

Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta tělesné kultury

SLEDOVÁNÍ MORFOLOGICKÝCH CHARAKTERISTIK NOHY U DĚTÍ MLADŠÍHO  
ŠKOLNÍHO VĚKU

Diplomová práce

(magisterská)

Autor: Jiří Štěpaník, Tělesná výchova a sport

Vedoucí práce: doc. RNDr. Miroslava Přidalová, Ph.D.

Olomouc 2015

Bibliografická identifikace

**Jméno a příjmení autora:** Jiří Štěpaník

**Název diplomové práce:** Sledování morfologických charakteristik nohy u dětí mladšího školního věku

**Pracoviště:** Katedra přírodních věd v kinantropologii

**Vedoucí bakalářské práce:** doc. RNDr. Miroslava Přidalová Ph.D.

**Rok obhajoby bakalářské práce:** 2016

**Abstrakt:** Tato práce se zabývá sledováním morfologických charakteristik nohy u hráčů fotbalu mladšího školního věku. Přehled poznatků se zaměřuje na shrnutí základních poznatků o tématu s důrazem na anatomický popis nohy a na popis metod plantografie. Sběr dat probíhal u hráčů týmu SK Sigma Olomouc. Ke sběru otisků nohy byl využit plantograf a plantografické metody. Samotné zpracování dat proběhlo v programu „NOHA“. Hlavním cílem bylo zhodnotit stav podélné nožní klenby indexovou metodou Chippaux-Šmiřák stanovit velikost vyosení palce a malíku. Z výsledků vyplývá, že podélná klenba u fotbalistů je převážně normálně klenutá. Vyosení palce bylo převážně valgózní, podobně jsme zhodnotili také vyosení malíku.

**Klíčová slova:** deformity předonoží, fotbal, morfologie nohy, podélná klenba, plantogram,

Souhlasím s půjčováním závěrečné písemné práce v rámci knihovních služeb.

Bibliographic identification

**Authors first name and surname:** Jiří Štěpaník

**Title of the thesis:** Study morphological characteristics of foot in footballers of younger school age

**Department:** Department of Natural sciences of Kinanthropology

**Supervisor:** doc. RNDr. Miroslava Přidalová Ph.D.

**The year of presentation:** 2016

**Abstract:** The thesis deals with study of foot morphological characteristics in footballers of younger school age. The overview of findings focuses on summary of basic knowledge of the topic with emphasis on description of foot anatomy and methods of plantography. Data were collected in SK Sigma Olomouc football team. Plantograph and plantographic methods were used to collect footprints and the required data were processed in a "FOOT" program. The main objective was to evaluate condition of the longitudinal foot arch through the Chippaux-Šmiřák index method and determine level of the big toe and the little toe deformity. The results show that the longitudinal arch in footballers is mostly normally arched. The big toe deformity was mainly valgus and similar it was in case of the little toe.

**Keywords:** deformity of forefoot, football, morphology of foot, longitudinal foot arch, plantograph

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

Prohlašuji, že jsem závěrečnou písemnou práci zpracoval samostatně s odbornou pomocí doc. RNDr. Miroslavy Přidalové, PhD., uvedl jsem všechny použité literární a odborné zdroje a řídil se zásadami vědecké etiky.

V Olomouci, dne ... ..... 2016.

.....

Děkuji vedoucí diplomové práce doc. RNDr. Miroslavě Přidalové, Ph.D. za podnětné rady a pomoc, které mi při zpracování práce poskytla. Poděkování patří i RNDr. Milanu Elfmarkovi za statistické zpracování dat.

## Obsah

1 Úvod.....	8
2 Přehled poznatků .....	10
2.1 Mladší školní věk – somatický vývoj .....	10
2.2 Funkční anatomie nohy .....	10
2.2.1 Kostra nohy.....	13
2.2.2 Kloubní a vazivový aparát .....	15
2.2.3 Svalový aparát.....	17
2.3 Klenba nohy.....	21
2.3.1 Podélná klenba nožní .....	23
2.3.2 Příčná klenba nožní .....	24
2.4 Deformity nohy.....	25
2.4.1 Normálně klenutá noha .....	25
2.4.1 Plochá noha .....	26
2.4.3 Příčně plochá noha .....	28
2.4.4 Vysoká noha.....	28
2.4.5 Varozita a valgozita nohy .....	29
2.5 Deformity předonoží.....	29
2.6 Biomechanické základy pohybu nohy fotbalisty .....	32
2.7 Vlivy, které ovlivňují nohu člověka .....	33
2.8 Metody hodnocení nožní klenby .....	34
2.8.1 Plantografie .....	36
2.8.2 Metoda Chippaux-Šmiřáka .....	41
2.8.3 Přístrojová technika měřící rozložení tlakových sil na chodidle .....	42
3 Cíle .....	45
3.1 Dílčí cíle .....	45
4 Metodika.....	46
4.1 Charakteristika souboru .....	46
4.2 Použité metody a způsob měření .....	46
5 Výsledky.....	51
5.1 Základní morfologické parametry nohy .....	51
5.2 Podélná nožní klenba.....	52
5.3 Hodnocení předonoží.....	56

6 Diskuse .....	66
7 Závěry.....	68
8 Souhrn .....	69
9 Summary .....	71
10 Referenční seznam .....	73
11 Seznam příloh.....	77

## 1 Úvod

Fotbal je v dnešní době jeden z nejvíce rozšiřujících se sportů na světě. Jeho oblíbenost zasahuje většinu zemí světa. Stav podpůrně pohybového aparátu je důležitým předpokladem dlouhodobé sportovní výkonnosti fotbalisty. Sportovní fotbalová obuv je ovlivňována nejen funkčními požadavky, ale v dnešní době také módními designovými prvky. Na výběr obuvi má vliv především cena a módní trendy, nikoliv však funkčnost a kvalita, či dokonce potřeby daného jedince. Tyto faktory mají špatný vliv na pružnost chůze, plynulé přenášení těžiště těla, držení těla a další pohybové stereotypy. Celkově naše tělo odpovídá na deformity nohy špatným držením těla a tím vznikají bolesti nohy a páteře.

Diplomová práce je zaměřena na určení vybraných morfologických parametrů a jejich následnou analýzu. Jako zkoumaný soubor byli vybráni fotbalisté klubu SK Sigma Olomouc věkem převážně patřící do období mladšího školního věku. Jelikož jsem se ve své trenérské kariéře setkal s většinou těchto hráčů osobně, jako jejich trenér, zajímalo mě jak tréninková zátěž a používaná obuv ovlivňuje jejich nohy. Morfologická charakteristika nohy byla provedena na základě parametrů délkových, šířkových a úhlových. Parametry byly následně použity pro hodnocení podélné klenby nožní pomocí indexu Chippaux a Šmiřáka a stavu předonoží podle úhlových parametrů palce a malíku. Anatomické a morfologické parametry nohy lze využít v mnoha oblastech, ať už se jedná o oblast medicínskou, antropologickou nebo i sportovní.

Noha je základním článkem lidského těla neslouží však pouze k lokomočnímu pohybu, ale je významným senzitivním čidlem a hlavním činitelem rovnováhy. Skládá se z 26 kostí, 19 svalů, 107 vazů a 33 kloubů (Riegerová et al. 2006). Je předurčena k pohybu po měkkém povrchu. Člověk vytvořil obuv proto, aby noze ulevil a ochránil ji, což, však postupem času začíná mít pro morfologii nohy neblahý vliv.

Za normálních okolností je noha dobře uzpůsobená běžné lidské zátěži při chůzi či běhu a v přirozeném terénu funguje jako důmyslný anatomický systém. Vlivem několika vnitřních a vnějších faktorů v průběhu života, zejména nošení závadné obuvi a dlouhodobému přetěžování nohou, se vyvíjejí různé statické deformity jako plochá, vysoká noha nebo deformity palce a malíku (Dungl 2014).



V dřívější době jsme se s deformací dolních končetin, setkávali převážně u starších lidí hlavně z důvodu opotřebení nohou. V dnešní době se toto onemocnění objevuje i u dětí, které ještě ani nezačaly chodit. Velmi často se objevují deformity nohou u vrcholových sportovců. Důvodem bývá převážně nadměrná fyzická zátěž úzce spojená s nízkou péčí o nohy. Dále také absencí kompenzačních cviků. Často tyto funkční deformity vznikají již v brzkém sportovním věku, aniž by se u dítěte přímo projevíly, mohou poškodit funkci nohy a deformita se často projeví až ve vyšším věku člověka. Především u začínajících fotbalistů je nutno dbát na nošení vhodné obuvi a klást důraz na přezouvání.

## **2 Přehled poznatků**

### **2.1 Mladší školní věk – somatický vývoj**

Celá řada pedagogů, biologů i lékařů se snažila rozdělit lidský věk do různých období, avšak přesné hranice neexistují. Každé období je závislé na období předcházejícím, které je vždy ovlivňuje. Mezi lidmi existují velké rozdíly individuální, intersexuální a etnické. Z toho důvodu jsou všechna období z hlediska jejich trvání brána orientačně. V mladším školním věku probíhá tzv. druhé dětství. Je to období relativního vývojového klidu. Jakmile začne prořezávání druhé stálé stoličky je to obvykle znamením, že se blíží konec dětství a začíná puberta. Rychlost růstu v období dětství činí přibližně 5 cm za rok. V tomto období dochází u dětí k remodelaci pánve. Tělesné proporce a biomechanika pohybového aparátu získávají dospělý vzorec (Riegerová et al. 2006).

Mladší školní věk zahrnuje podle Langmeiera a Krejčířové (1998) období od vstupu do školy, tzn. 6–7 let do 11–12 let, kdy začíná střední školní věk.

Tělesný vývoj se určuje podle toho, jak dítě roste a přibývá na hmotnosti dle svých genetických dispozic a vlivů exogenních. V 6 letech měří děti asi 117 cm a váží 21 kg. V 10 letech měří děti cca 140 cm a váží 33 kg. Rozdíly mezi děvčaty a chlapci nejsou velké. Za tělesným rozvojem se skrývá také růst a vývoj kostry, svaloviny, zubů a všech vnitřních orgánů. V tomto období je třeba dbát na správnou výživu a pitný režim dítěte. Zlepšuje se jemná a hrubá motorika. Motorické výkony a výkonnost nezávisí pouze na věku, ale také na podmínkách vnějších, motivaci a zájmu. Vyvíjí se základní schopnosti a dovednosti – psaní, čtení, kreslení, hrubá a jemná motorika, koordinace pohybů (Matějček & Pokorná, 1998).

### **2.2 Funkční anatomie nohy**

Lidská noha je nedílnou součástí pohybového aparátu, jejím hlavním úkolem je lokomoce člověka. Každým krokem se na nohu přenáší váha lidského těla, plní tak funkci opornou. Noha prodělala během evolučního vývoje celou řadu změn a díky civilizačním podnětům se nadále vyvíjí. Dříve byl palec vzdálen od prstů, postupem času jak ztrácel úchopovou schopnost, se k ostatním prstům přibližoval. Prsty se zkracovaly a pata mohutněla

a rozšiřovala se. Noha s podélnou a příčnou klenbou vznikla u člověka chůzí po nerovném terénu (Gallo et al., 2011).

Noha se skládá z 26 kostí, 33 kloubů, 107 vazů a 19 svalů. Na noze je přibližně 250 000 potních žláz, produkujících půl litru potu za den. (Riegerová et al. 2006).

Noha má základní uspořádání podobné jako ruka, ale vzhledem ke své funkci při vzpřímeném stoji a chůzi jsou v její anatomii velké rozdíly. Rozdíly jsou patrné na skeletu nohy, pro který je typická redukce (zkrácení) prstů, zesílení zánártních kostí a zmenšení pohyblivosti mezi jednotlivými články. Z hlediska kineziologie, je v popředí zájmu především otázka zánártního spojení a problematika nožní klenby (Dylevský, 2009).

Noha je zdrojem proprioreceptivních a exteroceptivních informací pro řídicí systém (Vařeka & Vařeková 2009).

### **Ontogeneze dětské nohy**

Morfologie nohy se mění během dětství a období adolescence až do ukončení růstu v dospělosti. Během tohoto období noha dozrává, mění svůj tvar a funkci a vzhledem k tomu, že roste, mění se její délka, šířka, a proporcionalita (Raton, 2013).

### **Délka nohy**

Délka nohy se mění od 145,8 mm (+- 10,3) ve 2 letech a roste až do rozměrů 249,7 mm (+-16,1) ve 14 letech. Nohy u téměř 98 % děvčat dorůstají do své finální délky mezi 12-13. rokem života. U chlapců je to kolem 15. roku. Rychlost růstu se s narůstajícím věkem zpomaluje. V období 3. roku života se noha zvětšuje přibližně o 5,4 mm (u děvčat) a 5,1 mm (u chlapců) každého půl roku. Ve 12 letech je to pak nárůst o 2,2 mm u dívek a o 4,7 mm u chlapců každého půl roku. Při srovnání s ostatními délkovými parametry (šířka, výška a obvod), je zřejmé, že růst nohy je rovnoměrný. Ovšem tyto ostatní parametry jsou v úzkém spojení s délkou nohy. Délka palce se mění ze 49,8 mm (+-3,7) ve 2 letech na délku 82,3 mm ve 14 letech. Relativní délka prstů vzhledem k rozměru nohy činí 34,2 % ve dvou letech a následně se mění poměrově na 33 % ve 14 letech (Raton, 2013).

## **Šířka nohy**

Šířka nohy se vzhledem k růstu ostatních parametrů (délka, výška, obvod) relativně snižuje. S přibývajícím věkem je relativní pokles čím dal větší. Šířka oblasti předonoží se mění z 60 mm ( $\pm 4,8$ ) ve dvou letech na 95,8 mm ( $\pm 6,5$ ) ve 14 letech. V relativním poměru k délce nohy šířka dosahuje hodnot 41,2 % ve 2 letech a snižuje se na 38,4 % ve 14 letech. Podobné hodnoty jsou evidentní i pro obvod předonoží (délka 153 mm  $\pm 9,5$  ve 2 letech a 105 % relativního poměru) na (234 mm  $\pm 13,6$  a 93,9 % relativního poměru ve 14 letech). Pro šířky paty platí (35 mm  $\pm 2,7$  a 41,1 % - ve 2 letech) a (52,8 mm  $\pm 3,7$  a 21,2 % ve 14 letech) (Raton, 2013).

## **Úhly**

Změny v úhlových parametrech ve smyslu výraznějšího snížení či zvýšení nebyly během vývoje pozorovány. Nicméně úhlové rozmezí nohy se pohybuje mezi hodnotami 11-29°, což odpovídá průměrné hodnotě 20,1° ( $\pm 2,6^\circ$ ). Vzhledem k různým metodám měření, mohou být uváděny rozdílné relativní poměrové úhlové hodnoty v jednotlivých studiích (Raton, 2013).

## **Mediální oblouk podélné klenby**

Lidská noha má dva základní oblouky, vyšší mediální a nižší méně rigidní laterální, jsou východiskem pro vytvoření podélné nožní klenby. Vývoj mediálního oblouku podélné klenby u dětí je velmi kontroverzní záležitostí. Někteří autoři se přiklánějí k názoru, že konkávnost kosti je vytvořena již během prenatálního vývoje plodu, ale je pozorovatelná až kolem 2 roku života a postupně se zvyšuje s vývojem vzpřímeného postoje a během chůze. Ostatní autoři tvrdí, že je mediální oblouk podélné klenby překryt tukovým polštářem do období 4-6 let. Tento tukový polštářek pravděpodobně tlumí síly působící na spodní část talonaviculárního kloubu, chrání tak dozrávající chrupavčité struktury nohy před přetížením a poškozením. Výška vnitřního oblouku klenby se značně zvyšuje během 5-6 roku a po tomto růstovém období se růst do výšky snižuje až do 12 roku života. Obecně platí, že děvčata mají vyšší postavení vnitřního oblouku klenby ve srovnání se stejně starými chlapci. Chlapci mají všeobecně větší tendenci k plochosti nohou (Raton, 2013).

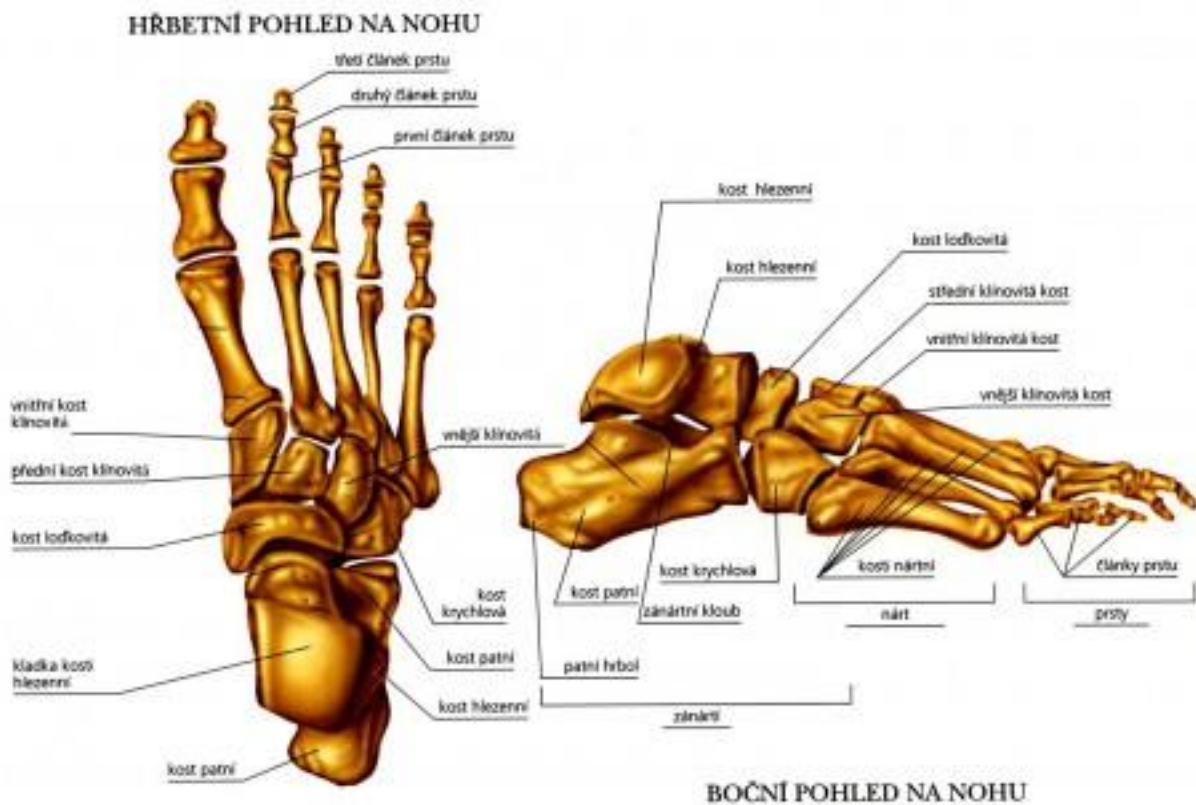
## **Vývoj tvaru nohy**

U komplexního tvaru nohy (typů nohy) hovoříme o změně proporcí v rámci dětského růstu. Jsou zde vysoké míry zastoupení ploché nohy (snížení podélné klenby), robustní nohy

(široká a vysoká noha) a krátké nohy (délka a štíhlost prstů) během 2-4. roku života. Tyto poměry se s věkem (do 14 let) snižují. Míra změny ve štíhlosti a délce nohy je protichůdná, délka nohy roste a šířka se zmenšuje, zeštíhluje se. Ve věkovém období 9-14 let je tato změna největší z důvodu akcelerace růstu člověka (Raton, 2013).

### 2.2.1 Kostra nohy

Noha jako anatomický termín označuje část dolní končetiny distálně od hlezenního kloubu. Při rozdělení nohy pomocí dvou linií odpovídajících transverzotarzálnímu kloubu, je noha tvořena 3 oddíly. Zadní oddíl (zánoží, zadní tarzus) je tvořený dvěma velkými tarzálními kostmi (kost hlezenní a kost patní). Střední oddíl (středonoží, přední tarzus) je tvořený pěti malými tarzálními kostmi (kost krychlová, loďkovitá a tři klínové kosti). Přední oddíl (předonoží, metatarzus a prsty) je tvořený kostmi nártními a články prstů (Vařeka & Vařeková, 2009).



**Obrázek 1. Kostí nohy** (upraveno dle <http://pedikura-olomouc.webnode.cz/anatomie-nohou/>)

**Tarzální kosti** – **ossa tarsi** tvoří 7 masivních kostí nepravidelného původu.

- **Kost patní** – **calcaneus** je nejmohutnější, vybíhá dozadu v mohutný hrbol – **tuber calcanei**, na který se upíná silná **Achillova šlacha**. Distálně se spojuje sedlovitou kloubní ploškou s kostí krychlovou – **os cuboideum**., shora se s ní kloubně spojuje talus – kost hlezenní.
- **Kost hlezenní - talus** je druhá největší z kostí tarzálních. Spojuje se s bércovými kostmi, patní a člunkovou. Její horní plocha je vyklenuta v kladku, **trochlea tali**. Talus je kostí, v jejíž hmotě se rozkládá hmotnost těla.
- **Kost lod'kovitá** – **os naviculare** je krátká, zředu dozadu oploštělá kost, která leží na palcovém okraji nohy, vysoko ve vnitřním oblouku nožní klenby, má styčnou plochu pro připojení kůstek klínovitých. Vnitřní bok kosti vybíhá v drsnatinu – **tuberositas ossis navicularis**, ke které se upíná bércový sval **m. tibialis posterior**.
- **Kosti klínovité** – **ossa cuneiforma** jsou 3 kosti (*os cuneiforme mediale, intermedium a laterale*), které artikulují s člunkovou kostí a jmenují se podle svého tvaru. Nejmediálnější z nich směřuje ostří klínu do hřbetu nohy, u druhých dvou na plosku nohy. Distálně se kosti klínové spojují s metatarsy,
- **Kost krychlová** – **os cuboideum** má sedlovitou kloubní plošku pro calcaneus a distálně se spojuje s čtvrtým a pátým metatarzem. Na straně chodidlové je rýha, do které se vkládá šlacha **m. peroneus longus** (Dylevský, 2009; Linc & Doubková 2001; Vařeka & Vařeková, 2009; Přidalová & Riegerová, 2002).

**Nártní kosti** – **ossa metatarsalia** tvoří střední část kostry nohy. Metatarzů je 5 a číslují se od strany palcové, na každé z nich popisujeme proximální bázi, uprostřed tělo a distálně hlavici. První metatarzální kost má krátké a mohutné tělo, druhý metatarzus je štíhlý a nejčastěji i nejdelší. Báze pátého vybíhá zevně v drsnatinu **tuberositas ossis metatarsalis quinti**, na který se upíná na **m. peroneus brevis**.

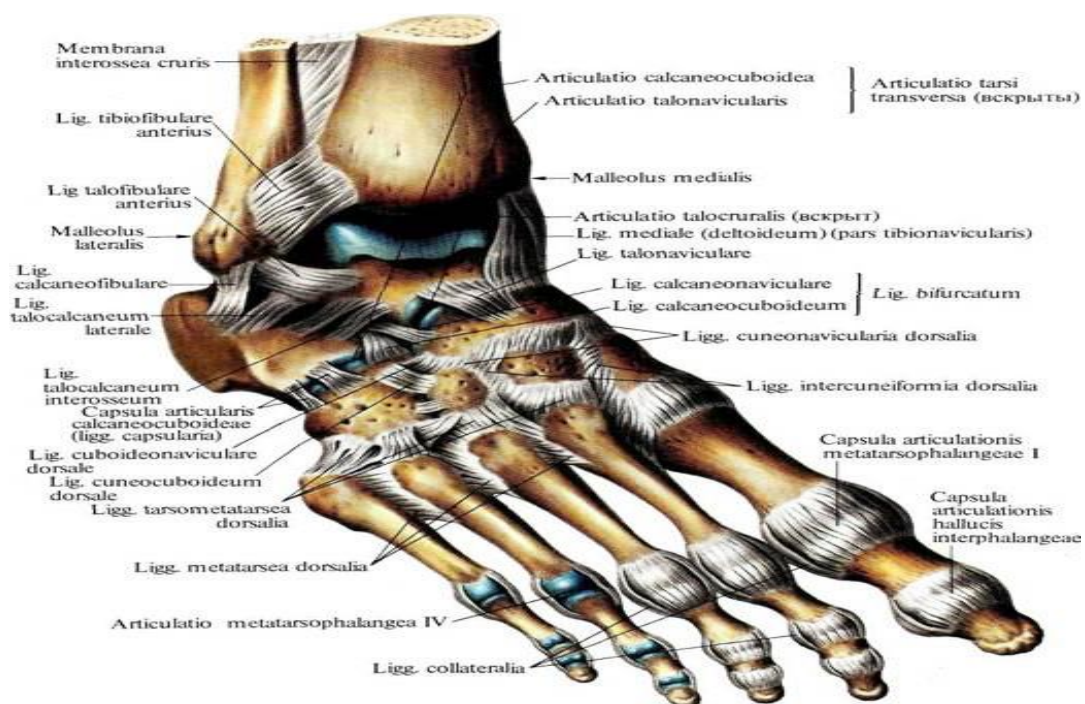
**Články prstů – phalanges** tvoří skelet prstů nohy. Všechny prsty mají tři články, až na palec ten je pouze dvoučlánkový. Nejdelší a nejmohutnějším článkem je bazální část zvláště pak bazální článek palce (Dylevský, 2009; Linc & Doubková 2001; Vařeka & Vařeková, 2009).

