsahu 30-35° a dorzální flexi v rozsahu 20-25° (Přidalová & Riegrova, 2003). Podle Dungla (2005) je plantiflexe fyziologicky možná v rozsahu 40-60° a dorziflexe v rozsahu 20-30°. Stejně údaje prezentuje také Velé (1997). V porovnání Tichý (2008) uvádí celkový rozsah pohybu v talocrulárním kloubu při plantární a dorzální flexi 50-90°.



**Obrázek 3. Horní zánártní kloub** (upraveno dle Dylevského, 2009)

1 – tibia, 2 – trochlea tali, 3 – os naviculare, 4 – facies articulares talaris, 5 – calcaneus

- **Dolní hlezenní (zánártní) kloub (art. subtalaris)** je popisován jako válcovitý kloub s vlastním pouzdrém, které je krátké a tenké. Pouzdro a kloub je zpevněn vazy: *lig. talocalcaneare posterius, mediale et laterale* a *lig. talocalcanei interosseum*. Kloubními plochami jsou hlavice kosti patní a jamka kosti hlezenní.

Pohyby v kloubu jsou kombinované. Vzhledem k tomu, že talus a calcaneus jsou spojeny dvakrát, tzn. vzadu v art. subtalaris a vpředu v art. talocalcaneonaviculare, existuje jediná šikmá osa, tzn. kloub je jednoosý. Kolem této osy tarsus vykonává everzi (dorzální flexe + abdukce + pronace) nohy a inverzi (plantární flexe + addukce + supinace) nohy (Čihák, 2001).

Podle Inmana (in Klenerman & Wood, 2006) přibližně u poloviny populace má pohyb v subtálárním kloubu za následek jistý lineární posun talu podél kloubní osy, ale stupeň spirálovitého pohybu se individuálně široce odlišuje. V druhé polovině populace pohyb není jako u spirály a v případě pohybu mezi talusem a calcaneem, talus může nebo nemusí být vysunutý vpřed či vzad.

- **Art. talocalcaneonaviculare** představuje anatomickou část art. subtalaris. Hlavici tvoří caput tali a dvě plošky talu pro calcaneus. Jamkou kloubu je os naviculare a dvě plošky calcaneu pro talus. Pouzdro je zesíleno vazy, které ho zpevňují a zároveň i dotvářejí: *ligg. calcaneonaviculare plantare et dorsale* a *lig. bifurcatum*, který je považován za tzv. klíč Chopartova kloubu *clavis articulationes Choparti* (Čihák, 2001; Dylevský, 2009).

- **Chopartův kloub (articulatio tarsi transversa)** představuje název pro spojení talu s os naviculare (art. talonavicularis) a pro spojení calcanea s os cuboideum (art. calcaneocuboidea). Kloub se označuje za kloubní linii, která jako celek připomíná napříč položené písmeno S. Zdůrazňuje se jeho nepostradatelnost z hlediska pružnosti nohy a z hlediska chirurgických zákroků.

Kloub je zpevněn *lig. talonaviculare, lig. bifurcatum, lig. calcaneonaviculare jantare, lig. calcaneocuboideum plantare, lig. plantare longum* a *lig. cuboideonaviculare dorsale et plantare* (Čihák, 2001, Dylevský, 2009).

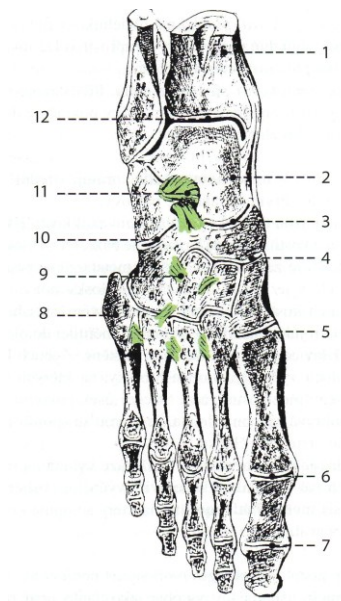
V Chopartově kloubu se uskutečňuje abdukce, addukce, plantární flexe, inverze a everze. Pohyby v kloubu jsou jen malé a málo časté. Omezení pohybu v kloubu je zajištěno mechanismem kostního zámku, který je podporovaný vazivovým spojením s pronací a supinací. Art. tarsi transversa je kontrolován subtalárním kloubem, a to zejména při chůzi. Jedná se o situaci, kdy v okamžiku kontaktu nohy s podložkou subtalární kloub everzuje, dojde k uvolnění nohy v Chopartově kloubu a tím se stává lépe přizpůsobivou k povrchu terénu (Dylevský, 2009; Wernick & Volpe in Valmassy, 1996).

- **Lod'ko-klínový kloub (art. cuneonavicularis) a artt. intercuneiformes** představují složené, tuhé skloubení mezi os naviculare a ossa cuneiformia a ossa cuneiformia navzájem. Pokud dojde k zániku některého z těchto kloubů, v navazujících kloubních spojení se objeví patologické změny. Vazy, které zesilují skloubení, se nacházejí na dorzální i plantární straně a prostupují podélně i napříč.

Pohyby v kloubu jsou velmi omezené. Vazy na plantární straně nohy přispívají k podpírání klenby (Čihák, 2001; Dylevský, 2009).

- **Lisfrankův kloub, zánártně-nártní kloub (art. tarsometatarsales)** je Přidalovou a Riegrovou (2003) popisován, jako tarsometatarsální linii, která spojuje ossa tarsi a báze ossa metatarsi, a jako funkční jednotku představující řadu pevných kloubů, jež se podílí při pérovacích pohybech nohy. Dylevský (2009) navíc poukazuje na kloub mezi os cuneiforme mediale a bází I. metatarsu, ve kterém je možná plantární flexe, extenze i rotace. Je to dáno tím, že na rozdíl od ostatních čtyř metatarsů, tento palcový metatars není spojen s ostatními tuhými vazy. Zpevnění se děje pomocí *lig. tarsometatarsalia dorsalia et plantaria*.





**Obrázek 4. Articulatio talocruralis et articulationes podis** (upraveno dle Dylevského, 2009);

1 – tibia, 2 – trochlea tali, 3 – caput tali (art. talocalcaneonavicularis), 4 – art. cuneonavicularis, 5 – štěrbin Lisfrankova kloubu, 6 – art. metatarsophalangealis, 7 – art. interphalangealis, 8 – lig. cuneocuboideum interosseum, 10 – štěrbin Chopartova kloubu, 11 – ligg. talocalcaneum interosseum, 12 – štěrbin talocrurálního kloubu

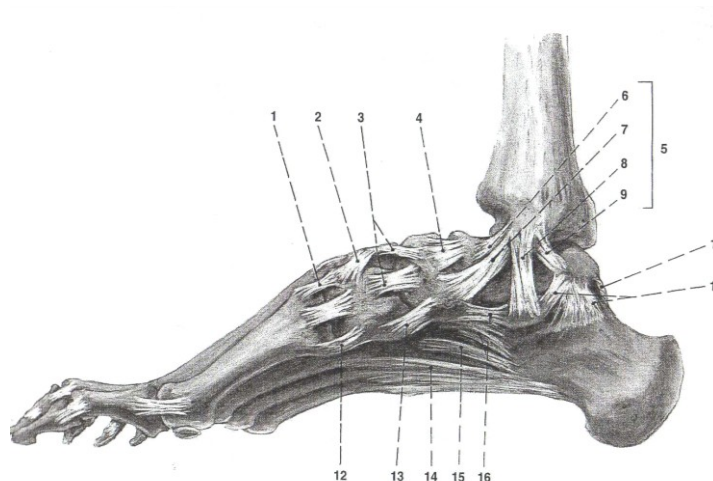
- **Mezinártní klouby (artt. intermetatarsales)** jsou ploché klouby, které spojují báze nártních metatarsů. Nacházíme zde minimální možnost pohybu, přesto dostatečnou pružnost (Dylevský, 2009).

- **Artt. metatarsophalanges** dle Přidalové a Riegrové (2003) spojují hlavice metatarsů s proximálními články prstů. Systém vazů je zastupován *ligg. collateralia*, *ligg. plantaria* a *lig. metatarsale transversum profundum*.

V kloubech je možné provést plantární flexi, extenzi, abdukci a addukci prstů nohy (Dylevský, 2009). Přitom extenze I. kloubu palce dosahuje 70°, flexe 45° a u ostatních metatarsophalagálních kloubech je flexe i extenze kolem 40° (Dungl, 2005). Kapandji (1987) také souhlasně uvádí, že extenze převyšuje plantární flexi, konkrétně aktivní extenzi lze podle něj provést v rozsahu 50-60° a aktivní plantární flexi pouze 45-50°. V případě finální fáze dotyku nohy na podložce, kdy se noha opírá pouze svými prsty, je rozsah pasivní extenze kolem 90°. Wernick a Volpe (in Valmassy, 1996) uvádí rozsah dorziflexe u palce 20-30°.

- **Mezičláňkové klouby (artt. interphalanges)** jsou válcové až kladkové klouby, které spojují jednotlivé články prstů. Styčné plochy jsou zesíleny bočními vazy a malými chrupavkami.

Mezičláňkové klouby umožňují flexi a extenzi prstů, přičemž proximální klouby dovolí větší rozsah flexe, než v kloubech distálních. V I. kloubu palce lze provést pouze flexi v rozsahu 70-90°, bez možnosti extenze, obdobně jako u ostatních prstů (Dylevský, 2009).



**Obrázek 5. Zesilující vazy kloubů nohy (upraveno dle Čiháka, 2001)**

1 – lig. tarsometatarsalia dorsalia, 2 – lig. intercuneiformia dorsalia, 3 – lig. cuneonavicularia dorsalia, 4 – lig. talonaviculare, 5 – lig. collaterale med., 10 – lig. talocalcaneare laterale, 11 – lig. talocalcaneare mediale, 12 – lig. tarsometatarsalia plantaria, 13 – lig. cuneonavicularia plantaria, 14 – lig. plantare longum, 15 – lig. calcaneonaviculare plantare

### 2.1.3 Funkční anatomie svalů nohy

Headlla a kol. (2008) ve své práci rozlišuje 'vnější' (*m. tibialis post. et ant.*, *m. peroneus longus*) a 'vnitřní' (*m. abductor hallucis brevis*, *m. flexor hallucis brevis*, *m. flexor digitorum brevis*, *m. abductor minimi*, *m. interossei dorsal*) svaly a jejich roli v podpoře klenby nohy. Uvádějí, že vnější svaly poskytují dynamickou podporu mediálního paprsku podélné klenby nohy a vnitřní svaly jsou aktivní během chůze. Ne však ve statické poloze. Dysfunkce jednoho z vnitřních svalů může predisponovat k hyperpronaci, jež má velmi blízko ke zranění. Autoři zjistili, že právě vnitřní svaly poskytují značnou podporu mediálního podélného oblouku. Pokud dojde k únavě těchto svalů, znatelně vystoupí navikulární kůstky.

### 2.1.3.1 Dlouhé svaly nohy

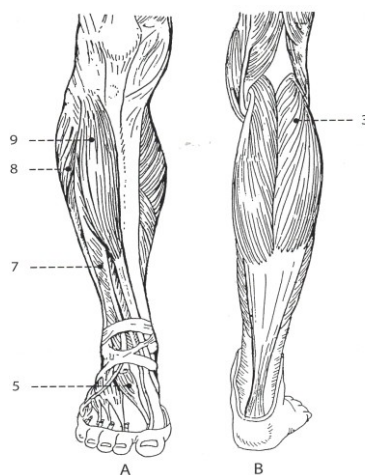
Počet těchto svalů ovládající pohyby nohy a prstů není vysoký.

- Ventrální strana: **Přední holenní sval (m. tibialis anterior)**, který zajišťuje extenzi a inverzi (supinaci) nohy, spolu s udržováním podélné klenby. Sval je maximálně aktivován při chůzi.
- Dorzální strana: **Trojhlavý sval lýtkový (m. triceps surae)** tvořící mohutné lýtko se skládá ze dvou povrchových hlav: *dvojhlavý sval lýtkový (m. gastrocnemius)* a *šikmý sval lýtkový (m. soleus)*. Celý sval je významným fixátorem, umožňuje výpon, stoj na špičkách. M. gastrocnemius se více zapojuje při chůzi (funkce dynamická) a m. soleus při stoji (funkce statická).

**Chodidlový sval (m. plantaris)** je štíhlý, u člověka rudimentární sval, který nedosahuje chodidla. Funkce vykazuje stejné jako m. gastrocnemius.

**Zadní holenní sval (m. tibialis posterior)** umožňuje mírnou plantární flexi a silnou addukci i inverzi (supinace + addukce) nohy. Podpírá vrchol, tzn. nejexponovanější místo podélné klenby nožní a je součástí tzv. třmenu nohy.

- Laterální strana: **Dlouhý a krátký lýtkový sval (m. peroneus longus et brevis)** jejichž hlavní funkcí je flexe a everze (pronace + abdukce) nohy. Tyto svaly jsou velmi aktivní při náklonu těla vpřed. M. peroneus longus navíc zajišťuje podélnou i příčnou klenbu nohy (Dylevský, 2009).



**Obrázek 6. Svaly bérce** (upraveno dle Dylevského, 2009)

A – přední strana: 5 – m. extenzor hallucis brevis, 7 – m. extenzor digitorum longus, 8 – m. peroneus longus, 9 – m. tibialis anterior, B – zadní strana: 3 – m. gastrocnemius (caput lat.)

### 2.1.3.2 Dlouhé svaly prstů nohy

**Dlouhý natahovač prstů (m. extensor digitorum longus)** umožňuje extenzi a everzi (pronace + abdukce) nohy.

**Dlouhý ohýbač prstů (m. flexor digitorum longus)** zajišťuje flexi tříčlankových prstů a flexi a inverzi (supinace + addukce) nohy. Pohybová činnost svalu je ve velké míře koordinována m. triceps surae, s kterým flexi prstů vykonají pouze ve chvíli, kdy ploska nohy není v kontaktu s podložkou. Jakmile nastane kontakt, flexory prstů přitlačují plosku nohy k podložce, zvyšují kontakt nohy a tím se zlepšuje stabilita celého těla při chůzi.

**Čtyřhranný chodidlový sval (m. quadratus plantae)** svoji kontrakcí vyrovnává tah m. flexor digitorum longus a je v podstatě jeho synergistou (Dylevský, 2009).

### 2.1.3.3 Krátké svaly prstů nohy

**Krátký natahovač prstů (m. extensor digitorum brevis)** zajišťuje extenzi II. až V. prstu.

Funkce **červovitých svalů (mm. lumbricales I.-IV.)** je limitovaná malou pohyblivostí prstových článků. Jedná se o flexi proximálních a extenzi distálních článků prstů.

**Mezikostní svaly (mm. interossei)** rozlišujeme na čtyři dorzální a tři chodidlové. *Mm. interossei dorsales I.-IV.*, které abdukují prsty, flektují metatarzofalangeální klouby a extendují interfalangeální klouby. *Mm. interossei plantares I.-III.* zajišťují addukci III. až V. prstu k II. prstu. Dále flektují proximální a extendují distální články těchto prstů (Dylevský, 2009).

Podle Přidalové a Riegrové (2009) plantární mezikostní svaly svírají prsty do vějíře (addukce) a dorzální mezikostní svaly otevírají vějíř prstů (abdukce).

**Krátký ohýbač prstů (m. flexor digitorum brevis)** umožňuje flexi II. až V. prstu, vyjma distálního článku.

#### 2.1.3.4 Svaly palce

**Palec nohy (hallux)**, jako okrajový a masivní prst je významný pro stabilizaci vnitřního paprsku nohy při stoji. Při přizpůsobování nohy na tvar terénu se svaly palce aktivují a zajišťují celkovou lokomoční aktivitu dolní končetiny. Také odvinutí paty v koncové fázi kroku je umožněno palcovými svaly.

Přestože si palec zachovává určitý rozsah pohybu i ve středním věku, izolovaná mobilita I. prstu v průběhu života postupně klesá. Funkci palce lze označit za uchopovací (Dylevský, 2009).

Podle Přidalové a Riegrové (2002) všechny svaly palce začínají na tarzálních kůstkách, popř. metatarsech a končí na člancích palců.

##### ○ Dlouhé svaly palce:

**Dlouhý natahovač palce (m. extensor hallucis longus)** – extenduje palec, provádí extenzi spolu s inverzí (supinací) palce. **Krátké ohýbače palce (m. flexor hallucis longus)** - flexe palce, flexe a inverze nohy. Umožňuje odraz při chůzi, běhu nebo při skoku.

##### ○ Krátké svaly palce:

**Odtahovač palce (m. abductor hallucis)** – abdukce a flexe proximálního článku palce, ale zapojuje se pouze u 20 % lidí. Významnější je flekce a stabilizační funkce vnitřního paprsku nohy při stoji. Přidalová a Riegrová (2003) uvádějí, že sval představuje mediální obrys chodidla. **Krátký natahovač palce (m. extensor hallucis brevis)** zajišťuje extenzi palce. **Krátký ohýbač palce (m. flexor hallucis brevis)** flexi proximálního článku palce. **Přitahovač palce (m. adductor hallucis)** je tvořen dvěma hlavy. Šikmá, mohutná *caput obliquum* umožňuje addukci a flexi palce, zatímco příčná, slabá *caput transversum* podchycuje příčnou nožní klenbu.

#### 2.1.3.5 Svaly malíku

Svalová skupina V. prstu nohy nezahrnuje příliš významné svaly. U těchto malíkových svalů dochází často ke srůstu v jednotný svalový komplex. Svaly malíku začínají na tarzálních kůstkách, popř. metatarzech a fixují se na články malíků.

**Odtahovač malíku (m. abductor digiti minimi)** umožňuje abdukci a flexi malíku. **Krátký ohýbač malíku (m. flexor digiti minimi brevis)** – flexi proximálního

článku. Může vytvářet **oponující sval malíku (m. opponens digiti minimi)**, (Dylevský, 2009; Přidalová & Riegrová, 2003).

#### 2.1.4 Nožní klenba

Vývoj lidské nohy je poznamenán řadou postupných změn, při kterých měnící se životní podmínky, přizpůsobování se bipedální lokomoci a přímému držení těla, vedly k přeměně nohy uzpůsobené našim předkům ke šplhání a uchopování, na anatomicky složitý orgán, jehož hlavní význam spočívá v zajištění statiky a lokomoce (Klementa, 1987). „Tato funkční změna byla doprovázena rozsáhlou přestavbou celého autopodia, z nichž nejvýznačnější je ztráta opozice palce a postupné vytvoření podélné a zvýraznění příčné nožní klenby“ (Bavor, 1983, 43). Většina autorů se shoduje, že na utváření klenby se podílí komplex vnitřních a vnějších faktorů.

Během vývoje se pronace v proximální části nohy zastavila dříve, což vedlo k posunu talu nad calcaneus. Naopak v distální části pronace pokračovala dále, proto se zde tzv. malíkový a palcový paprsek nachází vedle sebe. Právě tento pronatorní zkrut zapříčinil vznik příčné klenby nohy, ale dále také to, že se při zatížení kost patní dostává více do pronace, zatímco talus více addukce (Vařeka & Vařeková, 2008).

Vařeka a Vařeková (2003) uvádějí tradiční model nohy, jež představuje koncepcí nožní klenby. V této koncepci celou klenbu nohy tvoří tři hlavní oblouky sbíhající se do tří pilířů. Ty se opírají o podložku v místě caput I., V. metatarsu a hrbolu kosti patní. Mezi těmito opěrnými bod je tak vytvořen systém klenby příčné a klenby podélné.

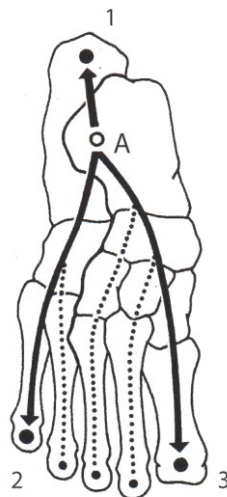
Klenbu nohy lze také přirovnat k větrem nadmuté plachtě (Kapandji, 1987).

Tento statický tripédní model nožní klenby není jedinou používanou koncepcí. Přidalová, Riegrová a Ulbrichová (2006) uvádí další dva principy. Princip klínu a princip spirály. V případě principu klínu oblouk nese sám sebe. Uprostřed není nosný sloup a vrchol klenby představují tři ossa cuneiformia. Čím více je noha zatěžována, tím silněji se klíny do sebe vklínějí a zajišťují tak stabilitu. Z funkčního dynamického hlediska je lépe použít principu spirály, kdy je zaklínění zesílené protichůdným šroubováním (torzi) zadní a přední částí nohy. Nožní klenbu tak lze přirovnat ke střeše nebo štaflím. Tento model názorněji charakterizuje schopnost nohy odolávat

dynamickým změnám, ke kterým dochází se změnou zatížení během chůze nebo kontrole polohy těžiště při stoji, jak se shodují autoři např.: Vařeka a Vařeková (2003) a Přidalová et al. (2006).

**Podélná klenba** nohy je výraznější na vnitřním okraji nohy, naopak zevně výrazně nižší. Rozlišujeme dva paprsky podélně klenby. Tzv. *palcový podélný paprsek*, který prochází přes talus, os navicuare, ossa cuneiformia, I.-III. metatarsus a články 1.-3. prstu. Zevní paprsek, tzv. *malíkový podélný paprsek*, tvoří calcaneus, os cuboideum, IV. a V. metatarsus a články 4. a 5. prstu. Oba paprsky, vnější a vnitřní se distálně vějířovitě rozbíhají. Rozdílné je jejich klenutí a rigidita, kdy palcový paprsek je mnohem více klenutý a více rigidní, než paprsek malíkový (Dylevský, 2009).

Klementa (1987) píše, že os naviculare tvoří vrchol podélné klenby, přebírá hmotnost těla a rozděljuje ji dozadu na calcaneus. Hmotnost těla se dále přenáší dopředu přes os cuboideum a ossa cuneiformia na tři metatarsy a prsty, nepřímo na IV. a V. metatarz přes přední část calcanea a os cuboidea. 60 % hmotnosti těla směřuje do zadní části nohy a 40 % do přední části nohy (Dylevský, 2009; Dylevský et al., 2001). Kapandji (1987) uvádí ukázkový příklad, ve kterém pokud zatížíme nohu šesti kilogramy, jedno kilo se užije ve směru anterio-laterálním, dvě kila na anterio-mediální podporu a nejvíce, tři kila směřují do zadní části nohy. Pokud tedy stojíme vzpřímeně, pata nese největší nápor, přibližně polovinu tělesné váhy.



