

Deformační odezvy nohy a parametry obuvi u hráčů fotbalu

Bc. Barbora Foltýnová

Diplomová práce
2011



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav fyziky a mater. inženýrství

akademický rok: 2010/2011

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Barbora FOLTÝNOVÁ**
Osobní číslo: **T09607**
Studijní program: **N 2808 Chemie a technologie materiálů**
Studijní obor: **Inženýrství a hygiena obouvaní**

Téma práce: **Deformační odezvy nohy a parametry obuvi u hráčů fotbalu**

Zásady pro vypracování:

1. Vypracujte literární rešerši na dané téma se zaměřením na anatomii přední části nohy a techniku odkopu míče hráčem fotbalu. Charakterizujte konstrukci obuvi pro tyto sportovce.
2. Praktická část: Navrhněte experiment a realizujte jej.
3. Vyhodnoťte získaná data pomocí statistických metod.
4. Provedte diskuzi získaných výsledků a stanovte závěr.
5. Text diplomové práce a ostatní grafické aj. informace zpracujte ve smyslu platného grafického manuálu. Uveďte použité zkratky, seznamy obrázků a použitou literaturu citujte.

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

1. **DUNGL, P. Ortopedie a traumatologie nohy. 1. vyd. Praha: Avicenum ? Zdravotnické nakladatelství, 1989.**
2. **RIEGROVÁ, J., PŘIDALOVÁ, M., ULBRICHOVÁ, M. Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu. Příručka funkční antropologie. 3. vyd. Olomouc: Hanex, 2006. 262 s.**
3. **ANÍČEK, P. a kol. Ortopedie. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita v Brně, 2001. ISBN 80-210-2535-2.**
4. **BAUMGARTNER, R., STINUS, H. Die orthopädiotechnische Versorgung des Fußes. 3. vyd. Stuttgart ? New York: Tyjeme Verlag, 2001. ISBN 3-13-486603-X.**
5. **MAGEE, D. J. Orthopedic physical Assessment. 4th ed. Philadelphia: Elsevier, 2002. 1020 p. ISBN 0-7216-9352-0.**
6. **HALADOVÁ E., NECHVÁTALOVÁ L.: Vyšetřovací metody hybného systému. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 1997. ISBN 80-7013-237-X.**

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Martina Chmelařová, Ph.D.
Ústav fyziky a mater. inženýrství

Datum zadání diplomové práce:

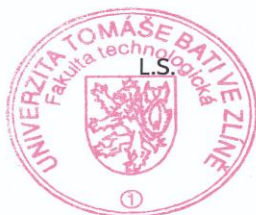
14. února 2011

Termín odevzdání diplomové práce:

20. května 2011

Ve Zlíně dne 14. února 2011


doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.
děkan




Mgr. Aleš Mráček, Ph.D.
ředitel ústavu

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby ¹⁾;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 ²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně 17. 5. 2011

.....

¹⁾ zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevýdělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

²⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacímu zařízení (školní dílo).

³⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlédne k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

V této práci je popsán úvod do anatomie nohy, patologie lidské nohy a plantografie. Dále se tato práce zabývá shrnutím informací o obuvi pro fotbal dostupné na trhu. Hlavním úkolem je zjištění deformační odezvy chodidla. Experiment byl měřen na zařízení, které bylo sestrojeno k tomuto výzkumu. Je to zařízení pro měření deformační odezvy chodidla. Jako referenční vzorek byli vybráni hráči fotbalu v dorosteneckém věku, jelikož jejich noha je často namáhána a odolává vysokým tlakům. Na nohu probandů bylo působeno silou (10 až 300 N) a bylo zjišťováno, o kolik je noha schopná se zmenšit v místě obvodu prstních kloubů.

Klíčová slova:

Noha, anatomie, patologie, deformační odezva, kopačky.

ABSTRACT

This thesis describes the introduction to the feet anatomy, human pathology of the feet and plantografie. Furthermore, this work deals with a summary of information about soccer shoes available on a trade. The main task is to determine the deformation response of the foot. The experiment was measured on an equipment that was constructed for this research. It is a device for measuring foot deformation response. Junior football players were selected as a reference sample because their foot is often stressed and it has to resist high pressure. At the probands' foot was used force (10-300 N) and it was determined by how much is the foot able to reduce the circuit at the finger joints.