### 2.2.2 Kloubní a vazivový aparát

Podle Vařeky a Vařekové (2009) jednotlivé segmenty těla spojují klouby. Pohyby se rozdělují na aktivní, které vznikají za pomoci svalové síly a pohyby pasivní, jež vznikají za působení vnějších sil. Ale převážně jde o kombinaci aktivních i pasivních sil. Z hlediska biomechaniky je drtivá většina funkčních pohybů v kloubech rotací, až na pár výjimek v plochých kloubech. Klouby nohy jsou převážně málo pohyblivé až na kloub hlezenní.

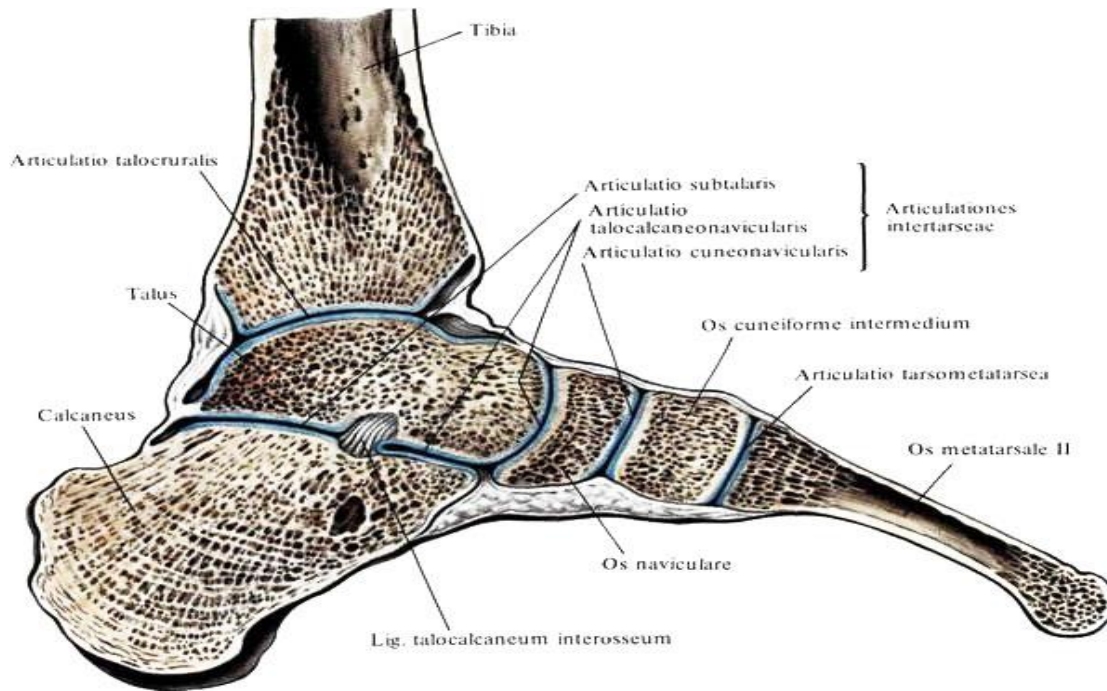
- **Hlezenní kloub - articulatio talocruralis** je to kloub spojující kosti hlezenní a kosti bérce. Hlavici kloubu tvoří – trochlea tali a jamku distální konce kostí bércových. Pouzdro kloubu se upíná na okrajích kloubních ploch. Pouzdro je velmi slabé, a proto je podporováno systémem postranních vazů. Vnitřní postranní vaz **ligamentum collaterale mediale**, je velmi silný vaz srůstající se s kloubním pouzdrem. Má význam pro stabilitu na vnitřní straně nohy. Zevní postranní vaz **ligamentum collaterale laterale**, je slabší než vnitřní. Je hlavním stabilizátorem hlezenního kloubu. Je nejčastěji poraněným vazem v komplexu vazů nohy. Horní zánártní kloub je pohyblivý a zajišťuje flexi a extenzi (Dimon, 2009; Dylevský, 2009; Linc & Doubková 2001; Vařeka & Vařeková, 2009; Přidalová & Riegerová, 2002)).
- Kost hlezenní s kostí patní spojuje **subtalární kloub - articulatio subtalaris** jež spojuje spodní plochu talu a horní plochu calcaneu. Má krátké kloubní pouzdro avšak pevně zesílené mezikostním **ligamentum talocalcaneum interosseum** uložené v **sinus tarsi**. Dalším kloubem je **articulatio talocalcaneonavicularis**, který spojuje kost patní, hlezenní a loďkovitou. Pouzdro tohoto kloubu jde od okrajů styčných ploch artikulujících kostí, je zpevněno několika vazy: **ligamentum calcaneonaviculare a bifurcatum**. Oba klouby označujeme společně, jako dolní hlezenní kloub dovoluje tzv. inverzi (flexe, addukce a supinace) a everzi nohy (extenze, abdukce a pronace) (Dimon, 2009; Dylevský, 2009; Linc & Doubková 2001; Vařeka & Vařeková, 2009;).
- **articulatio calcaneocuboidea** – sedlový kloub mezi calcaneem a os cuboideum,

- **articulatio cuneonavicularis** – spojení mezi os naviculare a třemi ossa cuneiformia,
- **articulatio tarsometatarsales** – nacházejí se mezi ossa cuneiformia a os cuboideum,
- **chopartův kloub** – jsou kloubní štěrbiny mezi talem a os naviculare na tibiální straně a calcaneem a os cuboideum na straně fibulární,
- **articulatio metatarsophalangeales** – zajišťuje spojení metatarzů s články prstů,
- **articulatio interphalangeales pedis** – spojení mezi jednotlivými články prstů (Dimon, 2009; Dylevský, 2009; Linc & Doubková 2001; Vařeka & Vařeková, 2009; Přidalová & Riegerová, 2002).



**Obrázek 2. Vazy nohy** (upraveno dle <http://spina.pro/anatomy/soedinenija-kostej/sustavy-nizhnejj-konechnosti/sustavy-stopy/mezhpredpljusnevye-sustavy/klinoladevidnyjj-sustav.php/>)





**Obrázek 3. Klouby nohy** (upraveno dle <http://spina.pro/anatomy/soedinenija-kostej/sustavy-nizhnejj-konechnosti/sustavy-stopy/mezhpredpljusnevye-sustavy/klinoladevidnyjj-sustav.php/>)

### 2.2.3 Svalový aparát

Podle Dylevského (2009) svaly ovládající nohy a prsty nejsou početné. Rozdělují se na dlouhé svaly bérce a vlastní svaly nohy.

Přidalová a Riegerová (2002) rozdělují svaly bérce podle vykonávaných funkcí na tři skupiny, na přední straně bérce je skupina extenzorů, dále zevní skupina provádějící pronaci nohy a na zadní straně bérce je skupina flexorů.

Skupina přední (extenzory):

- **Přední holenní sval - m. tibialis anterior** funkcí svalu je dorzální flexe nohy a její supinace. Během krokového cyklu je aktivní v období postupného zatěžování nohy po dopadu paty, kdy brzdí předonoží při jeho pokládání na podložku. Porucha se projevuje plácavým dopadem předonoží na podložku a dále zakopáváním. Chůze bývá označována jako kohoutí.
- **Dlouhý natahovač prstů - m. extensor digitorum longus** funkce svalu je extenze prstů, everze a extenze nohy.

- **Dlouhý natahovač palce - m. extensor hallucis longus** funkcí svalu je extenze palce a účastní se dorzální flexe v hlezenním kloubu (Dylevský, 2009; Linc & Doubková 2001; Vařeka & Vařeková, 2009; Přidalová & Riegerová, 2002).

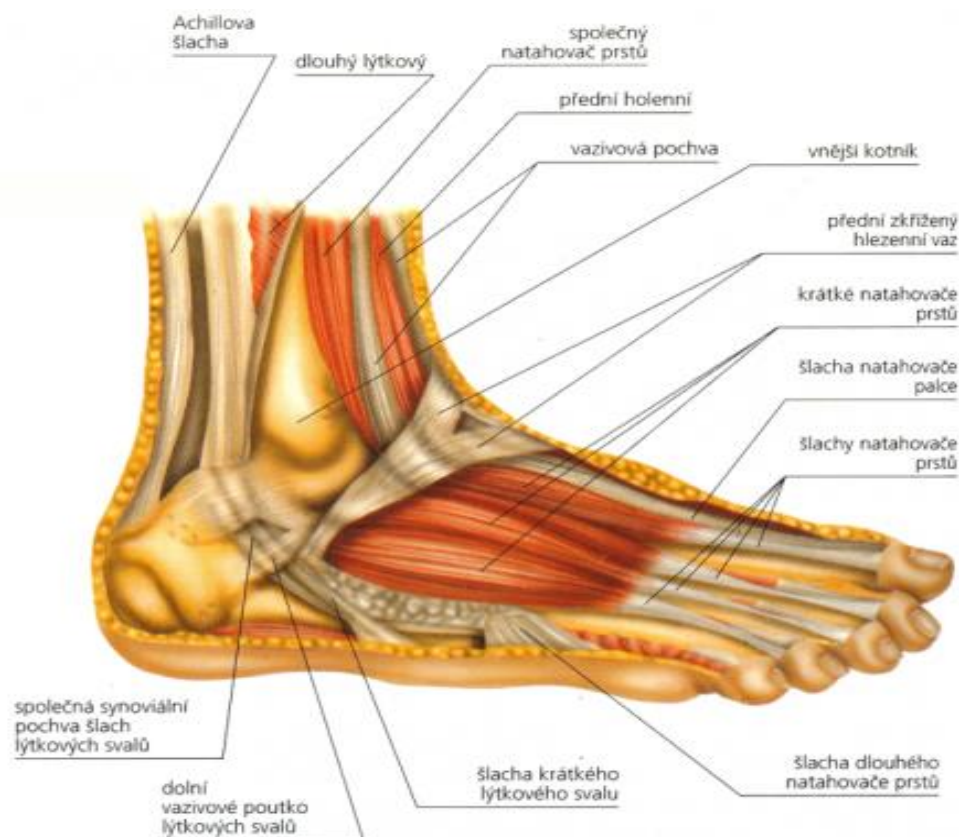
Skupina zevní (pronátory):

- **Dlouhý lýtkový sval - m. peroneus longus** funkcí svalu je flexe a everze nohy. Zajišťuje podélnou i příčnou klenbu nohy. Kolář (1994) uvádí, že u jedinců s kvalitním příčným klenutím se objevuje výraznější aktivita tohoto svalu při výponu na špičkách.
- **Krátký lýtkový sval - m. peroneus brevis** se nachází hlouběji pod m. peroneus longus. Funkcí svalu je působení na pronaci (zdvižení malíkového okraje chodidla) nohy a její abdukci (Dylevský, 2009; Linc & Doubková 2001; Vařeka & Vařeková, 2009; Přidalová & Riegerová, 2002).

Skupina zadní (flexory):

- **Trojhlavý lýtkový sval - m. triceps surae** se skládá ze dvou částí m. gastrocnemius a m. soleus funkcí obou částí svalu flexe nohy (výpon, stoj na špičkách). Účastní se také flexe v kolenním kloubu.
- **Chodidlový sval - m. plantaris** je zakrnělý již na chodidlo nedosahující sval. Je slabým synergistou m. gastrocnemius,
- **Zadní sval holenní – m. tibialis posterior** je uložen nejhlouběji jeho funkcí je podílet se na plantární flexi v transverzotarzálním a hlezenním kloubu. Také provádí supinaci zánoží.
- **Dlouhý ohýbač prstů - m. flexor digitorum longus** funkcí svalu je flexe prstů a plantární flexe v transverzotarzálním a hlezenním kloubu, kde provádí také supinaci. Pokud je svalová nerovnováha mezi krátkými a dlouhými svaly nohy, nastávají často deformity prstů.

- **Dlouhý ohýbač palce - m. flexor hallucis longus** funkcí svalu je podílet se na plantární flexi palce nohy, zejména se účastní zpevnění při odrazu. Dále přispívá k plantární flexi v hlezenním kloubu (Dylevský, 2009; Linc & Doubková 2001; Vařeka & Vařeková, 2009; Přidalová & Riegerová, 2002).



**Obrázek 4. Svaly nohy** (upraveno dle <http://pedikura-olomouc.webnode.cz/anatomie-nohou/>)

Svaly nohy jsou rozloženy nejen na straně plantární, ale oproti ruce i na straně dorzální. Plantární skupina vytváří napětí, které pomáhá k udržení nožní klenby (Linc & Doubková, 2001).

Svaly dorzální:

- **Krátký natahovač palce – m. extenzor hallucis brevis** jehož funkcí je extenze palce,
- **Krátký natahovač prstů - m. extenzor digitorum brevis** jehož funkcí je extenze prstů,

Plantární svaly rozděluje Dungl (1989) na 4 vrstvy:

První vrstvu tvoří 3 svaly:

- **odtahovač palce – m. abductor hallucis** jeho funkci je abdukce palce (odtažení palce od prstů). Podporuje podélnou klenbu;
- **krátký ohýbač prstů – m. flexor digitorum brevis** jeho funkcí je flexe v proximálních kloubech interfalangeálních. Svým tonusem přispívají více než ostatní plantární svaly k udržení podélné klenby;
- **odtahovač malíku - m. abductor digiti minimi** jeho funkcí je abdukce malíku směrem od čtvrtého prstu;

Druhou vrstvu tvoří několik krátkých svalů:

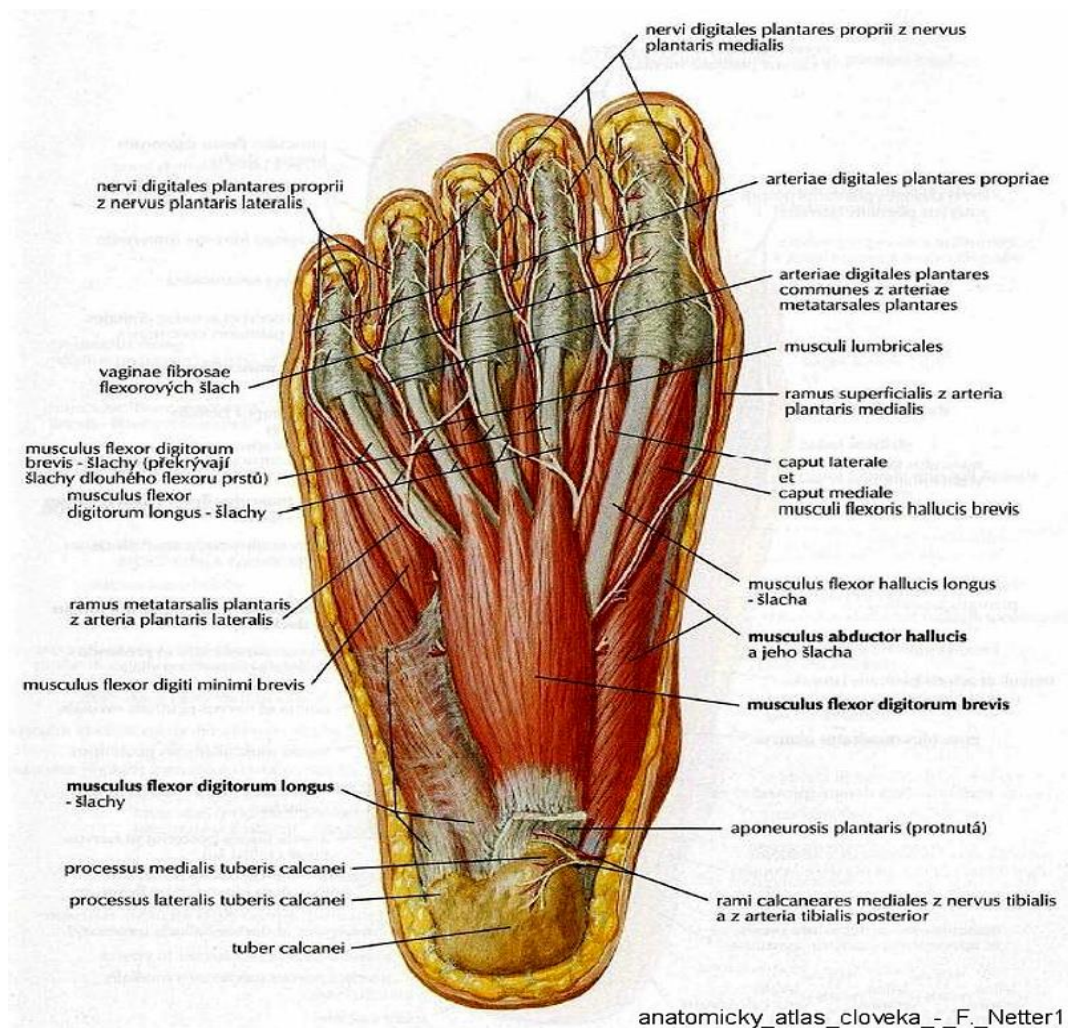
- **čtyřhranný sval chodidlový - m. quadratus plantae** je synergistou m. flexor digitorum longus;
- **červovité svaly - mm. lubricales pedis I. – IV.** jejich funkcí je flexe a extenze distálních článků prstů. Jejich pohyblivost je omezena nízkou pohyblivostí prstových článků.

Třetí vrstvu tvoří:

- **krátký ohýbač palce – flexor hallucis brevis** jeho funkcí je flexe palce a udržení podélné klenby;
- **přitahovač palce - m. adductor hallucis** jeho funkcí je addukce palce k druhému prstu;
- **krátký ohýbač malíku - m. flexor digiti minimi brevis** jeho funkcí je flexe proximálního článku malíku.

Čtvrtou vrstvu tvoří:

- **Svaly mezikostní - mm. interossei plantares et dorsales I. – IV.** funkcí je abdukce od osy procházející druhým prstem (rozevření prstů, flexe proximálních článků, extenze interfalangeálních kloubů) (Dylevský, 2009; Linc & Doubková, 2001; Vařeka & Vařeková, 2009; Přidalová & Riegerová, 2002).



**Obrázek 5. Hluboká vrstva svalů nohy** (upraveno dle Nettera, 2005)

### 2.3 Klenba nohy

Noha je důležitá součástí systému posturální stability. Je to místo, které je nejčastěji v kontaktu s podložkou, přenáší tíhovou sílu těla proti působící reakční síle podložky. Podílí se na generaci sil a je zdrojem proprioreceptivních informací pro centrální nervové centrum. Vyvinula se postupem času, kdy člověk přecházel na chůzi po zadních nohách pro tlumení otřesů a ochraně vnitřních orgánů, hlavy a zejména mozku (Vařeka & Vařeková, 2009).

Statický popis specifického tvaru a funkce nohy vychází z koncepce klenby. Co se týče statiky, tak klenba je útvar, který přenáší zatížení na své pilíře (Přidalová et al., 2006). Klenbu nohy lze také přirovnat k větrem nadmuté plachtě, a díky elasticitě nožních kleneb a změnám svého zakřivení se může noha adaptovat na nerovnosti terénu. Klenba působí jako tlumič těla. Veškerý patologický stav zasahuje do opory těla a to zvláště při běhu, chůzi a udržování vzpřímeného postoje (Kapandji, 1987). Noha je uspořádána do dvou klenebních oblouků (podélného a příčného) (Riegerová et al., 2006). Noha má tři opěrné body: hrbol patní kosti, hlavičku prvního metatarzu a hlavičku pátého metatarzu. Mezi těmito opěrnými body jsou vytvořeny dva systémy kleneb - příčné a podélné (Vařeka & Vařeková, 2009).

Chodidlo jako důležitý orgán lidského těla plní dvě významné funkce:

1. statickou - nese tíhu celého těla, umožňuje stání a vzpřímený postoj,
2. dynamickou - umožňuje pohyb (lokomoci) člověka, zmírňuje údery o podložku při chůzi (amortizace) a přizpůsobuje se tvaru podložky (Novotná, 2001).

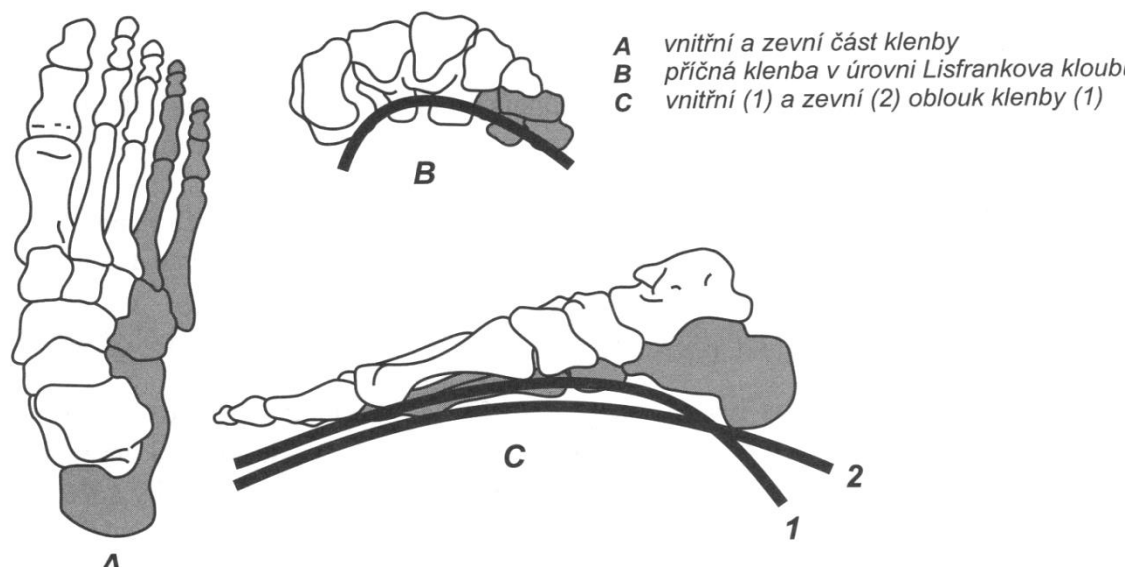
### **Statická funkce chodidla**

Tuto funkci chodidla a jeho přizpůsobivost podložce umožňují podélné a příčné klenby, díky jimž se chodidlo chová jako elastická pružina, která se podle potřeby napíná a povoluje. Na plnění této funkce se podílejí hlavně četné dlouhé a krátké svaly chodidla. Kostí a vazů jsou pouze pasivní ochránci kleneb. Pokud však dojde k povolání svalů, dojde i k propadu kleneb, neboť právě svaly je chrání a udržují (Novotná, 2001).

### **Dynamická funkce chodidla**

Hlezenní kloub tvoří horní a dolní zánártní klouby, umožňuje pohyby ve všech směrech. Stavba kloubů a vazů tyto pohyby omezuje, avšak zajišťuje stabilitu a pevnost chodidel. V horním zánártním jsou možné pohyby dorzální flexe (nárt se přibližuje k bérce) a plantární extenze nárt se oddaluje od bérce. V dolním zánártním kloubu jsou krom dorzální flexe a plantární extenze možné pohyby addukce přední části chodidla ke střední rovině a také abdukce což je naopak odtažení od střední linie. Při addukci dochází k rotaci směrem dovnitř (supinaci) a také k malé plantární extenzi (inverzi). Při abdukci se děje pohyb opačný, tzn. pronace, což je pohyb směrem ven s malou dorzální flexí chodidla (everze) (Novotná, 2001).





**Obrázek 6. Podélná a příčná klenba** (upraveno dle Riegerové et al., 2006)

Absencí aktivního svalového zajištění se obě klenby bortí a vzniká některý typ ploché nohy. Elektromyografické výsledky ukazují, že při normálním zatížení nejsou svaly, které mají udržovat klenbu vůbec aktivovány, ty jsou aktivovány až při zatížení vyšším než je běžná chůze, až poté dochází k jejich kontrakci. Rozdílné jsou také názory na rozložení hmotnosti těla na nohu. Poslední výsledky říkají, že 60 % směřuje na zadní část nohy a 40 % na přední. Nelze vyloučit, že problém spočívá v tom, že aktivně se kontrahující svaly představují dynamickou rezervu, která se uplatňuje až při udržení nožní klenby vystavené zvýšené zátěži. Tyto výsledky samozřejmě nemění nic na faktu, který doporučuje aktivní posilování všech svalů podporujících držení nožní klenby (Dylevský, 2009).

### 2.3.1 Podélná klenba nožní

Podélnou klenbu tvoří podle Novotné (2001); Vařeky & Vařekové, (2009); Přidalové et al., (2006):

- vnitřní (mediální) podélný oblouk,
- vnější (laterální) podélný oblouk,

a) Vnitřní podélný oblouk vede od mediálního výběžku kosti patní (os calcaneus) – ostruhy ke kotníkové kosti (os talus) přes kost loďkovitou (os naviculare) na první klínovou kost (os cuneiforme mediale), podél první zánártní kosti, na jejíž hlavě končí.

Nejvyšší bod mediálního oblouku formuje kost loďkovitá (os naviculare), jejíž dolní báze je vzdálena od země 15–20 mm a vytváří tak prohloubení (prázdnou) podogramu normálního chodidla (Novotná, 2001).

- b) Vnější podélný oblouk vede od laterálního výběžku kosti patní přes krychlovou kost (os cuboideum), podél 5. zánártní kosti, na jejíž hlavě končí. Nejvyšší bod laterálního oblouku tvoří kost krychlová (os cuboideum), jejíž dolní báze je 3–5 mm nad zemí, ale díky tloušťce masitého polštářku je vidět na podložce a vytváří vnější okraj podogramu (spojovací čáru podogramu) (Novotná, 2001).

Kapandji (1987) uvádí, že laterální oblouk je vysoký 3–5 mm, vyplněn je měkkými tkáněmi, jež jsou v kontaktu s podložkou. U vysoké nohy tento kontakt chybí podobně jako u mediálního oblouku avšak u mediálního oblouku je tato situace fyziologická (Vařeka & Vařeková, 2009).

Vařeka & Vařeková (2009) popisují podélné klenutí, jež ohraničuje mediální a laterální oblouk jako zjednodušený model, ve kterém je 5 oblouků, jejichž základem jsou vždy paprsky jednotlivých metatarzů.