**Obrázek 7. Hlavní a vedlejší paprsky podélné nožní klenby (upraveno dle Dylevského, 2009);**

A - hlavní směr zatížení; 1, 2, 3 - trojbodový přenos hmotnosti na podložku

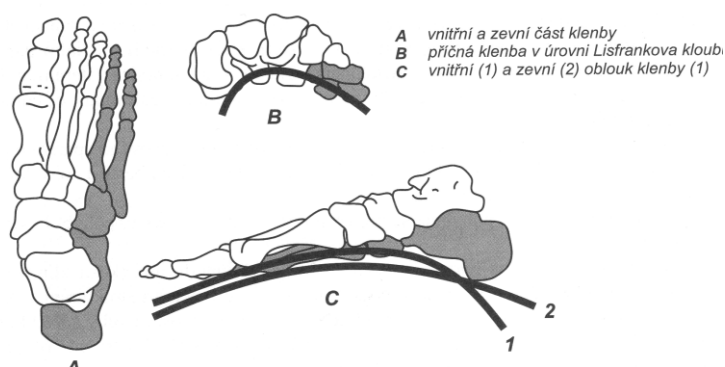
Podélná klenba nohy je podle Přidalové et al. (2006) udržována vazivovým systémem na plantární straně a plantární aponeurózou. Podílí se také krátké a dlouhé svaly v oblasti bérce a nohy.

**Příčná klenba** prochází mezi hlavičkami I. a V. metatarsu, kdy se I. opírá o dvě sezamkové kůstky. V úrovni ossa cuneiformia a os cuboideum je klenba nejnápadnější. Kapandji (1987) považuje hlavičku II. metatarsu za 'klíčový kamen' příčné klenby, leží nejvýše, 9 mm nad zemí.

Na udržení příčné klenby pracuje nejen systém vazů na plantární straně nohy, ale také tzv. *šlašitý třmen*, který je tvořen m. tibialis anterior a m. peroneus longus (Dylevský, 2009).

Podle Přidalové et al. (2006) hlavním úkolem příčné klenby je ochrana měkkých struktur v plosce nohy a také absorpce sil, které vznikají při přenosu hmotnosti těla.

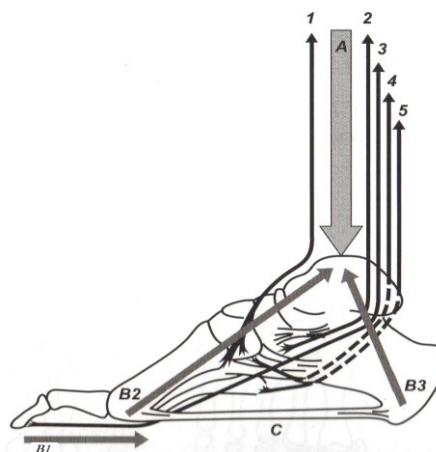
Tvar obou kleneb udává nášlapnou plochu chodidla. K souvislému dotyku nohy na podložce dochází pouze na zevní straně (Čihák, 2001).



**Obrázek 8. Podélná a příčná klenba** (upraveno dle Přidalové et al., 2006)

Tvar a funkce klenby nohy je podmíněna (Přidalová & Riegrová, 2003) spoluprací dvou aparátů. Pasivním aparátem zahrnujícím tvar kostry nohy, architektoniku jednotlivých kostí a vazivový aparát. Druhý aktivní aparát, který je představován šlachami svalů jdoucí z bérce a svaly nohy.





**Obrázek 9. Mechanismy udržující klenbu nohy** (upraveno dle Čiháka, 2001);  
 A - zatížení nohy; B1, B2, B3 - výslednice tahů svalů bérce; 1, 2, 3, 4, 5 - směry tahů svalů

Názory na význam svalů se u různých autorů často liší a to zejména ve starších učebnicích, kde například podle Dungla (2005) je význam svalů pro formaci a udržení tvaru nohy značně podceňován. Autor proto dokazuje podle elektromyografické studie, že podélná klenba nohy není udržována aktivní prací svalů. Prvotní úlohou svalů je udržování rovnováhy a zajištění pohybu v prostoru, dále ochrana vazivového aparátu před přetížením během chůze po nerovném terénu. Vařeka a Vařeková (2003) upozorňují na důležitost koordinované svalové práce především v průběhu ontogeneze, kdy nejprve dochází k formování podpurných elementů, jako jsou vazy a šlachy. Teprve tehdy, až je vývoj nohy ukončen, zvýší se rigidita spojení, omezí se pohyblivost v kloubech nohy a význam svalové aktivity pro zajištění soudržnosti klenby nohy částečně klesá. Na významu pak získává např. při poruše funkce kostí nebo vazů v důsledku úrazu. Proto tedy při běžném zatížení, jako je chůze, svaly podbírající klenbu nejsou vůbec aktivovány, ale zapojují se až při zvýšeném zatížení.

„Kontrahující svaly tvoří jakousi rezervu, která se uplatňuje až při zvýšené zátěži působící na nožní klenbu“ (Maršáková & Jelen, 2007, 31).

Fungující systém svalů pro zajištění integrity klenby je zajištěn až ve 4 letech věku dítěte (Přidalová et al., 2006).

Je důležité si uvědomovat, že bez aktivního svalového zajištění dojde k zboření podélné či příčné klenby. Kučera a kol. (1994) uvádějí výskyt poruch nožní klenby v rozmezí 60-95 % populace pro klenbu příčnou a 40-50 % pro klenbu podélnou.

Jedna z funkcí nohy je schopnost absorpce otřesů při chůzi, která mimo jiné souvisí se strukturou nohy a zejména s výškou mediálního podélného oblouku. Během běhu podložka zpětně působí silou, která několikrát převyšuje tělesnou hmotnost. Noha přijímá tuto sílu a tím redukuje pravděpodobnost vzniku zranění. Mechanismy absorpce lze rozlišit na pasivní a aktivní. Elasticita kostí, měkké tkáně, vlastnosti kloubních chrupavek a synoviální tekutina patří do skupiny pasivních mechanismů. Velmi významně se na absorpci síly aktivně podílejí tukové polštářky na patě a spodní straně metatarsálních hlaviček (Klenerman & Wood, 2006).

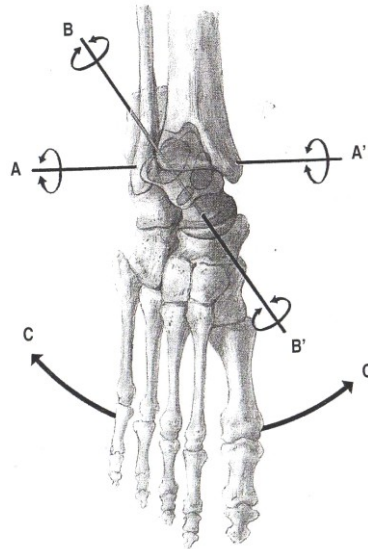
V dnešní době je zcela samozřejmé, že člověk chodí po rovné pevné podložce a jeho noha je chráněna obuví. To však vede ke snižování schopnosti nohy adaptovat se na nový terén a k potlačení činnosti svalů klenby nohy. Právě chůze naboso je vysoce prospěšná pro klenbu nohy, protože se podporuje schopnost adaptace nohy. Kapandji (1987) uvádí adaptaci nohy k nerovnoměrnosti terénu a adaptaci nohy ke sklonu podložky. Díky těmto adaptacím chodidla nohy k nepravidelnostem podložky je zajištěn optimální kontakt s podložkou.

Simkin et al. (In Klenerman a Wood, 2006) dochází k závěru, že jedinci s nižší nožní klenbou, ve srovnání s jedinci s klenbou vysokou, se setkávají s vyšším počtem fraktur metatarsů, ale v menší míře s frakturami dlouhých kostí nohy. Z toho vyplývá, že noha s nižší klenbou je více flexibilní a schopná větší absorpce sil, než noha s vysokou nožní klenbou, která se později stává velmi rigidní. Ke stejným závěrům se dopracovali také Chuckpain, Nunley, Mall et al. (2008).

### **2.1.5 Funkční kinetika kloubů nohy**

Z funkčního pohledu je pohyb v mnoha spojích nohy značně omezen, přesto určitý pružící efekt s mírnými pohyby musí být zachován (Dylevský, 2009).

Pohyby nohy se dějí kolem tří základních os. Hlavní pohyb v horním hlezenním kloubu probíhá kolem osy příčné a odpovídá plantární a dorzální flexi. Vzhledem k tomu, že příčné osy hlezenního kloubu nejsou v plantární a dorzální flexi totožné, součástí plantiflexe je i slabá zevní rotace bérce a u dorziflexe lehká rotace bérce dovnitř.



**Obrázek 10. Osy pohybů a směry pohybů hlezenního kloubu a dolního zánártního kloubu (upraveno dle Čiháka, 2001);**

A-A' osa hlezenního kloubu; B-B' osa pohybů dolního zánártního kloubu;  
C-C' směry pohybů při inverzi a everzi nohy

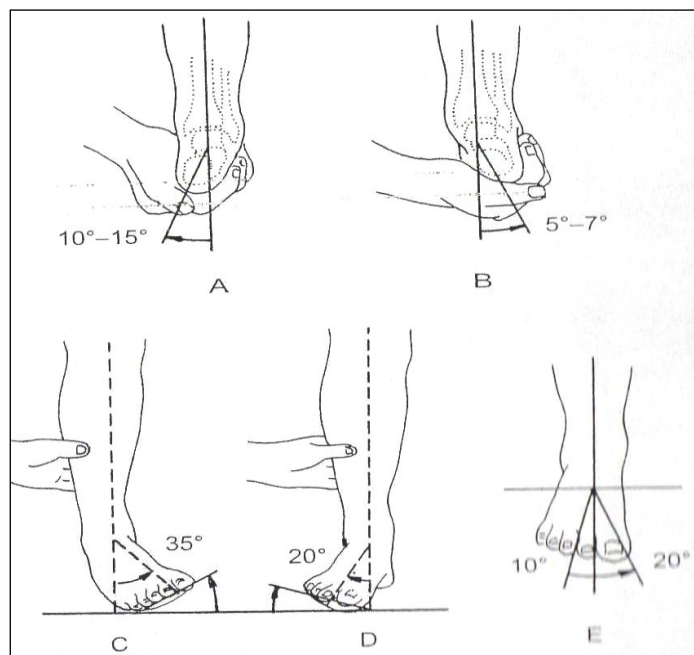
Kolem osy podélné se dějí pohyby v subtalárním kloubu a Chopartově kloubu. Jedná se o pohyby, kdy se ploska nohy stáčí dovnitř do varózního či supinačního postavení, nebo ploska nohy směřuje zevně do valgozity či pronace. Součástí pronace je everze v subtalárním kloubu, dále abdukce, kdy špička nohy směřuje vně a to vše sdružuje dorziflexe v hlezenním kloubu. Naopak supinační pohyby jsou spojeny se stáčením předonoží do addukce, inverzi a také plantiflexí hlezna. Pasivní pronace nohy kolem podélné osy dosahuje hodnot 20-30°, pasivní supinace 30-40° (Dungl, 2005).

Pohyby kloubů nohy (Dungl, 1989; Dylevský, 2009; Vařeka & Vřeková, 2003):

- Flexe a extenze – pohyby a vzájemné postavení segmentů v sagitální rovině. Výše uvedení autoři ale poznamenávají, že se vyskytuje častá nejednotnost s používáním těchto termínů. Proto, pro jasnější charakteristiku bývají používány pojmy dorzální a plantární flexe. Při dorziflexi se hřbet nohy přibližuje k bérce, naopak při plantiflexi se hřbet nohy od bérce vzdaluje.
- Abdukce a addukce – pohyby a vzájemné postavení segmentů ve frontální rovině, ale v případě popisu pohybů nohy jde o pohyby v transverzální rovině. Podle Dungla (2005) se hlavní addukční pohyb odehrává v Chopartově kloubu jako mediální odchýlení předonoží od svislé přímky protínající talus a to v rozsahu 20°.

Abdukce představuje laterální odklon předonoží kolem stejné osy v do  $10^\circ$ . Rozsah mezi abdukci a addukcí nohy je podle Velého (1997)  $35\text{--}45^\circ$  při extenzi v kolenním kloubu. Pokud je koleno flektované, rozsah pohybu stoupá a při současné rotaci kyčlí může dosáhnout maximálně až  $90^\circ$ .

- S tím souvisí termíny valgozita a varozita. Valgozita je abdukční postavení distálního segmentu vzhledem k proximálnímu. U varozity jde o addukční postavení (Vařeka & Vařeková, 2003). Dungl (2005) píše, že v případě vyšetření pasivního pohybu v art. subtalaris pozorujeme valgozitu anebo varozitu paty. V tomto případě pasivní inverze se pohybuje v rozmezí  $10\text{--}15^\circ$  a pasivní everze pouze  $5\text{--}7^\circ$ . Tento fakt umožňuje do jisté míry možnost kompenzace valgózního postavení, ne však varózního.
- Abdukce a addukce patní kosti představuje pohyby v rovině transverzální.



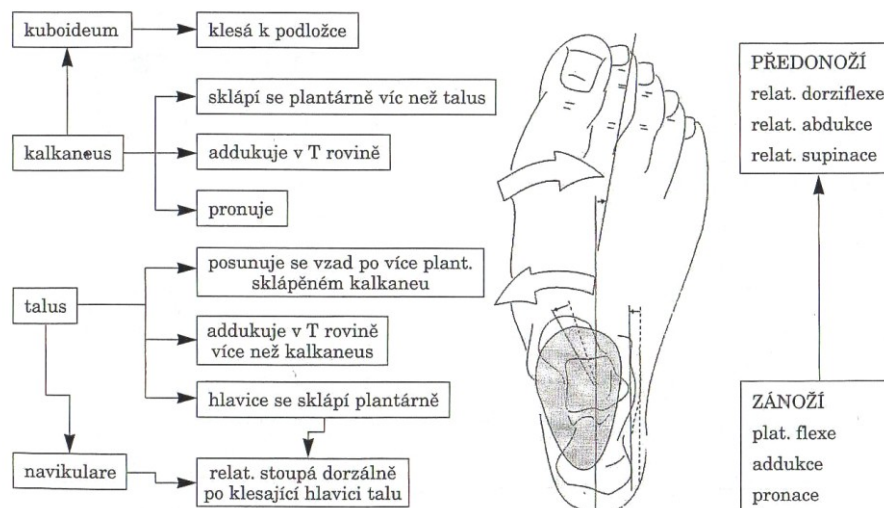
**Obrázek 11. Schéma pohybů nohy (upraveno dle Dungla, 2005)**

A – pasivní inverze, B – pasivní everze, C – aktivní inverze, D – aktivní everze, E – abdukce a addukce předonoží

Vařeka a Vařeková (2003) také poukazují na nejčastější nejasnosti při používání termínů supinace/pronace a inverze/everze. Například Čihák (2001) považuje supinaci a pronaci za jednoduché pohyby kolem dlouhé osy nohy ve frontální rovině, kdy při supinaci se ploska nohy stáčí dovnitř a při pronaci zevně. A zároveň inverze a everze

jsou podle něj komplexní pohyby, kdy inverze zahrnuje supinaci, plantární flexi a addukci a everze představuje pronaci, dorzální flexi a abdukci. Stejného názoru je také Dungl (2005). Pro jiné autory je význam těchto pojmů opačný nebo je považují za synonyma.

Ve své práci Vařeka a Vařeková (2003) dále zdůrazňují rozdíl, zda se jedná o pohyb nohy zatížené jako celku (uzavřený řetězec) nebo pohyb nezatížené nohy jako celku (otevřený řetězec). Pak se pojmy inverze/everze používají pro otevřený řetězec a také pro pohyby v subtalárním kloubu. A v případě uzavřeného řetězce, pohybů předonoží vzhledem k zánoží se používají pojmy supinace/pronace. Dungl (2005) poznamenává, že je třeba odlišit pasivní everzi a inverzi kosti patní v art. subtalaris od aktivní everze a inverze celé nohy.

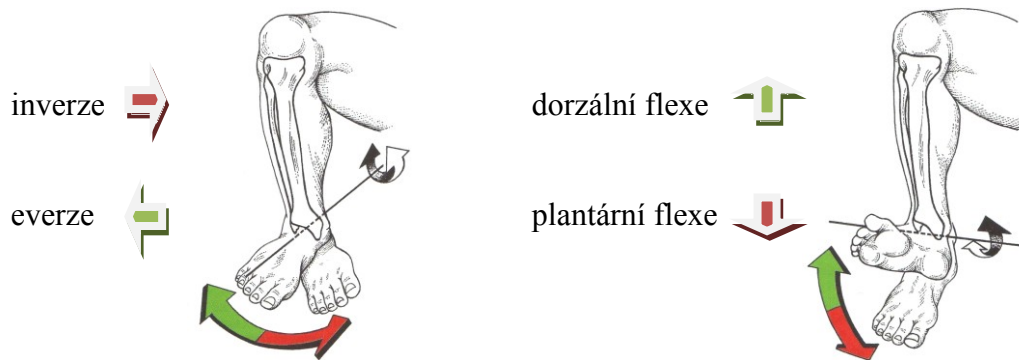


**Obrázek 12. Pohyby v tarzu při zatížení (upraveno dle Vařeky & Vařekové, 2005)**

Dylevský (2009) uvádí:

- Flexe (plantární flexe) v art. talocruralis je zajištěna **m. triceps surae**, který generuje 90 % síly nutné k provedení flexe nohy. Také je významným a mohutným lokomočním svalem, který uvádí do pohybu 97 % hmotnosti těla. Mezi pomocné svaly patří m. tibialis anterior, m. flexor digitorum, m. flexor hallucis longus a m. peroneus longus et brevis. Neutralizačními svaly jsou všechny svaly bérce, které působí proti supinačním a pronačním vlivům v kloubu. Svaly, které zajišťují stabilitu pohybu, jsou svaly fixující kolenní a kyčelní kloub.

- Extenzi (dorzální flexi) v art. talocruralis provádí **m. tibialis anterior**. M. tibialis posterior, m. flexor digitorum longus, m. flexor hallucis longus a mm. peronei jsou svaly pomocnými. Pohyb je stabilizován opět svaly, které fixují kolenní a kyčelní kloub. Ostatní svaly bérce, které ruší supinaci a pronaci v kloubu jsou svaly neutralizačními.
- Everze v art. subtalaris je umožněna prostřednictvím **mm. peroneus longus et brevis**. Pomocným svalem je m. extenzor digitorum longus. Svaly fixující kolenní a kyčelní kloub jsou opět svaly stabilizujícími.
- Inverze v art. subtalaris provádějí **m. tibialis posterior, m. flexor digitorum longus** a **m. flexor hallucis longus**. M. triceps surae představuje sval pomocný a pohyb stabilizují svaly, které fixují kolenní a kyčelní kloub.



**Obrázek 13. Pohyby nohy** (upraveno dle Dylevského, 2009)

- Pronace nohy zajišťují **m. peroneus longus et brevis**, které generují více než 50 % síly, která je nezbytná ke stabilizaci nohy, dále m. extenzor digitorum longus.
- Supinace nohy se účastní m. gastrocnemius, m. soleus, m. tibialis posterior, m. flexor hallucis longus, m. flexor digitorum longus a m. tibialis anterior.

Podle Vařeky a Vařekové (2008) má zásadní význam pro pochopení kineziologie a patokineziologie nohy znalost tří významných mechanismů nohy:

1. Spojení flexe v koleni s vnitřní rotací bérce a naopak extenze v koleni s vnější rotací bérce.

2. Tzv. pantový mechanismus art. subtalaris (spojení pronace calcaneu s vnitřní rotací bérce a naopak spojení supinace calcaneu s vnější rotací bérce.
3. Spojení supinace calcaneu v art. subtalaris s uzamčením transverzotarzálního kloubu a naopak spojení pronace calcaneu s jeho odemknutím.

## 2.2 Vliv různých faktorů na změnu tvaru a funkce nohy

Jak už bylo poznamenáno výše, nohy jsou v průběhu života neustále pod vlivem vnějších a vnitřních faktorů a díky tomu se mění i odolnost nohy k zatížení. Blažková (1999) poznamenává, že tvar nohy se mění také v průběhu dne. Především objem a obvod, a to působením únavy. Příčinou únavy může být např. psychika člověka, nadváha, pracovní polohy, požívání stimulačních látek (káva, cigarety, léky). Projevem svalové (tělesné) únavy je změna fyziologicko-chemické rovnováhy ve svalu, čímž se snižuje výkonnost svalu a dostavuje se únava. Dalším důležitým faktorem ovlivňujícím tvar nohy je teplota těla a prostředí, atmosférický a barometrický tlak prostředí a krevní tlak.

Charakter pracovní polohy, jako jeden z faktorů únavy je dán typem pracovní činnosti. Často dochází k zaujímání vynucených pracovních pozic a tím nastupuje únava mnohem dříve.

Na rozdíl od fylogeneticky a ontogeneticky staršího stoje, poloha vsedě představuje polohu odpočinkovou. To vede k přetěžování nosného systému díky monotónnímu a permanentnímu držení trupu a hlavy. Polohu vsedě tedy nelze považovat za vhodnější pracovní polohu než stání. A právě sezení je typické pro školní výuku dětí a mládeže. Výzkumná práce Blažkové (1999) potvrdila, že dlouhodobější sezení může vést k pocitu únavy nohou a k otokům chodidla. Ke zvyšování objemu nohy dochází právě v pozici vsedě, stlačením spodní strany stehna vzhledem ke špatné adjustaci židle nebo poklesem teploty v končetině. Proto by se mělo dbát na to, aby žáci aktivně využívali přestávek ke změně pracovní polohy, popřípadě zařadit jednoduché cvičení, kdy i krátkodobá změna je velmi efektivní a dochází ke kompenzaci objemu nohy.

Dále byla potvrzena silná korelace mezi veličinami jako doba spánku a psychická zátěž v souvislosti se změnou objemu nohy. Čím delší je doba spánku, tím

více dochází k poklesu změn objemů nohou. Psychická zátěž působí na změny objemů nohou opačně.