Keywords:

Foot, anatomy, pathology, strain response, soccer shoes.

Poděkování:

Ráda bych poděkovala všem, kteří mi umožnili vytvoření této práce. Především bych ráda poděkovala vedoucí diplomové práce ing. Martině Chmelařové, Ph.D. za rady a připomínky.

Motto:

„Prvním krokem na cestě ke štěstí je učení se.“

Dalajlama

Prohlašuji, že jsem na diplomové práci pracoval(a) samostatně a použitou literaturu jsem citoval(a). V případě publikace výsledků, je-li to uvedeno na základě licenční smlouvy, budu uveden(a) jako spoluautor(ka).

Ve Zlíně

.....

Podpis studenta

OBSAH

ÚVOD.....	11
I TEORETICKÁ ČÁST	13
1 ANATOMIE A MORFOLOGIE NOHY	14
1.1 ANATOMIE DOLNÍ KONČETINY	14
1.2 ANATOMIE NOHY.....	14
1.2.1 Kostí nohy	14
1.2.2 Klouby nohy	15
1.2.3 Svaly nohy	16
1.2.4 Povrchová tkáň nohy.....	17
1.3 KLENBA NOŽNÍ.....	17
1.3.1 Podélná klenba	17
1.3.2 Příčná klenba	18
1.3.3 Nášlapná plocha chodidla.....	18
1.3.4 Metody hodnocení nožní klenby pomocí plantografie.....	19
1.4 POHYBY NOHY	21
1.5 PATOLOGIE LIDSKÉ NOHY	22
1.5.1 Plochá noha	23
1.5.2 Vysoká noha (pes excavatus)	24
1.5.3 Vbočený palec (Hallux valgus)	24
1.5.4 Ztuhlý palec (Hallux rigidus)	25
1.5.5 Vybočený malík (Digitus quintus varus).....	25
1.5.6 Deformity prstů	25
1.5.7 Kostěné výrůstky (exostóza)	26
1.5.8 Deformity kůže.....	26
1.6 OBVOD PRSTNÍCH KLOUBŮ	27
1.6.1 Šířková velikostní skupina	27
1.6.2 Délková velikostní skupina	28
1.7 MORFOLOGICKÝ TYP NOHY	28
1.8 HMOTNOSTNĚ VÝŠKOVÉ INDEXY LIDSKÉHO TĚLA.....	30
2 POHYB NOHY PŘI FOTBALE.....	31
2.1 HRA BEZ MÍČE	31
2.2 HRA S MÍČEM	31
2.3 POLOHA NOHY PŘI HŘE FOTBALU.....	32
2.3.1 Vnitřní strana nohy.....	32
2.3.2 Vnější strana nohy	33
2.3.3 Vnitřní nárt	33
2.3.4 Přímý nárt.....	33
2.3.5 Vnější nárt	34
3 SKELET FOTBALOVÉ OBUVI.....	35

3.1	HISTORIE KOPAČEK	35
3.2	SVRŠEK KOPAČEK.....	35
3.3	SPODEK KOPAČEK.....	37
II	PRAKTICKÁ ČÁST	40
4	CÍL PRÁCE	41
5	ZVOLENÉ METODY ZPRACOVÁNÍ	42
5.1	METODIKA MĚŘENÍ ZÁKLADNÍCH CHARAKTERISTIK	42
5.1.1	Měření tělesné hmotnosti	42
5.1.2	Stanovení BMI	42
5.1.3	Měření obvodu prstních kloubů	42
5.1.4	Stanovení přímé délky chodidla	42
5.2	PŘÍSTROJE A ZAŘÍZENÍ.....	43
5.2.1	Omron BF500 (Body composition Monitor).....	43
5.2.2	Plantograf	44
5.2.3	Zařízení pro měření deformační odezvy chodidla.....	44
5.3	ZPŮSOBY ZPRACOVÁNÍ DAT.....	45
5.3.1	Dotazník	45
5.3.2	Statistické zpracování dat.....	45
6	HLAVNÍ VÝSLEDKY PRÁCE	49
6.1	ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKA SOUBORU PROBANDŮ	49
6.1.1	Věk	49
6.1.2	Tělesná výška	49
6.1.3	Tělesná hmotnost a BMI	50
6.1.4	Podíl tuku v těle	50
6.1.5	Podíl svalstva v těle.....	51
6.2	ZÁKLADNÍ NAMĚŘENÉ CHARAKTERISTIKY NOHY.....	51
6.2.1	Přímá délka chodidla	51
6.2.2	Obvod prstních kloubů odlehčené nohy.....	52
6.2.3	Obvod prstních kloubů zatížené nohy	52
6.2.4	Šířka nohy v oblasti prstních kloubů.....	54
6.2.5	Úhly nohy	55
6.2.6	Typologie nohy.....	55
6.2.7	Klenba nožní	56
6.2.8	Velikost obuvi a šířková skupina ze zatíženého obvodu prstních kloubů.....	57
6.3	KORELAČNÍ ANALÝZA	57
6.4	DEFORMAČNÍ ODEZVA NOHY	61
6.5	DEFORMITY A ZRANĚNÍ NOHY PROBANDŮ	65
6.6	DOTAZNÍK	65
	ZÁVĚR	67
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	69