Podélná klenba nožná je udržována četným vazivovým aparátem a plantární aponeurózou a sekundárně řadou svalů v oblasti bérce a nohy, jež se zapojují hlavně při dynamické zátěži (Riegerová et al., 2006). Důležitým svalem pro podélnou klenbu je přední holenní sval, jehož úpon táhne vnitřní okraj nohy vzhůru (Dylevský, 2009)

### 2.3.2 Příčná klenba nožní

Příčnou klenbu dělí Novotná (2001) takto:

- přední příčný oblouk,
- zadní příčný oblouk,

- a) Přední příčný oblouk formují hlavy pěti zánártních kostí, vrchol oblouku je v místě hlavy třetí zánártní kosti.
- b) Zadní příčný oblouk formují tři klínové kosti a kost krychlová. Nejvyšší bod oblouku tvoří báze třetí zánártní kosti (Novotná, 2001).

Příčná klenba je podmíněna tvarem a uspořádáním kostí klínových a proximálních metatarzů. Její snahou je dosáhnout částečné absorpce sil, při přenosu tělesné hmotnosti a poskytnutí ochrany měkkým strukturám v plosce nohy (Přidalová et al., 2006).



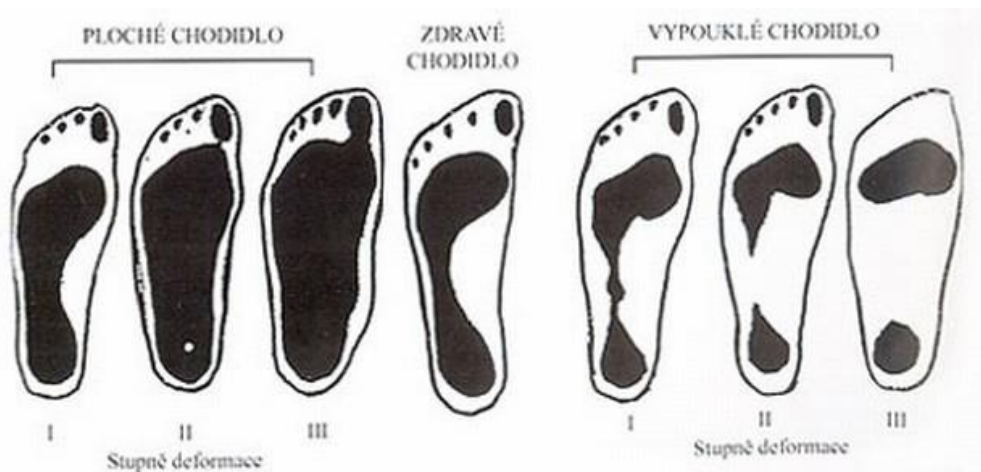
Příčné klenutí vede po celé délce nohy. Tvoří jej řada příčných oblouků, které mají různé tvary podle toho, kde jsou umístěny. Přední oblouk je mezi I. a V. metatarzem. Střední oblouk je umístěn na úrovni klínových kostí a je tvořen dohromady čtyřmi kostmi a spočívá na podložce kosti krychlové. Na úrovni os naviculare a os cuboideum spočívá zadní oblouk příčného klenutí (Vařeka & Vařeková 2009). Pro příčnou klenbu je velmi důležitý a rozhodující šlašitý třmen, který je tvořen šlachami holenního a lýtkového svalu (Dylevský, 2009).

## 2.4 Deformity nohy

### 2.4.1 Normálně klenutá noha

Ideální tvar nohy je velmi těžko určitelný, stává se, že i malá deformita nepůsobí člověku žádné potíže a nemá s ní celý život problém. Normální noha je pružná a nese rovnoměrné zatížení celého těla přes patu až po prsty. Má vytvořenou správnou podélnou a příčnou klenbu, která je stálá i při dynamické zátěži (Dungl, 2014).

Aby byla zajištěna správná funkce nohy, je nutno ji chápat jako orgán relativně rigidní s převahou podpůrné funkce, ale i s velkou možností přizpůsobení se a schopností za určitých podmínek fungovat jako orgán uchopovací. Jak uvádí Věle (1995), primitivní národy, které chodí naboso, mají při chůzi klenbu zvednutou, ale při stožení nohu plochou. Civilizovaný člověk chodící v botách, má sice obuv, která ho má chránit před mechanickým poškozením, ale přitom působí jako dlaho, a proto má člověk klenbu stejnou jak při chůzi tak ve stožení. Z EMG studií vyplývá, že při statické zátěži je klenba nohy držena především ligamenty a při dynamické zátěži se připojí svalová činnost (Kristíníková, 2002).



**Obrázek 7. Stupně plochosti** (upraveno dle <http://www.jindrichpolak.wz.cz/plochenohy.php>)

Pohybovému aparátu dětí je vhodné věnovat zvýšenou pozornost, všimnout si základních věcí jako je stoj a pohyb dítěte. Důležité jsou preventivní prohlídky u lékaře. Pokud možno u zahájení sportovní činnosti provést vstupní prohlídku. Brát zřetel na častější výskyt jinak obvyklých po zátěžových problémech, jako jsou únava nohy, bolest nohy a pocit těžkých nohou (Šelingerová & Hostýn, 2012).

#### **2.4.1 Plochá noha**

Každý pátý člověk má problémy s oploštělou podélnou klenbou. Plochá noha, u které došlo k úplnému zřícení podélné klenby, se však vyskytuje výjimečně (Larsen, 2005).

Plochá noha významně ovlivňuje biomechaniku a kinematiku nohy, potažmo celé dolní končetiny (Gallo et al., 2011).

Plochá noha se dělí dle Sosny et al. (2001):

- vrozená plochá noha,
- získaná plochá noha.

#### **Vrozená plochá noha**

V dětství může být plochá noha způsobena chabými vazy, dále jako součást degenerativních syndromů nebo svalovou slabostí. Při projevech ploché nohy dochází ke snížení nebo k úplnému vymizení podélné klenby nohy. Mediální klenba by měla být zřetelnou po 2. roce života. Značný počet plochých nohou se upraví růstem, avšak prevence je důležitá (cvičení, vhodná obuv). Operační zákrok nastává jen zřídka a to u dětí starších 13 let, kdy bývá nadzvednuta klenba nožní (Sosna et al., 2001).

Pro tuto deformitu je charakteristická absence mediální části podélné klenby nohy doprovázená zvýšenou valgozitou paty a zvednutým zevním okrajem nohy nad podložku. Příčina dětské ploché nohy není přesně určitelná. Nejčastěji je na vině snížená pevnost vazů nebo kloubního pouzdra, mechanické faktory související s obezitou anebo dlouhodobé nošení nevhodné obuvi (Gallo et al, 2011).

U dětí svádí k diagnóze ploché nohy tukový polštář na mediální straně nohy a valgozita nohy. Časté je zkrácené lýtkové svalstvo a Achillova šlacha. Noha se prohýbá ve střední části. Pokud se při stožení na špičkách vytvoří klenba, většinou léčba není nutná. U dětí se někdy objevuje bolestivá plochá noha s omezenou pohyblivostí, tzv. Tarzální

koalice, která vzniká nejčastěji srůstem kosti patní a os naviculare. Toto onemocnění se léčí operací (Kamínek, 2012).

### **Získaná plochá noha**

Je nejčastější ortopedická vada chodidla. Podíl na vzniku má chabé svalstvo, které není v dětství dostatečně stimulováno pohybem nebo vhodnou obuví, dále pak špatně zhojené zlomeniny bérce, ochrnutí některých svalů důležitých pro udržení správné klenby chodidla, a rovné, tvrdé povrchy, po nichž se pohybujeme (betonové chodníky, podlahy atd.) (Novotná, 2001).

Tato deformita může vzniknout v každém věku po ukončení růstu působením několika různých příčin, nejvýznamnější úlohu má dlouhodobé přetížení. Další příčinou je dlouhé stání, zpravidla v nevhodné obuvi. V minulosti jednou z příčin byla také nedostatečná výživa. Plochá noha bývá doprovázena bolestmi nohy ve stoji a při chůzi (Dungl, 2014).

Důležitou roli pro vznik ploché nohy hraje také poškození funkce **m. tibialis posterior**. Stejně jako u dětí spočívá léčba ve cvičení a nošení ortopedických vložek do bot, případně úprava bot (Kamínek, 2012).

Riegerová et al. (2006) definuje deformitu ploché nohy takto:

1. stupeň – tvar nohy je zachovaný, ale při chůzi či dlouhém stoji dochází k bolesti a pocitu únavy,
2. stupeň – podélný oblouk klesá v zatížení, po odpočinku se noha vrací zpět do správného postavení,
3. stupeň – jde o plochou nohu, kdy nožní klenba zůstává oploštělá, ale lze ji pasivně dát do normálního stavu,
4. stupeň – na rozdíl od předcházejícího stupně se již pasivně noha nedá zformovat a zůstává fixovanou deformitou, nastává pronace a rozšíření předonoží, palec je tlačěn do valgózního postavení.

U čtvrtého stupně může dokonce docházet ke zlomeninám kostí, zejména kosti patní, vzniku křečových žil a otoků (Sosna et al., 2001).

### **2.4.3 Příčně plochá noha**

Vzniká nejčastěji u žen a to po 30. roce života. Nejčastěji panuje názor, že je to kvůli nošení nesprávné obuvi, například nošení obuvi s vysokým podpatkem, čímž je přetěžováno předonoží. Další příčinou také může být nadváha (Sosna et al., 2001).

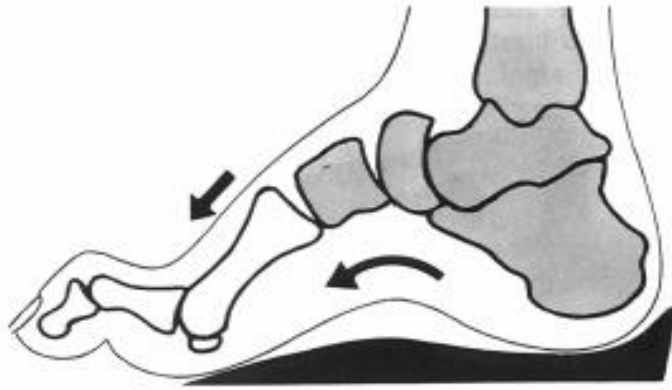
Bolest vzniká přetížením hlaviček metatarzů a vytváří se bolestivé otlaky v přední části nohy. Léčení je stejné jako u podélné ploché nohy - cvičení, vložky do bot a správná volba nezávadné obuvi. Nejčastěji se volí speciální vložky do bot, jimž se říká srdíčka (Kamínek, 2011).

Jako příčně plochá noha se označuje stav, kdy dojde k narušení normálního způsobu přenosu sil hlavičkami metatarzů, výsledkem je chronické přetížení některých nebo všech metatarzů, které snižují schopnost člověka snášet statické zatížení (Gallo et al., 2001).

### **2.4.4 Vysoká noha**

Jedná se o vyklenutí podélné klenby nohy s rozšířením příčného klenutí a s hlavičkami prstů vyklenutých do plosky. Nejlehčím stupněm je tzv. vysoký nárt. Vysoká noha nemá řádný kontakt s podložkou v místě středonoží a proto není schopna absorbovat všechny nárazy. Příčiny ploché nohy mohou být v důsledku zkrácení m. tibialis posterior a m. peronei, nerovnováhy svalů plosky nohy nebo nošení příliš krátké obuvi nebo obuvi s podpatky (Riegerová et al., 2006).

Vysoká noha se vyznačuje plantární flexí předonoží s přetížením I. a V. metatarzu a přechází z pouhé tvarové odchylky do rigidní deformity s drápotivými prsty a těžkými otlaky. Pata bývá v lehké valgozitě. Bříška prstů postupně ztrácejí kontakt s podložkou a veškerá hmotnost je přenášena na hlavičky metatarzů. Při této deformitě je porušeno normální odvíjení nohy během krokového cyklu, je zkrácena švihová fáze z důvodu ztráty pružnosti chůze. Délka kroku je zkrácena až o délku chodidla, protože člověk může mít problém s rovnováhou, tudíž dělá menší kroky (Dungl, 2014).



**Obrázek 8. Vysoká noha** (upraveno dle <http://prozdravenohy.cz/?p=205>)

#### 2.4.5 Varozita a valgozita nohy

Při hodnocení stavu morfologie nohy je také často sledována valgozita a varozita nohy. Varozita je postavení jedné části vůči druhé v inverzi. Jedná se o deformitu zánoží nebo předonoží rozdělující se do několika typů. Varózní předonoží je postavení plochy metatarzů v inverzi vzhledem k ploše kalkanea a valgozita je v everzi obou těchto částí (Valmassy, 1995).

#### 2.5 Deformity předonoží

Palec a jeho ukotvení je z hlediska evoluce velmi slabé místo. Vytváří se **hallux valgus**, což znamená, že je palec vbočený do x. Postižení jsou především mladí lidé z důvodu dědičnosti a lidé nad 50 let. Dále se vyskytuje **hallux rigidus** neboli základní artróza kloubu palce. Toto onemocnění zpravidla vzniká až po 40. roku života (Larsen, 2005).

#### Hallux valgus

Je nejčastěji získanou deformitou prstů. Příčinou bývá nošení špatné proporční obuvi. Tato deformita bývá obvykle doprovázena vychýlením I. metatarzu. Objevuje se velmi často u podélně ploché nohy, kdy bývá zpravidla přetěžován hlavní kloub palce a také u lidí, kteří mají špatný typ chůze špičkami od sebe 30°. Rozšířením prstní části nohy se zvyšuje tlak, a tím se zvyšuje exostóza (povrchový kostní výrůstek z tkáně kosti nebo chrupavky), Vyboučený palec při zhoršení pružnosti chůze způsobuje časté bolesti a zvyšuje její únavnost (Riegrová et al., 2006).

Dungl (2014) charakterizuje tuto deformitu jako valgózní postavení palce zvýšenou varozitu I. metatarzu a mediální prominenci jeho hlavice, celý palec je rotovaný mediálně. Objevuje se nejčastěji ve spojení s deformitou jiných prstů a příčným rozšířením nohy.

Gallo et al. (2011) popisuje průběh deformity, kdy se palec vychyluje stále více laterálně, naopak jeho báze se sklouzává směrem k II. metatarzu a hlavice I. se posunuje mediálně. Tak vzniká subluxace (neúplné vykloubení) v I. metatarzofalangeálním skloubení a posouvají se sezamské kůstky a šlachy abductoru a dlouhého extenzoru palce. Na mediální straně kloubu se vytváří burza (malý váček v okolí kloubů a šlach vyplněný viskózní hlenovou tekutinou). Palec tlačí na sousední prsty a ty se vychylují.

Byla vytvořena 3 - stupňová klasifikace valgózního vyosení palce. Gallo et al. (2011) ji popisuje takto:

- **mírný stupeň deformity** – valgozita palce je menší než  $20^\circ$ . Úhel mezi I. a II. metatarzofalangeálním kloubem je menší než  $11^\circ$ ,
- **střední stupeň deformity** – valgozita palce je mezi  $20^\circ$  –  $40^\circ$ . Úhel mezi I. a II. kloubem je mezi  $11^\circ$  a  $16^\circ$ ,
- za **závažnou deformitu** se považuje ta, co má větší valgozitu palce a úhel mezi I. a II. kloubem větší než je u stupně střední deformity.

Michaud (1997) uvádí 4 stupně vzniku hallux valgus:

1. Proximální článek palce obvykle působí jako stabilizátor pro příčné svaly nohy. První stupeň hallux valgus vzniká kvůli nestabilitě v metatarzofalangeálním kloubu při pohybu subtalárního kloubu, který je v pronaci. Palec nemůže plnit svou stabilizační funkci a navíc se posouvá ve směru kontrakce příčných svalů dovnitř.
2. Druhý stupeň hallux valgus plynule navazuje a rozvíjí první stupeň. Práce adduktoru palce, dlouhých flexorových a extenzorových šlach umocňuje boční posun palce, tyto struktury fungují jako významná páka pro jeho vbočování. Pokud se vyskytuje tento stupeň v průběhu růstového období, funkční adaptace této deformace se stává trvalou.

3. Práce svalů, která způsobuje vbočování palce v druhém stupni, pokračuje, dokud se distální článek palce nenatlačí na sousední prst. Zpětný rotační moment působí zpětně na první metatarzus, který podléhá addukci.
4. Čtvrtý konečný stupeň vzniká soustavným zatěžováním vbočeného palce během pohybu anebo následkem vykloubení metatarzofalangeálního kloubu.

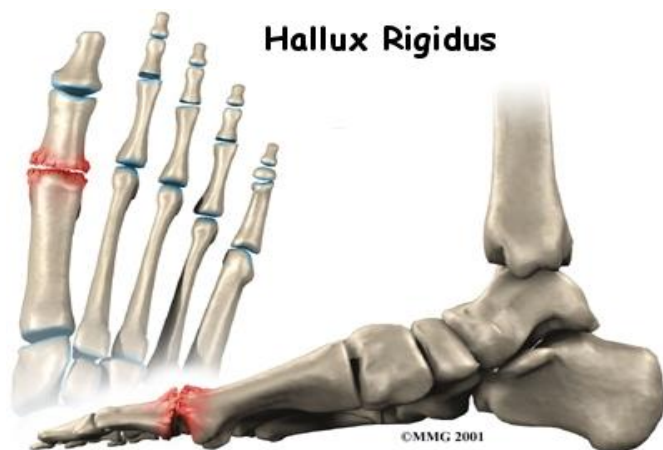
Terapie se volí podle stupně deformity. U mírného stupně se užívá konzervativních metod, což jsou různé korektory valgozity palce, které se vkládají mezi I. a II. prst. U závažnějších deformit se volí speciální ortopedická obuv anebo operační léčba (Dungl, 2014).



**Obrázek 9. Hallux valgus** (upraveno dle <http://prozdravenohy.cz/?p=205>)

### **Hallux rigidus**

Výskyt této deformity, jemuž se přezdívá tzv. ztuhlý palec je méně častý než hallux valgus, obvykle je postižená pouze jedna strana. Většinou se toto onemocnění vyskytuje u řidičů z povolání a např. u fotbalistů z důvodu jejich profesní zátěže. Bývá postižena extenze i flexe kloubu. Nejčastěji se bolest dostavuje při chůzi (Gallo et al., 2011). K této deformitě dochází vlivem arthritidy nebo arthrózy k postupnému omezování pohybu v kloubu (Riegrová et al., 2006). Je doprovázena velkou tvorbou osteofytů. Příčinou mohou být opakovaná zranění (Kamínek, 2011). Mezi další příčiny patří nošení nevhodné obuvi. Nošení pevné obuvi z nepoddajného materiálu vede k částečné úlevě od potíží (Dungl, 2014).



**Obrázek 10. Hallux rigidus** (upraveno dle <http://www.ortopedicka-ambulance.cz>)

### **Hallux varus**

Jedná se o vadu, při které je palec odchýlen v metatarzofalangeálním kloubu mediálně, jednostranně nebo oboustranně. Tato deformita se nejčastěji nachází u mužů a dětské obézní populace (Riegerová et al., 2006).

### **Digitus malleus**

Jedná se o kladívkový prst, flekční deformita v kloubu prstu dosahuje až 90°. Na bříšku kladívkového prstu se vytváří bolestivé otlaky. Tato deformita nejčastěji doprovází příčně plochou nohu a valgózní deformitu palce. Za vznik se považuje snaha o odlehčení přetížených metatarzů (Sosna et al., 2001).

### **Digitus V. varus**

Malík vbočený směrem dovnitř. Vzniká podobně jako vbočený palec jako součást deformity předonoží. (Gallo et al, 2011). Nad hlavičkou metatarzu vzniká prominence a také bolestivý otlak (Kamínek, 2011).

## **2.6 Biomechanické základy pohybu nohy fotbalisty**

Základním pohybem fotbalisty je běh, jedná se o lokomoční pohyb, základním rozdílem oproti chůzi je absence fáze dvojí opory, což znamená, že tělo je na chvíli zcela bez kontaktu s opornou bází (Velé, 2006).

Velé (2006) rozděluje běh na švihovou a opornou fázi:



## **Švihová fáze**

Švihová fáze je delší než fáze oporná. Při rychlém běhu se noha opírá pouze o bříška metatarzů a prstce, na rozdíl od pomalého běhu, kde je oporná plocha větší. Švihová noha je pokrčená a tím přibližuje hmotnost končetiny blíže ke kyčli, čímž snižuje moment setrvačnosti a je zvýšena úhlová rychlost švihů nohy, a tím se posouvá pohyb těžiště směrem vpřed (Velé, 2006).

## **Oporná fáze**

V oblasti kotníku a nohy při běhu vzniká dorziflexe a plantární flexe. M. soleus a mm. gastrocnemius pracují během celé fáze opory i odrazu s maximem při odvíjení prstů. Významné jsou v této fázi svaly nohy, které reagují spoluprací při adaptaci na terén, po kterém se běží (Velé, 2006).

Způsob přenášení hmotnosti těla při chůzi je mechanismus jednoduché páky. Oporná plocha nohy je svalovou činností flexorů a krátkých svalů nohy rozšířená tak, že hmotnost těla nedopadá jen na ossa metatarsalia, ale i na plochu prstů. Prsty nesmí být deformované a musí ležet na podložce. Dlouhý ohýbač palce a prstů svojí činností fixuje distálně články prstů k podložce. Krátký ohýbač palce a prstů fixuje střední články a proximální článek palce. Jakmile jsou svaly lehce porušené, jsou články prstů odtáhnuté od podložky. Svalová nerovnováha je základem vzniku různých deformit (Velé, 2006).

## **2.7 Vlivy, které ovlivňují nohu člověka**

Podle výzkumu, který provedla Blažková (2009) u dětí předškolního a mladšího školního věku, může noha měnit svůj tvar i v průběhu dne, co do objemu, ale i do obvodu vlivem únavy jako je např. psychika člověka, nadváha, pracovní poloha (určená typem pracovní činnosti), nošení špatné obuvi. Důležitým faktorem je také kvalitní spánek, který funguje jako prevence tvarových změn. Stejně tak kvalita obuvi, kdy převážně materiál svršku přichází do těsného kontaktu s nohou, a měl by dávat noze nutný prostor k pohybu pro plnění správné funkce.

Nejvíce ovlivňuje zhoršení zdravotního stavu nohy u sportovní mládeže nedodržení zásad správného tréninku, jednostrannost, nesprávně zvolená intenzita zatížení s ohledem

na věk sportovce, vstupní kondiční připravenost a špatná obuv (velikost, tvar a materiál) (Šelingerová & Hostýn, 2012).

Průměrná životnost sportovní obuvi je 550 km až 600 km v režimu běhu. Používáním lacinějších umělých materiálů v obuvi vede k poškození klenby, svalstva a kloubů nohy. Při chůzi dochází až k 15% změně objemu nohy než při stoji. Správná bota by měla poskytovat dostatek prostoru noze k pohybu uvnitř a měla by se přizpůsobit objemovým změnám (Šelingerová & Hostýn, 2012).

## **2.8 Metody hodnocení nožní klenby**

Jde převážně o měření antropometrických bodů a parametrů ve statické poloze ve stoji či v sedu anebo měření dynamického charakteru při chůzi (Riegerová et al., 2006).

Mezi základní metody náleží vizuální kvalitativní hodnocení, patří zde chůze normální, po patách, po špičkách po mediálních a poté laterálních okraji chodidla. Takto získáváme informace o omezeném pohybu nohy. Pozorováním - aspekty zjišťujeme první známky jednotlivých deformit ať už vrozených či získaných (Dungl, 2014; Riegerová et al., 2006).

Další metodou je antropometrické měření, během něhož jsou zaznamenávány standardizované antropometrické rozměry jako jsou délky, šířky, obvody (výška klenutí, podélné klenutí, úhel zánoží) (Riegerová et al., 2006).

Rentgenologické metody se využívají spíše v lékařské praxi než při antropometrických měření a velmi často u malých dětí ke zmapování vrozených deformit nohy (Dungl, 2014). Rentgenologicky se hodnotí výško-délkový index nohy, úhly kalkaneálního inklinčního a předonoží-zánoží (Riegerová et al., 2006).

Klenbou nohy u dětí a její deformací se zabývá řada studií.

Jednou z nich je bulharská studie, které se zúčastnilo celkem 412 dětí ve věku od 6 do 10 let. Z toho bylo 190 chlapců (46,12 %) a 222 děvčat (53,88 %). Hlavním cílem studie bylo zkoumání četnosti výskytu ploché nohy a míra ochabnutí nožní klenby u dospívajících dětí. Měření probíhalo metodou plantografu a výpočtem Chiznina indexu. Pokud nabýval

Chizhinův index (Jedná se o plantografickou metodu ke zkoumání plochosti nohou, v České republice bývá málo využívána. Byla vytvořena prof. I. M. Chizhinem ve 30. letech 20. století) hodnot do 1,0, noha byla klasifikována jako normální (zdravá). Pokud to bylo v rozmezí 1,0-2,0 klenba nožní byla hodnocena jako spadá (propadá), při hodnotách vyšších než 2,0 je noha klasifikována jako plochá (Mitová et al., 2015).