Klenerman a Wood (2006) se zabývali tím, jak působí obezita na velikost zatížení nohy u prepubescentních jedinců. Uvádějí, že dočasné zvýšení zatížení u jedince s 20 % tělesné hmoty navíc má za následek zvýšení statického a dynamického tlaku na chodidlo, ale neobjevují se znatelné změny ve struktuře nohy. Nicméně, dlouhodobé zvýšení hmotnosti spojené s výskytem obezity vede ke zplošťování mediálního podélného oblouku, jež potvrzuje zvyšující se kontaktní plocha nohy s podložkou. Nejsou však schopni jasně říci, zda jde o změnu trvalou nebo reverzibilní.

Bavor (1983) ve své práci vyšetřoval plantogramy těhotných žen a došel k závěru, že gravidita nemá zásadní vliv na utváření nožní klenby během celého tohoto období. Další analýzou zjistil, že nohy s nižší klenbou (do 30° Schwarzova úhlu) se více vyklenují a naopak u nohou s vysokou klenbou dochází spíše k mírnému oploštění.

Dynamika klenby nohy se projevuje obdobně jako tělesná výška, tzn., že v průběhu dne kolísá. Ze stavu klenby nohy jako dynamické struktury, lze pravděpodobně usuzovat i velikost zátěže. Dojde-li po zátěži k návratu klenby nohy do výchozího stavu, je možné odvodit, že pohybová zátěž a interval odpočinku byli adekvátní pro daného jedince. Významným činitelem ovlivňujícím dynamiku nožní klenby je povrch, na kterém k pohybové aktivitě dochází. Pokles klenby nohy je výraznější na tvrdém nepružném povrchu, naopak v lesním terénu je zaznamenáno dokonce zlepšení ve stavu nožní klenby (Valenta & Buben, 2002).

Pohybová aktivita rekreační, léčebné i vrcholové úrovně, je v 85 % limitována výkonností dolní končetiny. Výkonnost je dána nejen anatomickou skladbou, ale ve stejné míře také kineziologií a funkcí dalších struktur. Problematice nohou je celkově věnovaná poměrně malá pozornost. Pouze armády po celém světě hodnotí stav i funkci nohou, respektují a vycházejí z něho při zařazování či vyzarování vojáků (Kučera, Korbelař, Čermák, Havrda, & Hrazdíra, 1995).

Chuckpain et al. (2008) ve své práci zjistil, že se zvyšující se rychlostí chůze se zvyšuje zatížení na celé chodidlo, přesněji největší tlak se projevuje pod palcem, předonožím a zánožím, naopak působení tlaku pod středonožím je neznatelné. Autor dále upozorňuje na vliv obuvi, která znatelně redukuje tlak na chodidlo při chůzi. Současně uvádí, že ve srovnání s chůzí, kontaktní plocha, maximální síla a tlak při běhu je znatelně zvýšen.



Růst nohou neprobíhá kontinuálně, ale v určitých etapách. U mladších dětí jsou tyto etapy méně výrazné a u dětí v prepubertálním období naopak výraznější. V zimním období jsou přírůstky nohou minimální, zvýšený růst nohou je pozorován v letních měsících (Hlaváček, 1997). Formování nožní klenby během ontogeneze není pouhým odrazem anatomických poměrů, ale je také podmíněno zráním centrálního nervového systému (Kučera et. al., 1995).

## 2.3 Typologie nohy

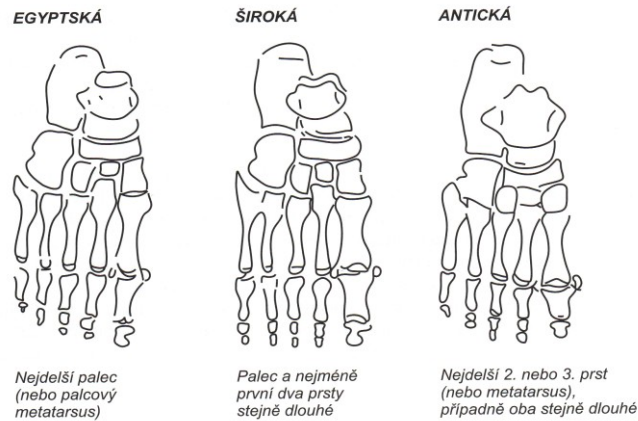
### 2.3.1 Antropometrická typologie

Tvar nohy je podmíněn délkou metatarsů a délkou článků prstů. Klementa (1987) uvádí sedm typů nohou, což Vařeka a Vařeková (2003) považují pro klinickou praxi bezvýznamné. Kučera (1994) rozlišuje nohu podle zevního tvaru na antickou, egyptskou a kvadratickou.

- **Antická noha** – je typická pro řecké sochy. Jedná se o druhý nejčastější typ nohy. Během vývoje dochází ke změně vzájemné délky prstů. Výsledkem je nejvíce dopředu čnicí 3. prst. Později jej přeroste 2. prst. Dominujícím se tedy stává 2. prst, dále palec a 3. prst. Mezi 2. a 3. prstem se někdy vytvoří meziprstní řasa, která může vést k neúplné syndaktylii. „Řecký ideální typ nohy by tedy bylo ... možné chápat jako zastavení vývoje“ (Vařeka & Vařeková, 2003, 98). Charakteristická je menší doteková plocha. Podle Kapandjiho (1987) umožňuje tento typ nejlepší přenos zátěže na předonoží. Vyšší zatížení 2. metatarsu ale vede k jeho hypertrofii, doprovázenou bolestí bází a často i únavovou zlomeninou. Zajištění stability nohy vyžaduje větší aktivitu svalového aparátu.

- **Egyptská noha** – označení nohy na základě výskytu u egyptských soch. Vyskytuje se u většiny evropské populace. Nejdelším prstem je palec, ostatní se postupně zkracují. Vzhledem k nejdelšímu prvnímu paprsku disponuje ideálním rozložením vertikální síly a vysokou plochou doteku. Proto se jedná o nejvýhodnější typ nohy, vzhledem k možnému maximálnímu sportovnímu výkonu. Na druhou stranu se u nohy egyptské nejčastěji objevuje deformita v podobě hallus valgus a rigidus.

- **Kvadratická noha**, označovaná také za nohu Polynéskou, má první tři prsty stejně dlouhé. Svým nerovnoměrným rozložením vertikální síly na všechny hlavičky metatarsů dochází k mechanickému přetěžování. Tím je ze sportovního hlediska nejméně vhodným typem.



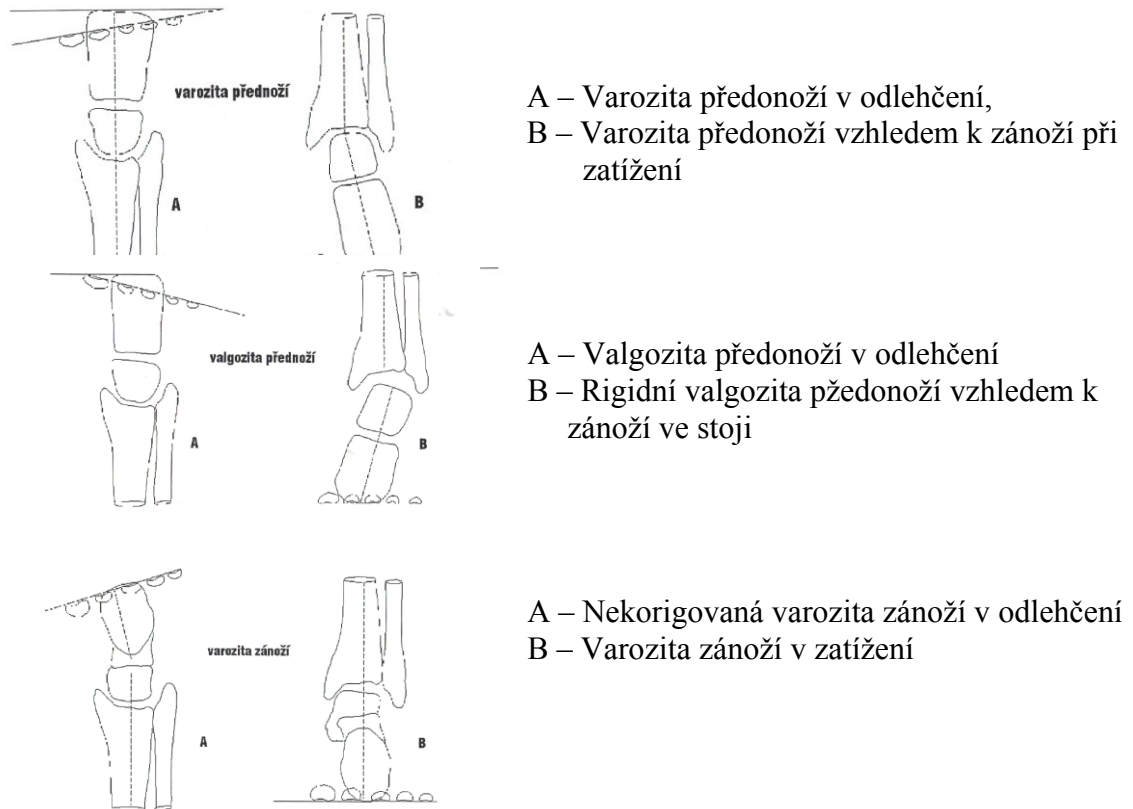
**Obrázek 14. Morfologické typy nohou (upraveno dle Kučery, 1994)**

### 2.3.2 Funkční typologie

Znalost základních funkčních typů podle Roota et. al. (1971) je významná z hlediska objasnění příčin bolestí a volby adekvátního způsobu léčby. Využívaná je také ve sportovní medicíně. Funkční typologie je vytvořena na základě významu subtalárního kloubu a transverzotarzálního kloubu pro funkci nohy jako celku. Zároveň srovnává změny při odlehčení a při zatížení.

- **Varózní zánoží** představuje nejčastější odchylku od vzorového postavení nohy a zároveň také nejbenignější. Vznik je připisován poruše ve vývoji kostí (zjm. calcaneu, tibie), jde tedy o kostní deformitu.
- **Varózní předonoží** je strukturální vada, která je způsobená nedostatečným vývojem talu.
- **Valgózní předonoží** se považuje za nejčastější deformitu předonoží ve frontální rovině. Příčinou bývá hyperpronace talu, vrozená deformita calcaneocuboidního kloubu nebo vývojová abnormalita.

Funkční typologie je postavená podle možných kombinací postavení předonoží vzhledem k zánoží při odlehčení a možných postavení zánoží vzhledem k vertikále při zatížení.



**Obrázek 15. Funkční typologie** (upraveno podle Vařeky & Vařekové, 2003)

Antropologická klinická vyšetření nohy jen částečně přispívají k volbě adekvátní léčbě. Naopak funkční typologie je důležitým podkladem pro volbu různých léčebných opatření. Přesto v případě závažnějších vrozených či získaných deformit a neuromuskulárních onemocnění je i jejich vyžití omezené (Vařeka & Vařeková, 2003).

## 2.4 Patologie nohy

Ideální tvar nohy je velmi obtížné definovat. Často i nápadné deformity nemusí způsobovat svým nositelům obtíže po celý život. „Normální noha je pružná, s plantigrádním došlapem, vytvořenou podélnou a příčnou klenbou, současně i dostatečně rigidní, udržující svůj tvar v zatížení, s fyziologickým rozsahem pohybu v jednotlivých kloubech“ (Dungl, 2005, 1071).

Vlivem genetických predispozic, neadekvátní pohybovou aktivitou, nevhodným zatěžováním či nadměrným přetěžováním bez dostatečné kompenzace a v neposlední řadě nošením anatomicky nevhodné a nekvalitní obuvi dochází ke změnám morfologie nohy, a tím ke změně stavu a funkce nohy, jež bývá příčinou vzniku patologických změn nohou (Přidalová et al., 2002).

Ortopedické vady nohou stojí hned na druhém místě za plísňovými infekcemi nohou. Každý druhý člověk trpí problémy s nohama (Larsen, 2005).

Dělení vad a deformit nohou (Dungl, 2005):

1. Vrozené: a) polohové b) strukturální
2. Získané: a) statické b) sekundární (po chorobách a úrazech)

### 2.4.1 Vrozené a získané deformity

Výskyt vrozených vad nohou je v poměru 1:1000 narozených dětí. Dnešní včasná prenatální diagnostika je samozřejmostí, a lze díky ní eliminovat těžká systémová postižení, přesto zejména vrozené rigidní vady nohy vyžadují intenzivní konzervativní a eventuálně operační terapii s následnou pooperační ortotickou péčí ([www.c-m-t.cz](http://www.c-m-t.cz)).

1. *Metatarsus adductus* je častá vrozená deformita, kdy je předonoží stočené mediálně v transversální rovině s malým stupněm varozity v rovině frontální. Postavení se může objevovat až po narození pokládáním dětí na břicho. To vede k současné vnitřní rotaci bérce.
2. *Pes calcaneovalgus* je nejčastější vrozenou vadou nohy vůbec. V literatuře se uvádí 30-40 % všech vrozených vad nohy. Podstatou je maximální dorzální flexe, kdy nárt může být dokonce zcela přiložen k přední straně bérce. Vada se více vyskytuje u dívek a dětí prvoroďček (Dungl, 2005).

3. *Pes equinovarus congenitus (clubfoot, koňská noha)* patří mezi nejčastější vrozené deformity. Je charakteristická koňskou nohou, supinací, addukcí a inverzí. Přestože léčba bývá zahájena v prvních měsících po narození, dětem zůstává trvalá slabost, ztráta pohybu a možné deformity. V 50 % bývá oboustranná, častěji se vyskytuje u chlapců (Harris, Smith, & Marks, 2008; Kamínek, Gallo, & Ditmar, 2003).
4. *Metatarsus varus congenitus* představuje vadu podobnou metatarsus adductus, kdy se předonoží vychyluje směrem k tarzu do varozity. Jeden z typů vrozeně varózních metatarsů je *srpovitá noha (pes serpens)*, která je charakteristická rigidní varozitou metatarsů a valgositou patní kosti. Palec se stáčí silně do addukce, celá noha připomíná serpentiny.
5. *Talus verticalis* se projevuje kolébkovitým tvarem chodidla způsobeným luxací os naviculare v talonaviculárním kloubu. Jedná se o velmi rigidní vadu.
6. *Nadpočetné kůstky prstů* se mohou objevit kolem 10 let a zcela dotvořeny jsou do 20. roku. Jedná se o výběžky kostí nohy.
7. Vrozené vady prstů
  - 7.1. *Vrozené varózní postavení prstů* je ve většině případů symetrická vada, kdy jeden nebo více malých prstů se stáčí plantárně a mediálně, v distálním kloubu je terminální článek stočen do supinace
  - 7.2. *Vrozený digitus V. superductus* představuje zpravidla oboustranné addukční postavení malíku, při kterém je malík uložen nad 4. prstem. Získaný typ bývá jednostranný jako výsledek neadekvátního obouvání v souvislosti s příčně plochou nohou.
  - 7.3. *Vrozený hallux varus (vybočený palec)* je relativně vzácná vrozená vada, kdy se palec v metatarsophalangálním kloubu vychyluje mediálně. Řešením je pouze chirurgická náprava (Příloha 8).
  - 7.4. *Makrodaktylie* představuje malformaci jednoho nebo více prstů či části nohy. Na noze se vyskytuje méně často než na ruce. Podmínkou nadměrného vývinu prstů je nahromadění vazivově tukové tkáně.
  - 7.5. *Mikrodaktylie*, malé prsty nepředstavují závažnou deformitu. Léčení proto není nutné.
  - 7.6. *Syndaktylie* je vrozený srůst prstů nebo jejich neúplné oddělení. Nejedná se o vadu, která je příčinou funkčních obtíží.
  - 7.7. *Polydaktylie* je charakteristická vrozeným nadměrným počtem prstů
  - 7.8. *Vrozeně kladívkové prsty*

7.9. *Vrozený rozštěp nohy (parciální adaktylie)* představuje deformaci, při které chybí dva až tři střední prstové paprsky a noha získává tvar klepeta. Ramena tohoto klepeta se sbíhají proximálně nebo až v oblasti tarsu. Oboustranná vada je často doprovázená rozštěpem rukou.

7.10. *Vrozené zkrácení metatarsů* je ve srovnání s evropskými státy velmi rozšířené např. v Japonsku. Možné je zkrácení jednoho nebo více metatarsů. Největší komplikace přináší zkrácení I. metatarsu, který zároveň představuje spojitost s vrozeným hallus varus.

#### 2.4.2 Plochá noha (pes planovalgus)

Podle Kubáta (in Klementa, 1987) příčina vzniku ploché nohy vychází ze současného životního stylu (Příloha 9). U národů, které obuv nepoužívají, se problém plochých nohy prakticky nevyskytuje. K příčinám snížení podélné klenby nebo k jejímu úplnému vymizení patří široká škála faktorů. Přidalová at al. (2006) a Klementa (1987) uvádějí:

- porušení poměru mezi velikostí zátěže a nosností nohy
- trvalá profesionální zátěž, neprocvičování a nedostatečná regenerace nohy, dlouhodobé nošení neadekvátní obuvi, chůze po tvrdém terénu
- nadváha, obezita
- chabost vazů, myopatická plochá noha, svalová slabost a dysbalance po mozkové obrně, artritická plochá noha, úrazy
- genetické faktory
- hormonální regulace (především somatotropin a kortizol, jež při hyperfunkci adenohipofýzy snižují pevnost kostry nohy)

Dungl (2005) používá dělení ploché nohy podle Tachdjiana:  
a) vrozeně plochá noha                      b) získaná plochá noha

**Dětská plochá noha** je deformitou, která se objevuje v růstovém věku. Vlivem laxicity vazů dochází k oploštění mediální části podélné nožní klenby. Výskyt je ve většině případů familiární. Plochonoží je charakterizováno valgózním postavením paty,

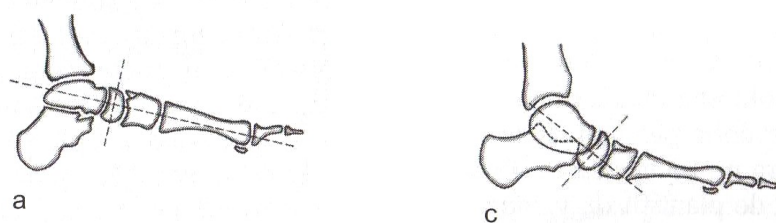
vnitřní rotací osy hlezenního kloubu, poklesem talu, abdukci předonoží, nejprve supinací a v pozdější fázi pronací I. paprsku.

**Získaná plochá noha** je statická deformita nohy, která se může objevit v každém věku po ukončení růstu kostí. U dospívajících jedinců se plochonoží projevuje v konečných fázích rychlého vývoje, kteří bývají nuceni dlouhodobě stát (Dungl, 2005).

Klementa (1987) porovnával výskyt plochonoží u studentů a pracujících různých profesních skupin. Výsledky jeho práce jen potvrzují, že dlouhodobé stání, nevhodná obuv, tvrdý terén, nedostatečný odpočinek nohy jsou zásadními příčinami vzniku ploché nohy.

Zvláště nebezpečná je kombinace ploché nohy s revmatoidní artritidou, při které jsou postiženy kostní, vazivové a svalové faktory vzniku, a tím se vyvíjí těžká deformita. Také poranění kostí nohy (zejména calcaneu), osteoartróza vedou k závažným stavům (Medek, 2003).

U dospělých jedinců dochází taktéž k dlouhodobému porušení poměru mezi velikostí zátěže a nosnosti nohy. U žen se k příčinám připojují hormonální změny v těhotenství a klimakteriu a osteoporóza. Plochá noha je často doprovázena rozšířením žil dolních končetin. Svaly ploché nohy jsou během chůze zapojovány mnohem aktivněji, než u zdravé nohy. Zvýšená práce svalů vede rychleji k nástupu únavy, tím se zhoršuje činnost svalových pump vracet žilami krev zpět, dochází k městnání a tím tvorbě varixů (Dungl, 2005).



**Obrázek 16. Pokles podélné klenby** (upraveno podle Dungla, 2005);

a – u normální nohy je osa přímá, c – pokles klenby v naviculocuneiformním kloubu

Podle velikosti deformit Přidalová et al. (2006) rozlišuje plochou nohu:

1. *stupně – unavená noha*; tvar zachován, po námaze pocity únavy a bolesti, častou součástí valgózní postavení paty
2. *stupně – ochablá noha*; pokles podélného oblouku při zatížení, po odpočinku klenba sama obnoví původní správné postavení
3. *stupně – plochá noha*; trvalý pokles klenby, která je volná a s možností pasivního formování do normálního tvaru
4. *stupně – plochá noha s fixovanou deformitou*; valgozita kosti patní, pronace předonoží přetížením mediálního paprsku, palec zatlačován do valgózního postavení, časté plantární otlaky, kladívkovité prsty. Chůze je nepružná způsobující bolesti bérců, kolenou, kyčlí a v lumbální oblasti páteře.

Podélnou klenbu nohy podpíráme vhodnými vložkami, zhotovenými v ideálním případě dle otisku nohy. Vodoléčba, elektroléčba, jako prostředky fyzikální terapie jsou pouze pomocnou součástí léčby. Je možné lokálně aplikovat protiotokové a protizánětlivé léky, v oblasti sinus tarsi také adekvátní množství kortikoidů. Operativní léčba se v případě dospělé ploché nohy uplatňuje velice zřídka. Častěji se používá u příčně ploché nohy (Medek, 2003).

#### **2.4.3 Příčně plochá noha (pes transversoplanus)**

U příčně ploché nohy dochází k poklesu hlaviček metatarsů a tím se zvyšuje únavnost nohou. Vada je často doprovázena otoky a bolestí pod hlavičkou pokleslého 2., 3. a 4. metatarsu. Příčinou vzniku je nošení obuvi s vysokým podpatkem, úzkou špičkou, boty malé či úzké, dále také chůze po tvrdé podložce. Statické zatěžování hlaviček metatarsů podmiňuje prodloužení 2. či 3. paprsku nohu (Přidalová et al., 2006).