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	72
SEZNAM OBRÁZKŮ	73
SEZNAM TABULEK.....	75
SEZNAM PŘÍLOH.....	76

ÚVOD

Tato práce řeší deformační odezvy nohy a parametry obuvi u hráčů fotbalu. Teoretická část popisuje anatomii dolní končetiny a nohy, kde je popsáno z jakých kostí, svalů a kloubů se noha skládá. Lidská noha patří mezi nejsložitější část lidského těla. Je složena z 26 kostí, 33 kloubů, 107 vazů a 19 svalů. Dále jsou zde rozebrány povrchové tkáně nohy, mezi které patří kůže, nehty, mazové a potní žlázy. Člověk průměrně udělá za den 8000 – 10000 kroků, proto je noha velmi namáhaná část lidského těla. Musí odolávat otřesům při došlapu. Toto zajišťuje klenba nožní, která tlumí otřesy, umožňuje pružnou a elastickou chůzi. Ta se hodnotí pomocí plantografie. Noha vykonává mnoho pohybů, mezi které patří supinace, pronace, addukce, abdukce, dorzální a plantární flexe. Noha se dělí na nohu řeckého typu, egyptského typu a na nohu kvadratickou. Během života člověka, nebo už před narozením je noha ohrožena vznikem onemocnění vad. Mezi tyto vady patří plochá noha, vysoká noha, vbočený palec, ztuhlý palec, vybočený malík, kladívkové a drápotivé prsty, kostěné výrůstky a deformity kůže. K popisu člověka je nutné znát jeho tělesnou hmotnost a tělesnou výšku, z které se dají spočítat hmotnostně výškové indexy, jako je BMI.

Pro popis fotbalové obuvi je nutné znát pohyby nohy při fotbalu. Mezi herní činnosti patří hra bez míče, přihrávání, zpracování, vedení míče, obcházení soupeře, střelba a odebírání míče. Během hry bez míče, hráči chodí, klušou, běhají a sprintují. Hra s míčem se provádí různými částmi těla, mezi které patří hrudník, stehna, hlava, ruce a části nohy. Noha se při hře dostává do různých poloh, ze kterých se potom dále zpracovává. Mezi ně patří vnitřní strana nohy, vnější strana, vnitřní nárt, přímý nárt, vnější nárt, pata a špička. Noha je při střetu s míčem deformována.

Fotbalová obuv byla rozdělena podle svršku a spodku. K tomuto tématu neexistuje mnoho literatury, proto byla zkoumána z nabídky výrobců a prodejců. Na svršek se nejčastěji používá přírodní useň nebo syntetická koženka. Svršky jsou konstrukčně hodně členěné. Spodek obuvi je připevněn výrobním způsobem lepení nebo přímým nástřikem podešve na svršek. Obuv se dělí podle povrchu, na který je určená a to na obuv pro přírodní povrch, obuv pro umělý povrch a obuv pro sálovou kopanou. Kolíky jsou na podešvi, buď přímo nastříknuté, nebo šroubovatelné.