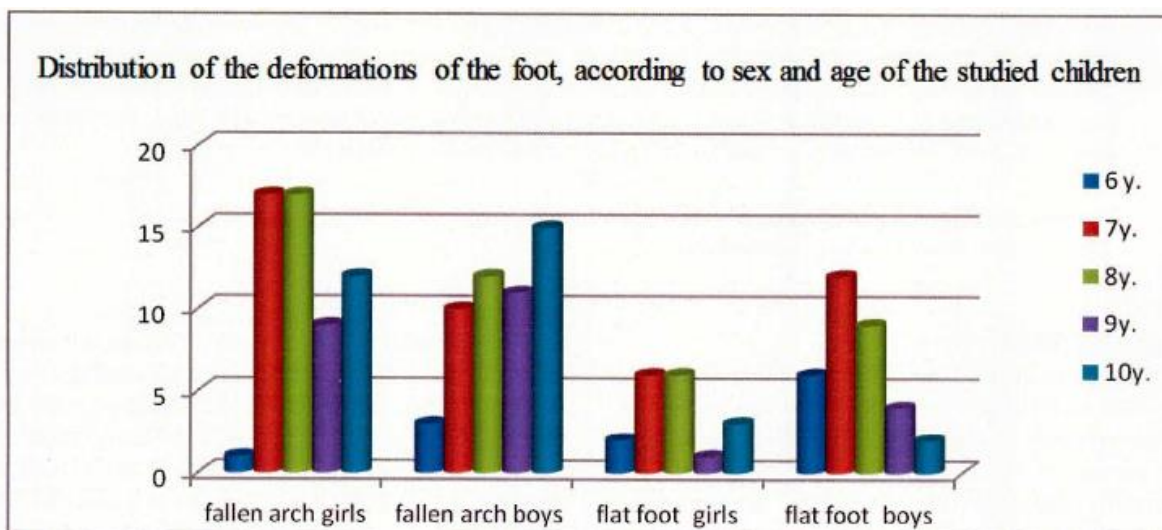
Děti byly ve studii rozděleny do 5 skupin podle věku: 6 let - 24 dětí, 7 let - 126 dětí, 8 let - 103 dětí, 9 let - 91 dětí, 10 let - 68 dětí (Tabulka 1).

**Tabulka 1. Výsledky výzkumu nožní klenby podle Chizhinova indexu (Mitová, 2015)**

	Počet probandů	Počet dětí se spadlou klenbou nebo plochou nohou	Vyjádřeno v %
6 let	24	12	50
7 let	126	45	35,71
8 let	103	44	42,72
9 let	91	25	27,47
10 let	68	32	47,06

Z výzkumu tedy vyplynulo, že ze 412 dětí trpí plochou nohou nebo spadlou klenbou nožní 38,35 % - z nich má 26,21 % (108 dětí) spadlou klenbou a 12,14% (50 dětí) plochou nohou (Mitová et al., 2015).

Konkrétní výsledky lze vyčíst z následujícího obrázku:



**Obrázek 11. Výsledky výzkumu nožní klenby (upraveno dle Mitové et al., 2015)**

Dalším výzkumem se zabýval Jankovič (2001), který dospěl k závěru, že je v období pubertálního růstového spurtu nejčastější deformitou v oblasti dolní končetiny plochá noha, respektive zhroucení nožní klenby.

Výzkum byl proveden s 30 probandy fotbalové školy FC Radnicki ze Svijanacu. Věkové rozmezí probandů se pohybovalo od 11 do 13 let. Výzkum byl zaměřen na hodnocení morfologie nohy. Otisky nohou, byly získány pomocí plantografické metody. Získaná data byla zpracována a interpretována pomocí Thomsenovy metody. Výzkum se zaměřoval především na stav obou kleneb nožních.

Z výsledků vyplývá, že pouze 7 jedinců (23,3 %) má normálně klenutou nohu. Ostatních 23 probandů (76,67 %) trpí ve větší či menší míře plochostí nohy. Nicméně podle metody Thomsena se výsledky liší - viz Tabulky 2 a 3.

**Tabulka 2. Výsledky výzkumu nožní klenby podle Thomsenovy metody, levá noha**  
(Jankovič, 2001)

Status nohy	Normálně klenutá noha	1. stupeň (1-30 %)	2. stupeň (31-60 %)	3. stupeň (61 % a více)
		Propadlá klenba	Propadlá klenba	Propadlá klenba
Počet probandů	11	15	3	1
Vyjádření v %	37	50	10	3

**Tabulka 3. Výsledky výzkumu nožní klenby podle Thomsenovy metody, pravá noha**  
(Jankovič, 2001)

Status nohy	Normálně klenutá noha	1. stupeň (1-30 %)	2. stupeň (31-60 %)	3. stupeň (61 % a více)
		Propadlá klenba	Propadlá klenba	Propadlá klenba
Počet probandů	10	18	1	1
Vyjádření v %	34	60	3	3

### 2.8.1 Plantografie

Výhodou plantografie je trvalá dokumentace, umožňující získat informace o nožní klenbě při plném zatížení vestoje a objektivní číselné vyjádření dále její jednoduchost a nízká finanční náročnost (Riegerová et al., 2006).

Přístroj na získání otisku podograf je umělohmotná krabice, ve které je vložen pohyblivý rám, v němž je napnutá gumová membrána. Vrchní strana membrány je stále čistá, na tuto stranu si vyšetřovaný stoupne bosou nohou. Naopak druhá strana membrány se přemaže inkoustovou barvou. Rám se přiklopí na čistý papír, kde je poté, co člověk sestoupí z podografu otisknuta jeho noha, jež se nazývá podogram nebo také plantogram. Na podograf si nejdříve člověk stoupne jednou a následně druhou nohou. Využívá se i dynamický způsob snímání otisku, a to když člověk chůzí přejde přes podogram (Novotná, 2001).

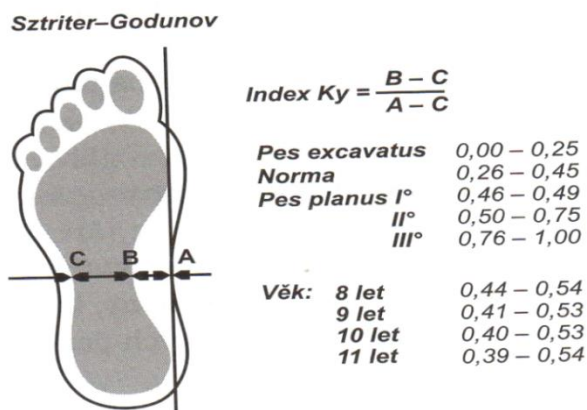
Dříve se používaly ke zhotovení plantogramu i jiné metody, např. metoda podle Freiberga, kdy se chodidlo potřelo alkoholovým roztokem taninu, a po zaschnutí otisku na papíře se plantograf zobrazil pomocí roztoku chloridu železitého. Dále se používaly k otisku nohy razítkové barvy, fotografické vývojky, daktyloskopický vosk anebo otisk na fotopapír (Dungl, 2014).

## **Metody pro hodnocení plantogramu**

### **Metoda Sztriter-Godunov**

Používá pro hodnocení nožní klenby index „XY“ na jehož základě se určuje stav nožní klenby (Kopecký, 2004).

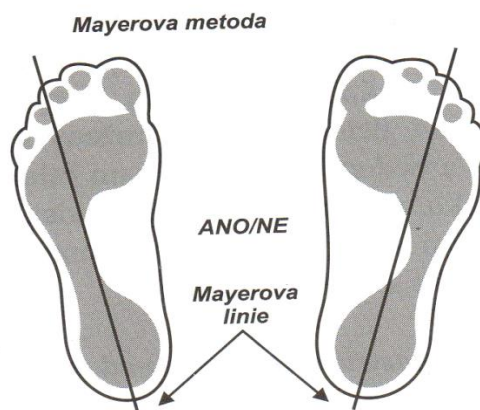
Metoda vzniká dle Kopeckého (2004) takto k mediální tečně otisku nohy je vztyčena kolmice v nejužším místě plantogramu. Její průsečík s tečnou je označen jako bod A, průsečík s vnitřním okrajem jako bod B a s laterálním okrajem jako bod C. Poměr bodů AB a BC vyjadřuje číselnou hodnotu „XY“. Stejně jako u metody Chippaux-Šmířáka se zde stanovují jednotlivé stupně nohy podélné ploché, vysoké a normální.



**Obrázek 12. Metoda Sztriter-Godunov** (upraveno dle Kopeckého, 2004)

### Metoda Mayera

Tato metoda je pro hodnocení nožní klenby ta nejjednodušší. Vyhodnocení vychází z přímky, která vede středem z nejnižšího bodu paty k vnitřnímu okraji čtvrtého prstu. Pokud šíře otisku střední části nohy překrývá tuto linii na mediální straně otisku, hodnotíme tento stav jako snížení podélné klenby nohy (Kopecký, 2004).



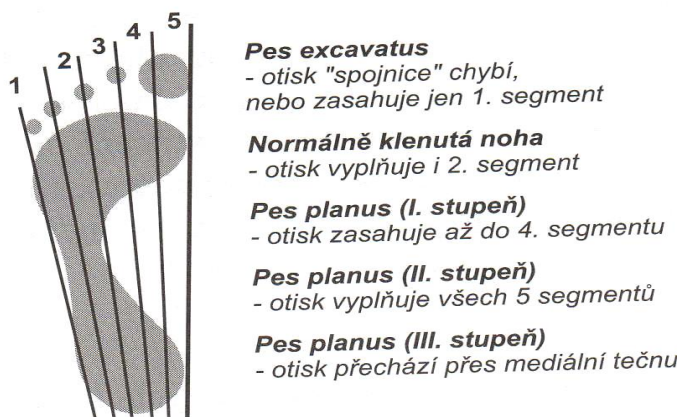
**Obrázek 13. Mayerova metoda** (upraveno dle Kopeckého, 2004)

### Metoda segmentů

U metody segmentů jsou spojeny body v nejširším místě paty a předonoží. Získané úsečky jsou označovány jako diametr. Úsečky jsou rozděleny na 5 částí, jež jsou označeny čísly 1 až 5 počínaje laterální stranou. Příslušné dvojice bodů jsou pak spojeny podélnými přímkami, plantogram je tedy rozdělen na 5 segmentů. Plantogram se hodnotí na základě šířky otisku obvykle v nejužším místě, které odpovídá linii mezi os cuboideum a os cuneiforme mediale. Tento diametr se označuje jako spojnice. Šíře této spojnice a její

lokalizace vzhledem k vytyčeným segmentům je parametrem pro klasifikaci ploché nohy (Purgarič, 1994).

**Metoda segmentů** (Purgarič, 1994)

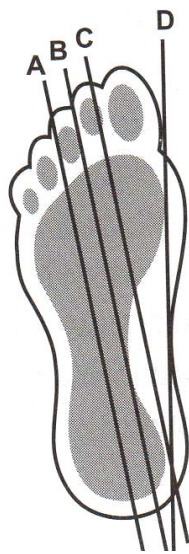


**Obrázek 14. Metoda segmentů** (upraveno dle Purgariče, 1994)

### **Metoda Godunova**

Hodnocení vychází ze základní linie plantogramu, která se vytváří od zadního okraje paty a středu mezery mezi 3. a 4. prstem (linie A). Linie C je rovnoběžná s linií A, je vedena z nejmediálnějšího okraje paty. Linie B je vedena jako rovnoběžka v poloviční vzdálenosti mezi liniemi A a C. Linie D je spojnici mediální tečny plantogramu. Hodnotí se střední část plantogramu. Pokud dosáhne otisk po linii A, nejde o pokles klenby, pokud dosahuje mezi linií A a B, jde o I. stupeň ploché nohy, mezi linie B a C, jde o II. stupeň, mezi linie C a D jde o III. stupeň. A pokud přesahuje linii D, jde o IV. stupeň ploché nohy (Urban, 2000).

Godunov (Brozmanová, 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

**Obrázek 15. Metoda Godunova** (upraveno dle Brozmanové, 1999)

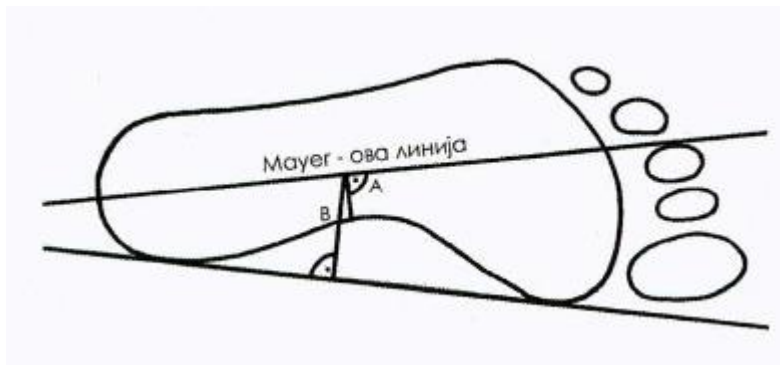
### **Thomsenova metoda**

Thomsenova metoda se podle Jankoviče (2001) provádí následujícím způsobem. Vytvoří se linie ze středu paty, která je přesně určena pomocí plantogramu, tato linie vede k vnějšímu okraji 3. Prstu tvoří hraniční linii mezi normální a plochou nohou. Je známa rovněž jako Mayerova linie. Pokud otisk prstů nepřekročí linii vedoucí po mediálním okraji nohy, je noha posuzována jako normální v rámci kritérií této metody. Při překročení otisků prstů přes mediální linii, je noha posuzována jako noha se spadlou (zborcenou) podélnou klenbou, ovšem je zapotřebí další analýza pomocí plantogramu. Dalším krokem je tedy nakreslení tangentu (=mediální linie) spojujícího nejpřednější část otisku vnitřního okraje paty a otisku předonoží. Poté je Mayerova linie spojena pravítkem kolmo s nejbližší částí otisku, někde kolem prostředku chodidla, vzniká tzv. linie segmentu A, měří se na přesnost v milimetrech. Následně z totožného místa Mayerovy linie vede linie segmentu B (opět měříme v milimetrech), která vede kolmo k tangentu spojujícího patu a přední nohu. Po získání těchto dvou hodnot, spočítáme pomocí kalkulačky procentuální index podélné klenby nožní. Výpočet se provádí pomocí vztahu  $A/B \times 100$ . Získaná procenta ukazují stupeň spadnutí podélné klenby, podle následujícího kritéria (Jankovič, 2001):

- 1-30 % = 1. stupeň spadlé klenby,
- 31-60 % = 2. stupeň spadlé klenby,
- více než 61 % = 3. stupeň spadlé klenby.



Nevýhodou této metody je, že lidem s normálním klenutím nožní klenby vyjde index roven nule. To může značně komplikovat statistické zpracování dat (Jankovič, 2001).



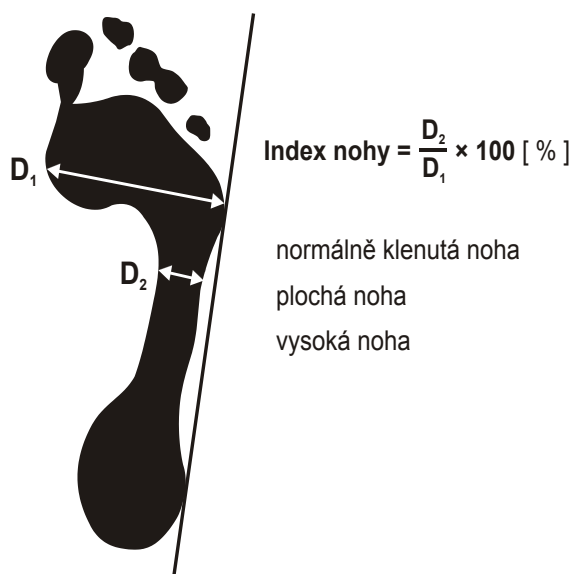
**Obrázek 16. Thomsenova metoda** (upraveno dle Jankoviče, 2001)

### 2.8.2 Metoda Chippaux-Šmiřáka

Podle Klementy (1987) jde o indexovou metodu, která se zjišťuje poměr mezi nejširším a nejužším místem plantografu a měří vzdálenost okrajů otisků na kolmici k laterální tečně plantografu. Z uvedených vzdáleností okrajů nohy se vypočítá index nohy. Vysoká noha se vyhodnocuje na základě změření distance mezi otisknutou patní a přední částí nohy plantografu v centimetrech.

Klementa (1987) na základě statistického zhodnocení výsledků výzkumného vzorku zjistil určitou variabilitu a stanovil normy pro jednotlivé stupně nohy podélné ploché, vysoké a normální.

## Chippaux (1947) & Šmírák (1960)



Noha normálně klenutá:

1. stupeň od 0,1 % do 25,0 % (N1)
2. stupeň od 25,1 % do 40,0 % (N2)
3. stupeň od 40,1 % do 45,0 % (N3)

Noha plochá:

1. stupeň od 45,1 % do 50,0 % - mírně plochá (P1)
2. stupeň od 50,1 % do 60,0 % - středně plochá (P2)
3. stupeň od 60,1 % do 100,0 % - silně plochá (P3)

Noha vysoká:

1. stupeň od 0,1 cm do 1,5 cm - mírně vysoká (V1)
2. stupeň od 1,6 cm do 3,0 cm - středně vysoká (V2)
3. stupeň od 3,1 cm a výše - velmi vysoká (V3)

**Obrázek 17. Index nohy – determinace podélně ploché nohy** (upraveno dle Riegerové et al., 2006).

### 2.8.3 Přístrojová technika měřící rozložení tlakových sil na chodidle

Pokud dochází ke změnám v morfologických parametrech nohy, pak nastávají změny funkční, které zpětně ovlivňují morfologii. Funkční změny je možno vyšetřit aspektivně při chůzi nebo prostřednictvím přístrojové techniky, která zaznamenává rozložení sil a tlaků v oblasti chodidla. Této problematice se věnuje široké spektrum odborných prací (Riegerová, 2006).

Zatloukalová (2000) popisuje největší tlak nohy, která má neporušenou podélnou a příčnou klenbu při chůzi v oblasti I. až V. metatarzu a oblasti paty. Při porušení klenby se zvyšují hodnoty tlakových sil (např. u vysoké nohy), nebo se jejich maxima přesouvají na jiné oblasti chodidla.

### Footscan

Jedná se o zařízení, které slouží pro měření tlakových sil na kontaktu chodidla s podložkou při statických a dynamických situacích. Pomocí tohoto přístroje je možné určit vertikální složky reakční síly. Slouží k určení základních parametrů funkce nohy nejen ve vybraných sportovních disciplínách. Přispívá k hodnocení morfologických parametrů nohy, přestože jsou používány trochu odlišné normy než u klasické podografie (Přidalová, 2002).



**Obrázek 18. Plošina Footscan** (upraveno dle <http://www.rsscans.com/footscan>)

### **Pedar S5**

Jde o přesný systém, který slouží k měření rozložení a monitorování tlaku a zatížení obuté nohy. Pedar S5 je spojen s PC, pracuje na platformě Windows, zaznamenává vysoce přesné kalibrované hodnoty, jeho pokrytí je přes celou nohu tlakovými senzory a snímá rychlostí 10 000 impulsů za sekundu (Zatloukalová, 2009).

Ve výzkumu, který provedla Zatloukalová (2009), se tímto přístrojem prověřovalo tlakové rozložení chodidla, když člověk došlápně na nerovnost v oblasti I. metatarzu. Z výsledků vyplývalo, že zdravý člověk si s touto nerovností neměl problém poradit. U mužů byla tlaková odezva větší než u žen.

Dalším výzkum kde s použitím systému Pedar tentokrát s označením X provedl Wiegierinck (2009). Výzkum byl zaměřen na porovnání zatížení nohy při běhu v tréninkové obuvi a obuvi závodní. Pro testování byly vybrány boty Nike Air Pegasus (tréninková obuv) a Nike Air Zoom Katana IV (závodní obuv). Při studii se vycházelo z faktu, že tréninková obuv má pružnější a širší mezipodešev tlumící nárazy více než obuv závodní. Z tohoto důvodu byla vytvořena hypotéza, že tlakové síly působící na oblast nohy při běhu budou vyšší u závodní obuvi.

Studie se zúčastnilo 37 sportovců (17 žen a 20 mužů) ve věku 19 až 25 let. Během studie měli testovaní za úkol uběhnout subjektivně zvoleným tempem minimálně 10 mil za týden. Průměrně se však uběhnutá vzdálenost pohybovala mezi 13 až 45 mílemi týdně, v závislosti na běžeckých schopnostech jednotlivých sportovců. Podmínkou účasti subjektů byla absence jakéhokoliv zranění v minulých 6 měsících, operativního zákroku v oblasti nohy

nebo kotníku v minulých 3 letech a nikdy neprodělaná zlomenina metatarsů (Wiegerinck, 2009).

Data byla sbírána pomocí metody Pedar - X in - shoe, což je metoda určená k měření tlakových sil, působících na jednotlivé segmenty nohy v obuvi. Tento systém byl v USA již dříve používán a je hodnocen jako přesný a spolehlivý. Při této metodě vybraný subjekt absolvoval běh vlastním tempem o vzdálenosti 10 mil. Při běhu byl monitorován infračervenými fotobuňkami rozmístěnými na zemi cca 6 metrů od sebe (Wiegerinck 2009).

Vybrané výsledky jsou uvedeny v následující (Tabulce 4).

**Tabulka 4. Výsledky výzkumu rozložení tlaků (Wiegerinck, 2009).**

Maximální tlaková síla (kPa)	Závodní obuv	Tréninková obuv
Zadonoží	314.75 ± 108.0	307.02 ± 107.97
Mediální strana středonoží	173.33 ± 54.45	157.34 ± 63.06
Laterální strana středonoží	201.39 ± 53.88	184.19 ± 53.89
Mediální strana předonoží	358.83 ± 95.48	323.76 ± 96.63
Laterální strana předonoží	293.15 ± 78.05	255.58 ± 80.65
Palec	383.61 ± 102.80	331.83 ± 100.77
II. - V. prst	330.72 ± 100.75	301.27 ± 93.53
Celá oblast chodidla	446.56 ± 77.25	407.26 ± 91.72

### **Metoda MFPB**

Metoda MFPB (mirrored foot photo box), která umožňuje sledování jednotlivých částí nohy (střední, přední, zadní a oblast chodidla). Na noze jsou označeny a poté umístěny body pro snímání pohybu. Následně se zpracovávají výsledky z provedených digitálních fotografií. Na základě těchto měření je přístroj schopen klasifikovat typ klenby nožní (Mall et al., 2008)

### **3 Cíle**

Hlavním cílem práce bylo určit stav podélné nožní klenby a parametrů předonoží u hráčů fotbalu ve věkovém rozmezí 8-14 let.

#### **3.1 Dílčí cíle**

- porovnat vybrané morfologické parametry nohy v závislosti na věku fotbalistů;
- porovnat vybrané úhlové parametry nohy v závislosti na věku fotbalistů;
- určit stupeň vyosení palce a malíku;
- určit frekvenční zastoupení v kategoriích vyosení palce a malíku;
- determinovat stav podélné klenby nožní na základě hodnocení, dle indexové metody Chippaux-Šmirák;
- určit frekvenční zastoupení různých typů klenby nožní.

## 4 Metodika

### 4.1 Charakteristika souboru

Měření na plantografu (podogramu) se zúčastnili hráči týmu SK Sigma Olomouc. Do výzkumu byly zahrnuty 3 skupiny hráčů. První skupinu hráčů tvořily ročníky 1996-1998, které byly měřeny v letech 2008, 2009 a 2010. Druhou skupinou byli hráči ročníku 2003, jejichž měření proběhlo v roce 2013 a 2014. Třetí skupinou byli hráči ročníku 2005, jež byli měřeni v roce 2014.

Celkově bylo do statistického zpracování zahrnuto 219 otisků. Průměrný věk hráčů byl 10,8 let. Průměrná výška 147,5 cm a hmotnost 43 kg. Z toho vyplývající průměrná hodnota BMI 17,6 kg/m<sup>2</sup>. Hráči byli v souboru rozděleni na kategorie 8-14 let podle věku.

**Tabulka 5. Základní statistické charakteristiky vybraných somatických parametrů celého souboru**

	Celý soubor (n=219)			
	M	SD	Min.	Max.
Výška (cm)	147,6	11,0	122,1	188,0
Hmotnost (kg)	42,9	9,6	24,4	88,3
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	17,6	1,9	14,0	25,1

### 4.2 Použité metody a způsob měření

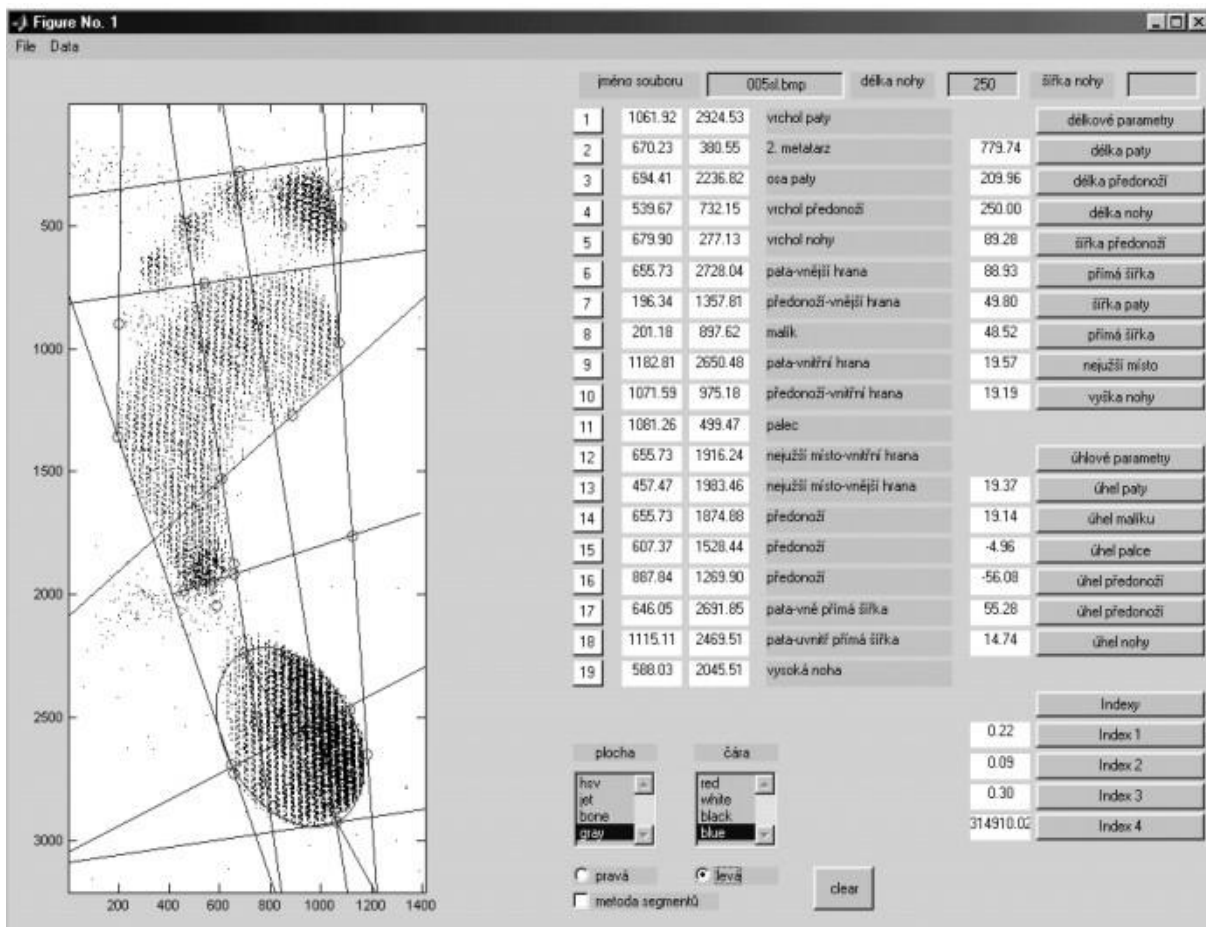
Nejprve byla hráčům změřena tělesná výška a hmotnost. Tělesná výška byla změřena antropometrem, hmotnost byla stanovena na InBody 720. Poté bylo z těchto hodnot vypočteno BMI hráčů.