#### **2.4.4 Noha vyklenutá (pes cavus)**

Vyklenutá noha představuje abnormální elevaci podélné klenby nohy, která je doprovázena trvalou plantární flexí předonoží a varozitou až téměř strmým postavením calcaneu (Příloha 10). Součástí je i výskyt drápotivých prstů. Deformace se vyskytuje



ve spojení s různými neurologickými postiženími. Vadu lze často označit za idiopatickou, tedy že není známá příčina vzniku (Dungl, 2005). Přidalová et al. (2006) uvádí, že ve stoji nedochází k žádnému kontaktu mezi středonožím a podložkou, jež velmi snižuje schopnost nohy absorbovat nárazy. V důsledku toho, že osa v art. subtalaris prochází více svisle než u nohy normální, zmenší se během vnitřní rotace dolní končetiny i vnitřní rotace nohy a pronace. Za příčiny vzniku vypouklého chodidla považuje zkrácení svalů bérce, zjm. m. tibialis anterior a mm. peronei, dysbalanci metatarzophalangeálních kloubů, nedostatečnou činnost mm. interossei ve prospěch extenzorů, díky kterým dochází k hyperextenzi prvních článků prstů, a nerovnováhu svalů plosky nohy. Dalšími příčinami bývá nošení obuvi příliš krátké, s vysokým podpatkem a s příliš tvrdou podrážkou.

#### 2.4.5 Bolesti paty

Bolestivé problémy paty se začínají vyskytovat přibližně od 8 let do pozdního věku, nejčastěji však ve středním věku. Nebývají zapříčiněny úrazem, v průběhu chůze se stav zhoršuje. Bolesti se projevují na různých místech paty a jsou vyvolány různými příčinami (Dungl, 2005). Příkladem některých častých onemocnění paty je (Bateman in Dungl, 2005): ostruhy patní kosti, plantární fasciitida, tendinitis Achillea a tendinitis m. tibialis posterior, syndrom tarzálního tunelu, burzitidy, bolestivá pata sportovců, běžecká pata, léze Achillovy šlachy. Přidalová et al. (2006) uvádí spojitost výskytu bolesti paty s nadváhou a nošením nevhodné obuvi.

#### 2.4.6 Statické deformity

Statické deformity předonoží patří mezi nejčastější ortopedická onemocnění dospělé populace. Podstatou je snížení odolnosti nohy k zatížení vlivem vnějších i vnitřních faktorů. Vzniklé deformity pak svým nositelům velmi zneprůjemňují život (Dungl, 2005).

1. *Hallux valgus (vbočený palec)* popisuje Dungl (2005) jako komplexní deformitu nohy, která spočívá ve valgózním postavení I. metatarsu a mediálního vychýlení jeho hlavice (Příloha 11). Přidalová et al. (2006) poznamenává, že vada se často

objevuje u podélně ploché nohy a dále nevhodným stereotypem chůze, při kterém jsou špičky od sebe vzdálené více než 30°. Vbočený palec způsobuje velké problémy při chůzi, znepríjemňuje pružnost nohy a zvyšuje nástup únavy. Na mediální straně hlavičky I. metatarsu se utváří kostní exostóza a na vrchu burza, která se často mění zánětlivě vlivem tlaku a tření nevhodné obuvi. Stává se, že palec tlačí na vedlejší prst laterálně, jakoby přes něj sklouzne a vzniká hallux superductus (Novotná, 2001). Hallux valgus se častěji vyskytuje u nohy egyptské. Zajímavé je, že vada se objevuje výhradně u jedinců kultur nosících obuv (Harris et al., 2008).

2. *Hallux rigidus (ztuhlý palec)* je vada předonoží, která je spojená s artritidou I. metatarsofalangeálním kloubu s postupnou artrózou a ztuhlostí. Příznakem bývá stupňující bolest a zejména značně omezená dorzální flexe v I. metatarsofalangeálním kloubu (Dungl, 2006). Mann et al. uvádí, že jednostranný výskyt onemocnění se vyskytuje až v 90 %, jež se neshoduje s názorem Nilssona, který tvrdí 67 % oboustranného postižení (in Dungl, 2005).
3. *Metatarzalgie* představuje komplexní bolestivé onemocnění předonoží distálně od Lisfrankova kloubu. Nejčastější příčinou je přetížení přední části nohy různého původu s následnými fixovanými plantárními hlavičkami metatarsů (Dungl, 2005).
4. *Kladívkový prst (digitus hammatu)* Dungl (2005) popisuje ohnutím prstu v proximálním interfalangeálním kloubu do 90°, v distálním interfalangeálním se objevuje lehká flexe až hyperextenze. Onemocnění se vyskytuje jako vrozená i získaná vada. V počátečním stadiu je prst volný, později se vytvářejí kontraktury pouzdra a okolních měkkých tkání, které způsobují, že prst nelze narovnat. Nad hlavičkou článku se tlakem obuvi vytváří otlaky, mozoly, kuří oka. Podle Přidalové et al. (2006) příčinou vzniku kladívkového prstu je tah m. flexor digitorum brevis a sklouznutí m. extensor digitorum longus.



**Obrázek 17. Digitus hammatu** (upraveno dle [www.sinortho.sk/op04.htm](http://www.sinortho.sk/op04.htm))

5. U *drápvitého prstu* je 1. a 2. článek uložený vodorovně a poslední ohnutý směrem k podložce. Vzniká zkrácením krátkého extenzoru a krátkého flexoru prstu (Přidalová et al., 2006).
6. *Paličkový prst (digitus malleus)* se vytváří zkrácením m. flexor digitorum, které vede k flexi 2. prstního kloubu. Vada je doprovázena tvorbou bolestivých kuřích ok nad bříškem prstu (Dungl, 2005; Přidalová et al., 2006).



**Obrázek 18. Digittus malleus** (upraveno dle [www.sinortho.sk/op04.htm](http://www.sinortho.sk/op04.htm))

7. *Vybočený malík (digitus V. varus)* vzniká podobným způsobem, jako vbočený palec. Dochází k mediálnímu neúplnému vykloubení báze základního článku a laterálnímu vystoupení hlavičky V. metatarsu, který je místem častého výskytu bolestivých burz (Dungl 2005).

## 2.5 Vliv obuvi na klenbu nohy

Obuv svým tvarem a použitým materiálem může příznivě i naopak nepříznivě ovlivnit tvarové i funkční vlastnosti nohy. Proto by nošená obuv měla odpovídat anatomickému tvaru nohy (Ledvinková, 1999).

Během několika posledních let se trh v ČR zaplavil levnou obuví z celého světa, zejména z východní Asie. Tato obuv je ve většině případů nekvalitní, ze syntetických materiálů a svým tvarem a velikostí není adekvátní potřebám naší populace. Nebezpečný trend módního obouvání se odráží zejména u dětí a dospívající mládeže. Nevhodná obuv v raném dětství, během období růstu a funkční adaptace vzpřímeného postoje a chůze způsobuje četné poškození nohou. Tato poškození vedou k funkční insuficienci nohy a všech článků pohybového systému. V důsledku vznikajících deformit dochází k asymetrickému zatěžování kloubů, které přispívá k jejich předčasnému opotřebování (Šťastná, Němcová & Plišťáková, 1997). Nevhodná obuv

může být také příčinou vzniku závažných poškozených částí živé tkáně. Jakákoliv vada či onemocnění snižuje pohyblivost člověka a představuje jisté omezení (Ledvinková, 1999).

Arne Maier (in Hlaváček, 1997) tvrdí, že 98 % veškerých deformit nohou u dospělé populace je způsobeno nevhodným nošením obuvi v dětství.

90 % českých dětí se narodí se zdravýma nohama, ale již 30 % jich přichází do školy s nohama různě poškozenýma v důsledku nošení malé nebo nepadnoucí obuvi (Hegrová, 1999; Přidalová et al., 2006; Šťastná et al., 1997).

Tvar konečného výrobku v podobě boty určuje obuvnické kopyto, které je základní formou pro výrobu obuvi. Stává se, že kopyto neodpovídá proporcím nohy, Pokud dojde k vyosení paty do valgozity nebo úhel kopyta nesouhlasí s úhlem nohy, dojde k ovlivnění padnutí obuvi a obuv pak 'špatně sedí' jednak v oblasti paty, nebo v oblasti prstních kloubů (Ledvinková, 1999; Pavlačková, 1999).

Podle Hermachové (1998, 29) „boty by měly mít dostatečný prostor pro distální část nohy, ohebnou podrážkou - ani tvrdou, ani měkkou, ani tlustou, neměly by mít podpatky. Pasivní opory v botách (vločky, srdíčka, dlahy, zpevnění kotníků) jen tolik, kolik je zapotřebí, a vždy v kombinaci s aktivní rehabilitací. Boty by měly být lehké a šité tak, aby se ... přizpůsobovaly tvaru nohy“.

Vnitřní prostor boty by měl být v přední části širší pro uložení prstů a pro zajištění aktivního pohybu metatarsů a prstů ve směru flexe/extenze i abdukce, která je nezbytná pro udržování rovnováhy. Volnost prstů umožňuje aktivně se odrazit ve směru chůze.

Sériově vyráběná vnitřní vložka často neodpovídá variabilitě našich nohou. Přesto je důležité si uvědomit, že čím více budeme nohu podpírat pasivně, tím méně bude držena aktivně.

Podrážka boty musí být dostatečně ohebná, neměla by se lámat. Pro chůzi ve městě preferujeme měkčí podrážku, naopak do přírody spíše tvrdší. Příliš měkká a silná podrážka tlumí potřebu aktivního odrazu, jež vede k neaktivitě nohy a k narušení stereotypu chůze. Ohýbání podrážky v jednom místě, zjm. v metatarsofalangeálním skloubení, může vést až ke zborcení příčné klenby. Zvednutá podrážka pod špičkou, častá u módních a sportovních bot způsobuje pasivní zhoupnutí ze stojné fáze do fáze kroku, a také omezuje aktivní odraz prstů. Je-li podrážka pod patou zúžena, zvyšuje se nestabilita stoje. A je-li podrážka pod patou příliš široká, je narušená obratnost a reaktivita nohy. To vše způsobí změnu stereotypu chůze.

Vzhledem k tomu, že podpatek výrazně mění zatížení a místo dopadu těžnice na nohu, zcela optimální je bota bez podpatku (Hermachová, 1998).

Materiál svršku boty by měl být schopen se přizpůsobit dynamické morfologii nohy, tedy jejím objemovým a lineárním změnám vzhledem k době a druhu činnosti (Pavlačková, 1999).

Autoři Rossi a Tennant (in Pavlačková, 1999) rozlišují čtyři fáze padnutí obuvi:

- Statická fáze – padnutí obuvi na nohu v klidu, v sedu
- Zatížení vlastní hmotností – padnutí obuvi na noze ve stoje
- Dynamická fáze – padnutí obuvi při chůzi, běhu, skákání
- Teplotní fáze – změny padnutí vlivem tepla a vlhkosti

Zvláštní přístup vyžaduje sportovní obuv. Různé sporty vyžadují různé vlastnosti obuvi. Převládající pohyb ve sportu determinuje vzhled a konstrukci obuvi. Pevná, stabilní a dobře vypodložená obuv může být ideální pro jeden druh sportu, zatímco jiný sport vyžaduje volnou a lehkou obuv. Vzhledem k anatomickým a biomechanickým obměnám, estetickým preferencím, úrovni kvalifikace, různým herním povrchům, herní pozici, ekonomickým faktorům a měnícím se technologiím, volba obuvi je ve sportu velice proměnlivá (Valmassy, 1996).

Hermachová (1998) uvádí, že sportovní obuv může svými speciálními vlastnostmi nohu ohrožovat. Na jedné straně umožňuje dosáhnout vyššího výkonu, na straně druhé zvyšuje celkové zatížení s následnou zvýšenou únavou. A právě únava je příčinou vzniku úrazu. Modifikovaná sportovní obuv přebírá noze její práci, zároveň ji v práci omezuje. Potlačuje exterocepční a propiocepční vnímání.

## 2.6 Možnosti prevence

Prevence vzniku vad a onemocnění nohou není v poslední době jen záležitostí odborníků. Měla by být záležitostí každého jedince (Ledvinková, 1999).

Péči o pohybové ústrojí je vhodné věnovat pozornost již v dětském věku. Je nezbytné všimnout si, jak dítě stojí, jak chodí. Není na škodu využít poradenství

s odborníkem ortopedem nebo s podologem a předejít tak nežádoucím komplikacím ([www.ortopedika.cz](http://www.ortopedika.cz)).

Zásadním preventivním opatřením je výběr vhodné a kvalitní obuvi. Také snížení hmotnosti těla prostřednictvím adekvátního cvičení přispívá k redukci rizika vzniku vad nohou. Další možnou prevencí je pořízení speciální ortopedické obuvi či ortopedických vložek.

U dětí lze aplikovat různé pohybové aktivity a hry. Tyto činnosti nenásilnou formou zapojují svalový aparát nohy, který se nošením obuvi stává inaktivní. Zároveň si jedinci osvojují základy zdravého stereotypu chůze (Novotná, 2001; Larsen, Miescher & Wickihalter, 2009).

### 2.6.1 Ortopedická obuv

Ortopedická obuv představuje významný léčebně preventivní prostředek, který umožňuje korekci vrozených i získaných vad nohou a podporu nožních kleneb. Díky vlastnostem ortopedické obuvi lze vady korigovat, kompenzovat a často i kosmeticky zakrýt. Každá ortopedická obuv je vyrobena na základě měrných podkladů sejmutých ortopedickým technikem. Použité materiály musí být v souladu se zdravotními atesty a zároveň volba konstrukce, použitých materiálů je určující ve vztahu k vadě a funkčnímu použití obuvi ([www.ortopedickaobuv.cz](http://www.ortopedickaobuv.cz)).

Výroba ortopedické obuvi se liší vzhledem k závažnosti deformity či vady nohy. V případě kombinovaného postižení tří a více vad, např. nohy podélně a příčně ploché se konstruuje jednoduchá obuv. Pokud pacient trpí kombinovaným postižením závažnějšího rozsahu, například vybočení palce nad 45°, ztuhlý zdeformovaný palec, po operacích a po úrazech, u artritických deformací, u edémů, výroba ortopedické složitější obuvi vyžaduje úpravu ortopedického kopyta. Pro nohy s velkými deformacemi, u amputací všech prstů po hlavičky metatarsů, u příčně ploché nohy s otlaky, mozoly, překříženými prsty, s vbočeným palcem, s proleženinami je nezbytná výroba velmi složitě ortopedické obuvi, u které je nutná stavba vlastního kopyta podle modelu konkrétní nohy (Eis, Křivánek, 1965; [www.ortopedickaobuv.cz](http://www.ortopedickaobuv.cz)).

## 2.6.2 Ortopedické vložky

Funkční podstatou ortopedických vložek je kompenzovat drobná postižení plosek nohou a napomáhat vyrovnání vadného postoje a odlehčení bolestivých míst. K výrobě se používají různé druhy materiálů. Protetický technik doporučí správný typ vložky na základě zprávy odborného lékaře.

Podobně jako u ortopedické obuvi rozlišujeme vložky individuální a speciální. Individuální ortopedické vložky se vyrábějí anatomické, sportovní, krátké, diabetické, s pronačním nebo supinačním klínem, změkčenou patou nebo předním dílem, se zvýšenou patou, s výsekem pro ostruhu, s pelotami pod kladívkové prsty atd. Jsou vyrobeny tradiční technologií podle otisku chodidla plantogramu.

Speciální ortopedické vložky se vyrábí pro závažnější deformity nohou na základě trojrozměrného prošlapu, pomocí sádrového odlitku, odebráním otisku. Dalším možným prostředkem pro vyhotovení vložky je digitální baropodometrický koberec napojený na počítač. Tento systém poskytuje zobrazení a rozbor tlaků na ploše nohy nebo patologické změny statickou a dynamickou metodou ([www.ortopedica.cz](http://www.ortopedica.cz), [www.ortopedickaobuv.cz](http://www.ortopedickaobuv.cz)).

Paul (1999) varuje před nadbytečným používáním ortopedických vložek, které se může v dospělosti projevit skutečnými obtížemi. Zároveň dodává, že vhodně zvolené vložky mohou mít pozitivní léčebný efekt. Avšak není prokázáno, že v důsledku nošení dojde ke korekci deformity.

Podobně uvádí Larsen (2005, 132), „raději správná zátěž nohou bez vložek, než nesprávná zátěž s vložkami“.

## 2.6.3 Kompenzační cvičení na vady v oblasti nohy

Pro kompenzaci poruch klenby nohy se používá celá řada rehabilitačních cvičení, různé hry, pohybové aktivity, masáže a cvičení s pomůckami.

Podstatou všech kompenzačních cvičení je stimulace klenby podélné i klenby příčné, aktivace krátkých svalů nohy, lýtkových svalů. Důležitá je obnova rovnováhy mezi flexory a extenzory nohy. Dochází také k procvičování a uvolňování hlezenního kloubu, zvyšování pohyblivosti prstů. Součástí bývá cvičení obratnosti a rovnováhy.

Příklady konkrétních korekčních cvičení podle Novotné (2001), Larsena (2005) a Larsena et al. (2008) jsou uvedeny v Příloze 15. Důležité je provádět všechny činnosti naboso, za plného soustředění a ve správné podobě pohybu.

Existují pomůcky speciálně vytvořené pro cvičení nohou s deformitami klenby. Jedná se o *kulové a kruhové úseče*, z nichž nejvhodnější jsou dřevěné typy. Dále *korkové sandály* opatřené gumovou polokoulí nebo srdíčkem Speciální pomůckou je také *swinger (Fitter)*, původně určený pro lyžaře, umožňuje pohyb podložky po kolejničkách do stran a tím posilování důležitých svalových skupin. Také lze využít minitrapoliny, overbally, balanční gymbally, popřípadě balanční čočky, které se používají jak v sedu, tak ve stoji (Klíšťová, 2006).

## 2.7 Metody hodnocení nožní klenby

Morfologii nohy hodnotíme kvalitativně i kvantitativně. K tomu nám slouží metody, které lze rozdělit na laboratorní a terénní metody.

**Vizuální kvalitativní hodnocení** hodnotí stereotyp chůze a stoje v normálním postavení, po špičkách, po patách na zevních a vnitřních hranách chodidel. Dále vyšetřuje chůzi v obuvi i naboso, determinuje tvar nohy, různé vady i vrozené poruchy. Využívá plantografie a podoskopu.

**Podometrie** je antropometrické měření, které zaznamenává délkové, šířkové a obvodové údaje (Přidalová, 2006).

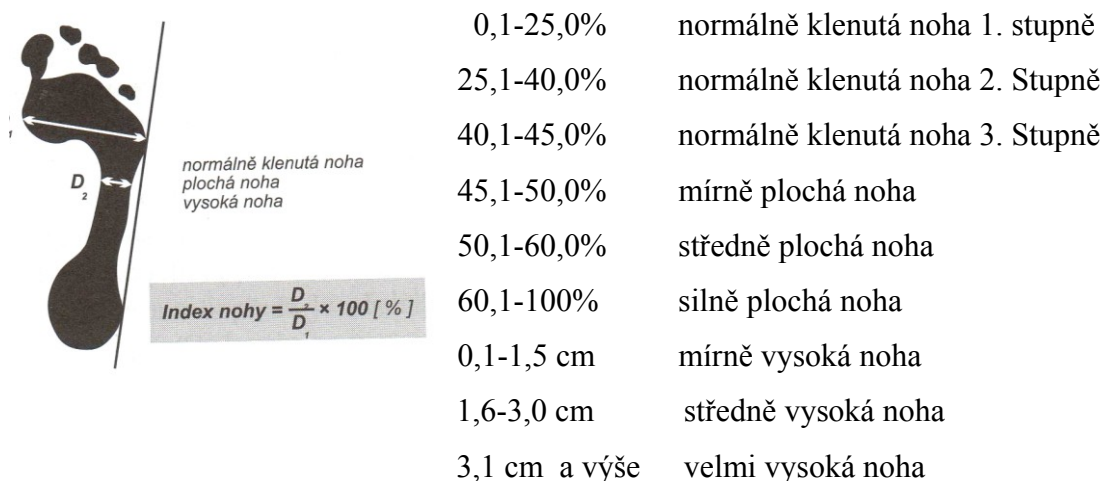
V lékařské praxi je využívána **rentgenografická metoda**, dále aspekce, palpáce, kinetografické metody, pedobarografie (Urban, Vařeka, & Svajčiková, 2000).

**Plantografie** hodnotí otisky nohou pomocí různých typů plantografů. Výhodou plantografie je jednoduchost a nízká časový i finanční náročnost. Hodnocení může být vizuální, matematické nebo s použitím tzv. indexů (Kopecký & Hřivnová, 2003; Přidalová, 2006; Urban, 2000):

- Godunova metoda vychází ze základní linie A, která je výsledkem spojnice zadního okraje paty a středu mezery mezi 3. a 4. Prstem. Linie C je její rovnoběžkou, vedoucí z nejmediálnějšího okraje paty. Linie B je rovnoběžná v polovině mezi liniemi A a C. Linie D spojuje nejmediálnější body paty a přední části nohy (Příloha 4).



- Mayerova metoda je jednou z nejjednodušších metod pro hodnocení plochonoží. Pracuje s tzv. Mayerovou linií, která prochází středem paty a vnitřním otiskem 4. prstu. Nevýhodou je, že dělí nohu pouze do dvou kategorií a neurčuje, ani nehodnotí nohu vysokou (Příloha 6).
- Metoda segmentů rozděluje plantogram podélnými přímkami na pět podélných úseků (Příloha 7).
- Metoda indexu podle Srdečného hodnotí plochonoží výpočtem z poměru délky otisku nohy bez prstů a šířky v úrovni báze V. metatarsu. Plochá noha je výsledkem  $i > 1,7$  (Příloha 5).
- V metodě Chippaux-Šmiráka se hodnotí poměr mezi nejširším a nejužším místem plantogramu. Normálně klenutá noha se jeví při vzájemném poměru do 45 %, nad 45 % se jedná o nohu plochou. Klementa tuto metodu podrobněji klasifikoval na mírně plochou nohu do 50 %, středně plochou nohu do 60 % a nohu silně plochou do 100%.



**Obrázek 19. Metoda Chippauxe a Šmiráka** (upraveno dle Přidalová et al., 2006)

- Sztriter – Godunova metoda užívá výpočtu indexu Ky. K mediální tečně otisku nohy je vztyčena kolmice v nejužším místě plantogramu. Její průsečík s tečnou je označen jako bod A, průsečík s vnitřním okrajem otisku jako bod B a s laterálním okrajem jako bod C. Index Ky představuje poměr vzdálenosti BC a AC (Příloha 3).
- Vizuální škály srovnávají tvary plantogramů s některými z mnoha dostupných škál otisků (Příloha 2).