Experimentální část je zaměřena na deformační odezvu chodidla. Noha byla utahovaná na originálním zařízení, které bylo k tomuto sestrojeno. Chodidlo bylo upnuto do měřicí pásky

v oblasti obvodu prstních kloubů a pomocí síly, která byla manuálně vyvolávaná, bylo utahováno. Obvod prstních kloubů se zmenšoval.

Mezi další měřená data patřila tělesná váha, BMI, podíl svalové a tukové hmoty. Dále z plantogramu byla zjišťována přímá délka chodidla, šířka otisku v oblasti prstních kloubů, typologie nohy, úhel malíku a palce, stav klenby nožní. Plátěným obuvnickým měřidlem byl měřen obvod prstních kloubů v zatíženém a odlehčeném stavu.

U probandů byly hledány deformity a zranění pomocí dotazníku. Také bylo zjišťováno, jak dlouho hraje fotbal, kolik hodin týdně trénuje, životnost kopaček, kolik párů této obuvi vlastní a upřednostňovaná značka. K porovnání velikosti obuvi, byly zjišťovány velikostní čísla jejich kopaček, která byla porovnána s velikostí, vypočítané z přímé délky chodidla.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 ANATOMIE A MORFOLOGIE NOHY

Anatomie je věda, zabývající se stavbou lidského těla, jeho částmi a spojením v organismus. Lidské tělo je sestaveno z buněk, které tvoří tkáně. Mezi tkáně patří epitely, pojiva, svaly, nervy a krev. Ty se dále sdružují do orgánů, které tvoří ústrojí. [1]

1.1 Anatomie dolní končetiny

Dolní končetina se skládá z pletence dolní končetiny a volné části. Do pletence se zahrnuje kost pánevní, kyčelní, sedací a stydká. Je spojen křížokyčelním kloubem, sponou stydkou a vazivovým spojením. Volná část je složena z kosti stehenní, česky, bérce a kostí nohy. Bérec je dělen do dvou kostí, které se nazývají holenní a lýtková. Spojení mezi kostmi je zajištěno kloubem kyčelním, kolenním a vazivy. Svaly na dolní končetině jsou svaly kyčelního kloubu, stehna a bérce. [2]