Jde o vyjádření poměru hmotnosti kg a druhé mocniny tělesné výšky v cm. Jde tedy o hodnoty vyjádřené tímto vzorcem:

$$\text{BMI} = \text{Hmotnost (kg)} / \text{tělesná výška (m)}^2$$

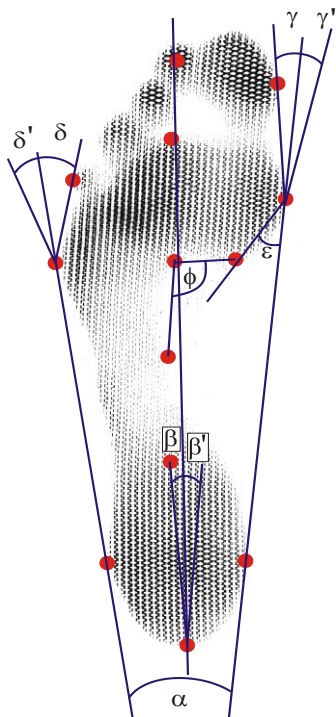
U fotbalistů byly provedeny otisky nohou plantografickou metodou na plantografu francouzské výroby. Tyto otisky byly následně naskenovány do počítače, kde byly

zpracovány pomocí programu „Noha“. Tento program byl vytvořen spoluprací autorů doc. RNDr. Miroslavy Přidalové, PhD. a RNDr. Milana Elfmarka.



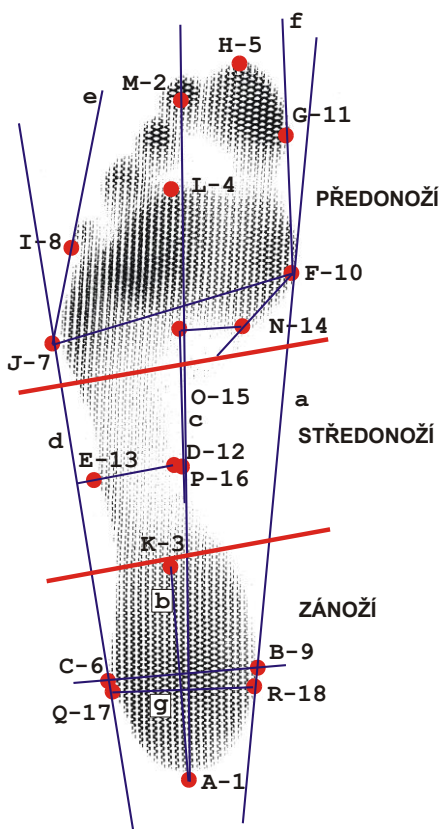
**Obrázek 19.** Stránka softwaru „Noha“ s vyhodnocenými údaji planty (Přidalová, 2001).

K hodnocení podélné klenby nohy bylo použito indexové metody podle Chippaux-Šmiřáka. K hodnoceným parametrům předonoží řadíme úhel palce a malíku. V oblasti zánoží byl posuzován úhel nohy (Klementa, 1987; Riegerová et al, 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)
$\varepsilon$	Clarkův úhel
$\phi$	úhel střední nohy

**Obrázek 20. Determinace jednotlivých úhlů na chodidle** (upraveno dle Riegerové et al., 2006).



(Čísla v obrázku 3 odpovídají číslům v obrázku 4)

Specifikace jednotlivých morfologických bodů chodidla

A	nejproximálnější položený bod na patě
B	nejmediálnější položený bod zánoží
C	nejlaterálnější položený bod zánoží
D	mediálně položený bod středonoží na kolmici v nejužším místě nohy
E	laterálně položený bod středonoží na kolmici v nejužším místě nohy
E ⇒ D	nejušší místo nohy (kolmice na laterální tečnu nohy)
F	nejmediálnější bod předonoží na hlavičce I. metatarzu.
G	nejmediálnější položený bod na palci
H	vrchol nohy
I	nejlaterálnější bod na malíku
J	nejlaterálnější položený bod na předonoží
J ⇒ F	nejšířší místo na noze, přímá šířka nohy, kolmice na laterální tečnu nohy
K	vrchol zánoží (nejdistálnější položený bod zánoží)
L	vrchol předonoží (nejdistálnější položený bod předonoží)
M	střed druhého prstu
N	nejproximálnější položený bod předonoží
O	vrchol vyklenutí předonoží
P	bod v polovině středonoží
Q	pata-přímá šířka - laterální
R	pata-přímá šířka - mediální
a	mediální tečna nohy
b	osa paty
c	osa nohy (vedená středem 2. prstu)
d	laterální tečna nohy
e	tečna malíku (přímka vedená nejlaterálnějším bodem na malíku z bodu J)
f	tečna palce (přímka vedená nejmediálnějším bodem na palci z bodu F)
g	největší šířka paty

**Obrázek 21. Přesná charakteristika morfologických bodů na chodidle** (upraveno dle Riegerové et al., 2006).



Naměřená data se zpracovala programem Statistica CZ. Vztahy mezi parametry byly hodnoceny pomocí korelační analýzy. Pro vztah mezi levou a pravou nohou měřených parametrů byl vypočítán Wilcoxonův párový test. Za statisticky významné se považují rozdíly na hladině  $p < 0,05$ . U porovnání parametru délka nohy u levé a pravé nohy jsou započítány pouze hráči, kteří měli rozdílnou hodnotu délek. U porovnání indexů pravé a levé nohy Chippaux-Šmiřák jsou začleněni hráči s výsledkem indexu spadajícím do kategorie normálně klenutá a plochá noha. U hráčů spadajících do kategorie vysoká noha parametr index Chippaux-Šmiřák nelze spočítat z důvodu absence nejužšího místa v oblasti středonoží, které je součástí indexu, u pravé nohy to bylo 15 hráčů a u levé nohy 23 hráčů.

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

- aritmetický průměr ( $M$ ) = součet všech hodnot statistického souboru dělený rozsahem souboru ( $n$ )
- minimum ( $Min.$ ) = minimální hodnota znaku
- maximum ( $Max.$ ) = maximální hodnota znaku
- směrodatná odchylka ( $SD$ ) = druhá odmocnina z aritmetického průměru druhých mocnin odchylek od aritmetického průměru.
- ( $p$ ) = hladina statistické významnosti

Ve výsledcích byly vyhodnoceny základní morfologické parametry nohy a následně byly detailněji zpracovány ty, které mají vztah k deformitám nohy a deformitám předonoží.

Pro rozdělení do kategorií pro hodnocení podélné klenby nohy byly využity kategorie dle Chippaux-Šmiřák:

1. **vysoká noha** – na otisku nohy chybělo nejužší místo středonoží;
2. **normálně klenutá noha** (I. stupeň do 25 %, II. stupeň 25 % - 40 %, III. stupeň 40 % - 45 %),
3. **plochá noha** – index vyšší než 45 %.

Vyosení palce bylo v naší práci rozděleno do kategorií:

1. **Varozita** je palec, který je addukován směrem k mediální straně a úhel je označen hodnotou zápornou. Dělí se na vyšší stupeň varozity s větší mínusovou hodnotou než je hodnota  $-6^\circ$  a na varozitu přirozeně fyziologickou v rozmezí od  $-2^\circ$  do  $-6^\circ$ .
2. Jako **normální vyosení** palce byla brána hodnota v rozmezí hodnot od  $-2^\circ$  do  $2^\circ$ .
3. **Valgozita** je palec, abdukující laterálním směrem a je vyjádřen úhlem s hodnotou kladnou. Dělí se na vyšší stupeň valgozity s větší hodnotou než je hodnota  $6^\circ$  a na valgozitu přirozeně fyziologickou v rozmezí od  $2^\circ$  do  $6^\circ$ .

U vyosení malíku jsme třídili hráče do následujících kategorií:

1. **varozita** je addukce malíku mediálně, zahrnuty jsou všechny hodnoty nižší než  $9^\circ$ ,
2. **valgozita** je abdukce malíku laterálně, zahrnuty jsou všechny hodnoty vyšší než  $9^\circ$ .

## 5 Výsledky

### 5.1 Základní morfologické parametry nohy

Základním morfologickým parametrem je délka nohy (Tabulka 6). Délka levých nohou se pohybovala od 185 mm do 283 mm, v průměru 223,9 mm, délka nohou pravých byla v rozmezí od 183 mm do 283 mm, s průměrem 223,6 mm. Měřením bylo zjištěno, že u 121 hráčů se shodovala délka pravé i levé nohy, proto tyto délky nebyly do měření statistické hladiny významnosti zahrnuty. U 98 hráčů byl naopak zjištěn rozdíl délek pravé a levé nohy. Byl vypočítán pomocí Wilcoxonova párového testu, kterým jsme zjistili hladinu statistické významnosti 0,0431. Tento výsledek je signifikantním rozdílem mezi délkami levé a pravé nohy. Kromě celého souboru se objevil signifikantní rozdíl také u kategorie 14 letých. U všech ostatních kategorií nebyl zjištěn signifikantní rozdíl (Příloha 15).

**Tabulka 6. Základní statistické charakteristiky délky nohou celého souboru**

	Celý soubor (n=219)			
	M	SD	Min.	Max.
Dis L (mm)	223,9	17,2	185,0	283,0
Dis P (mm)	223,6	17,3	183,0	283,0

Dis L – délka levé nohy, Dis P – délka pravé nohy

Mezi další měřené morfologické parametry patřila délka a šířka paty. Hodnoty délky pravé paty dosahovaly v průměru 61,8 mm a šířky v průměru 46,2 mm. Průměrná délka paty nohy levé činila 63 mm a šířka 46,3 mm. Dalším parametrem byla šířka předonoží, kde u levé nohy byla stanovena průměrná hodnota 82,3 mm a u pravé nohy 83,6 mm (Přílohy 9-11). Tyto rozdíly se nejevily jako věcně významné.

Dalším předmětem sledování byl úhel nohy. U pravé nohy se hodnoty pohybovaly od 10,7° do 21,3°. Celkový průměr byl 16,2°. U levé nohy se hodnoty pohybovaly od 10,3° do 22,3° s průměrem 15,9° (Příloha 8). Při porovnání hladiny statistické významnosti rozdílu úhlu pravé a levé nohy hráče byla zjištěna signifikantní diference u celého souboru hráčů. Signifikantní rozdíly byly také ve všech věkových kategoriích (Přílohy 16-17).

## 5.2 Podélná nožní klenba

Pro hodnocení podélné nožní klenby je využíváno mnoho různých metod, které jsou popsány v přehledu poznatků. Každá z nich má určité výhody a naopak nevýhody. Pro náš výzkum jsme zvolili indexovou metodu Chippaux-Šmirák.

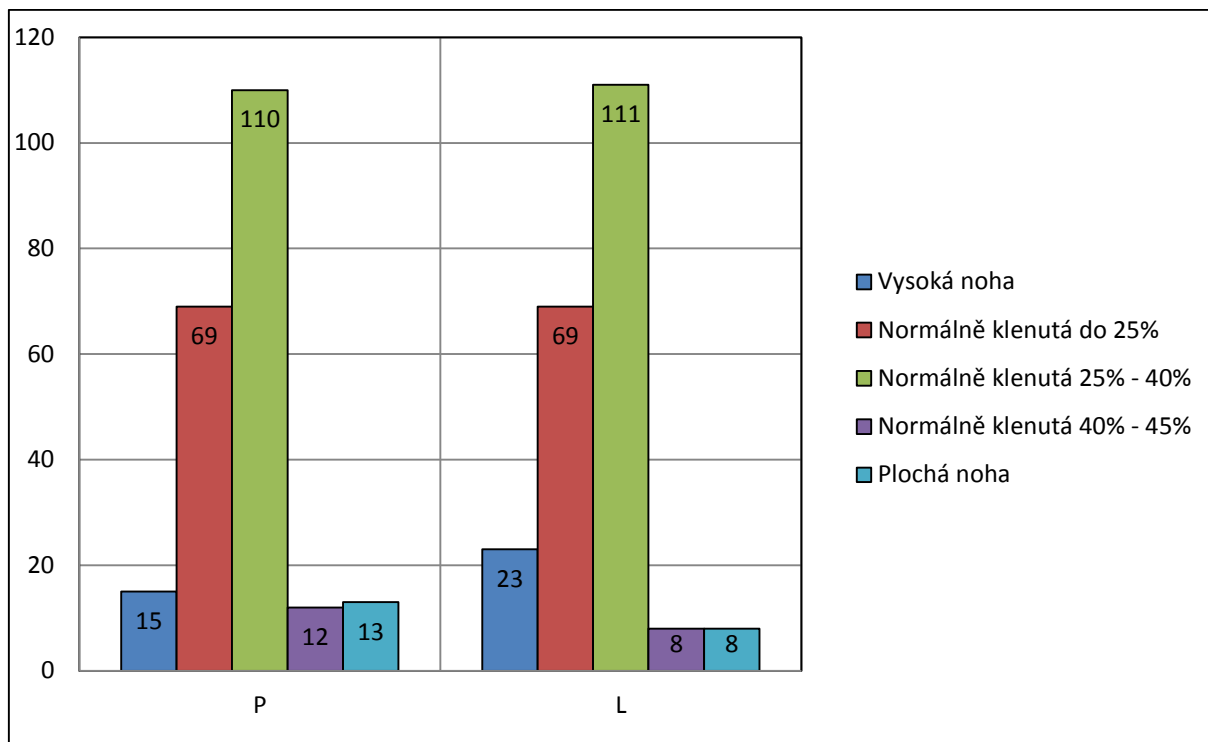
Výskyt podélně plochých nohou se objevil na pravé noze u 13 (6,0 %) hráčů a na noze levé u 8 (3,7 %) hráčů. Co se týče věkových kategorií, byla frekvence nálezu ploché nohy nejčastěji zjištěna u hráčů ve věku 11 let ve výskytu 5 (10,6 %) pravých a 3 (6,4 %) levých plochých nohou a u hráčů ve věku 12 let ve výskytu 4 (8,4 %) pravých a 3 (6,3 %) levých plochých nohou (Obrázky 22-25 a Tabulka 7).

Častěji než noha plochá byl naměřen výskyt nohy vysoké. Vysoká noha byla naměřena na pravé noze u 15 (6,8 %) a u nohy levé u 23 (10,5 %) hráčů. Ve výsledcích vysoké nohy nacházíme lehkou diferenci mezi nohou pravou a levou, u které je výskyt o 3,7 % vyšší. Nejvyšší výskyt vysoké nohy se objevil u desetiletých hráčů, u nichž se objevil u nohy pravé v 6 (15,4 %) případech a u nohy levé v 10 (25,7 %) případech, což je ve srovnání s jinými kategoriemi vysoké procento hráčů (Obrázky 22-25 a Tabulka 7).

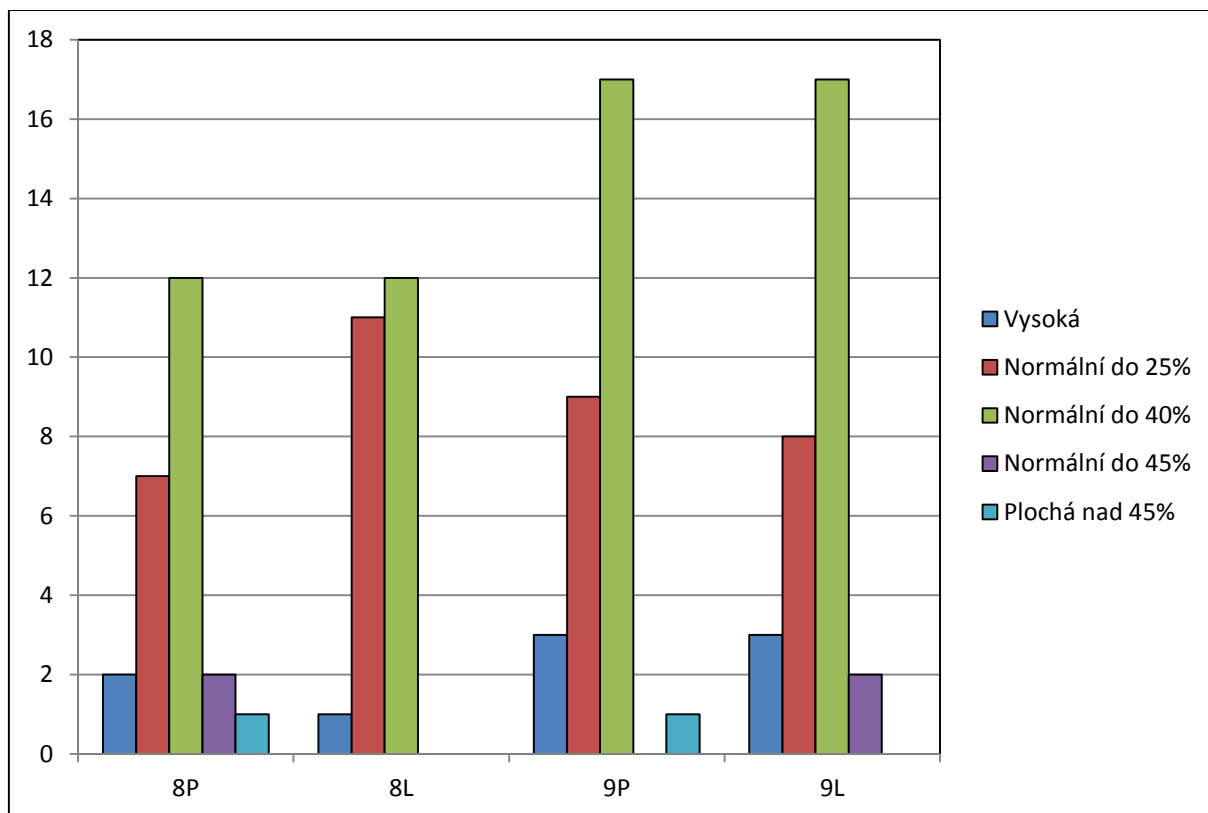
Nejtypičtějším a nejfrekventovanějším byl výskyt nohou normálně klenutých, který činil u nohy levé 188 (85,8 %) hráčů, a u nohy pravé to bylo 191 (87,2 %) hráčů. Při podrobnějším rozdělení nohy normálně klenuté na tři kategorie se nejčastěji hráči vyskytovali ve stupni I. a II., které vypovídají o dobrém stavu podélné nožní klenby. Tudiž více než 80 % hráčů má podélnou nožní klenbu v pořádku. Jen ojediněle byl naměřen III. stupeň, který se spíše přiklání k noze ploché. III. stupeň byl nalezen u pravé nohy v 5,5% a u nohy levé v 3,7 %. Nejčastější výskyt hráčů v I. a II. stupni normálně klenuté nohy byl v závislosti na věku. U 8letých hráčů 95,8 %, u 13letých 96 % a u 14letých 100 %. U pravé nohy u 9letých byla stanovena četnost výskytu normálně klenuté nohy I. a II. stupně v 86,7 %, u 13letých v 92 % a u 14letých byl výskyt 100 %. Naopak nejnižší zastoupení v kategorii normálně klenuté levé nohy bylo u 10letých 66,7 % a 11letých 74,5 % a podobně u pravé nohy u 10letých 74,4 % a 11letých 76,7 %, (Obrázky 22-25 a Tabulka 7).

**Tabulka 7. Frekvenční zastoupení typu nožní klenby u všech kategorií**

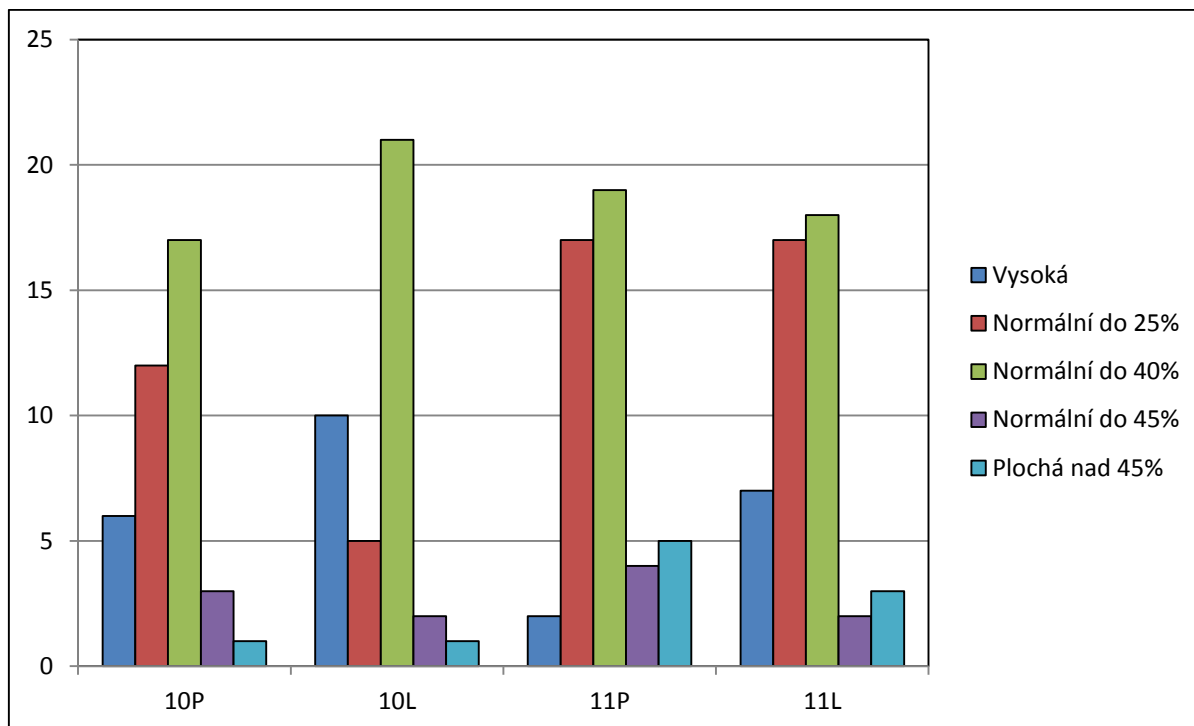
Index Chippaux-Šmirák							
Nožní klenba			Vysoká	Normální			Plochá
Věk	Lateralita			do 25%	do 40%	do 45%	nad 45%
8	8P	n	2	7	12	2	1
		%	8,3	29,2	50,0	8,3	4,2
	8L	n	1	11	12	0	0
		%	4,2	45,8	50,0	0,0	0,0
9	9P	n	3	9	17	0	1
		%	10,0	30,0	56,7	0,0	3,3
	9L	n	3	8	17	2	0
		%	10,0	26,6	56,7	6,7	0,0
10	10P	n	6	12	17	3	1
		%	15,4	30,8	43,6	7,7	2,5
	10L	n	10	5	21	2	1
		%	25,7	12,9	53,8	5,1	2,5
11	11P	n	2	17	19	4	5
		%	4,2	36,2	40,5	8,5	10,6
	11L	n	7	17	18	2	3
		%	14,9	36,2	38,3	4,2	6,4
12	12P	n	2	14	26	2	4
		%	4,1	29,2	54,2	4,1	8,4
	12L	n	2	19	22	2	3
		%	4,1	39,6	45,9	4,1	6,3
13	13P	n	0	9	14	1	1
		%	0,0	36,0	56,0	4,0	4,0
	13L	n	0	6	18	0	1
		%	0,0	24,0	72,0	0,0	4,0
14	14P	n	0	2	4	0	0
		%	0,0	33,3	66,7	0,0	0,0
	14L	n	0	3	3	0	0
		%	0,0	50,0	50,0	0,0	0,0
Celý soubor	P	n	15	69	110	12	13
		%	6,8	31,5	50,2	5,5	6,0
	L	n	23	69	111	8	8
		%	10,5	31,5	50,6	3,7	3,7



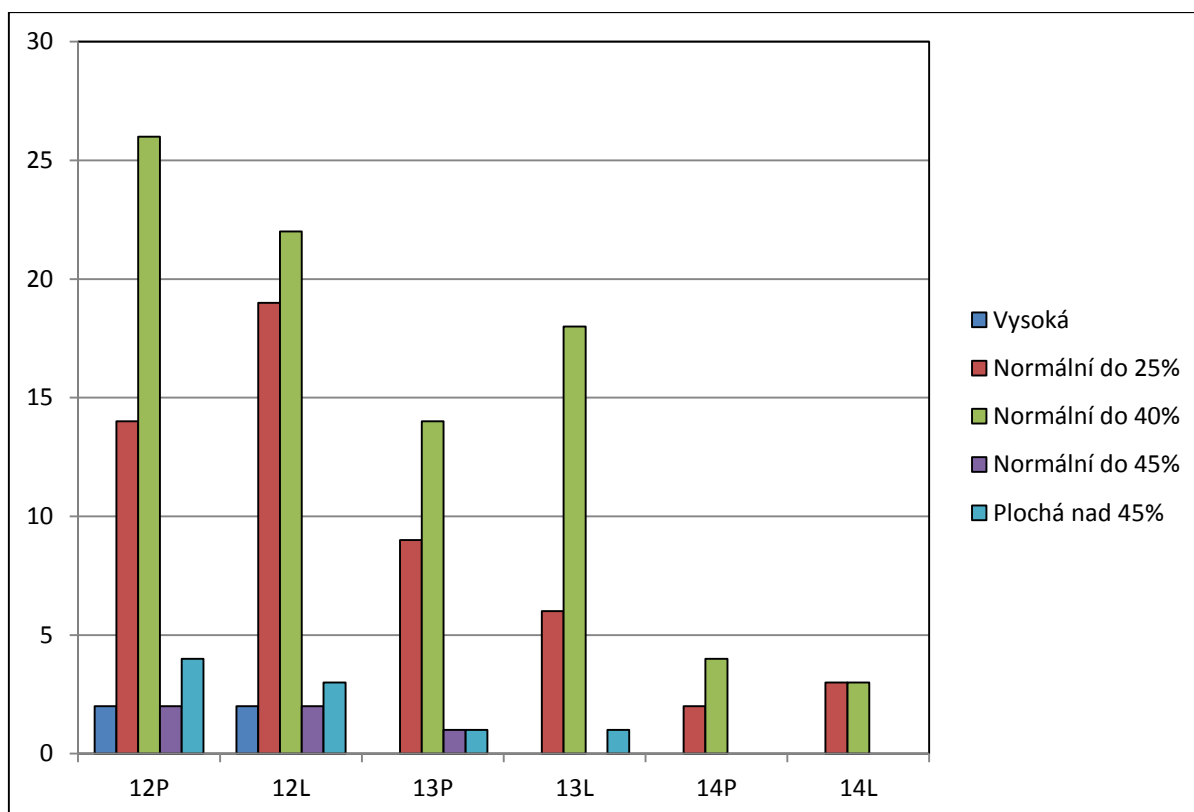
**Obrázek 22. Frekvence výskytu různých typů nožní klenby u celého souboru**



**Obrázek. 23 Frekvence výskytu různých typů nožní klenby u kategorie 8-9 let**



**Obrázek. 24** Frekvence výskytu různých typů nožní klenby u kategorie 10-11 let



**Obrázek. 25** Frekvence výskytu různých typů nožní klenby u kategorie 12-14 let

Mezi hodnotami indexů Chippaux-Šmiřák u pravých a levých nohou hráčů s nohou normálně klenutou a plochou nebyla zjištěna signifikantní diference (Přílohy 18 a 19).