Podle výsledků řady autorů se výsledky hodnocení plochých nohou pomocí různých plantografických metod znatelně statisticky odlišují. Nelze tedy přesně definovat tu nejvhodnější metodu (Přidalová & Dostálová, 2004).

### 3 Cíle

Hlavním cílem této práce je zhodnotit vybrané morfologické parametry planty na základě plantografické metody s ohledem na parametry podélné a příčné klenby nožní u studentů UO v Brně v rámci 3 letého studia.

Dílčími cíly jsou:

- 1) Determinace stavu podélné klenby nožní na základě hodnocení dle indexové metody Chippaux-Šmirák.
- 2) Komparace stavu vybraných morfologických parametrů nohy mezi prvním a třetím ročníkem.
- 3) Komparace stavu vybraných morfologických parametrů nohy mezi pohlavími.
- 4) Srovnání frekvenčního zastoupení vyosení palce u prvního a třetího ročníku.

## 4 Metodika

### 4.1 Charakteristika souboru

Výzkum probíhal v průběhu tří let u studentů UO v Brně. První měření se uskutečnilo u studentů 1. ročníku v roce 2004, druhé v roce 2004 a třetí měření v roce 2006. Pro naši práci jsme vybrali otisky nohou z 1. ročníku a následně z roku 2006 od studentů 3. ročníku.

Během výzkumu se získaly otisky celkem od 161 probandů. Z toho 65 dívek a 96 chlapců. Prvního i třetího měření se zúčastnilo 41 studentů, z toho 19 dívek a 22 chlapců.

Při prvním měření byl průměrný věk studentů 1. ročníku 20 let, u chlapců 19,6 let a u dívek 19,4 let. Průměrná hmotnost dívek byla 60,6 kg při průměrné výšce 168 cm. U chlapců byla průměrná hmotnost 77,2 kg při průměrné výšce 180,5 cm.

Studenti během 1. i 3. ročníku absolvovali pohybovou aktivitu v rozsahu 1,5 h 3x týdně.

### 4.2 Použité metody a způsob měření

Pro vyhodnocení stavu a morfologie nohy byla použita plantografická metoda. Použitím plantografu (podogramu) se zhotovily statické otisky chodidel (Příloha 1). Plantograf, tvaru otevíracího listu, obsahuje gumovou membránu, která se potře vrstvou tiskařské barvy a dovnitř vloží čistý papír. Postavením probanda na plantograf se na papír přenesou otisk chodidla. Takto získané plantogramy byly následně naskenovány do počítače a zpracovány prostřednictvím programu „Noha“. Tento program je výsledkem dlouhodobé spolupráce autorů doc. RNDr. Miroslavy Přidalové, PhD. a RNDr. Milana Elfmarka.

Získaná data se zpracovávala statistickým programem STATISTICA vz. 9. Vztahy mezi parametry byly testovány pomocí korelační analýzy. Pro vztah mezi výškou, délkou nohy a měřenými parametry byl vypočítán Pearsův korelační koeficient. Pro sledování rozdílů mezi opakovanými měřeními ve vztahu k pohlaví probandů v jednotlivých parametrech v závislosti byla použita jednofaktorová analýza rozptylu pro opakovaná měření. Dále byla použita metoda kontingenčních tabulek pro

sledování vztahu mezi vybočením palce v 1. a 3. měření. Za statisticky významné se považují rozdíly na hladině  $p < 0,05$ .

Pro zpracovávání naměřených a získaných dat byla použita základní popisná statistika:

- 1) aritmetický průměr  $\bar{x}$  = součet všech hodnot statistického souboru dělený rozsahem souboru (n)
- 2) minimum  $x_{min}$  = minimální hodnota znaku
- 3) maximum  $x_{max}$  = maximální hodnota znaku
- 4) směrodatná odchylka  $\varsigma$  = druhá odmocnina z aritmetického průměru druhých mocnin odchylek od aritmetického průměru.

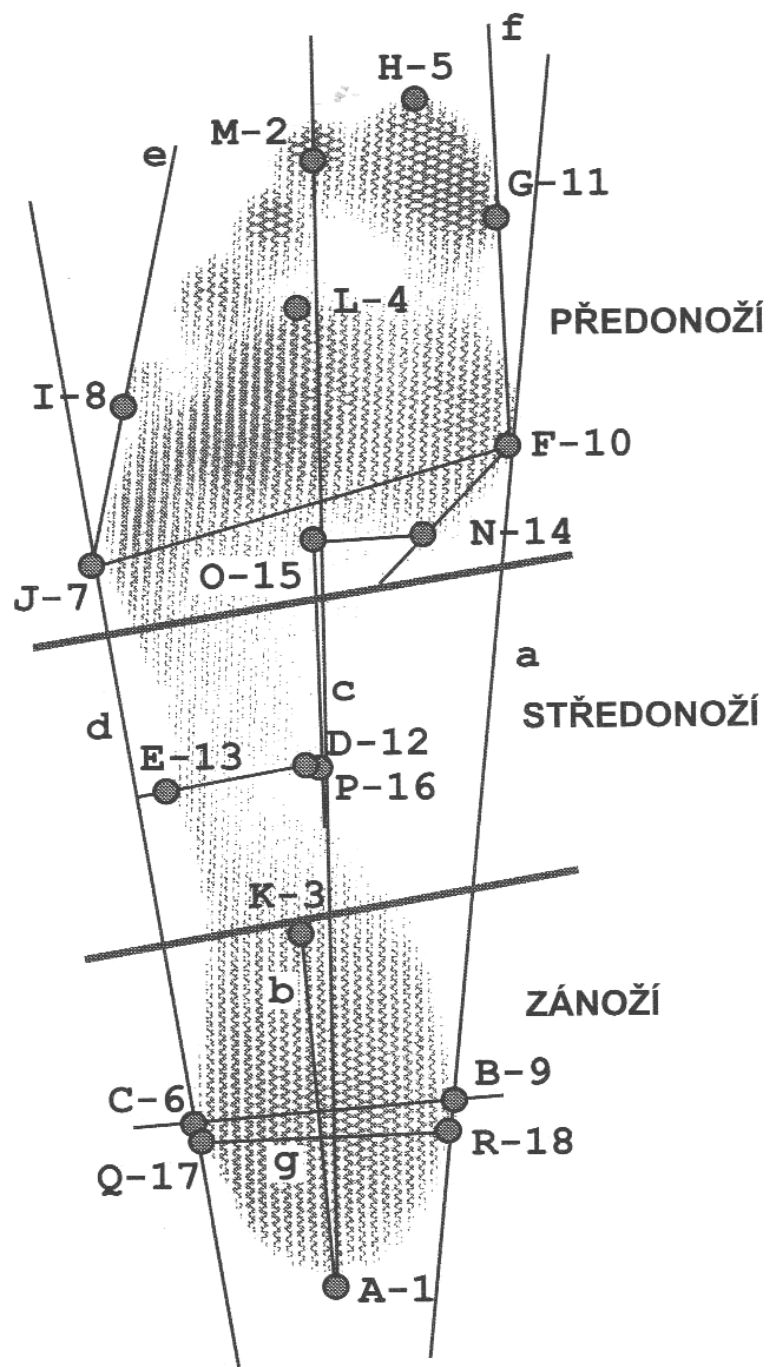
Při vyhodnocování se sledovaly morfologické parametry, které mají vztah k deformitám předonoží. Pro kategorizaci vyosení palce i malíku různí autoři používají odlišné způsoby. Valgozita palce, vyznačována abdukci palce laterálním směrem je vyjádřena úhlem s kladnou hodnotou. Naopak při varozitě, palec addukuje směrem k mediální straně a úhel je označen zápornou hodnotou. V naší práci je palec označen za varózní, jako  $k = 1$ , tzn. úhel palce je  $> 2^\circ$ , za valgózní  $k = -1$ , tzn. úhel palce je  $> -2$  a palec v normálním postavení při  $k = 0$ , tzn. úhel palce se pohybuje v rozmezí od  $-2$  do  $+2$ .

V případě varozity / valgozity malíku se četnost vyosení rozřadila do dvou kategorií:  $k = 1 / k = 0$ , kde hranici tvoří  $9^\circ$ .  $K = 1$  zahrnuje hodnoty  $> 9^\circ$  včetně, tzn. vbočený neboli valgózní malík, a  $k = 0$  představuje úhel palce  $< 9^\circ$ , tedy vybočené varózní postavení malíku.

Stav podélné klenby nožní se hodnotil pomocí indexové metody Srdečného a pomocí indexové metody Chippaux-Šmiřák. Indexová metoda dle Srdečného hodnotí plochonoží výpočtem z poměru délky otisku nohy bez prstů a šířky v úrovni báze V. metatarsu. Indexová metoda dle Chippaux-Šmiřák vychází z poměru mezi nejširším a nejužším místem nohy (Obrázek 21).

Veškeré uvedené vzdálenostní hodnoty mají relativní charakter. Nejedná se o absolutní hodnoty, ale o poměry k celkové délce nohy.

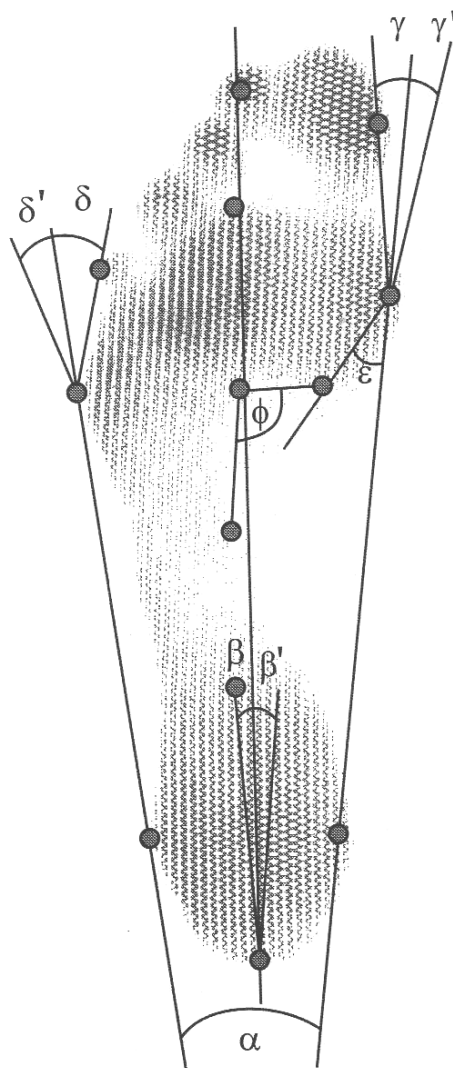
Při práci s programem „Noha“ byla nezbytná znalost základních morfologických bodů na noze (Obrázek 20).



Obrázek 20. Základní morfologické parametry nohy (upraveno dle Přidalové, 2006)

Legenda:

<b>A</b>	nejproximálněji položený bod na patě	<b>M</b>	střed druhého prstu
<b>B</b>	nejmediálněji položený bod zánoží	<b>N</b>	nejproximálněji položený bod předonoží
<b>C</b>	nejlaterálněji položený bod zánoží	<b>O</b>	vrchol vyklenutí předonoží
<b>D</b>	mediálně položený bod středonoží na kolmici v nejužším místě nohy	<b>P</b>	bod v polovině středonoží
		<b>Q</b>	pata - přímá šířka - laterální
<b>E</b>	laterálně položený bod středonoží na kolmici v nejužším místě nohy	<b>R</b>	pata - přímá šířka - mediální
		<b>a</b>	mediální spojnice nohy
<b>E -&gt; D</b>	nejužší místo nohy	<b>b</b>	osa paty
<b>F</b>	nejmediálnější bod předonoží na hlavičce I. metatarzu	<b>c</b>	osa nohy vedená středem druhého prstu
<b>G</b>	nejmediálněji položený bod na palci	<b>d</b>	laterální spojnice nohy
<b>H</b>	vrchol nohy	<b>e</b>	tečna malíku (přímka vedena nejlaterálnějším bodem na malíku z bodu J)
<b>I</b>	nejlaterálnější bod malíku		
<b>J</b>	nejlaterálněji položený bod na předonoží	<b>f</b>	tečna palce (přímka vedena nejmediálnějším bodem na palci z bodu F)
<b>J -&gt; F</b>	nejširší místo na noze, přímá šířka nohy		
<b>K</b>	vrchol zánoží, nejdálněji položený bod zánoží	<b>g</b>	největší šířka paty
<b>L</b>	vrchol předonoží, nejdálněji položený bod předonoží		



**Obrázek 21. Determinace jednotlivých úhlů na chodidle** (upraveno dle Přidalové, 2006)

$\alpha$	úhel nohy
$\beta$	úhel paty směrem k laterální straně chodidla (valgózní postavení paty)
$\beta'$	úhel paty směrem k mediální straně chodidla (varózní postavení paty)
$\gamma$	úhel palce směrem k laterální straně chodidla (valgózní postavení palce)
$\gamma'$	úhel palce směrem k mediální straně chodidla (varózní postavení palce)
$\delta$	úhel malíku směrem k mediální straně chodidla (valgózní postavení malíku)
$\delta'$	úhel malíku směrem k laterální straně chodidla (varózní postavení malíku)
$\epsilon$	Clarkův úhel
$\phi$	úhel předonoží



## 5 Výsledky a diskuze

U souboru 41 studentů hodnotíme základní popisné charakteristiky vybraných antropometrických parametrů, které jsou uvedeny v Tabulce 1.

Při prvním měření byla průměrná hmotnost žen 60,6 kg, průměrná hmotnost mužů 77,2 kg. Průměrná výška žen byla naměřena 168 cm a u mužů 180,5 cm.

Po dvou letech se při měření ve 3. ročníku průměrná hmotnost zvýšila u dívek na 62kg, u chlapců na 79,6 kg. Průměrná výška se u obou pohlaví zvýšila jen nepatrně.

Délka nohy u mužů i žen se ve 3. ročníku zvýšila jen nepatrně. U žen 1. ročníku byla průměrná délka levé nohy 23,3 cm, pravé nohy 23,4 cm. U mužů 1. ročníku byla průměrná délka levé nohy 25,3 cm a délka pravé nohy 25,4 cm. Ve 3. ročníku měly ženy průměrnou délku levé nohy 23,4 cm a pravé nohy 23,6 cm. U mužů byla délka levé nohy v průměru 25,5 cm a délka pravé nohy v průměru 25,5 cm.

**Tabulka 1. Základní statistické charakteristiky vybraných somatických parametrů**

<b>MUŽI</b>						
		<i>n</i>	$\bar{x}$	$x_{min}$	$x_{max}$	$\zeta$
<b>1.</b>	<i>h</i>	22	180,4	169,5	193,7	6,8
	<i>m</i>	22	77,2	62,0	104,0	9,5
	<i>disL</i>	22	25,3	23,0	28,0	1,6
	<i>disP</i>	22	25,4	22,8	28,6	1,6
<b>3.</b>	<i>h</i>	22	180,6	170,0	194,6	6,7
	<i>m</i>	22	79,6	60,0	107,0	11,4
	<i>disL</i>	22	25,5	23,1	28,0	1,5
	<i>disP</i>	22	25,5	23,0	28,8	1,6
<b>ŽENY</b>						
		<i>n</i>	$\bar{x}$	$x_{min}$	$x_{max}$	$\zeta$
<b>1.</b>	<i>h</i>	19	168,0	154,0	177,5	6,8
	<i>m</i>	19	60,7	49,0	79,0	7,4
	<i>disL</i>	19	23,3	20,8	25,9	1,3
	<i>disP</i>	19	23,4	21,5	26,2	1,3
<b>3.</b>	<i>h</i>	19	168,3	155,8	177,4	6,5
	<i>m</i>	19	62,0	50,0	77,5	6,6
	<i>disL</i>	19	23,4	21,1	25,9	1,3
	<i>disP</i>	19	23,6	21,8	26,1	1,2

## 5.1 Hodnocení podélné klenby nožní dle indexu Srdečného

Klenba nohy se zpracovávala podle indexu Srdečného, který hodnotí plochou nohu výsledkem  $i > 1,7$ . Podle tohoto indexu převažuje normálně klenutá noha podélná klenba nožní u obou pohlaví.

Plochá noha se vyskytuje v 1. ročníku u třech žen (15,8 %) a třech mužů (13,6 %). Ve 3. ročníku se frekvence ploché nohy snížila. Vyskytuje se oboustranně u dvou mužů a u jedné ženy na levé noze.

Mezi 1. a 3. ročníkem dochází k zmírnění plochosti levé i pravé nohy u obou pohlaví. Tato změna je ale statisticky nevýznamná. Průměrné hodnoty indexu klenby nožní v 1. ročníku pro levou a pravou nohu jsou téměř stejné. Pro levou nohu je hodnota 1,2 a pro pravou nohu 1,19.

V 3. ročníku dosahují průměrné indexy klenby nohy téměř shodných hodnot: 1,01 u levé nohy a 1,07 u pravé nohy.

Ve 3. ročníku se pravá noha u žen vyrovnává svým klenutím levé noze, u mužů klenba pravé nohy dokonce převyšuje hodnotu indexu klenby levé nohy

Při porovnávání hodnot klenby nohy z hlediska laterality se levá noha v 1. ročníku u obou pohlaví jeví méně klenutá než pravá noha, ve 3. ročníku je noha více klenutá než pravá (Tabulka 2).

Mezi průměrnými hodnotami indexů mužů a žen se nevyskytuje statisticky významný rozdíl.

**Tabulka 2. Základní statistické charakteristiky indexu dle Srdečného pro hodnocení klenby nohy**

	1. ročník					
SEX	muži		ženy		Celkem	
LATERALITA	levá	pravá	levá	pravá	levá	pravá
$\bar{x}$	1,21	1,20	1,17	1,14	1,19	1,17
$\varsigma$	0,62	0,58	0,54	0,54	0,58	0,56
	3. ročník					
SEX	muži		ženy		Celkem	
LATERALITA	levá	pravá	levá	pravá	levá	pravá
$\bar{x}$	0,97	1,08	1,06	1,06	1,01	1,07
$\varsigma$	0,58	0,62	0,44	0,51	0,51	0,56

## 5.2 Hodnocení podélné klenby nožní dle indexu Chippaux–Šmiřáka

Při hodnocení klenby nohy dle indexu Chippaux-Šmiřák jsme zjistili, že celkově u mužů i žen normálně klenutá noha, tzn. do 45 %, převažuje u všech studentů, poté následuje z hlediska četnosti noha plochá, tzn. nad 45 % a výskyt vysoké nohy se objevuje jen u malého počtu jedinců.

U mužů (n = 22) se v 1. ročníku levá noha vyskytuje normálně klenutá v 68,2 %, plochá noha v 22,7 % a noha vysoká v 9,2 %. Pravá noha je normálně klenutá v 78,6 %, plochá noha v 18,2 % a noha vysoká je zastoupena pouze u jednoho studenta (4,5 %), (Tabulka 3, Obrázek 22).

Není pozorován statistický rozdíl v rámci indexu mezi pravou a levou nohou u mužů v 1. ročníku.

U žen (n = 19) se v 1. ročníku objevuje noha normální v 53 %, noha plochá v 36,8 % a noha vysoká v 10,5 %. Pravá noha je normálně klenutá v 57,9 %, noha plochá v 31,6 % a vysoká noha v 10,5 %.

Rozdíl v hodnotách indexů na levé a pravé noze není signifikantní.

Při porovnávání relativních četností platí statistický rozdíl pouze u levé vysoké nohy mezi muži a ženami v 1. ročníku.

Při hodnocení klenby nohy mezi ročníky, se ve 3. ročníku levá noha mužů vyskytuje v normálním postavení v 81,8 %, jako noha plochá v 4,5 % (jeden student) a noha vysoká v 13,6 %. Pravá noha se vyskytuje v 72,7 % jako noha normálně klenutá, v 18,2 % jako noha plochá a v 9,1 % jako noha vysoká.

Tyto rozdíly u mužů mezi 1. a 3. ročníkem nejsou statisticky významné.

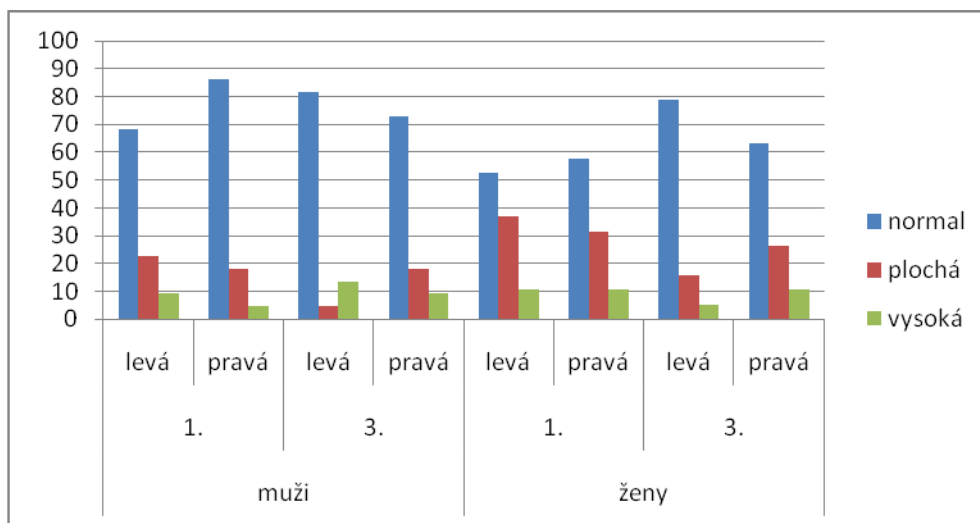
Ženy ve 3. ročníku mají levou nohu normálně klenutou v 78,9 %, noha plochá se vyskytuje v 15,8 % a noha vysoká u jedné studentky (5,3 %). Pravá noha se objevuje v 63,2 % jako noha normálně klenutá, v 26,3 % jako noha plochá a v 10,5 % jako noha vysoká.

Tyto rozdíly ve výskytu typu nohy v rámci kategoriích klenutosti u žen mezi 1. a 3. ročníkem nebyly stanoveny jako signifikantní.