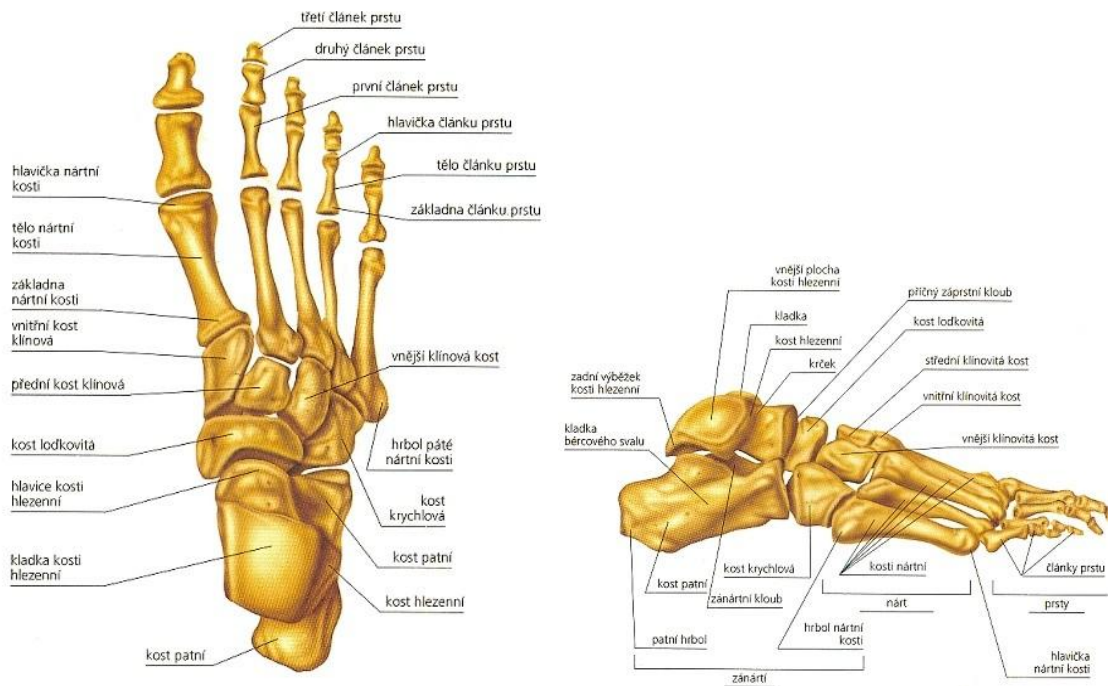
1.2 Anatomie nohy

Noha se skládá z 26 kostí, 33 kloubů, 107 vazů a 19 svalů. Slouží k lokomočnímu pohybu, je senzitivním čidlem. Člověk udělá za den průměrně 8000 – 10000 kroků. [2]

1.2.1 Kostí nohy

Kost je složena z buněk, které jsou obklopeny solemi. Její organické složení zajišťuje pružnost a anorganické složení zajišťuje pevnost. K vytvoření kosti dojde kostnatěním vazivového a chrupavčitého základu kosti. Na povrchu kosti je okostice. [2]

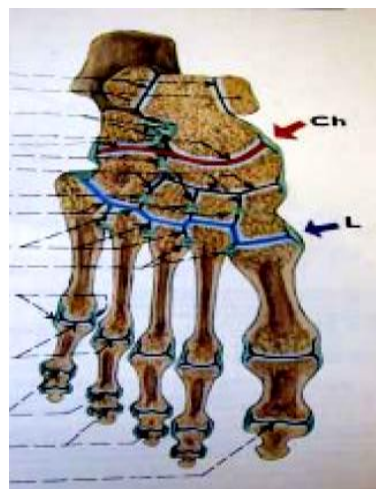
Kostra nohy (Obr. 1) má tři segmenty, je to oblast zánártí, nártní a články prstů. Zánártí je složeno ze sedmi kostí, jejich tvar je nepravidelný. Patří sem kost hlezenní, patní, tři kosti klínové, loďkovitá a krychlová. Nártní kosti bývají označovány jako metatarsus, jsou složeny z pěti nártních kostí (1. – 5. metatars). Články prstů jsou dva na palci a tři na ostatních prstech. Ve šlachách jsou ještě uloženy kůstky sezamské. [2]



Obr. 1 *Kosti nohy* [3]

1.2.2 Klouby nohy

Klouby nohy (Obr. 2) jsou složeny ze skloubení a to horního a dolního zánártního kloubu. Horní kloub zánártní se jinak nazývá hlezenní kloub. Spojuje kost hlezenní a vidlice kostí bérce. Dolní kloub zánártní spojuje kost hlezenní a další kosti nohy. Mezi další klouby patří Chaupartův a Lisfranckův (TMT kloub) a mezičlánekové klouby. [4]



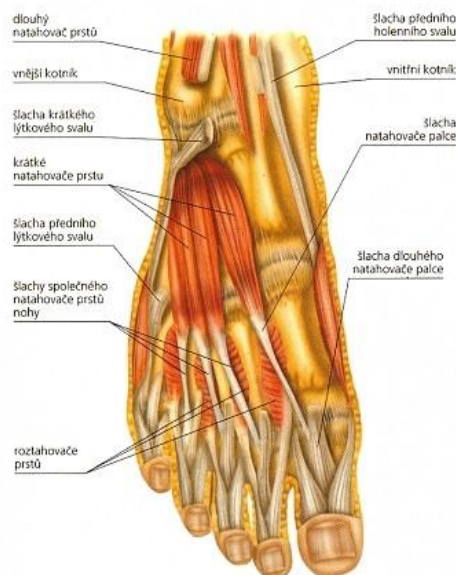
Obr. 2 *Klouby nohy* [1]

Klouby Lisfrancův a Chopartův jsou důležité pro pohyby nohou (pronace, supinace, abdukce, addukce). Mezičláňkové klouby zapřičiňují pohyblivost prstů a napomáhají noze při odvíjení od podložky. [4]

Mezi kostmi je ještě málo pohyblivé spojení pomocí vazů. Hlezenní kloub zpevňuje delto-
vý vaz vnitřní a zevní. Nad hlezenním kloubem je vaz prstencový a vaz zkřížený. Na plantě je dlouhý podélný vaz plosky nohy, který vede od kosti patní k nártním kostem. Tento vaz je pevný a pružný a podporuje klenbu nožní. Pod kůží je aponeurosa plosky, což je pevná blána trojúhelníkového tvaru. [4]