Průměrné hodnoty indexu Chippaux-Šmiřák se pohybovaly u levé nohy mezi 25,5 % a 31,2 % s celkovým průměrem 29 %. U pravé nohy se průměry u všech kategorií pohybovaly mezi 27,1 % a 30,0 % s celkovým průměrem 28,5 %. Průměry všech kategorií jsou na pomezí I. a II. stupně normálně klenuté nohy. Minimální hodnoty zasahují pod 10 %, která spadají do I. stupně normálně klenuté nohy avšak některé zdroje uvádí, že již vykazuje lehké známky vysoké nohy. Naopak maximální hodnoty jsou na úrovni 65, což je na hranici vysokého stupně ploché nohy (Příloha 12).

### **5.3 Hodnocení předonoží**

#### **Vyosení palce**

Z parametrů předonoží jsme hodnotili vyosení palce a malíku na jejich mediální a laterální stranu nohy. Vyosení palce a deformace prstů bývá často spojeno s deformitou příčné klenby. Velmi často tyto deformity vznikají nošením závadné obuvi spojené se zvýšenou zátěží. Za závažnější deformitu palce se bere, vyosení varózně tzn. mediálně. Hodnoty jsou pro odlišení v záporných číslech.

Varózní postavení palce tzn. vyšší minusová než hodnota  $-6^\circ$  se objevila na levé noze u 20 (9,1 %) hráčů. Menší stupeň varozity v rozmezí hodnot od  $-6^\circ$  do  $-2^\circ$  se vyskytl u 31 (14,2 %) hráčů. Celkově se tedy projevilo na levé noze varózní postavení u 51 (23,3 %) hráčů. Na pravé noze je výskyt varózního postavení palce nohy o něco větší, 22 (10 %) hráčů mělo postavení palce větší než  $-6^\circ$  a 35 hráčů 16 % se vešlo do hodnot od  $-6^\circ$  do  $-2^\circ$ . Celkově bylo 57 (26 %) varózních pravých palců. Při porovnání mezi věkovými kategoriemi bylo nejvíce vyosených palců varózně na pravé noze, u 10letých 28,2 %, 12letých 31,3 % a 14 letých 50 %. Na levé noze to bylo nejvíce u 8letých 41,7 %, 12letých 25,1 %, (Obrázky 26-29 a Tabulka 8).

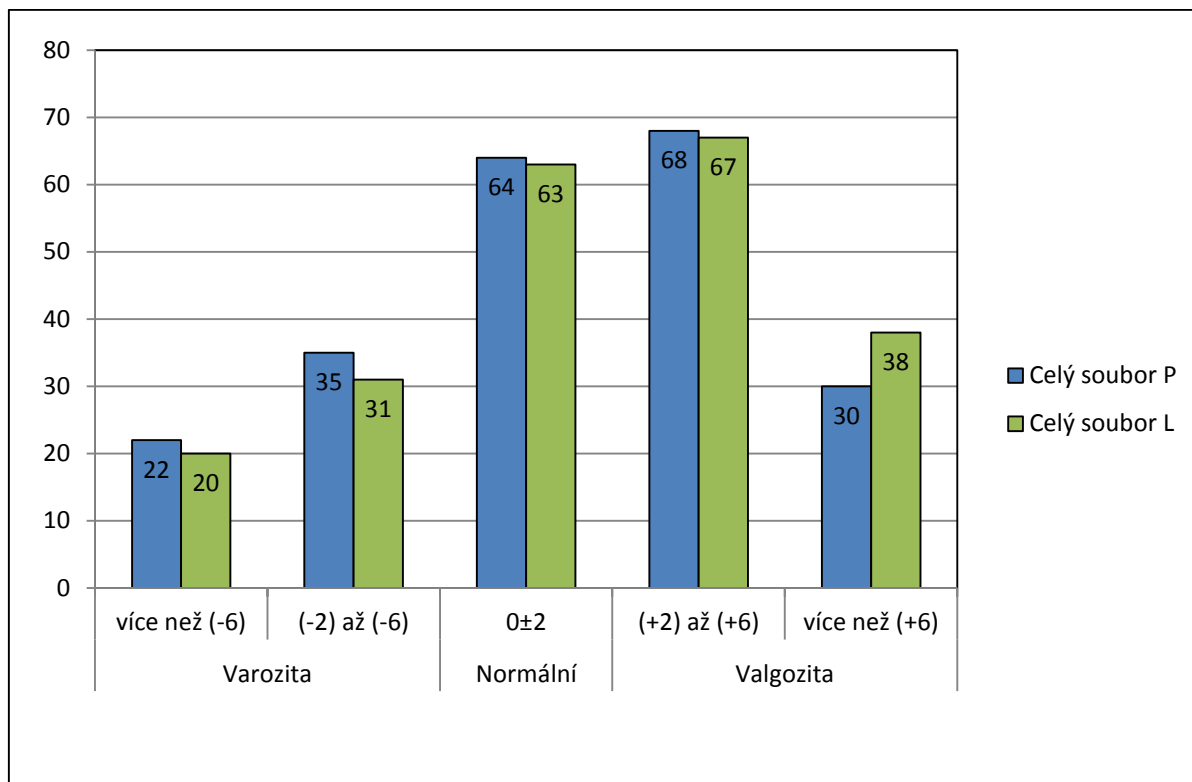
Do kategorie normálního vyosení palce, což znamenalo mít vyosení palce v rozmezí hodnot, od  $-2^\circ$  do  $2^\circ$  se zařadilo na levé noze 63 (28,7 %) hráčů a na noze pravé 64 (29,2 %). Nejvíce tomu bylo u kategorie 8letých 41 % na pravé noze a 9letých 40 % na levé noze (Obrázky 26-29 a Tabulka 8).



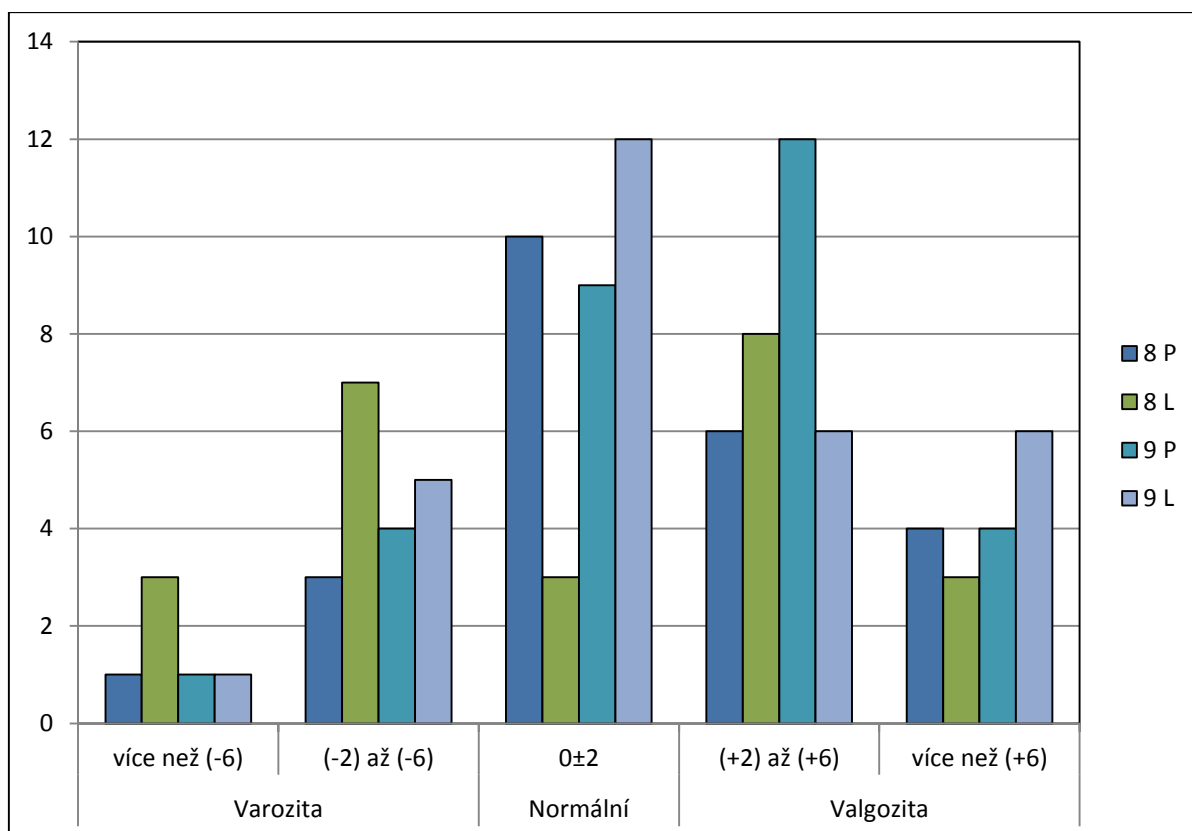
Valgózní postavení palce mají hráči s naměřenou hodnotou vyosení v rozmezí od 2° do 6°, jako závažnější stupeň valgózního postavení se bere, pokud je vyosení palce větší, než je 6°. Na levé noze má valgózní postavení od 2° do 6° 67 30,6 % hráčů, vyšší než 6° má 38 17,4 % hráčů. U pravé nohy je počet hráčů 68 31,1 % s nižším valgózním postavením a 30 13,7 % hráčů s vyšším valgózním postavením. Společně je charakterizováno valgózní postavení palce na levé noze u 105 (48 %), hráčů na pravé u 98 (44,8 %). Při porovnání mezi věkovými kategoriemi, bylo nejvíce vyosených palců valgózně na pravé noze u 9letých 53,3 %, 11letých 46,8 % a 13letých 44 %. Na levé noze to bylo nejvíce u 10letých 51 %, 11letých 51,1 % a 13letých 52 %, (Obrázky 26-29 a Tabulka 8).

**Tabulka 8. Frekvenční zastoupení vyosení palce v celém souboru**

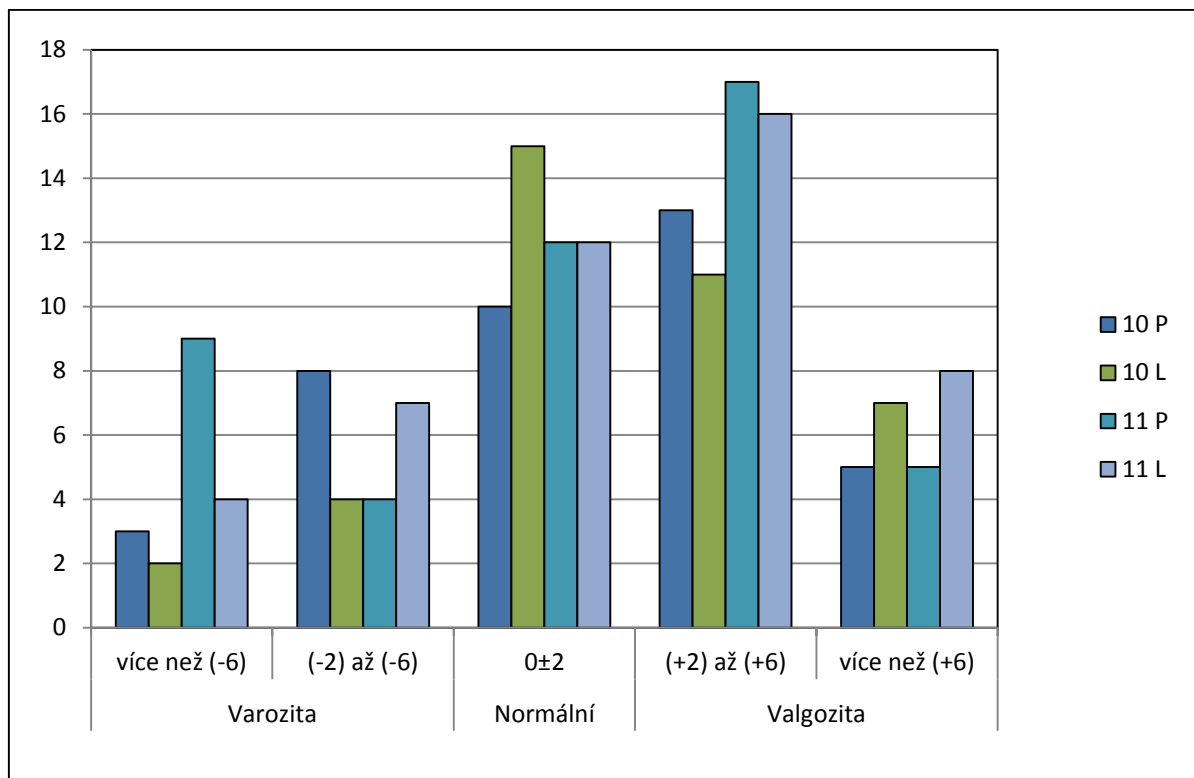
Úhel palce							
Věk	Lateralita		Varozita		Normální	Valgozita	
			více než -6°	od -2° do -6	0±2°	od +2° do +6°	více než +6°
8	P	n	1	3	10	6	4
		%	4,2	12,5	41,7	25,0	16,6
	L	n	3	7	3	8	3
		%	12,5	29,2	12,5	33,3	12,5
9	P	n	1	4	9	12	4
		%	3,3	13,3	30,1	40,0	13,3
	L	n	1	5	12	6	6
		%	3,3	16,7	40,0	20,0	20,0
10	P	n	3	8	10	13	5
		%	7,7	20,5	25,7	33,3	12,8
	L	n	2	4	15	11	7
		%	8,5	14,9	25,5	34,0	17,0
11	P	n	9	4	12	17	5
		%	19,2	8,5	25,5	36,2	10,6
	L	n	4	7	12	16	8
		%	8,5	14,9	25,5	34,1	17,0
12	P	n	6	9	14	11	8
		%	12,5	18,8	29,1	22,9	16,7
	L	n	9	3	12	14	10
		%	18,8	6,3	25,0	29,1	20,8
13	P	n	2	4	8	8	3
		%	8,0	16,0	32,0	32,0	12,0
	L	n	0	5	7	10	3
		%	0,0	20,0	28,0	40,0	12,0
14	P	n	0	3	1	1	1
		%	0,0	50,0	16,7	16,7	16,7
	L	n	1	0	2	2	1
		%	16,7	0,0	33,3	33,3	16,7
Celý soubor	P	n	22	35	64	68	30
		%	10,0	16,0	29,2	31,1	13,7
	L	n	20	31	63	67	38
		%	9,1	14,2	28,7	30,6	17,4



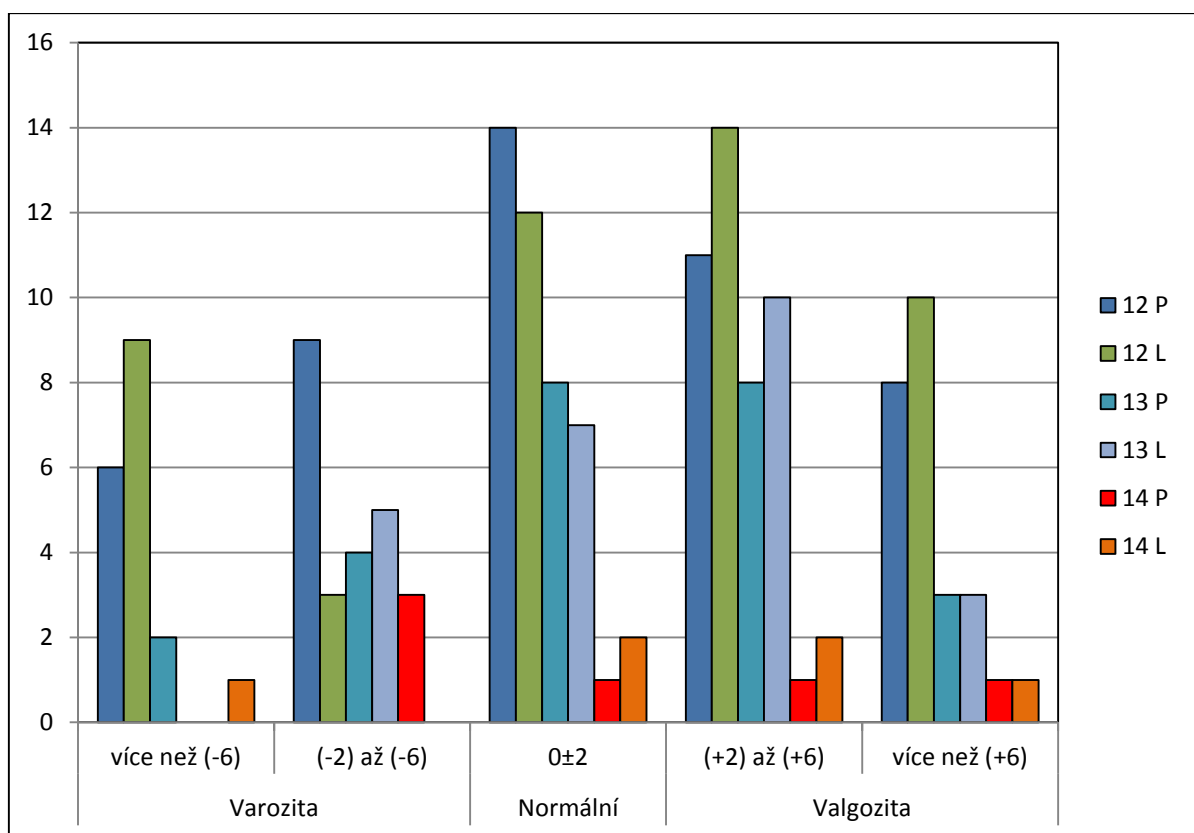
**Obrázek 26. Frekvence výskytu vyosení palce celého souboru**



**Obrázek 27. Frekvence výskytu vyosení palce kategorií 8-9 let**

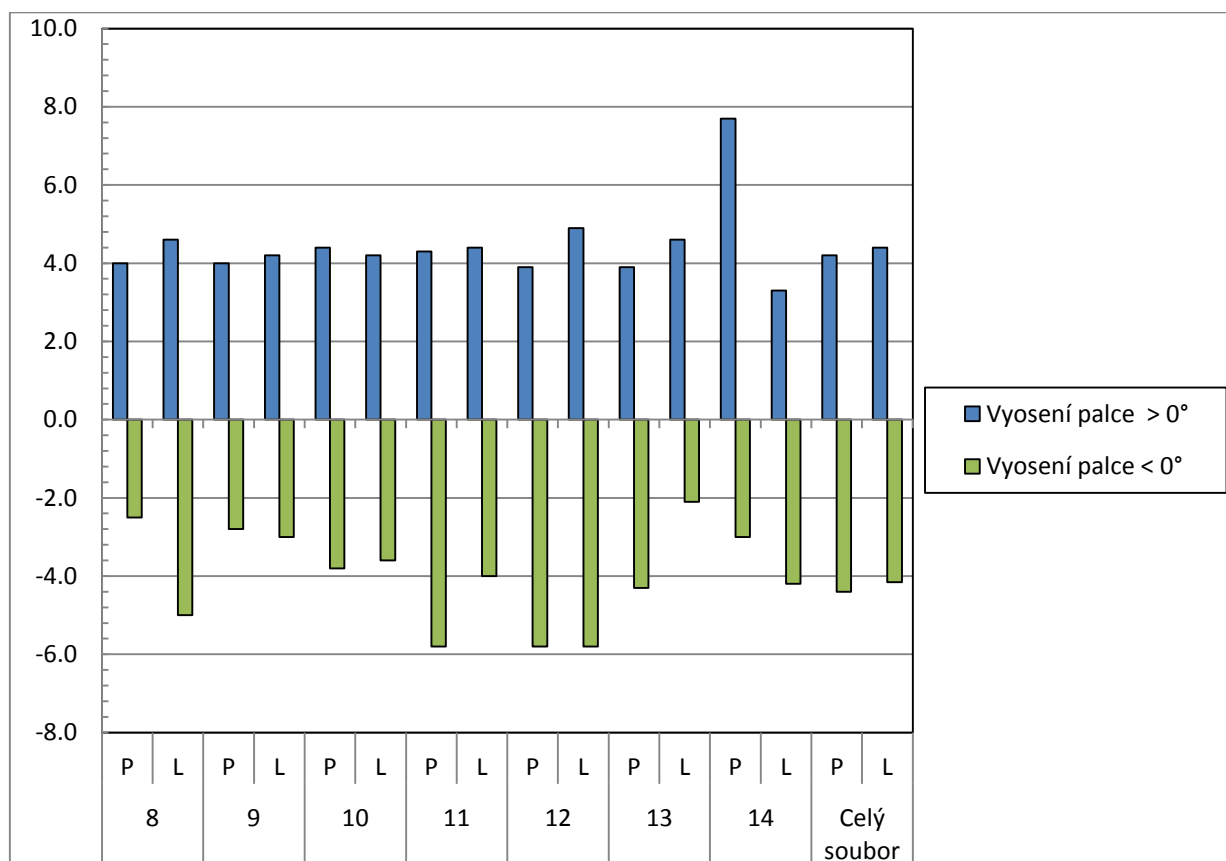


**Obrázek 28. Frekvence výskytu vyosení palce kategorií 10-11 let**



**Obrázek 29. Frekvence výskytu vyosení palce kategorií 12-14 let**

Průměrná hodnota vyosení palce varózně u levé nohy činila  $-4,2^\circ$ , hodnoty se pohybovaly od  $-0,1^\circ$  do  $-17,8^\circ$ . Hodnota průměru vyosení levého palce je na úrovni přirozené fyziologické varozity. V průměru největší vyosení levého palce varózně měla skupina 12letých  $-5,8^\circ$ , naopak nejmenší vyosení v průměru měla  $-2,1^\circ$  skupina 13letých. Hodnota průměru vyosení palce varózně pravé nohy je  $-4,4^\circ$ , úroveň průměru patří do přirozené fyziologické varozity. Hodnoty se pohybovaly od  $-0,1^\circ$  do  $-17,8^\circ$ . V průměru největší vyosení pravého palce varózně měla skupina 12letých  $-5,8^\circ$ , naopak nejmenší skupina 8letých  $-2,5^\circ$ . Průměrná hodnota vyosení palce valgózně levé nohy činila  $4,4^\circ$ , hodnoty se pohybovaly od  $0,1^\circ$  do  $16,8^\circ$ . Hodnota průměru vyosení pravého palce je na úrovni přirozené fyziologické valgozity. Největší vyosení levého palce valgózně měla v průměru skupina 12letých  $4,9^\circ$ , naopak nejmenší měla skupina 14letých  $3,3^\circ$ . Hodnota průměru vyosení palce valgózně pravé nohy je  $4,2^\circ$ . Hodnoty se pohybovaly od  $0,2^\circ$  do  $14,7^\circ$ . V průměru největší vyosení pravého palce valgózně měla skupina 14letých  $7,7^\circ$ , naopak nejmenší skupina 12letých a 13letých  $3,9^\circ$ , (Obrázek 30 a Příloha 13).