Vzhledem k tomu, že při porovnávání relativních četností neplatí statisticky významný rozdíl ve výskytu jednotlivých kategoriích klenby nožní mezi 1. a 3. ročníkem, lze usuzovat, že pohybová aktivita v rámci tří let studia nemá na stav klenby nohy studentů zásadní vliv.

Vysoká noha, která je méně flexibilní a schopná menší absorpce sil, než noha s nízkou nožní klenbou se v souboru objevuje pouze u pěti studentů. Jedná se o dva muže a dvě ženy v 1. ročníku a tři muže a dvě ženy v 3. ročníku. Přestože rozdíl je nevýznamný, v naší skupině studentů jsou muži postiženi vysokou nohou častěji než ženy. Zároveň se vysoká noha vyskytuje častěji u pravé nohy než u levé. Rozdíl ve frekvenčních kategoriích je však nesignifikantní. Vysoká noha se u studentů a studentek vyskytuje ojediněle. Největší počet vysokých nohou jsme zaznamenali u třech mužů 3. ročníku na levé noze (Obrázek 22).

Plochonoží se u probantů vyskytuje častěji než noha vysoká. Vyšší četnost ploché nohy je zjevná u pravé nohy. Lze také pozorovat mírně vyšší četnost ploché nohy u žen než u mužů. Signifikantní rozdíl ale také nebyl zaznamenán. Nejvyšší počet plochonoží ( $n = 7$ ) ze všech možných kombinací byl zaznamenán u žen na levé noze v 1. ročníku (Obrázek 22).



**Obrázek 22. Frekvenční zastoupení výskytu jednotlivých typů nohou dle indexu Chippaux –Šmiřáka**

**Tabulka 3. Četnostní a procentuální hodnoty dle indexu Chippaux-Šmiřáka pro hodnocení klenby nohy**

MUŽI	1. ročník				3. ročník			
	<i>levá</i>	%	<i>pravá</i>	%	<i>levá</i>	%	<i>pravá</i>	%
<b>Normal</b>	15	68,2	19	86,4	18	81,8	16	72,7
<b>Plochá</b>	5	22,7	4	18,2	1	4,5	4	18,2
<b>Vysoká</b>	2	9,1	1	4,5	3	13,6	2	9,1
ŽENY	1. ročník				3. ročník			
	<i>levá</i>	%	<i>pravá</i>	%	<i>levá</i>	%	<i>pravá</i>	%
<b>Normal</b>	10	52,6	11	57,9	15	78,9	12	63,2
<b>Plochá</b>	7	36,8	6	31,6	3	15,8	5	26,3
<b>Vysoká</b>	2	10,5	2	10,5	1	5,3	2	10,5

Podle Tabulky 4, průměrná hodnota indexu klenby nohy je u mužů nižší než u žen. U mužů je průměrná hodnota klenby nohy 35 % v 1. ročníku pro levou i pravou nohu, ve 3. ročníku 29 % pro nohu levou a 32 % pro nohu pravou.

U žen se průměrná hodnota indexu klenby nohy pohybuje v 1. ročníku na 37 % pro levou nohu, 35 % pro pravou nohu a ve 3. ročníku 34 % pro levou i pravou nohu.

Celkově se průměrná hodnota indexu klenby nohy mezi 1. a 3. ročníkem příliš neliší. V 1. ročníku je 35,5 % a ve 2. ročníku 32 %. Tento rozdíl není statisticky významný. K obdobným, statisticky nevýznamným rozdílům, se dopracováváme při srovnání průměrných hodnot levé a pravé nohy všech studentů. Průměrná hodnota levé nohy v 1. ročníku je 36 % a v 3. ročníku 31 %. U pravé nohy jsou průměrné hodnoty indexu klenby 35 % v 1. ročníku a 33 % v 2. ročníku.

Maximální hodnota indexu klenby nohy je u levé nohy nižší (65 %), než u pravé nohy (73 %). Muži dosahují vyšších maximálních hodnot indexu než ženy u levé i pravé nohy v obou ročnících. Maximální hodnoty indexu se pohybují u žen nad 50 %, u mužů dokonce přesahují 70 %.

Průměrná hodnota indexu u levé nohy je nižší než u pravé nohy (Tabulka 4).

**Tabulka 4. Základní statistické charakteristiky dle indexu Chippaux -Šmiřáka pro hodnocení klenby nohy**

%	LEVÁ NOHA						
	Ročník	1.			3.		
	<i>n</i>	$\bar{x}$	$x_{max}$	$\zeta$	$\bar{x}$	$x_{max}$	$\zeta$
<b>Celkem</b>	41	35,97	64,90	16,46	31,22	60,00	14,67
<b>muži</b>	22	35,10	64,90	17,18	28,60	60,00	15,90
<b>ženy</b>	19	36,97	56,60	16,00	34,25	53,20	12,84
%	PRAVÁ NOHA						
	Ročník	1.			3.		
	<i>n</i>	$\bar{x}$	$x_{max}$	$\zeta$	$\bar{x}$	$x_{max}$	$\zeta$
<b>Celkem</b>	41	34,86	73,10	15,84	32,96	72,10	16,33
<b>muži</b>	22	34,55	73,10	16,95	32,14	72,10	17,31
<b>ženy</b>	19	35,23	53,40	14,91	33,92	50,80	15,53

### 5.3 Hodnocení předonoží

Jedním z parametrů, jehož změny jsme sledovali, byly deformity předonoží, s kterými úzce souvisí vyosení palce a vyosení malíku. Tyto proměnné mohou signalizovat změny příčné klenby nohy.

Úhel palce v záporných hodnotách, tedy varózní vyosení představuje závažnější deformitu, než valgózní vyosení palce (Malá, 2008).

Při sledování vyosení palce převažuje laterální vybočení, tzn. valgozita palce, jež počítáme při vyosení  $> 2^\circ$ .

Průměrná hodnota úhlu palce u všech studentů je v rozpětí od  $1,9^\circ$  do  $2,3^\circ$ , tedy na hranici normálního postavení palce, tzn. od  $-2^\circ$  do  $+2^\circ$  a valgozity, tedy  $> 2^\circ$ .

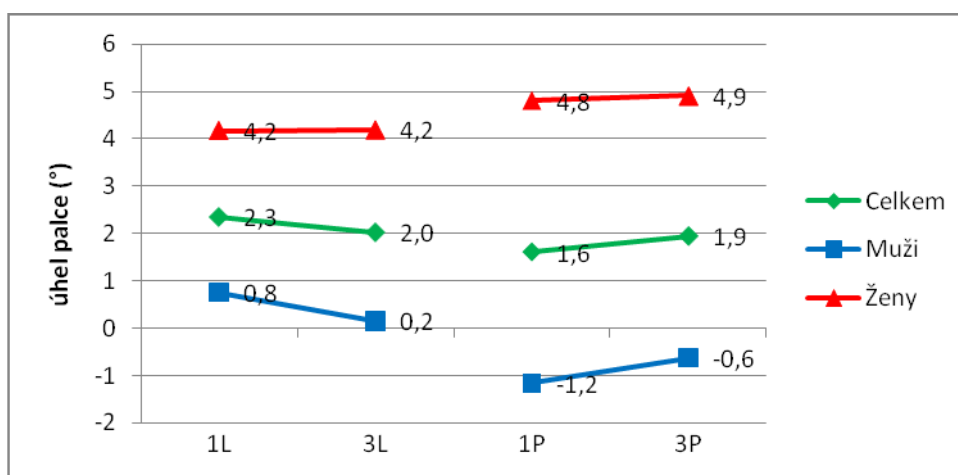
Mezi pohlavím je z Obrázku 23 patrný rozdíl, který je statisticky významný. Muži mají v průměru normální vyosení palce u levé i pravé nohy. Průměrná hodnota levého palce je  $0,46^\circ$  a pravého palce  $-0,9^\circ$ . Normální vyosení palce je dominantní u mužů v obou ročnících. V prvním ročníku je průměrná hodnota palce  $-0,2^\circ$  a ve 3. ročníku  $0,24^\circ$ .

Ženy mají v průměru valgózní vyosení palce u levé i pravé nohy. Průměrná hodnota levého palce je  $4,2^\circ$  a pravého palce je  $4,9^\circ$ . Valgozita palce u žen převažuje

také v obou ročnících. Průměrné hodnoty  $4,5^\circ$  se vyskytují v 1. i 3. ročníku (Obrázek 23, Tabulka 6).

**Tabulka 6. Základní statistické charakteristiky vyosení palce u mužů a žen**

	Ročník	LEVÁ NOHA				PRAVÁ NOHA			
		1.		3.		1.		3.	
		$n$	$\bar{x}$	$\zeta$	$\bar{x}$	$\zeta$	$\bar{x}$	$\zeta$	$\bar{x}$
<b>Celkem</b>	41	2,34	6,06	2,02	6,16	1,60	7,00	1,94	6,49
<b>muži</b>	22	0,76	6,64	0,15	6,77	-1,16	7,31	-0,63	6,82
<b>ženy</b>	19	4,17	4,84	4,18	4,65	4,80	5,14	4,91	4,68



**Obrázek 23. Průměrné hodnoty úhlu palce**

Při srovnávání vyosení palce u všech studentů bez ohledu na pohlaví jsme došli k výsledkům, že levý palec je více směřován mediálně než pravý palec. Rozdíl se objevuje také při srovnání vývoje vyosení palce mezi 1. a 3. ročníkem. Zatímco u palce levé nohy dochází ve 3. ročníku k zmenšení mediálního vybočení, u pravé nohy naopak k zvětšení vyosení palce mediálním směrem (Obrázek 24). Tyto změny úhlu palce mezi 1. a 3. ročníkem jsou však statisticky nesignifikantní.

Valgozita palce dosáhla na levé noze v 1. ročníku mírně vyšších hodnot než na pravé. Ve 3. ročníku dochází k přiblížení průměrných hodnot valgózniích palců. Průměrná hodnota varozity dosahuje vyšších hodnot než u valgozity.

**Tabulka 7. Základní statistické charakteristiky úhlu palce**

MUŽI	LEVÁ NOHA											
	1. ročník						3. ročník					
	k	n	%	$\bar{x}$	$x_{min}$	$x_{max}$	$\zeta$	n	%	$\bar{x}$	$x_{min}$	$x_{max}$
Normal	6	27,27	-0,61	-1,95	1,86	1,40	3	13,64	-0,43	-1,64	0,62	1,14
Valgozita	9	40,91	7,15	2,58	12,19	3,52	10	45,45	6,22	2,43	11,67	3,20
Varozita	7	31,82	-6,29	-13,20	-2,60	3,93	9	40,91	-6,40	-12,49	-3,08	3,73
MUŽI	PRAVÁ NOHA											
	1. ročník						3. ročník					
	k	n	%	$\bar{x}$	$x_{min}$	$x_{max}$	$\zeta$	n	%	$\bar{x}$	$x_{min}$	$x_{max}$
Normal	3	13,64	-0,11	-1,30	0,96	1,13	1	4,55	-0,08	-1,84	1,44	1,35
Valgozita	10	45,45	5,13	2,13	8,25	2,41	11	55,00	6,13	2,56	15,88	2,94
Varozita	9	40,91	-8,50	-15,33	-2,65	4,80	10	45,45	-6,66	-17,06	-2,15	4,44

ŽENY	LEVÁ NOHA											
	1. ročník						3. ročník					
	k	n	%	$\bar{x}$	$x_{min}$	$x_{max}$	$\zeta$	n	%	$\bar{x}$	$x_{min}$	$x_{max}$
Normal	7	36,84	0,53	-0,69	1,98	1,03	4	21,05	-0,18	-0,87	1,34	1,04
Valgozita	11	57,89	7,09	3,76	18,56	4,31	13	68,42	6,55	2,66	15,94	3,51
Varozita	1	5,26	-2,44	-2,44	-2,44		2	10,53	-2,49	-2,56	-2,42	0,09
ŽENY	PRAVÁ NOHA											
	1. ročník						3. ročník					
	k	n	%	$\bar{x}$	$x_{min}$	$x_{max}$	$\zeta$	n	%	$\bar{x}$	$x_{min}$	$x_{max}$
Normal	5	26,32	0,55	0,27	1,14	0,35	4	21,05	0,36	-1,11	1,44	1,07
Valgozita	13	68,42	5,13	2,13	8,25	2,41	14	73,68	6,93	2,90	15,88	3,40
Varozita	1	5,26	-8,06	-8,06	-8,06		1	5,26	-5,18	-5,18	-5,18	

Legenda: k = normal – úhel palce od  $-2^\circ$  do  $2^\circ$ , k = varozita – úhel palce  $>2^\circ$ , k = valgozita – úhel palce  $> -2^\circ$

Z Tabulky 7 je zřejmé, že u mužů převažuje valgózní postavení palce v 1. i 3. ročníku, a to jak u levé, tak i pravé nohy. Procentuálně v 1. ročníku má 41 % mužů levý palec valgózní, 32 % varózní a pouze 27 % má normální postavení palce, tzn. v rozpětí od  $-2^\circ$  do  $+2^\circ$ . Také u pravé nohy v 1. ročníku převažuje valgózní postavení (45%), následuje varózní palec u 41 % mužů a pouze 14 % mužů má palec v normálním postavení.



Průměrné hodnoty valgózního postavení u levého palce mužů v 1. ročníku je  $7,2^\circ$ , pravého palce v 1. ročníku  $5,1^\circ$ . Hodnota valgózního postavení palce se vyskytuje od  $2,6^\circ$  do  $12,2^\circ$  u levé nohy a od  $2,1^\circ$  do  $8,3^\circ$  u pravé nohy.

Průměrné hodnoty varózního postavení palce u mužů je v 1. ročníku  $-6,3^\circ$  pro levý palec a  $-8,5^\circ$  pro pravý palec. Minimální hodnota varózního levého palce je v 1. ročníku  $-13,2^\circ$ , maximální hodnota  $-2,6^\circ$ . U pravého palce se rozpětí výskytu varózního postavení palce pohybuje od  $-15,3^\circ$  do  $-2,7^\circ$ .

Palec v normálním postavení vykazuje u mužů v 1. ročníku průměrnou hodnotu  $-0,6^\circ$  u levé nohy a  $-0,1^\circ$  u nohy pravé. Minimální hodnota a maximální hodnota palce v normálním postavení u levé nohy se nachází na hranici s varózním a valgózním postavením palce, od  $-1,95^\circ$  do  $1,9^\circ$ . Na pravé noze je rozpětí minimálních a maximálních hodnot úhlu od  $-1,3^\circ$  do  $1^\circ$ .

Statisticky významný rozdíl ve výskytu normálního postavení palce pozorujeme u mužů v 1. ročníku mezi pravou ( $n = 6$ ) a levou nohou ( $n = 3$ ).

V 3. ročníku má 45,45 % mužů levý palec valgózní, 40,9 % varózní a v 13,6 % levý palec v normálním postavení. U pravé nohy 3. ročníku také převažuje valgózita palce (55 %), dále se objevuje varózita v 45,45 % a nejméně často normální postavení palce v 4,44 %.

Průměrná hodnota valgózního postavení palce u mužů 3. ročníku je  $6,2^\circ$  u levé nohy a  $6,1^\circ$  u pravé nohy. Valgózita palce na levé noze se vyskytuje v rozpětí hodnot od  $2,4^\circ$  do  $11,7^\circ$  a na pravé noze od  $2,6^\circ$  do  $15,9^\circ$ .

Varózní postavení levého palce má ve 3. ročníku průměrnou hodnotu levého a pravého palce téměř stejnou. Úhel levého palce má hodnotu  $-6,4^\circ$ , úhel pravého palce  $-6,7^\circ$ . Minimální hodnota varózního levého palce je ve 3. ročníku  $-12,5^\circ$ , maximální hodnota  $-3,1^\circ$ . U pravého palce 3. ročníku se rozpětí minimální a maximální hodnoty výskytu varózního postavení pohybuje od  $-17,1^\circ$  do  $-2,15^\circ$ .

Normální postavení palce, které je ve 3. ročníku u mužů zastoupeno nejméně, má průměrnou hodnotu u levé a pravé nohy téměř stejnou:  $-0,4^\circ$  na levé noze a  $-0,1^\circ$  na pravé noze. Úhel palce v normálním postavení se vyskytuje v rozpětí minimální a maximální hodnoty od  $-1,6^\circ$  do  $0,6^\circ$  na levé noze a od  $-1,8^\circ$  do  $1,4^\circ$  na noze pravé.

Rozdíly v hodnotách vyosení palce na levé a pravé noze mužů mezi 1. ročníkem ( $n = 6$ ) a 3. ročníkem ( $n = 3$ ) jsou signifikantní.

U žen také převažuje valgozita palce v 1. ročníku i 3. ročníku, a to u levé i pravé nohy (Tabulka 7, Obrázek 24).

Procentuelně 58 % žen 1. ročníku má levý palec valgózní, 37 % v normálním postavení a pouze jedná žena (5,3 %) má varózní postavení levého palce. Pravá noha je v 68,4 % ve valgózním postavení, s 26,3 % v normálním postavení a varózní postavení se vyskytuje opět pouze u jedné studentky.

Průměrná hodnota úhlu valgózního postavení palce u žen v 1. ročníku je  $7,1^\circ$  u levé nohy a  $5,1^\circ$  u pravé nohy. Hodnoty valgozity palce v 1. ročníku se vyskytují v rozpětí od  $3,8^\circ$  do  $18,6^\circ$  u levé nohy a od  $2,1^\circ$  do  $8,3^\circ$  u pravého palce.

Varozita v 1. ročníku, jež se objevuje pouze u jedné studentky, dosahuje maximální hodnoty  $-2,4^\circ$  u levé nohy a  $-8,1^\circ$  u pravé nohy.

Ve 3. ročníku dochází u žen k navýšení četnosti valgozity levého palce u dvou studentek (68,4 %). Varozita palce se navýšila u jedné studentky (10,5 %) mezi ročníky. Četnost normálního postavení palce se snížila na 21,1 %. Valgozita pravého palce se navýšila u jedné studentky (73,7 %), a zároveň u jedné studentky poklesne normální postavení palce (21,1 %). Varózní palec se ve 3. ročníku vyskytuje, stejně jako v 1. ročníku, pouze u jedné studentky (5,3 %).

Tyto rozdíly výskytu různých typů vyosení palce mezi 1. a 3. ročníkem však nejsou signifikantní.

Průměrný úhel valgozity palce u žen ve 3. ročníku je u obou nohou téměř stejný.  $6,6^\circ$  u levé nohy a  $6,9^\circ$  u pravé nohy. Hodnoty laterálního vyosení palce v 1. ročníku se vyskytují v rozpětí minimálních a maximálních hodnot od  $2,7^\circ$  do  $15,9^\circ$  u levé nohy a od  $2,9^\circ$  do  $15,9^\circ$  u pravé nohy.

Mediální vybočení palce, čili varozita ve 3. ročníku, jež se objevuje pouze u jedné studentky, dosahuje hodnoty  $-2,4^\circ$  u levé nohy a  $-5,2^\circ$  u pravé nohy.

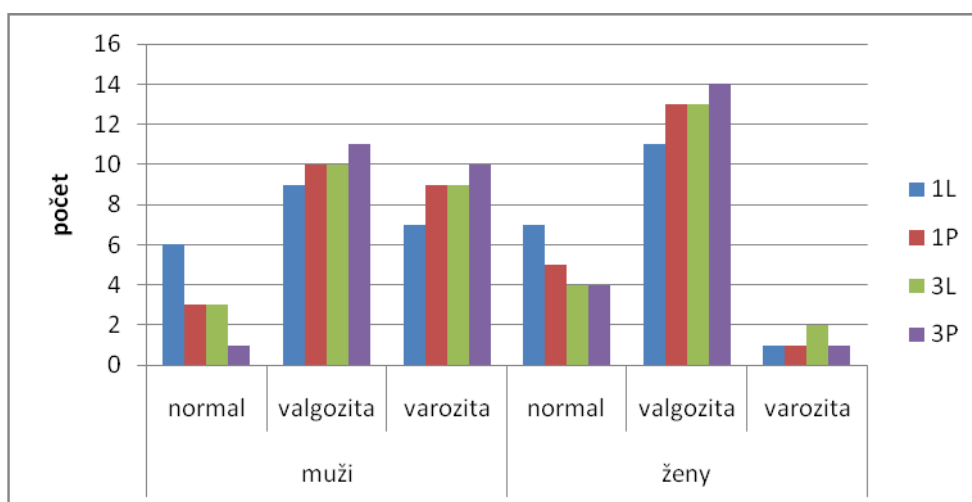
Normální postavení palce má ve 3. ročníku průměrnou hodnotu úhlu levého a pravého palce téměř stejnou. Na levé noze je hodnota  $-0,2^\circ$  a na pravé noze  $-0,4^\circ$ . Úhel palce v normálním postavení se vyskytuje v rozpětí minimálních a maximálních hodnot od  $-0,9^\circ$  do  $1,3^\circ$  na levé noze a od  $-1,1^\circ$  do  $1,4^\circ$  na noze pravé.

Hodnoty vyosení palce žen mezi 1. ročníkem a 3. ročníkem jsou u levé i pravé nohy signifikantní.

Při komparaci výskytu vyosení palce mezi pohlavím je z Obrázku 25 zřejmý signifikantní rozdíl. Valgozita se objevuje častěji u žen než u mužů. Naopak varózní palce spíše u mužů než u žen.

Nárůst valgózního vyosení palce u studentů obou pohlaví můžeme odůvodnit nošením proporčně a anatomicky neadekvátní obuvi po dobu studia.

Nejvyšší počet valgózních palců ze všech možných kombinací byl zaznamenán u žen ve 3. ročníku na pravé noze (n = 14). Nejvyšší počet varózních palců ze všech možných kombinací se objevuje u mužů ve 3. ročníku na pravé noze (n = 10) a nejvyšší počet palců v normálním postavení ze všech možných kombinací pozorujeme u žen ve 3. ročníku na pravé noze (n = 4).



**Obrázek 24. Četnostní hodnocení vyosení palce**

Legenda: 1L – levá noha 1. ročník, 3L – levá noha 3. ročník, 1P – pravá noha 1. ročník, 3P – pravá noha 3. ročník

S deformací předonoží dále souvisí vyosení malíku, které vypovídá o nošení nevhodné, úzké obuvi.

Při determinaci vyosení malíku lze z průměrných hodnot Tabulky 8 vyčíst, že u všech studentů převažuje mediální vyosení malíku (95,1 %), tedy úhel malíku je  $> 9^\circ$ . Valgozita malíku bývá často součástí příčně ploché nohy.

Muži mají v průměru vyšší hodnoty vyosení mediálním směrem než ženy (Obrázek 25). Průměrná hodnota vyosení malíku mužů 1. ročníku je  $23,7^\circ$  u levé nohy

a 21,5° u pravé nohy. Zatímco u žen je průměrná hodnota úhlu malíku v 1. ročníku téměř stejná, 19,7° u levé nohy a 18° u pravé nohy.

Ve 3. ročníku se průměrné hodnoty vyosení malíku příliš nezmění. Průměrný úhel malíku u mužů je 23,1° na levé noze a 20,9° na pravé noze. U žen se průměrná hodnota mediálního vbočení malíku pohybuje na 19,3° u levé nohy a na 17° u pravé nohy. Tyto rozdíly mezi 1. a 3. ročníkem jsou však statisticky nevýznamné.

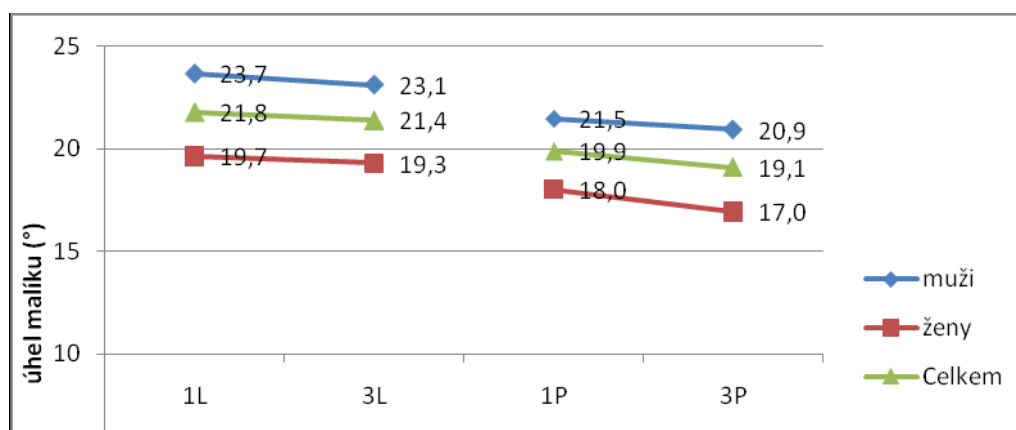
Nevyšší hodnoty vyosení přesahují u obou pohlaví a na obou nohách 30° hranici. Té nejvyšší hodnoty je dosaženo u žen v 1. ročníku na pravé noze (36,4°).

Varoční postavení malíku se vyskytuje pouze u dvou studentů (4,9 %). U ženy v 1. i 3. ročníku oboustranně, u muže pouze na pravé noze ve 3. ročníku. Hodnoty těchto varočních postavení jsou těsně pod hranicí 9°.

Vzhledem k nízkému počtu jedinců s varočním postavením malíku nebylo statisticky hodnoceno.

**Tabulka 8. Základní statistické charakteristiky úhlu malíku**

	LEVÁ NOHA								
	Ročník	1. ročník				3. ročník			
	<i>n</i>	$\bar{x}$	$\varsigma$	$x_{min}$	$x_{max}$	$\bar{x}$	$\varsigma$	$x_{min}$	$x_{max}$
<b>Celkem</b>	41	21,81	6,24	9,50	34,30	21,36	5,78	7,99	34,23
<b>muži</b>	22	23,67	5,80	15,03	34,27	23,13	4,76	13,21	32,99
<b>ženy</b>	19	19,65	6,17	9,50	33,09	19,30	6,27	7,99	34,23
	PRAVÁ NOHA								
	Ročník	1. ročník				3. ročník			
	<i>n</i>	$\bar{x}$	$\varsigma$	$x_{min}$	$x_{max}$	$\bar{x}$	$\varsigma$	$x_{min}$	$x_{max}$
<b>Celkem</b>	41	19,88	6,19	6,30	36,41	19,10	5,82	4,00	33,74
<b>muži</b>	22	21,48	6,04	9,94	34,98	20,95	5,66	8,73	33,74
<b>ženy</b>	19	18,04	5,99	6,30	36,41	16,95	5,38	4,00	30,83



**Obrázek 25. Průměrné hodnoty úhlu malíku u všech souborů v 1. a 3. ročníku**

Legenda: 1L – levá noha 1. ročník, 3L – levá noha 3. ročník, 1P – pravá noha 1. ročník, 3P – pravá noha 3. ročník

Při porovnávání vyosení malíku nezávisle na pohlaví u všech studentů je z Tabulky 9 patrné, že v 1. ročníku malík vykazuje větší mediální vyosení, než ve 3. ročníku. A zároveň, úhel malíku levé nohy je mediálně vbočen více, než malík nohy pravé. Průměrná hodnota úhlu malíku v 1. ročníku je u levé nohy 21,81°, u nohy pravé 19,88°. Ve 3. ročníku je průměrná hodnota vyosení 21,36° u levé nohy a 19,10° u nohy pravé. Tyto rozdíly mezi 1. a 3. ročníkem jsou zanedbatelné.

Statisticky signifikantní rozdíl je pozorován mezi levým a pravým malíkem v 1. a 3. ročníku a zároveň mezi pohlavím.

**Tabulka 9. Základní statistické charakteristiky úhlu malíku u všech studentů**

	Ročník	n	$\bar{x}$	$x_{min}$	$x_{max}$	$\zeta$
LEVÁ	1.	41	21,81	9,50	34,27	6,24
	3.	41	21,36	7,99	34,23	5,78
PRAVÁ	1.	41	19,88	6,30	36,41	6,19
	3.	41	19,10	4,00	33,74	5,82

## 6 Závěry

Na základě hodnocení podélné nožní klenby dle metody Srdečného i metody Chippaux-Šmiřáka se prokázala nejvyšší frekvence normálně klenuté podélné nožní klenby.

Dle indexu Srdečného se plochá noha oboustranně vyskytuje v 1. ročníku u třech žen (15,8 %) a třech mužů (13,6 %). Ve 3. ročníku se frekvence ploché nohy snižuje. Vyskytuje se oboustranně u dvou mužů a u jedné ženy na levé noze.

Při hodnocení podélné klenby nohy pomocí indexu Chippaux-Šmiřáka docházíme k závěru, že u studentů obojího pohlaví v 1. i 3. ročníku převažuje normálně klenutá noha, s průměrnou hodnotou indexu 31,9 % u mužů na levé noze, 33,4 % na pravé noze a u žen s průměrnou hodnotou indexu 35,7 % na levé noze a 34,6 % na pravé noze. Plochá noha, tedy hodnota indexu nad 45° se vyskytuje častěji u žen než u mužů. Vysoká noha se u mužů i žen vyskytuje ojediněle.

Mezi 1. a 3. ročníkem dochází k frekvenčním posunům v rámci kategorií, avšak změny nejsou signifikantní.

U všech otisků planty jsme dále sledovali parametry vztahující se k deformitám předonoží, tedy úhel palce a úhel malíku.

Průměrné hodnoty úhlu palce všech studentů se nacházejí na hranici normálního postavení palce a valgosity. U všech studentů se vyskytuje levý palec ve valgózním postavení, zatímco pravý palec vykazuje normální hodnoty. Přestože průměrně úhel palce u mužů je v normálu a u žen ve valgositě, valgózní postavení je četnější u obou pohlaví.

Vyosení palce valgózním směrem je u žen mnohem dominantnější než u mužů. Valgozita je výraznější u pravé nohy obou pohlaví. Varózní postavení palce se častěji objevuje u mužů než u žen.

Ve 3. ročníku dochází k zvýšenému vyosení palce laterálním směrem u obou pohlaví na levé i pravé straně.

Při determinaci úhlu malíku všech studentů pozorujeme valgozitu v 95,1 %. Valgozita malíku se výrazněji objevuje u levé nohy než u pravé nohy. Vyšších hodnot valgózního postavení malíku dosahují muži. Mezi 1. ročníkem a 3. ročníkem dochází ke zmenšení vyosení malíku mediálním směrem, ovšem tento rozdíl je nesignifikantní.

Varózní postavení malíku se vyskytlo pouze u dvou studentů (4,9 %). Hodnoty těchto úhlů se pohybují těsně pod hranicí 9°.

Z výše presentovaných výsledků odvozujeme, že pohybová zátěž i používaná obuv je během studia adekvátní a nemá na morfologii nohou u studentů UO v Brně výrazný vliv.

## 7 Souhrn

V diplomové práci jsme se zaměřili na morfologii nohy u studentů UO v Brně, na hodnocení a změny stavu v rámci tříletého studia.

V teoretické části jsou presentovány základní anatomické a funkční poznatky o noze, zaměřené na kineziologii nohy. Uvádíme přehled deformit, které se mohou na noze vyskytovat, jejich příčiny i možnosti primární, resp. sekundární prevence. Také jsou nastíněna některá z možných kompenzačních opatření.

Praktická část práce je zaměřena na determinaci vybraných morfologických parametrů planty na základě plantografické metody. Hodnotí se stav podélné klenby nožní dle indexové metody Srdečného a indexové metody Chippaux-Šmiřáka. Další sledované parametry související s deformitami předonoží, tzn. vyosení palce a vyosení malíku.

Celkem se testování zúčastnilo 41 studentů, z toho 19 dívek a 22 chlapců. Součástí diplomové práce je zpracování základních antropometrických charakteristik studentů a dalších morfologických parametrů nohy. Průměrný věk chlapců byl 19,6 let a dívek 19,4 let. Průměrná hmotnost dívek byla 60,6 kg při průměrné výšce 168 cm. U chlapců byla průměrná hmotnost 77,2 kg při průměrné výšce 180,5 cm.

Povinná pohybová aktivita v rámci školy byla 1,5h 3x týdně.

Při hodnocení podélné klenby nožní převažuje normálně klenutá noha u obou pohlaví, a to dle metody indexu Srdečného i dle metody indexu Chippaux-Šmiřáka.

Výskyt ploché nohy je častější u žen, než u mužů. Vysoká noha se vyskytuje ojediněle u obou pohlaví.

Podle obou indexových metod se levá noha v 1. ročníku u obou pohlaví jeví více plochá, než pravá noha, ve 3. ročníku je naopak levá noha méně plochá, než pravá.

Maximální hodnota indexu klenby nohy dle Chippaux-Šmiřáka je 73 %.

Při sledování parametrů vztahující se k deformitám předonoží je zaznamenán častější výskyt valgózního postavení palce u obou pohlaví. Četnost valgózního palce je vyšší u žen, než u mužů. Naopak varozita palce u mužů převyšuje počet varózního výskytu palce žen. Ve 3. ročníku se zvyšuje vyosení palce laterálním směrem u obou pohlaví na levé i pravé noze.

Maximální hodnota valgózního postavení palce je 18,6°, maximální hodnota varózního postavení palce je -17°.



Valgozita je dominantní (91,8 %) i v případě vyosení malíku a to u obou pohlaví. Valgózní postavení malíku, tedy vyosení malíku k mediální straně chodidla se vyskytuje v rozsahu od  $9,50^\circ$  do  $36,41^\circ$ . Ve 3. ročníku dochází k snížení hodnot mediálního vyosení malíku. Varózní postavení malíku bylo zjištěno pouze u dvou studentů. Minimální hodnota varozity malíku je  $4^\circ$ , maximální hodnota  $8,7^\circ$ .

## 8 Summary

In the work we have focused on the morphology of the foot of adolescent students of UD in Brno, and the evaluation of changes within three years studies.

In the theoretical part are introduced the basic anatomical and functional knowledges of the foot, focusing on kinesiology of the plantar arch. This part presents an overview of plantarum deformities, their causes and possibilities of the primary respectively secondary prevention. Some compensatory measures are outlined too.

The practical part is focused on the determination of the chosen morphological parameters according to the pantographic methods. It assesses the state of the longitudinal plantar arch due to indexical method by Srdečný and by Chippaux-Šmiřáka. The other monitored parameters related to the deformities of the tiptoes, it means big toe's angle of declination and little toe's angle of declination.

There were 41 students tested in the 1st class as well as in the 3rd class. It was 19 females and 22 males. The component of this thesis is the processing of the basic anthropometric characteristics of students and other morphological parameters foot. The average weight of girls was 60,6 kg with an average height of 168 cm. For boys, the average weight of 77,2 kg with an average height of 180,5 cm. Obligatory school physical activity was performed 1,5 h 3 times a week.

Due to results of the both methods, as well method by Srdečný as method by Chippaux-Šmiřáka, the normally arched foot predominates in both sexes. The incidence of the flat foot is more common in women than in men. The high foot is the least frequent in both sexes.

According of the both methods, the left foots in the 1st class appear more flat than right foot, and 3rd year, by contrast, left foot is flat less than right foot. The maximum value of the foot arch by indexical method Chippaux-Šmiřáka is 73%.

In monitoring parameters related to deformities of the tiptop, the valgoid axle offsetting of the big toe is observed more frequently in the both sexes.

The valgoid position of the big toe is higher in women than in men. Conversely the yawing of the big toe in men exceeds the yawing of the big toe in women. In the 3rd class increases offset to the lateral direction in both sexes on the left and right leg.

The maximum value of the valgoid big toe is  $18.6^\circ$  and the maximum value of the yawing of the big toe is  $-17^\circ$ .

The valgoid is dominant (91.8%) even in evaluation of a little finger in both sexes. The valgoid position of the little finger, thus the little finger offsets to the medial side of the foot, occurs in the range from  $9,50^\circ$  to  $36,41^\circ$ . In the 3rd class the values of the medial offset of the little finger are declined. The yawing of the little finger is only found in two students. The minimum value of swing of the little finger is  $4^\circ$ , the maximum value is  $8,7^\circ$ .

## 9 Referenční seznam

- Agnihotri, A. (2009). *Foot Pain: Common Causes* [online]. Retrieved 20.11.09 from World Wide Web [http://www.joint-pain-expert.net/images/foot\\_bones\\_dorsal3.jpg](http://www.joint-pain-expert.net/images/foot_bones_dorsal3.jpg).
- Alvin, I. G. et. al. (2004). *The Newborn Foot*. San Diego, California [online]. Retrieved 19.2.10 from World Wide Web [www.aafp.org/afp/2004/0215/p865.html](http://www.aafp.org/afp/2004/0215/p865.html).
- Bavor, M. [online]. (1983). K otázce utváření nožní klenby. *Acta universitatis Carolinae Gymnica*, Vol. 19, 1, 43.
- Blažková, P. (1999). Problematika objemových změn nohou působením definovaného zatížení u předškolních dětí a školní mládeže. *Sborník Pohyb a zdraví* (111-115). Olomouc: Univerzita Palackého.
- Čihák, R. (2001). *Anatomie I*. Praha: Grada.
- Digitus hammatus [online]. Retrieved 19.2.10 from World Wide Web [www.sinortho.sk/op04.htm](http://www.sinortho.sk/op04.htm).
- Dunġl, P. (1989). *Ortopedie a traumatologie nohy*. Praha: Avicenum.
- Dunġl, P. a kol. (2005). *Ortopedie*. Praha: Grada Publishing, a.s.
- Dylevský, I. (2009). *Speciální kineziologie*. Praha: Grada Publishing.
- Dylevský, I. (2009). *Funkční anatomie*. Praha: Grada Publishing
- Dylevský, I., & Kubálková, L. & Navrátil, L. (2001). *Kineziologie, kinezioterapie a fyzioterapie*. Praha: Manus.
- Eis, E., & Křivánek, F. (1965). *Ortopedie a ortopedická protetika*. Praha: Státní zdravotnické nakladatelství.
- Harris, N. (2010). *The Ankle to foot clinic* [online]. Retrieved 19.2.10 from World Wide Web [www.ankletofootclinic.com/index.php?title=Foo...](http://www.ankletofootclinic.com/index.php?title=Foo...).
- Harris, G. F., Smith, P. A., & Marks, R. M. (2008). *Foot and ankle motion analysis. Clinical treatment and technology*. Boca Roca: Taylor & Francis Group.
- Headlee, D. L., Leonard, J. L., Hart, J.M, Ingersoll, Ch. D., & Hertel, J. (2008). Fatigue of the plantar intrinsic foot muscles increases navicular drop. *Jurnal of Elektromyography and Kinesiology*, 18, 420-425.
- Hegrová, V. (1999). Vliv zdravotního stavu nohou u dětí v předškolním věku na kvalitu jejich chůze. In Váľková, H., Hanelová, Z. *Pohyb a zdraví* (pp. 208-211). Olomouc: Univerzita Palackého.

- Hermachová, H. (1998). Jaké boty? *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 1, 29-31.
- Hlaváček, P. (1997). Predikce rychlosti růstu dětské nohy. Diagnostika pohybového systému – metody vyšetření, primární prevence, prostředky pohybové terapie. *Sborník III. celostátní konference v oboru funkční antropologie a zdravotní tělesné výchovy* (pp.31-35). Olomouc: Univerzita Palackého.
- Chuckpain, B., Nunley, J. A., Mall, N. A., & Queen, R. M. (2008). The effect of type on in-shoe plantar pressure during walking and running. *Gait & Posture*, 28, 405-411.
- Individuální ortopedická obuv [online]. Retrieved 5.11.09 from World Wide Web <http://www.ortopedickaobuv.cz/obuv.html>.
- Kábrt, J., & Kábrt, J. (1988). *Lexicon medicum*. Praha: Avicenum.
- Kamínek, P., Gallo, J., & Ditmar, R. (2003). Pes equinovarus congenitus. *Pediatric pro praxi*, 2, 63-66.
- Kapandji, I.A. (1987). *The physiology of joints – volume two Lower Limb*. London: Churchil Livingstone.
- Klementa, J. (1987). *Somatometrie nohy*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství.
- Klenerman, L., & Wood, B. (2006). *The human foot. A companion to clinical studies*. Liverpool: The University of Liverpool.
- Klíšťová, J. (2006). *Vady, poruchy a poranění nohy – kinezioterapie a fyzikální terapie*. Diplomová práce, Univerzita Palackého, Fakulta tělesné kultury, Olomouc.
- Kopecký, M., & Hřivnová, M. (2003). Hodnocení klenby nohy pomocí různých pantografických metod u dívek ve věku 7-19 let. *Česká antropologie*, 53, 47-51.
- Kristiníková, J. (2002). Plochá noha a vadné držení těla. Diagnostika pohybového systému – metody vyšetření, primární prevence, prostředky pohybové terapie. *Sborník V. mezinárodní konference v oboru funkční antropologie a zdravotní tělesné výchovy* (pp. 85-86). Olomouc: Univerzita Palackého.
- Kučera, M., Korbelář, P., Kolář P., & Linc, R. (1994). Noha – jeden z limitujících faktorů výkonnosti. *Medicine Sportiva Bohemica & Slovaca*, 3, 114-119.
- Kučera, M., Korbelář, P., Čermák, V., Havrda, L., & Hrazdíra, L. (1995). Typologie nohy a její význam v prognóze výkonnosti. *Diagnostika pohybového systému – metody vyšetření, primární prevence, prostředky pohybové terapie*. Sborník II. celostátní konference v oboru funkční antropologie a zdravotní tělesné výchovy (pp. 29-30). Olomouc: Univerzita Palackého.
- Larsen, Ch. (2005). *Zdravá chůze po celý život*. Olomouc: Poznání.

- Larsen, Ch., Miescher, B., & Wickihalter, G. (2009). *Zdravé nohy pro vaše dítě*. Olomouc: Poznání.
- Ledvinková, M. (1999). Studium zdravotního stavu nohou dospělé populace. In Válková, H., Hanelová, Z. *Pohyb a zdraví* (pp. 339-342). Olomouc: Univerzita Palackého.
- Malá, M. (2008). *Hodnocení morfologie nohy u pubescentní populace ze sportovních a nespportovních tříd*. Diplomová práce, Univerzita Palackého, Fakulta tělesné kultury, Olomouc.
- Maršáková, K., & Jelen, K. (2007). Vliv tvaru vložek na distribuci tlaku při interakci s nohou. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 1, 31-33.
- Medek, V. (2003). Plochá noha dospělých. *Interní medicína pro praxi*, 3, 315-316.
- Novotná, H. (2001). *Děti s diagnózou plochá noha*. Praha: Olympia.
- Ortopedia [online]. (2010). Retrieved 13.4.10 from World Wide Web [www.sentezmedikal.com/ortopedia.php](http://www.sentezmedikal.com/ortopedia.php)
- Ortopedické vložky [online]. Retrieved 5.11.09 from World Wide Web <http://www.ortopedica.cz/ortopedicke-vlozky-do-bot/>.
- Pavlačková, J. (1999). Monitorování vnitřního prostoru obuvi ve vztahu k noze [online]. *Sborník Pohyb a zdraví* (pp. 423-426). Olomouc: Univerzita Palackého.
- Pes planovalgus [online]. Retrieved 19.2.10 from World Wide Web [cs.wikipedia.org/wiki/Pes\\_planovalgus](http://cs.wikipedia.org/wiki/Pes_planovalgus)
- Podsedníková, S. (2005). *Plantografická studie u dospělé populace*. Diplomová práce, Univerzita Palackého, Fakulta tělesné kultury, Olomouc.
- Poul, J. (1999). Indikace ortopedických vložek v dětském věku. *Pohybové ústrojí*, 6, 3/4, 164-167.
- Přidalová, M., & Riegrová, J. (2002). *Funkční anatomie I*. Olomouc: Nakladatelství Hanex.
- Přidalová, M., & Dostálová, I. (2004). Srovnání morfologických parametrů nohou u studentů a studentek FTK v Olomouci a VŠPV ve Vyškově. *Česká antropologie*, 54, 160-162. Olomouc: Univerzita Palackého.
- Přidalová, M., Janura, M., & Elfmark, M. (2002). Footscan – analýza tlakových sil v oblasti kontaktu nohy s podložkou. Diagnostika pohybového systému – metody vyšetření, primární prevence, prostředky pohybové terapie. *Sborník V. mezinárodní konference v oboru funkční antropologie a zdravotní tělesné výchovy* (pp. 125-128). Olomouc: Univerzita Palackého.