**Obrázek 30. Průměrné hodnoty úhlu palce u všech kategorií**

Mezi vyosením palce pravých a levých nohou nebyl ani v jedné z kategorií zjištěn signifikantní rozdíl, výsledná hladina významnosti celého souboru činila 0,1579 (Přílohy 16-17).

### Vyosení malíku

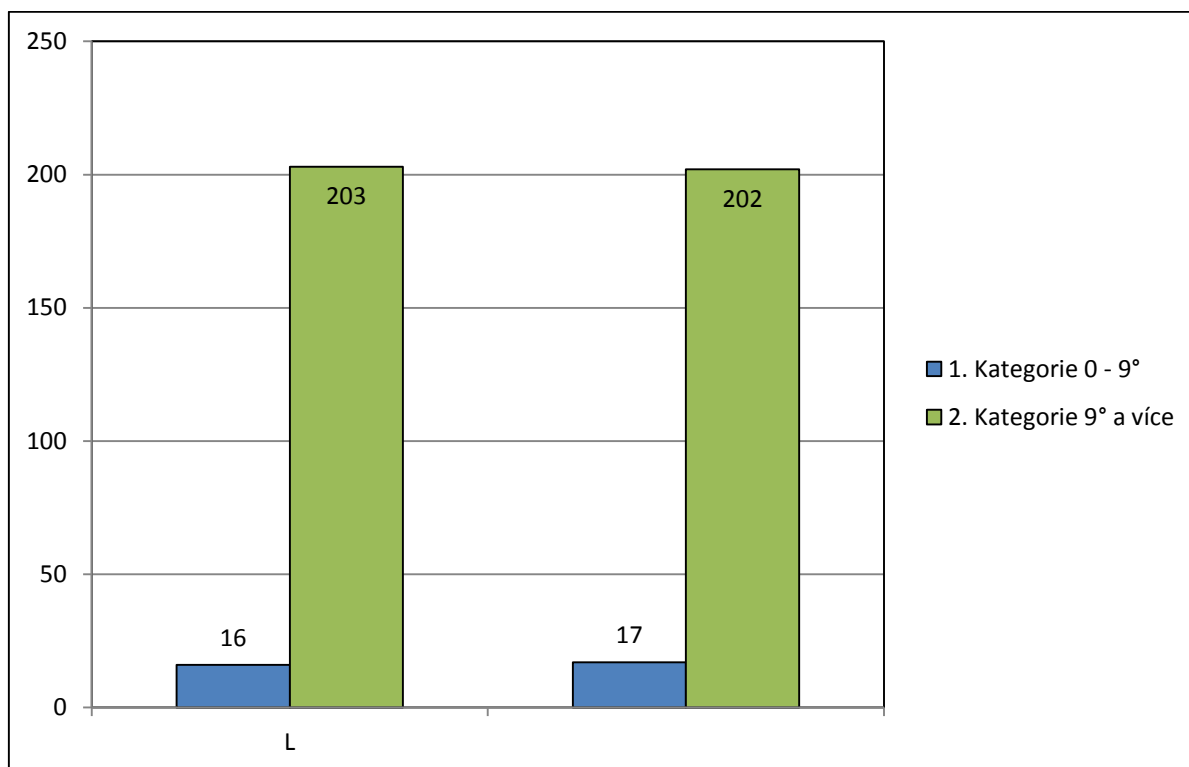
Ačkoliv není malík zapojován do chůze v tak velké míře jako palec, může jeho vyosení celý průběh chůze ovlivnit. Pro kategorizaci vyosení malíku se využívá hodnota  $9^\circ$ . Ve většině populace je vyosení vyšší než tato hodnota a nazýváme ji valgózita malíku. Naopak hodnota nižší než  $9^\circ$  je varózita malíku. Varózní malík, tedy vyosení na laterální stranu nohy, se vyskytoval v nižší frekvenci. Potvrzujeme tedy vyšší výskyt valgózního malíku u všech věkových skupin, které jsme sledovali. Na levé noze se vyskytly hodnoty varózního vyosení malíku u 16 (7,3 %) hráčů a valgózního vyosení u 203 (92,7 %) hráčů. Na pravé noze varózní vyosení malíku mělo 17 (7,8 %) hráčů a u 202 (92,2 %) hráčů bylo vyosení valgózní. Výskyt varózního postavení malíku se nejčastěji objevil na levé noze v kategoriích 8letých (16 %) a 9letých (13,3 %). U nohy pravé byl zjištěn v kategoriích 8letých (20,8 %) a 9letých (13,3 %). Výskyt valgózního postavení malíku se nejčastěji objevil na levé noze v kategoriích 11letých (97,9 %) a 14letých (100 %). U nohy pravé to byly kategorie 10letých (97,4 %) a 14letých (100 %), (Tabulky 9-10 a Obrázky 31-32).

**Tabulka 9. Frekvenční zastoupení vyosení malíku v celém souboru**

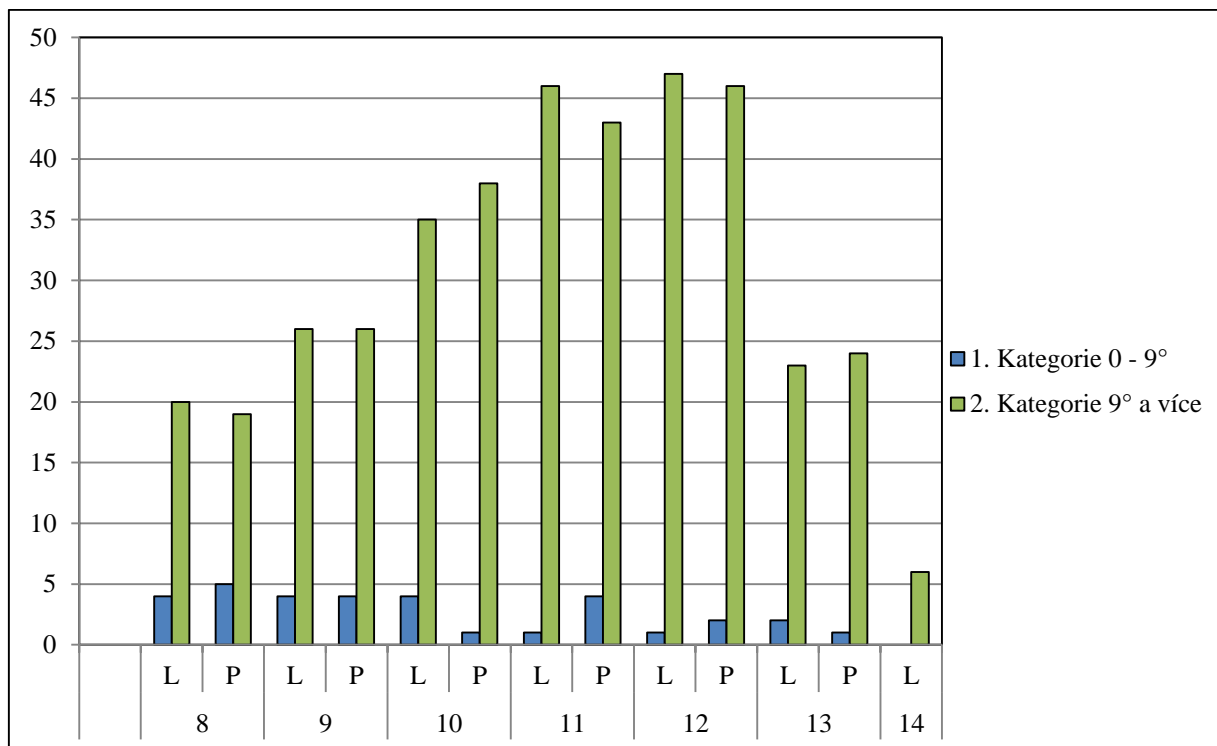
		Vyosení malíku	
		L	P
1. Kategorie $0-9^\circ$	n	16	17
	%	7,3	7,8
2. Kategorie $> 9^\circ$	n	203	202
	%	92,7	92,2

**Tabulka 10. Frekvenční zastoupení vyosení malíku ve všech kategoriích**

		Vyosení malíku													
		8		9		10		11		12		13		14	
		L	P	L	P	L	P	L	P	L	P	L	P	L	P
Kategorie 0–9°	n	4	5	4	4	4	1	1	4	1	2	2	1	0	0
	%	16,7	20,8	13,3	13,3	10,3	2,6	2,1	8,5	2,1	4,2	8	4	0	0
Kategorie > 9°	n	20	19	26	26	35	38	46	43	47	46	23	24	6	6
	%	83,3	79,2	86,7	86,7	89,7	97,4	97,9	91,5	97,9	95,8	92	96	100	100



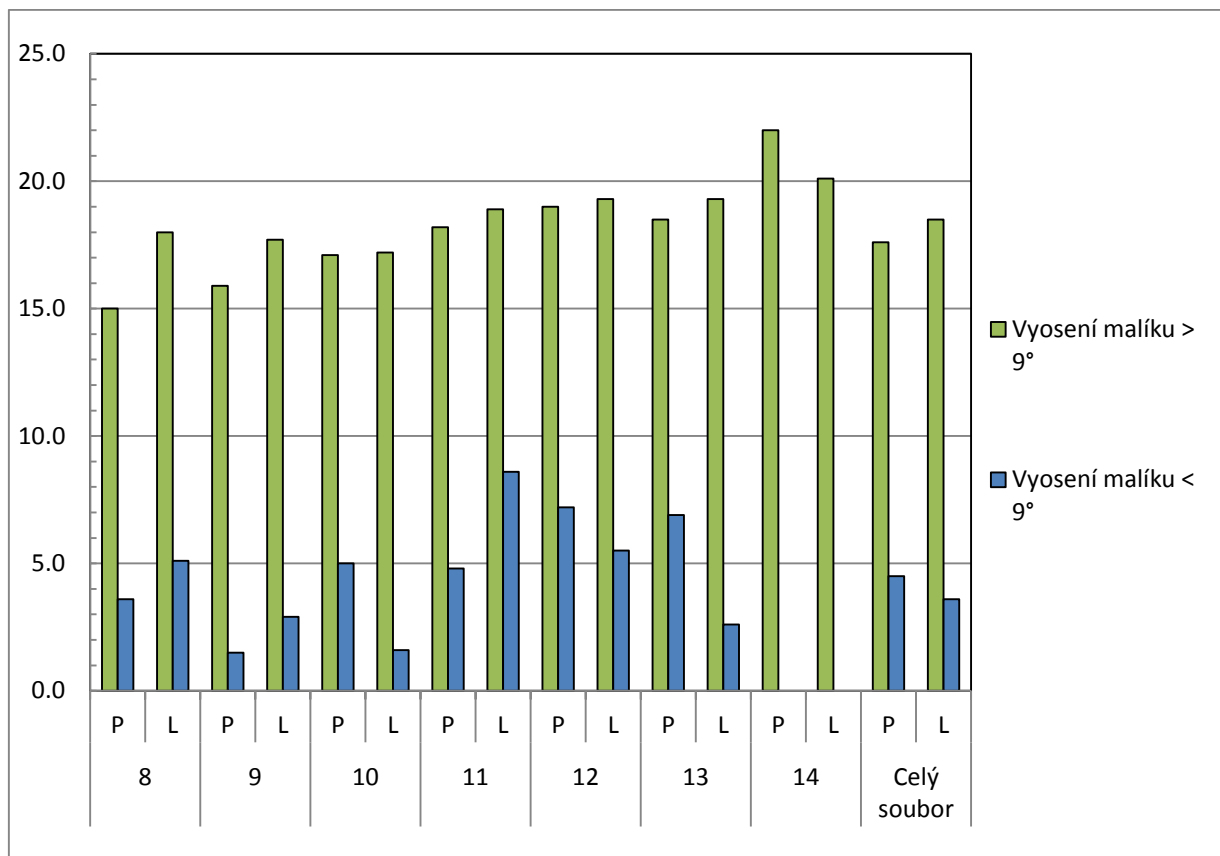
**Obrázek 31. Frekvenční zastoupení vyosení malíku celého souboru.**



**Obrázek 32. Frekvence výskytu vyosení malíku u všech kategorií**

Průměrná hodnota vyosení malíku na levé noze byla  $17,5^\circ$  a na pravé  $16,7^\circ$ . Tyto průměrné hodnoty představují valgózní postavení malíku. Rozmezí na noze levé se pohybovalo mezi hodnotami od  $-5,2^\circ$  do  $27,7^\circ$ . Rozmezí na pravé od  $-1,9^\circ$  do  $30,2^\circ$  (Příloha 14 a Obrázek 33).





**Obrázek 33. Průměrné hodnoty úhlu malíku u všech kategorií**

Mezi hodnotami vyosení malíku pravých a levých nohou hráčů byl zjištěn signifikantní rozdíl pouze v kategoriích 8 let a 11 let (Přílohy 16-17).

## 6 Diskuse

Na základě našich výsledků je možno konstatovat, že kvalita podélné nožní klenby u hráčů fotbalu ve věku 8–14 let se jeví jako velmi dobrá. Tyto výsledky mohou znamenat příznivý vliv pravidelné pohybové aktivity na podélnou klenbu. K podobně příznivým výsledkům u fotbalistů ze sportovních tříd, dospěla i studie Přidalová a Najdekrová (2004), v níž také většina hráčů měla normálně klenutou nohu, avšak v této práci se objevil výskyt ploché nohy častěji než v našem výzkumu 10-12 %.

Nicméně i přes příznivé výsledky podélné klenby je třeba věnovat deformitám pozornost, protože dlouhodobé jednostranné zatěžování ve fotbalové obuvi může způsobovat charakteristické změny v oblasti nohy již v dětském věku, případně se mohou projevit až v dospělosti. Stejně tak může nepříznivě ovlivnit vývoj nohy špatná volba fotbalové obuvi.

Výskyt plochých nohou u našeho souboru hráčů je menší než u jiným prováděných výzkumů s podobným věkovým rozmezím. Větší výskyt plochých nohou se projevil u výzkumů, které prováděly Mitová (2015), Jankovič (2001), Matějovičová (2009), kde se objevovaly četnosti výskytu v rozmezí 10-15 %. Naopak vysoká noha se objevila u většího počtu hráčů, k vyšším hodnotám výskytu vysoké nohy se dopracovala Kristiníková (2002) ve výzkumu zaměřením na děti ze ZŠ, v němž hodnoty dosahovaly až 20 %. Skutečnost, že v našem výzkumu je větší výskyt vysoké nohy, může způsobovat nekvalitní fotbalová obuv. Nákup fotbalové obuvi u dětí by měl být daleko frekventovanější z důvodu růstu nohy a častého používání. Naopak k příznivějším hodnotám vysoké nohy dospěla Riegerová et al. (2003), která zaznamenala výskyt kolem pouhých 4 %.

Deformita předonoží se vyskytuje u většiny sledovaných hráčů. Hlavně maximální hodnoty vyosení palce byly často vysoké. Tato deformita může způsobovat nepříjemné potíže. Výsledek vyosení palce v testu je spíše valgózní, což je typické pro mužskou populaci. K podobně znepokojujícím výsledkům vyosení palce dospěly Matějovičová (2009) a Riegerová a Přidalová (2005), které u chlapců podobného věku jako v naší studii objevily také převahu valgózního postavení palce a také podobně velkou četnost výskytu deformit předonoží.

Značné zastoupení valgózního postavení bylo u vyosení malíku, kde hodnoty dosáhly až 90 %. K velmi podobným výsledkům postavení malíku u fotbalistů dospěly Přidalová

a Najdekrová (2004), jež zaznamenaly také valgózní vyosení v dominantní převaze. Varozita i valgozita palce i malíku jsou způsobeny převážně přetěžováním nohy a opět volbou špatné obuvi. Obuv, která způsobuje deformity prstů je často úzká v místě předonoží.

## 7 Závěry

Při sledování výskytu jednotlivých typů nohou ve smyslu vysoké, normálně klenuté a ploché byla zjištěna největší frekvence normálně klenuté nohy. Ve vyšším výskytu než noha plochá se objevila noha vysoká. Nejvyšší výskyt ploché nohy se objevil, v kategorii 11 a 12 let. Vysoká noha byla nejfrekventovanější v kategorii 10 let. Nejčastější výskyt normálně klenuté nohy se objevil v kategoriích 13 a 14 let. Mezi hodnotami indexů Chippaux-Šmiřák u pravých a levých nohou hráčů s nohou normálně klenutou a plochou nebyla zjištěna signifikantní diference.

Při určování frekvenčního zastoupení vyosení palce do zvolených kategorií byla zjištěna nejvyšší frekvence výskytu přirozeně valgózního postavení, ale jen o něco menší byl výskyt normálního postavení palce. Přibližně o polovinu menší výskyt než předchozí dvě kategorie, měla kategorie výrazný stupeň valgózního postavení palce a kategorie přirozeně varózní postavení palce. V nejmenším výskytu se objevila kategorie s výrazným varózním postavením palce.

Varózní postavení palce bylo nejčastější u hráčů kategorie 11 a 12 let. Valgózní postavení palce se nejčastěji objevilo v kategoriích 9 a 12 let. Nejčastější výskyt normálního postavení palce bylo u kategorií 8 a 9 let. Mezi vyosením palce u pravé a levé nohy nebyl ani v jedné z kategorií zjištěn signifikantní rozdíl.

Dominantní převahu valgózního postavení nacházíme i u vyosení malíku. Výskyt varózního postavení se nejčastěji projevil u kategorií 8 a 9letých. Nejčastější výskyt valgózního postavení malíku byl u kategorií 11 a 14 let. Mezi vyosením malíku pravých a levých nohou hráčů byl zjištěn signifikantní rozdíl pouze v kategoriích 8 let a 11let.

## 8 Souhrn

Hlavním cílem práce bylo určit stav podélné nožní klenby a parametrů středonoží u hráčů fotbalu ve věkovém rozmezí 8-14 let.

Přehled poznatků se zaměřuje na shrnutí základních poznatků o tématu s důrazem na anatomický a funkční popis nohy a na popis metod plantografie. Dále obsahuje základní informace o přístrojové technice měřící rozložení tlakových sil na chodidle. Dále se zde zmiňujeme o deformitách nohy z hlediska jejich příčin a projevů.

Sběr dat probíhal u hráčů týmu SK Sigma Olomouc. Měření na plantografu (podogramu) se zúčastnili hráči týmu SK Sigma Olomouc. Do výzkumu byly zahrnuty 3 skupiny hráčů. Celkově bylo do statistického souboru zahrnuto 219 otisků nohy. Průměrný věk hráčů byl 10,8 let. Nejmladšímu hráči bylo 8 let, nejstaršímu 14 let. Průměrná výška byla 147,5 cm a hmotnost 43 kg. Hráči mají pravidelnou pohybovou aktivitu v závislosti na věku od 3 do 4 tréninků týdně.

V praktické části jsme sledovali morfologické parametry nohy, které byly následně využity k hodnocení podélné klenby nohy a určení vyosení palce a malíku. Veškeré parametry byly analyzovány u celého souboru hráčů a následně v jednotlivých ročních věkových kategoriích. Pro vyhodnocení podélné nožní klenby byla využita indexová metoda Chippaux-Šmiřák. Podle této metody byl zjištěn nejčastější výskyt normálně klenuté nohy přibližně v 87 %. Výskyt ploché nohy nebyl tak výrazný, přibližně v 5 %. Naopak výskyt vysokých nohou byl četnější oproti ploché noze, přibližně v 8 %. Četnosti výskytu se lišily v závislosti na věku. Nejvyšší výskyt ploché nohy se objevil v kategoriích 11 a 12 let. Vysoká noha byla nejfrekventovanější v kategorii 10 let. Nejčastější výskyt normálně klenuté nohy byl zaznamenán v kategoriích 13 a 14 letých. Mezi průměrnými hodnotami indexů dle Chippaux-Šmiřáka u pravých a levých nohou nebyla zjištěna signifikantní diference. Průměrné hodnoty se pohybovaly od 25,5 % do 31,2 %.

Při hodnocení vyosení palce byl zjištěn nejčastější výskyt valgózního vyosení. Varózní postavení palce se vyskytovalo u 23 % hráčů. Normální vyosení palce u 29 % hráčů a u 49 % postavení valgózní. Varózní postavení palce, bylo nejčastější u 11 a 12 letých hráčů. Valgózní postavení palce se nejčastěji objevilo ve věkových kategoriích 9 a 12 let. Normální postavení palce se nejčastěji vyskytovalo u 8 a 9 letých chlapců. Mezi vyosením palce u pravé

a levé nohy z hlediska hodnocení četnostního výskytu nebyl ani v jedné věkové kategorii zjištěn signifikantní rozdíl. Průměrné hodnoty valgózního postavení palce se pohybovaly od  $3,3^\circ$  do  $7,7^\circ$ . Průměrné hodnoty varózního postavení byly v rozmezí od  $-5,8^\circ$  do  $-2,1^\circ$ .

V 90 % bylo stanoveno vyosení malíku valgózním směrem. Varózní postavení bylo zjištěno přibližně u 10 % souboru. Výskyt varózního postavení se nejčastěji projevil v kategoriích 8 a 9 letých. Nejčastější výskyt valgózního postavení malíku byl u kategorií 11 a 14 letých. Četnostně jsme hodnotili přibližně shodné rozložení vyosení malíku z pohledu laterality, a to ve všech věkových kategoriích, s výjimkou 8 a 11 letých. Průměrné hodnoty valgózního postavení malíku se pohybovaly od  $15^\circ$  do  $22^\circ$ . Průměrné hodnoty varózního postavení pak od  $1,5^\circ$  do  $8,6^\circ$ .

## 9 Summary

The main objective of the thesis was to determine condition of the foot longitudinal arch and parameters of midfoot in footballers age 8-14.

Overview of findings focuses on summary of basic knowledge of the topic with Emphasis on description of foot anatomy and methods of plantography. It also includes basic information on devices for measuring distribution of foot pressure forces. We also mention foot deformities in terms of their causes and symptoms.

Data were collected in SK Sigma Olomouc football players, who took part in measuring by means of plantograph. Three groups of players were included in the research. This means that 219 footprints were used for the sample. The average age of players was 10,8 years. The youngest players were 8 years old, the oldest ones 14 years old. The average height was 147,5 cm and weight 43 kg. The players do regular exercise depending on age ranging from 3 to 4 training sessions per week.

In the practical part we observed morphological foot parameters, which were then used to evaluate the longitudinal foot arch and determine the big toe and the little toe deformity. All the parameters were analyzed for the whole sample of players together. Evaluation was also done in all categories separately; the players were divided according to their age. The Chippaux-Šmířák index method detected approximately 87 % of normally arched foot. Less significant was occurrence of flat foot - about 5 %. On the contrary, occurrence of high foot was more significant - about 8 %. The index values differed depending on age. The highest occurrence of flat foot was discovered in categories 11 and 12 years. High foot was the most common in the category of 10 years. Normally arched foot was the most common in categories 13 and 14 years. There was not found a significant difference between Chippaux-Šmířák index values of right and left feet of players with normally arched foot and flat foot. Average values ranged from 25.5% to 31.2%.

Evaluating the big toe deformity we found, that the most frequent was valgus misalignment hallux. Varus inches occurred in 23 % of the players. Normal inch offset 29 % and 49 % of players valgus position. Varus deformity of the big toe was the most common in 11 and 12 year old players. Valgus deformity of the big toe most often appeared in categories 9 and 12 years old. The most frequent occurrence of the normal position of the big toe was in

categories 8 and 9 years old. There was not found a significant difference between the big toe deformity of left and right foot in any of the categories. Average values valgus status inch ranged from  $3.3^{\circ}$  to  $7.7^{\circ}$ . Average values varus collapse ranged from  $-5.8^{\circ}$  to  $-2.1^{\circ}$ .

In 90 % of the determined misalignment, little finger valgus direction. Varus was found in approximately 10 % of the group. The hallux varus deformity was most often in categories 8 and 9 years old. The most common occurrence of the little toe valgus deformity was in categories 11 and 14 years old. The significant difference between the little toe deformity of left and right foot was found only in categories 8 and 11 years old. The average values of the position of the little finger valgus ranged from  $15^{\circ}$  to  $22^{\circ}$ . The average values of varus collapse then from  $1.5^{\circ}$  to  $8.6^{\circ}$ .



## 10 Referenční seznam

- Anatomie nohou [online]. Retrieved 19.10.15 from World Wide Web <http://pedikura-olomouc.webnode.cz/anatomie-nohou/>.
- Blažková, P. (1999). Problematika objemových změn nohou působením definovaného zatížení u předškolních dětí a školní mládeže. In Hanelová, Z. (Ed.), *Sborník pohyb a zdraví* (pp. 111-115). Olomouc: Univerzita Palackého, Fakulta tělesné kultury.
- Brozmanová, B. (1990). *Ortopedická protetika*. Martin:Osveta.
- Čihák, R., Grim, M., & Fejfar, O. (2011). *Anatomie I*. Praha: Grada.
- Deformity předonoží [online]. Retrieved 9.11.15 from World Wide Web <http://www.ortopedicka-ambulance.cz>.
- Dimon, T. (2009). *Anatomie těla v pohybu: základní kurz anatomie kostí, svalů a kloubů*. Praha: Pragma.
- Dungl, P. (2014). *Ortopedie. 2., přeprac. a dopl. vyd.* Praha: Grada.
- Dungl, P. (1989). *Ortopedie a traumatologie nohy*. Praha: Avicenum.
- Dylevský, I. (2009). *Speciální kineziologie*. Praha: Grada Publishing.
- Dylevský, I. (2009). *Funkční anatomie*. Praha: Grada Publishing.
- Dylevský, I. (2009) *Kineziologie; Základy strukturální kineziologie* Praha: Triton.
- Footscan Retrieved 14.11.15 from World Wide Web <http://www.rsscans.com/footscan>.
- Gallo, J. et al. (2011). Ortopedie pro studenty lékařských a zdravotnických fakult. Olomouc: Univerzita Palackého Olomouc.
- Jankovič, A., Ilič, D., & Durič, S. (2014). Detection of feet status in football school participants aged 11 to 13. *Research in Kinesiology* 42(2), 134-139 Retrieved 16.11.2015 from SPORTDiscus with Full Text database on the World Wide Web: <http://web.ebscohost.com>.
- Kamínek, P. (2012). *Ortopedie pro speciální pedagogy*. Olomouc: Univerzita Palackého.

- Klementa, J. (1987). *Somatometrie nohy*. Praha: SPN.
- Kopecký, M. (2004). Plantografické metody a jejich využití při monitorování klenby nohy v praxi. *Česká kinantropologie*. (8/1), pp. 27-40.
- Kristíníková, J. (2002). Plochá noha a vadné držení těla. Diagnostika pohybového systému metody vyšetření, primární prevence, prostředky pohybové terapie. In, Riegerová, J., (Ed.), *Sborník V. mezinárodní konference v oboru funkční antropologie a zdravotní tělesné výchovy*, (pp. 85-86). Olomouc: Univerzita Palackého, Fakulta tělesné kultury.
- Michaud, T. (1997). *Foot orthoses and other forms of conservative foot care*. Newton, Massachusetts, USA.
- Mitova, S., Popova, D., & Gramatikova, M. (2015). Flat foot in children and growing up – actual problem. *Research of Kinesiology*. 43(1), 25-27 Retrieved 19.11.2015 from SPORTDiscus with Full Text database on the World Wide Web: <http://web.ebscohost.com>.
- Linc, R., & Doubková, A. (2001). *Anatomie hybnosti I*. Praha: Karolinum.
- Langmeier, J., & Krejčířová, D. (1998). *Vývojová psychologie*. Praha: Grada.
- Larsen, Ch. (2005). *Zdravá chůze po celý život*. Olomouc: Poznání.
- Matějček, Z., & Pokorná, M. (1998). *Radosti a strasti: Předškolní věk Mladší školní věk Starší školní věk*. Jinočany: H+H.
- Netter, F. (2005). *Anatomický atlas člověka*. Praha: Grada.
- Novotná, H. (2001). *Děti s diagnózou plochá noha*. Praha: Olympia.
- Ploché nohy [online]. Retrieved 11.10.15 from World Wide Web <http://www.jindrichpolak.wz.cz/plochenohy.php>.
- Přidalová, M., Janura, M., Elfmark, M. FootScan – analýza tlakových sil v oblasti kontaktu nohy s podložkou. In, Riegerová, J. (Ed.) *Diagnostika pohybového systému – metody vyšetření, primární prevence, prostředky pohybové terapie*. (pp. 125-129). Olomouc: Univerzita Palackého, Fakulta tělesné kultury.
- Purgarič, S. (1994). *Podologické praktikum*. Split: Euroortopedi.

- Queen, R., Mall, N., Nunley, J., & Chuckpaiwong, B. (2008). Differences in plantar loading between flat and normal feet during different athletic tasks. *Gait & Posture. (Vol. 29, Issue 4)*, s. 582-586 Retrieved 10.11.2015 from SPORTDiscus with Full Text database on the World Wide Web: <http://www.sciencedirect.com/>.
- Raton, B. (2013). *The science of footwear*. Fla: CRC Press.
- Riegerová, J., & Přidalová, M. (2002). *Funkční anatomie I*. Olomouc: Hanex.
- Riegerová, J., Přidalová, M., & Ulbrichová, M. (2006). *Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu*. Příručka funkční antropologie. Olomouc: Nakladatelství Hanex.
- Sosna, A. et. al. (2001). *Základy ortopedie*. Praha: Triton.
- Šelingerová, M., & Hostýn, V. (2012). Starostlivost' o nohy športujúcich dětí a mládeže. *Tělesná výchova a šport, 22(1)*, 20-23.
- Urban, J., Vařeka, I., & Svajčíková, J. (2000). Přehled metod hodnocení plantogramu z hlediska diagnostiky plochonoží. In Riegerová, J. Diagnostika pohybového systému – metody vyšetření, primární prevence, prostředky pohybové terapie. *Sborník IV. mezinárodní konference v oboru funkční antropologie a zdravotní tělesné výchovy*. 191-192.
- Valmassy, R. (1995). *Clinical biomechanics of the lower extremities* St. Louis : C.V. Mosby.
- Vařeka, I., & Vařeková, R. (2009). *Kineziologie nohy*. Olomouc: Univerzita Palackého.
- Véle, F. (2006). *Kineziologie*. Praha: Triton.
- Vrozené a získané vady nohou Retrieved 29.10.15 from World Wide Web <http://prozdravenohy.cz/?p=205>.
- Véle, F. (1994). *Pohyb a vědy o pohybu*. Část II. Rehabil. Fyz. Lék., 2(1), 19-24.
- Wiegerinck, B., et. al. (2009). Differences in plantar loading between training shoes and racing flats at a self-selected running speed. *Gait & Posture. (Vol. 29, Issue 3)*, 514-519 Retrieved 11.11.2015 from SPORTDiscus with Full Text database on the World Wide Web: <http://www.sciencedirect.com/>.

Zatloukalová, M. (1999). Možnosti měření nášlapných sil v obuvi. In Hanelová, Z. (Ed.), *Sborník pohyb a zdraví* (pp. 564-568). Olomouc: Univerzita Palackého, Fakulta tělesné kultury.

## **11 Seznam příloh**

**Příloha 1. Základní statistické charakteristiky vybraných somatických parametrů kategorie 8 let**

**Příloha 2. Základní statistické charakteristiky vybraných somatických parametrů kategorie 9 let**

**Příloha 3. Základní statistické charakteristiky vybraných somatických parametrů kategorie 10 let**

**Příloha 4. Základní statistické charakteristiky vybraných somatických parametrů kategorie 11 let**

**Příloha 5. Základní statistické charakteristiky vybraných somatických parametrů kategorie 12 let**

**Příloha 6. Základní statistické charakteristiky vybraných somatických parametrů kategorie 13 let**

**Příloha 7. Základní statistické charakteristiky vybraných somatických parametrů kategorie 14 let**

**Příloha 8. Základní statistické charakteristiky úhlu nohy u sledovaných souborů**

**Příloha 9. Základní statistické charakteristiky šířky paty u sledovaných souborů**

**Příloha 10. Základní statistické charakteristiky délky paty u sledovaných souborů**

**Příloha 11. Základní statistické charakteristiky šířky předonoží u sledovaných souborů**

**Příloha 12. Základní statistické charakteristiky indexu Chippaux-Šmiřáka (%) u sledovaných souborů**

**Příloha 13. Základní statistické charakteristiky vyosení palce u sledovaných souborů**

**Příloha 14. Základní statistické charakteristiky vyosení malíku u sledovaných souborů**

**Příloha 15. Srovnání pravých a levých délek nohy u všech kategorií**

**Příloha 16. Srovnání úhlových parametrů levé a pravé nohy v kategoriích 8-11 let**

**Příloha 17. Srovnání úhlových parametrů levé a pravé nohy v kategoriích 12-14 let a celého souboru**

**Příloha 18. Srovnání indexových hodnot nohy levé a pravé podle metody Chippaux-Šmiřák v kategoriích 8-11 let**

**Příloha 19. Srovnání indexových hodnot nohy levé a pravé podle metody Chippaux-Šmiřák v kategoriích 12-14 let a celého souboru.**

**Příloha 1. Základní statistické charakteristiky vybraných somatických parametrů  
kategorie 8 let**

	8 let (n=24)			
	M	SD	Min.	Max.
Výška (cm)	133,14	4,6	123	140,7
Hmotnost (kg)	31	3,4	24,4	36,3
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	16,7	1,7	14,83	21,35
Dis L (mm)	202,58	10,0	185	218
Dis P (mm)	202,83	10,6	183	218

Dis L – délka levé nohy, Dis P – délka pravé nohy

**Příloha 2. Základní statistické charakteristiky vybraných somatických parametrů  
kategorie 9 let**

	9 let (n=30)			
	M	SD	Min.	Max.
Výška (cm)	137,17	6,3	122,1	151,6
Hmotnost (kg)	34,25	4,6	24,8	45,7
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	17,11	1,5	14,02	20,22
Dis L (mm)	209,77	9,8	193	237
Dis P (mm)	209,2	10,3	193	237

Dis L – délka levé nohy, Dis P – délka pravé nohy

**Příloha 3. Základní statistické charakteristiky vybraných somatických parametrů  
kategorie 10 let**

	10 let (n=39)			
	M	SD	Min.	Max.
Výška (cm)	143,52	7,6	127,1	161,2
Hmotnost (kg)	39,2	6,2	27,6	54,7
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	17,72	2,0	15,02	23,63
Dis L (mm)	216,18	12,6	192	243
Dis P (mm)	216,05	13,0	192	243

Dis L – délka levé nohy, Dis P – délka pravé nohy

**Příloha 4. Základní statistické charakteristiky vybraných somatických parametrů  
kategorie 11 let**

	11 let (n=47)			
	M	SD	Min.	Max.
Výška (cm)	149,33	6,7	131,9	160,6
Hmotnost (kg)	44,01	5,9	31,4	54,2
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	17,54	1,8	15,23	23,68
Dis L (mm)	226,89	11,2	205	254
Dis P (mm)	226,32	11,4	202	257

Dis L – délka levé nohy, Dis P – délka pravé nohy

**Příloha 5. Základní statistické charakteristiky vybraných somatických parametrů  
kategorie 12 let**

	12 let (n=48)			
	M	SD	Min.	Max.
Výška (cm)	153,77	5,6	142,2	163,5
Hmotnost (kg)	47,94	5,2	38,1	60,2
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	17,67	1,7	15,14	23,32
Dis L (mm)	233,15	9,2	210	255
Dis P (mm)	233,04	9,4	205	255

Dis L – délka levé nohy, Dis P – délka pravé nohy

**Příloha 6. Základní statistické charakteristiky vybraných somatických parametrů  
kategorie 13 let**

	13 let (n=25)			
	M	SD	Min.	Max.
Výška (cm)	160,85	8,3	147,7	188
Hmotnost (kg)	54,9	9,2	43,4	88,3
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	18,5	2,1	16,37	25,07
Dis L (mm)	243,48	13,9	213	283
Dis P (mm)	243,56	14,9	211	283

Dis L – délka levé nohy, Dis P – délka pravé nohy

**Příloha 7. Základní statistické charakteristiky vybraných somatických parametrů kategorie 14 let**

	14 let (n=6)			
	M	SD	Min.	Max.
Výška (cm)	165,78	5,4	159,5	172,5
Hmotnost (kg)	59,67	6,2	53,1	69
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	20,15	1,7	18,12	23,18
Dis L (mm)	250,67	14,1	234	268
Dis P (mm)	247,83	13,1	234	264

Dis L – délka levé nohy, Dis P – délka pravé nohy

**Příloha 8. Základní statistické charakteristiky úhlu nohy u sledovaných souborů**

Úhel nohy						
Věk	Lateralita	n	M	SD	Min.	Max.
8	P	24	16,7°	1,9	13,6°	21,3°
	L	24	16,4°	2,7	10,3°	22,3°
9	P	30	16,6°	2,1	11,9°	20,6°
	L	30	15,9°	2,0	11,1°	19,4°
10	P	39	16,5°	1,9	12,6°	20,6°
	L	39	16,7°	2,1	11,8°	20,5°
11	P	47	16,2°	1,9	12,5°	20,3°
	L	47	15,9°	2,4	10,6°	21,6°
12	P	48	16,2°	1,8	12,3°	20,3°
	L	48	15,7°	2,1	11,1°	20,0°
13	P	25	15,7°	1,9	10,7°	19,0°
	L	25	15,5°	1,7	12,2°	18,2°
14	P	6	15,9°	1,2	14,4°	17,5°
	L	6	15,5°	1,8	13,1°	18,0°
Celý soubor	P	219	16,2°	1,9	10,7°	21,3°
	L	219	15,9°	2,2	10,3°	22,3°



**Příloha 9. Základní statistické charakteristiky šířky paty u sledovaných souborů**

Šířka paty						
Věk	Lateralita	n	M	SD	Min.	Max.
8 (mm)	P	24	43,8	2,7	36,1	48,8
	L	24	44,7	3,3	38,3	51,0
9 (mm)	P	30	44,5	3,8	38,6	52,7
	L	30	45,1	3,1	40,0	51,5
10 (mm)	P	39	45,9	3,4	38,1	53,3
	L	39	45,9	3,8	36,4	54,8
11 (mm)	P	47	46,1	5,2	38,5	66,8
	L	47	45,8	4,9	35,6	54,4
12 (mm)	P	48	46,8	3,6	39,4	56,4
	L	48	46,3	3,8	39,3	56,9
13 (mm)	P	25	49,7	3,6	42,8	57,8
	L	25	49,8	4,2	42,8	58,3
14 (mm)	P	6	50,1	3,8	46,6	56,4
	L	6	50,9	5,9	43,1	57,8
Celý soubor (mm)	P	219	46,2	4,2	36,1	66,8
	L	219	46,3	4,3	35,6	58,3

**Příloha 10. Základní statistické charakteristiky délky paty u sledovaných souborů**

Délka paty						
Věk	Lateralita	n	M	SD	Min.	Max.
8 (mm)	P	24	58,1	4,5	50,6	66,9
	L	24	59,1	7,0	45,7	75,2
9 (mm)	P	30	59,5	5,2	49,2	69,5
	L	30	62,3	4,8	51,8	74,1
10 (mm)	P	39	60,9	4,9	48,0	69,2
	L	39	61,9	3,9	54,3	70,0
11 (mm)	P	47	62,1	4,8	52,0	72,2
	L	47	62,6	5,0	50,8	74,7
12 (mm)	P	48	62,9	4,3	54,1	72,6
	L	48	63,7	5,0	52,4	75,9
13 (mm)	P	25	65,2	5,2	57,8	77,9
	L	25	67,8	4,9	59,4	76,7
14 (mm)	P	6	67,6	7,9	56,6	78,4
	L	6	68,8	6,7	60,1	75,3
Celý soubor (mm)	P	219	61,8	5,3	48,1	78,4
	L	219	63,0	5,6	45,7	76,7

**Příloha 11. Základní statistické charakteristiky šířky předonoží u sledovaných souborů**

Šířka předonoží						
Věk	Lateralita	n	M	SD	Min.	Max.
8 (mm)	P	24	79,0	5,1	70,1	93,6
	L	24	77,2	4,2	70,7	86,0
9 (mm)	P	30	79,8	4,8	70,0	90,1
	L	30	79,0	4,9	70,9	91,6
10 (mm)	P	39	82,1	4,8	72,5	96,7
	L	39	81,9	5,5	70,0	99,1
11 (mm)	P	47	83,7	5,7	74,3	105,6
	L	47	82,3	5,2	74,3	91,9
12 (mm)	P	48	86,0	4,8	74,8	94,7
	L	48	83,3	4,5	75,4	93,6
13 (mm)	P	25	88,9	6,5	73,4	97,9
	L	25	87,8	5,6	75,2	96,7
14 (mm)	P	6	90,6	4,8	85,0	98,2
	L	6	90,0	5,5	80,7	95,4
Celý soubor (mm)	P	219	83,6	6,1	70,0	105,6
	L	219	82,3	5,9	70,0	99,1

**Příloha 12. Základní statistické charakteristiky indexu Chippaux-Šmiřáka (%) u sledovaných souborů**

Index Chippaux-Šmiřák						
Věk	Lateralita	n	M	SD	Min.	Max.
8	P	22	27,7	8,3	15,2	48,5
	L	23	27,2	7,0	16,5	39,5
9	P	27	27,2	8,6	12,5	49,7
	L	27	28,7	7,9	11,1	42,8
10	P	33	29,0	11,4	2,0	55,6
	L	29	31,2	9,6	9,7	57,0
11	P	45	28,5	11,7	0,8	54,3
	L	40	28,7	9,4	14,2	48,2
12	P	46	30,0	10,9	11,6	65,6
	L	46	28,7	10,7	7,5	61,8
13	P	25	28,0	9,1	9,7	48,9
	L	25	29,8	8,7	17,7	62,2
14	P	6	27,1	5,2	19,3	32,7
	L	6	25,5	9,0	12,9	37,8
Celý soubor	P	204	28,5	10,3	0,8	65,6
	L	196	29,0	9,2	7,5	62,2

**Příloha 13. Základní statistické charakteristiky vyosení palce u sledovaných souborů**

Věk	Lateralita	Úhel palce														
		Vyosení palce > 0° (valgozita)					Vyosení palce < 0° (varozita)					Vyosení palce celkově (°)				
		n	M	SD	Min.	Max.	n	M	SD	Min.	Max.	n	M	SD	Min.	Max.
8	P	15	4,0	3,2	0,2	11,2	9	-2,5	2,2	-0,2	-6,7	24	1,6	4,3	-0,2	11,2
	L	14	4,6	3,1	1,0	10,7	10	-5,0	2,3	-2,2	-9,2	24	0,6	5,5	-2,2	10,7
9	P	21	4,0	2,8	0,4	13,2	9	-2,8	1,9	-0,4	-6,2	30	2,0	4,1	-0,4	13,2
	L	19	4,2	2,7	0,1	9,3	11	-3,0	2,3	-0,2	-7,7	30	1,6	4,3	-0,2	9,3
10	P	22	4,4	2,4	0,6	10,3	17	-3,8	3,7	-0,1	-15,6	39	0,9	5,0	-0,1	10,3
	L	28	4,2	3,4	0,4	11,4	11	-3,6	3,1	-0,5	-11,4	39	2,0	4,8	-0,5	11,4
11	P	29	4,3	2,9	0,3	14,7	18	-5,8	3,8	-0,6	-13,2	47	0,5	5,9	-0,6	14,7
	L	31	4,4	3,6	0,1	16,8	16	-4,0	3,5	-0,3	-13,4	47	1,5	5,3	-0,3	16,8
12	P	31	3,9	2,8	0,2	10,9	17	-5,8	3,8	-0,1	-13,0	48	0,4	5,6	-0,1	10,9
	L	29	4,9	2,4	0,4	10,5	19	-5,8	5,7	-0,1	-17,8	48	0,6	6,6	-0,1	10,5
13	P	16	3,9	3,1	0,3	7,6	9	-4,3	4,3	-0,2	-15,0	25	0,9	5,3	-0,2	7,6
	L	16	4,6	2,6	0,7	10,9	9	-2,1	1,6	-0,2	-5,3	25	2,2	4,0	-0,2	10,9
14	P	2	7,7	3,2	4,5	10,8	4	-3,0	1,7	-0,2	-4,9	6	0,6	5,5	-0,2	10,8
	L	4	3,3	2,0	1,4	6,6	2	-4,2	3,2	-1,0	-7,4	6	0,8	4,3	-1,0	6,6
Celý soubor	P	136	4,2	2,9	0,2	14,7	83	-4,4	3,7	-0,1	-15,6	219	0,9	5,2	-0,1	14,7
	L	141	4,4	3,1	0,1	16,8	78	-4,2	3,9	-0,1	-17,8	219	1,4	5,3	-0,1	16,8

**Příloha 14. Základní statistické charakteristiky vyosení malíku u sledovaných souborů**

		Úhel malíku														
		Vyosení malíku > 9° (valgozita)					Vyosení malíku < 9° (varozita)					Vyosení malíku celkově (°)				
Věk	Lateralita	n	M	SD	Min.	Max.	n	M	SD	Min.	Max.	n	M	SD	Min.	Max.
8	P	19	15,0	4,1	9,6	23,7	5	3,6	3,4	-3,0	6,3	24	12,7	6,1	-3,0	23,7
	L	20	18,0	3,0	13,3	24,9	4	5,1	2,7	1,8	8,8	24	17,7	5,6	1,8	24,9
9	P	26	15,9	3,7	9,9	24,0	4	1,5	3,0	-1,9	6,3	30	14,0	6,1	-1,9	24,0
	L	26	17,7	4,3	9,4	11,5	4	2,9	4,5	-3,4	8,8	30	15,7	6,6	-3,4	11,5
10	P	38	17,1	4,3	9,1	27,1	1	5,0	0,0	5,0	5,0	39	16,8	4,6	5,0	27,1
	L	35	17,2	4,4	9,8	27,7	4	1,6	5,3	-5,2	8,1	39	15,6	6,5	-5,2	27,7
11	P	43	18,2	4,5	9,4	26,5	4	4,8	2,3	1,8	7,3	47	17,3	5,4	1,8	26,5
	L	46	18,9	4,2	12,2	26,2	1	8,6	0,0	8,6	8,6	47	18,7	4,5	8,6	26,2
12	P	46	19,0	4,2	9,6	30,2	2	7,2	0,7	6,4	7,9	48	18,5	4,7	6,4	30,2
	L	47	19,3	4,1	12,1	27,0	1	5,5	0,0	5,5	5,5	48	19,0	4,5	5,5	27,0
13	P	24	18,5	3,7	10,7	26,5	1	6,9	0,0	6,9	6,9	25	18,0	4,3	6,9	26,5
	L	23	19,3	4,7	12,5	26,6	2	2,6	1,4	1,2	4,1	25	18,0	6,4	1,2	26,6
14	P	6	22,0	3,4	15,3	26,4	0	0,0	0,0	0,0	0,0	6	22,0	3,4	15,3	26,4
	L	6	20,1	4,0	15,9	26,2	0	0,0	0,0	0,0	0,0	6	20,1	4,0	15,9	26,2
Celý soubor	P	202	17,6	4,6	9,1	30,2	17	4,5	2,8	-1,9	7,9	219	16,7	5,6	-1,9	30,2
	L	203	18,5	4,3	9,4	27,7	16	3,6	4,2	-5,2	8,8	219	17,5	5,8	-5,2	27,7

### Příloha 15. Srovnání pravých a levých délek nohy u všech kategorií

Délka nohy		
Kategorie	Počet platných	p
8	8	0,7262
9	10	0,1688
10	11	0,6890
11	28	0,0757
12	23	0,7726
13	13	0,9721
14	5	0,0431*
Celý soubor	98	0,0462*

signifikantní diference označena \*

**Příloha 16. Srovnání úhlových parametrů levé a pravé nohy v kategoriích 8-11 let**

	8 let (n=24)					9 let (n=30)					10 let (n=39)					11 let (n=47)				
	L		P		L/P	L		P		L/P	L		P		L/P	L		P		L/P
	M	SD	M	SD		M	SD	M	SD		M	SD	M	SD		M	SD			
Úhel palce	0,6°	5,5	1,6°	4,3	0,4073	1,6°	4,3	2°	4,1	0,7655	2,0°	4,8	0,9°	5	0,0740	1,5°	5,3	0,5°	5,9	0,3096
Úhel malíku	17,7°	5,6	12,7°	6,1	0,0206*	15,7°	6,6	14°	6,1	0,2058	15,6°	6,5	16,8°	4,6	0,2763	18,7°	4,5	17,3°	5,4	0,0454*
Úhel nohy	16,4°	2,7	16,7°	1,9	0,0009*	15,9°	2,0	16,6°	2,1	0,0003*	16,7°	2,1	16,5°	1,9	0,0108*	15,9°	2,4	16,2°	1,9	0,0000*

signifikantní diference označena \*

**Příloha 17. Srovnání úhlových parametrů levé a pravé nohy v kategoriích 12-14 let a celého souboru**

	12 let (n=48)					13 let (n=25)					14 let (n=6)					Celý soubor (n=219)				
	L		P		L/P	L		P		L/P	L		P		L/P	L		P		L/P
	M	SD	M	SD		M	SD	M	SD		M	SD	M	SD		M	SD	M	SD	
Úhel palce	0,6°	6,6	0,4°	5,6	0,6152	2,2°	4,0	0,9°	5,3	0,3532	0,8°	4,3	0,6°	5,5	0,9165	1,4°	5,3	0,9°	5,3	0,1579
Úhel malíku	19°	4,5	18,5°	4,7	0,4984	18°	6,4	18°	4,3	0,8611	20,1°	4,0	22°	3,4	0,4630	17,5°	5,8	16,7°	5,6	0,0885
Úhel nohy	15,7°	2,1	16,2°	1,8	0,0000*	15,5°	1,7	15,7°	1,9	0,0001*	15,5°	1,8	15,9°	1,2	0,2488*	15,9°	2,2	16,2°	1,9	0,0000*

signifikantní diference označena \*



**Příloha 18. Srovnání indexových hodnot nohy levé a pravé podle metody Chippaux-Šmiřák v kategoriích 8-11 let**

	8 let (n=22)					9 let (n=26)					10 let (n=28)					11 let (n=40)				
	L		P		L/P	L		P		L/P	L		P		L/P	L		P		L/P
	M	SD	M	SD		M	SD	M	SD		M	SD	M	SD		M	SD	M	SD	
Index CH-Š	27,2	7,0	27,7	8,3	0,8582	28,7	9,7	27,2	8,6	0,7331	31,2	9,6	29	11,4	0,6986	28,7	9,4	28,5	11,7	0,0929

signifikantní diference označena \*

**Příloha 19. Srovnání indexových hodnot nohy levé a pravé podle metody Chippaux-Šmiřák v kategoriích 12-14 let a celého souboru.**

	12 let (n=45)					13 let (n=25)					14 let (n=6)					Celý soubor (n=192)				
	L		P		L/P	L		P		L/P	L		P		L/P	L		P		L/P
	M	SD	M	SD		M	SD	M	SD		M	SD	M	SD		M	SD	M	SD	
Index CH-Š	28,7	10,7	30	10,9	0,4875	29,8	8,7	28	9,1	0,3966	25,5	9,0	27,1	5,2	0,9165	29	9,2	28,5	10,3	0,4942

signifikantní diference označena \*