- Přidalová, M., Riegrová, J., & Ulbrichová, M. (2006). *Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu*. Příručka funkční antropologie. Olomouc: Nakladatelství Hanex.
- Root, M. L., Orien, W. P., Weed, J. H., & Hugles, R. J. (1971). *Biomechanical examination of the foot*. Volume 1. Los Angeles: Clinical Biomechanics Corporation.
- Schejbalová, A. (2008). *Ortopedické vady nohy a možnosti terapie* [online]. Univerzita Karlova v Praze, 2. lékařská fakulta a Fakultní nemocnice Motol. Retrieved 11.11.09 from World Wide Web <http://www.c-m-t.cz/clanky/199.doc>.
- Šťastná, P., Němcová, J., & Plišťáková, A. (1997). Růst a zdravotní stav nohou dětí v předškolním a školním věku ve vztahu k obouvání. Diagnostika pohybového systému- metody vyšetření, primární prevence, prostředky pohybové terapie. *Sborník III. celostátní konference v oboru funkční antropologie a zdravotní tělesné výchovy* (pp. 103-104). Olomouc: Univerzita Palackého.
- Tichý, M. (2008). *Dysfunkce kloubu V. Dolní končetina*. Praha: nakladatelství Miroslav Tichý.
- Urban, J., Vařeka, I., & Svajčíková, J. (2000). Přehled metod hodnocení planigramu z hlediska diagnostiky plochonoží. In Riegrová, J. Diagnostika pohybového systému – metody vyšetření, primární prevence, prostředky pohybové terapie. *Sborník IV. mezinárodní konference v oboru funkční antropologie a zdravotní tělesné výchovy* (pp. 191-192). Olomouc: Univerzita Palackého.
- Valenta, M., & Buben, J. (2002). Vliv zátěže na dynamiku klenby nožní. Diagnostika pohybového systému – metody vyšetření, primární prevence, prostředky pohybové terapie. *Sborník V. mezinárodní konference v oboru funkční antropologie a zdravotní tělesné výchovy* (pp. 181-182). Olomouc: Univerzita Palackého.
- Valmassy, R. L. (1996). *Clinical biomechanics of the lower extremities*. St. Louis, Missouri: Graphic World, Inc.
- Vařeka, I., & Vařeková, R. (2003). Klinická typologie nohy. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 3, 94-102.
- Vařeka, I., & Vařeková, R. (2005). Patokineziologie nohy a funkční ortézování. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 4, 156-166.
- Vařeková, I., & Vařeková, R. (2008). Srovnání výskytu funkčních typů nohy u mužů a žen. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 2, 57-62.

Velé, F. (1997). *Kineziologie pro klinickou praxi*. Praha: Grada Publishing.  
Velký lékařský slovník. [online]. Retrieved 28.10.09 from World Wide Web  
<http://lekarske.slovniky.cz>.



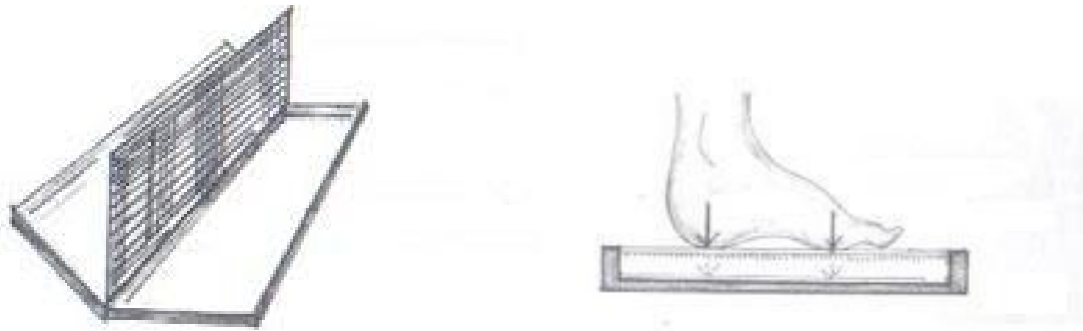
## 10 Seznam obrázků

- Obrázek 1. **Kosti nohy**
- Obrázek 2. **Articulatio talocruralis dx. – zadní plocha**
- Obrázek 3. **Horní zánártní kloub**
- Obrázek 4. **Articulatio talocruralis et articulationes podis**
- Obrázek 5. **Zesilující vazy kloubů nohy**
- Obrázek 6. **Svaly bérce**
- Obrázek 7. **Hlavní a vedlejší paprsky podélné nožní klenby**
- Obrázek 8. **Podélná a příčná klenba**
- Obrázek 9. **Mechanismy udržující klenbu nohy**
- Obrázek 10. **Osy pohybů a směry pohybů hlezenního kloubu a dolního zánártního**
- Obrázek 11. **Schéma pohybů nohy**
- Obrázek 12. **Pohyby v tarzu při zatížení**
- Obrázek 13. **Pohyby nohy**
- Obrázek 14. **Morfologické typy nohou**
- Obrázek 15. **Funkční typologie**
- Obrázek 16. **Pokles podélné klenby**
- Obrázek 17. **Digitus hammatus**
- Obrázek 18. **Digitus malleus**
- Obrázek 19. **Metoda Chippauxe a Šmiráka**
- Obrázek 20. **Základní morfologické parametry nohy**
- Obrázek 21. **Determinace jednotlivých úhlů na chodidle**
- Obrázek 22. **Četnostní hodnoty dle indexu Chippaux – Šmiráka pro hodnocení klenby nohy**
- Obrázek 23. **Průměrné hodnoty úhlu palce**
- Obrázek 24. **Četnostní hodnocení vyosení palce**
- Obrázek 25. **Průměrné hodnoty úhlu malíku u všech souborů v 1. a 3. měření**

## **11 Seznam příloh**

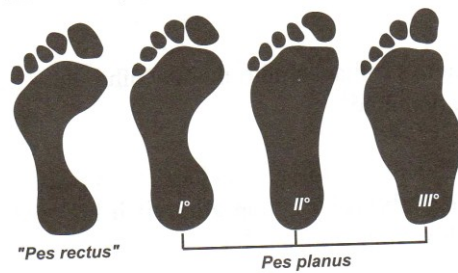
- Příloha 1. Plantograf**
- Příloha 2. Vizuální škály**
- Příloha 3. Sztriter – Godunova metoda**
- Příloha 4. Godunova metoda**
- Příloha 5. Metoda indexu podle Srdečného**
- Příloha 6. Mayerova metoda**
- Příloha 7. Metoda segmentů**
- Příloha 8. Hallux varus**
- Příloha 9. Pes planovalgus**
- Příloha 10. Pes cavus**
- Příloha 11. Hallux valgus**
- Příloha 12. Základní statistické charakteristiky morfologických parametrů nohy u všech studentů 1. a 3.ročníku**
- Příloha 13. Základní délkové statistické charakteristiky morfologických parametrů nohy u všech studentů**
- Příloha 14. Kompenzační cvičení na vady v oblasti klenby**

**Příloha 1. Plantograf** (upravena dle [www.sentezmedikal.com/ortopedia.php](http://www.sentezmedikal.com/ortopedia.php))

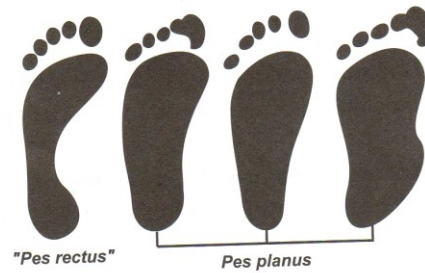


**Příloha 2. Vizuální škály** (upraveno dle Přidalová et al., 2006)

Vizuální škála (Kapandji, 1985)

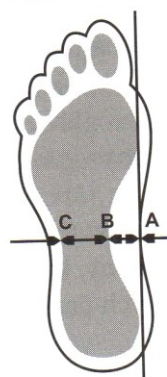


Vizuální škála (Srdečný, 1982)



**Příloha 3. Sztriter – Godunova metoda**

Sztriter–Godunov (Kasperczyk, 1998)



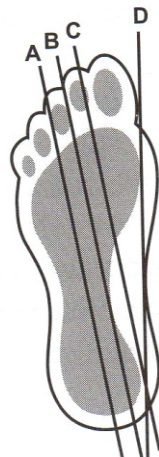
$$\text{Index } K_y = \frac{B - C}{A - C}$$

<b>Pes excavatus</b>	0,00 – 0,25
<b>Norma</b>	0,26 – 0,45
<b>Pes planus I°</b>	0,46 – 0,49
<b>II°</b>	0,50 – 0,75
<b>III°</b>	0,76 – 1,00

<b>Věk:</b>	<b>8 let</b>	0,44 – 0,54
	<b>9 let</b>	0,41 – 0,53
	<b>10 let</b>	0,40 – 0,53
	<b>11 let</b>	0,39 – 0,54

## Příloha 4. Godunova metoda

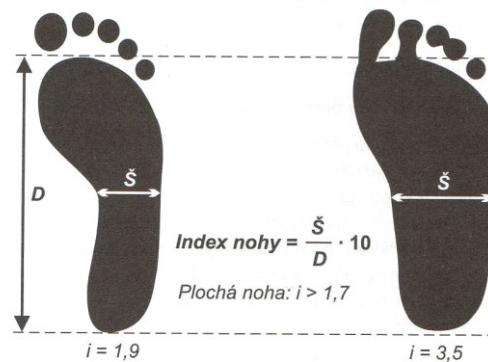
Godunov (Brozmannová, 1990)



- Normálně klenutá**  
- otisk dosahuje po linii A
- Pes planus (I. stupeň)**  
- otisk dosahuje po linii B
- Pes planus (II. stupeň)**  
- otisk dosahuje po linii C
- Pes planus (III. stupeň)**  
- otisk dosahuje po linii D
- Pes planus (IV. stupeň)**  
- otisk přesahuje linii D

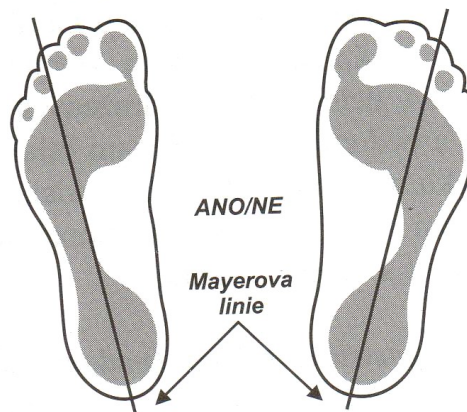
## Příloha 5. Metoda indexu podle Srdečného

Metoda indexu (Srdečný, 1982)



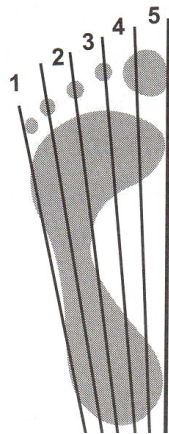
## Příloha 6. Mayerova metoda

Mayerova metoda (Purgarič, 1994)



## Příloha 7. Metoda segmentů

*Metoda segmentů (Purgarič, 1994)*



### **Pes excavatus**

- otisk "spojnice" chybí,  
nebo zasahuje jen 1. segment

### **Normálně klenutá noha**

- otisk vyplňuje i 2. segment

### **Pes planus (I. stupeň)**

- otisk zasahuje až do 4. segmentu

### **Pes planus (II. stupeň)**

- otisk vyplňuje všech 5 segmentů

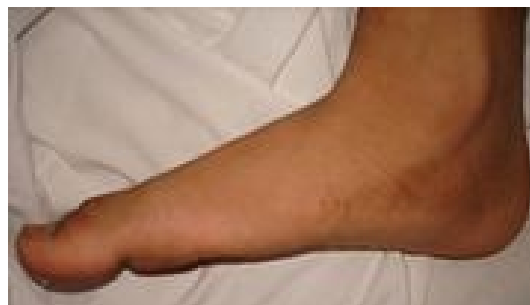
### **Pes planus (III. stupeň)**

- otisk přechází přes mediální tečnu

## Příloha 8. Hallux varus (upraveno dle [www.feetmd.com/hallux-varus.htm](http://www.feetmd.com/hallux-varus.htm))



## Příloha 9. Pes planovalgus (upraveno dle [cs.wikipedia.org/wiki/Pes\\_planovalgus](http://cs.wikipedia.org/wiki/Pes_planovalgus))



**Příloha 10. Pes cavus** (upraveno dle [www.ankletofootclinic.com/index.php?title=Foo...](http://www.ankletofootclinic.com/index.php?title=Foo...))



**Příloha 11. Hallux valgus** (upraveno dle [www.joint-pain-expert.net/rheumatoid-arthriti...](http://www.joint-pain-expert.net/rheumatoid-arthriti...))



**Příloha 12. Základní statistické charakteristiky morfologických parametrů nohy u všech studentů 1. a 3. ročníku**

<b>1. ročník</b>										
	<b>LEVÁ</b>					<b>PRAVÁ</b>				
	<b>n</b>	$\bar{x}$	$x_{min}$	$x_{max}$	$\zeta$	<b>n</b>	$\bar{x}$	$x_{min}$	$x_{max}$	$\zeta$
<b>fi2</b>	41	21,8	9,5	34,3	6,2	41	19,9	6,3	36,4	6,2
<b>fi3</b>	41	2,3	-13,2	18,6	6,1	41	1,6	-15,3	14,3	7,0
<b>ind1</b>	41	1,2	0,0	2,3	0,6	41	1,2	0,0	2,5	0,6
<b>Ind2</b>	41	0,4	0,0	0,6	0,2	41	0,3	0,0	0,7	0,2

<b>3. ročník</b>										
	<b>LEVÁ</b>					<b>PRAVÁ</b>				
	<b>n</b>	$\bar{x}$	$x_{min}$	$x_{max}$	$\zeta$	<b>n</b>	$\bar{x}$	$x_{min}$	$x_{max}$	$\zeta$
<b>fi2</b>	41	21,4	8,0	34,2	5,8	41	19,1	4,0	33,7	5,8
<b>fi3</b>	41	2,0	-12,5	15,9	6,2	41	1,9	-17,1	15,9	6,5
<b>ind1</b>	41	1,0	0,0	2,1	0,5	41	1,1	0,0	2,5	0,6
<b>Ind2</b>	41	31,2	0,0	60,0	14,7	41	33,0	0,0	72,1	16,3

Legenda: n - absolutní četnost,  $\bar{x}$  - aritmetický průměr,  $x_{min}$  - minimální hodnota,  $x_{max}$  - maximální hodnota,  $\zeta$  - směrodatná odchylka, fi2 - úhel malíku, fi3 - úhel palce, ind1 - index dle Srdečný, ind2 - index dle Chippaux-Šmirák (%)

**Příloha 13. Základní délkové statistické charakteristiky morfologických parametrů nohy u všech studentů**

(relativní hodnoty)		ročník	<i>n</i>	$\bar{x}$	$x_{min}$	$x_{max}$	$\zeta$	
<b>LEVÁ</b>	šířka předonoží	<b>1.</b>	41	0,38	0,33	0,41	0,02	
		<b>3.</b>	41	0,38	0,33	0,42	0,02	
	nejušší místo	<b>1.</b>	41	0,10	0,00	0,19	0,05	
		<b>3.</b>	41	0,08	0,00	0,18	0,04	
	vysoká noha	<b>1.</b>	41	26,72	0,06	49,06	12,68	
		<b>3.</b>	41	22,70	0,16	44,22	11,25	
	délka paty	<b>1.</b>	41	0,30	0,22	0,34	0,03	
		<b>3.</b>	41	0,28	0,23	0,34	0,03	
	délka <i>k</i> předonoží	<b>1.</b>	41	0,84	0,80	0,88	0,02	
		<b>3.</b>	41	0,84	0,79	0,88	0,02	
	přímá šířka	<b>1.</b>	41	0,37	0,33	0,41	0,02	
		<b>3.</b>	41	0,37	0,32	0,42	0,02	
	šířka paty	<b>1.</b>	41	0,21	0,18	0,26	0,02	
		<b>3.</b>	41	0,20	0,14	0,24	0,02	
	přímá šířka	<b>1.</b>	41	0,21	0,00	0,25	0,04	
		<b>3.</b>	41	0,17	0,00	0,27	0,08	
	<b>PRAVÁ</b>	šířka předonoží	<b>1.</b>	41	0,38	0,34	0,43	0,02
			<b>3.</b>	41	0,38	0,33	0,42	0,02
nejušší místo		<b>1.</b>	41	0,10	0,00	0,21	0,05	
		<b>3.</b>	41	0,09	0,00	0,21	0,05	
vysoká noha		<b>1.</b>	41	25,71	0,06	53,74	11,81	
		<b>3.</b>	41	23,82	0,12	52,41	12,08	
délka paty		<b>1.</b>	41	0,30	0,26	0,36	0,02	
		<b>3.</b>	41	0,29	0,25	0,37	0,03	
délka <i>k</i> předonoží		<b>1.</b>	41	0,84	0,80	0,88	0,02	
		<b>3.</b>	41	0,84	0,80	0,87	0,01	
přímá šířka		<b>1.</b>	41	0,38	0,34	0,43	0,02	
		<b>3.</b>	41	0,38	0,32	0,42	0,02	
šířka paty		<b>1.</b>	41	0,21	0,18	0,24	0,02	
		<b>3.</b>	41	0,21	0,13	0,23	0,02	
přímá šířka		<b>1.</b>	41	0,19	0,00	0,24	0,05	
		<b>3.</b>	41	0,18	0,00	0,23	0,08	

Legenda: *n* - absolutní četnost,  $\bar{x}$  - aritmetický průměr,  $x_{min}$  - minimální hodnota,  $x_{max}$  - maximální hodnota,  $\zeta$  - směrodatná odchylka



## **Příloha 14. Kompenzační cvičení na vady v oblasti klenby**

1. Leh na zádech, chodidla položená na stimulačních kuličkách. S výdechem pohybujeme dopředu a dozadu po celé délce chodidel, poté po celé šíři plosek. Cíl: stimulace podélné klenby, krátkých svalů nohy.
2. V lehu na zádech, v sedu pokrčmo nebo ve stoji rolujeme speciální rehabilitační váleček celou ploskou chodidla. Cíl: stimulace kleneb, krátkých svalů nohy a lýtkových svalů, udržování rovnováhy.
3. Sed roznožný. Plosky chodidel se dotýkají. S výdechem stlačujeme kolena k podložce. Cíl: Stimulace podélné i příčné klenby.
4. Sed roznožný. Mezi plosky chodidel vložíme tenisový míček. S výdechem stlačujeme kolena k podložce a ploskami stlačujeme míček. Cíl: Stimulace krátkých svalů nohy.
5. Sed pokrčmo. Snaha o navlečení ponožky pravou nohou na levou a naopak. Cíl: cvičení obratnosti prstů nohy, stimulace kleneb a krátkých svalů nohy.
6. S tužkou mezi prsty se snažíme psát, malovat, pohybovat doprava, doleva, nahoru, dolů. Lze v sedu i ve stoji. Cíl: procvičení a uvolnění hlezenního kloubu, stimulace kleneb a krátkých svalů nohy.
7. Snaha prsty nohy zvednout ze země co nejvýše a přemístit různé předměty. Lze v sedu i ve stoji Cíl: cvičení pohyblivosti prstů, kleneb chodidla, stimulace krátkých svalů, cvičení obratnosti a rovnováhy, stimulace svalů dolní končetiny.
8. Přešlapování po drobných korálcích na šňůrce nebo v sáčku. Cíl: cvičení rovnováhy, aktivace kleneb, masáž reflexních bodů chodidla.
9. Střídáme chůzi po patách, po špičkách, po vnější a vnitřní hraně, překlápíme z pat na špičky a zpět. Cíl: fixování rovnováhy, simulace krátkých svalů nohy.
10. *Překážková dráha z papírových kuliček.* Chodíme „cik cak“ střídavě po patách, po špičkách, po vnější nebo vnitřní hraně chodidel, sbíráme kuličky prsty a přemísťujeme stranou.
11. *Překážková dráha – vidění nohama.* Na podlahu rozmístíme různé druhy předmětů. Se zavázanýma očima se pohybujeme a snažíme se předměty rozpoznávat chodidlem.
12. *Překážková dráha po předmětech.* Přecházejme po různých předmětech na konec dráhy.

13. *Spirála chodidla.* U ploché nohy patu vytáčíme „ven“, předonoží „dovnitř“. Formuje se podélná klenba, noha se zkracuje. U vyklenuté nohy jemným uvolněním spirály na opačnou stranu nohu prodlužujeme.
14. *Aktivní spirála chodidla.* Jednou rukou dole otáčíme Achillovu šlachu a druhou šroubujeme chodidlo proti směru.
15. *Noha – vlna.* Pata zůstává v jedné ruce. Od příčné klenby nohu ohýbáme.
16. *Strom ve větru.* Ve stoji rovnoběžném vnímáme dotyk chodidla s podložkou. Pohybujeme se, tancujeme, aniž bychom pohnuly nohama.
17. Na chodidlo nakreslíme *obličejlky*. Poté se snažíme „svraštit čelo“. Jedná se o činnost příčné klenby, ne ohyb prstů.
18. *Skokan z věže.* Stoj špičkami na vyvýšeném místě, např. práh u dveří. Snaha udržet rovnováhu, pomalu klouzat patami nahoru a dolů, jako výtah. Bez zatínání prstů!
19. *Sběratel hvězd.* Mince rozmístěné na zemi. Předonožím „uchopíme“ minci ze země jako přísavka. Bez drápkovitých prstů!
20. *Pexeso z otisků nohy.* Obarvenými ploskami noh vytvoříme otisky, které vstříhneme, nalepíme na tvrdý papír a hledáme otisky do páru.
21. *Tzv. malá noha.* Snažíme se „zmenšit“ nohu, ale nepokrčujeme prsty, pouze aktivní prací svalů chodidla. *Jako píďalky* se prsty pohybují vpřed a vzad. Směrem dozadu u ploché nohy, zvyšuje se podélná klenba, u vyklenuté nohy vhodnější „lezení vzad“, podélná klenba se snižuje. Posilujeme hluboké svalstvo chodidla.
22. *Přísavka.* Proti drápkovitým prstům použijeme rozpůlený tenisový míček, který umístíme pod předonoží. Stlačujeme míček až se „přisajeme“. Bez zatínání prstů!
23. *Běh naboso.* Po trávě, v písku, po drobných kamínkách.