1.2.3 Svaly nohy

Svaly nohy (Obr. 3) jsou na hřbetu a v plantě. Na hřbetu jsou to extensory palce a prstů. Svaly v plantě tvoří svaly palce, malíku, střední skupiny a svaly v mezikostních štěrbinách. Svaly palce odtahují palec, pomáhají udržovat podélnou klenbu nožní, umožňují flexi palce v metatarsofalangovém kloubu. Svaly malíku mají funkci abdukce a flexe 5. metatarsu. Svaly střední skupiny způsobují flexi, extensi, svírají a rozevírají vějíř prstů. Noha je dále chráněna šlachovými pochvami, které obalují hřbet nohy, vnitřní a zevní kotník, plantární stranu prstů. Dále jsou na noze fascie, které mají za úkol chránit šlachy a obalovat svaly. Dělí se na fascie planty a hřbetu nohy. [1]



Obr. 3 Svaly nohy [3]

1.2.4 Povrchová tkáň nohy

Kůže je obal lidského těla, tvoří přechod mezi vnitřním a zevním prostředím, odolává chemickým i mechanickým vlivům, chrání před mikroorganismy, je tepelným izolátorem. Pomocí čidel dává informace o prostředí. Ke kůži patří i další orgány jako jsou vlasy, chlupy, nehty, mazové a potní žlázy. [5]

Každý konec prstu je ukončen nehtem. Nehet je rohová ploténka důležitá na ochranu prstu. Dalším orgánem jsou potní žlázy. Potní žlázy se nachází na celém lidském těle. Nejvíce je jich na ploskách rukou a nohou, v podpaží a na čele. Sekret, který vylučují, se nazývá pot. Pot je tekutina složená z 98% vody, zbytek tvoří soli. Jeho vyloučené množství závisí na tepelném rozdílu mezi tělem a prostředím, za jeden den člověk průměrně vypotí 0,5 litru potu. Vliv na vylučování má také tělesná námaha, množství se zvýší na 3 až 5 litrů potu. [5]

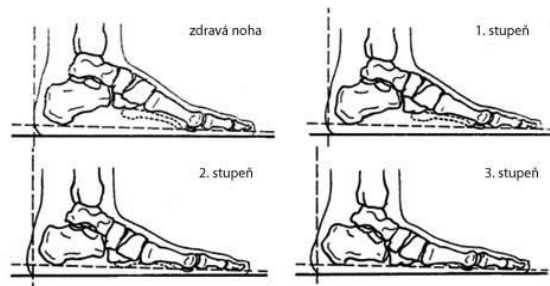
Kůže na chodidlech je vystavena vyššímu působení tlaku a tření, proto je zesílená. Její tloušťka je až pětkrát vyšší. Je spojena s hlubší tkání, svalovinou, vazy a podkožím. To zajišťuje menší posunutí, které je důležité pro stabilitu nohou. Výrazná kožní kresba zvětšuje povrch kůže, tím se zvětšuje množství vylučovaného potu. Kůže na nohou vylučuje asi 1/5 celkového množství potu. Na 1 cm² je více než 400 potních žláz. Nejvíce je jich na plosce v místě palcového a malíkového kloubu a v patní části. [5]

1.3 Klenba nožní

Kostra nohy je klenutá příčně a podélně. Kostí vytváří oblouky, které jsou spojeny vazy. Tyto vazy odolávají zátěži a silám, které by mohly snižovat klenbu a tím nohu oploštit. Klenba je pružná, ale i pevná, protože je tvořena tuhou i měkkou tkání. Úkolem klenby nožní je chránit měkké části chodidla a zajišťuje pružnost nohy. [1]

1.3.1 Podélná klenba

Podélná klenba (Obr. 4) je tvořena mediálním obloukem, který se skládá ze tří mediálních paprsků a laterálního oblouku, který je nižší a je tvořen ze dvou laterálních paprsků. Na udržení podélné klenby se podílejí vazy plantární strany nohy, svaly a šlašitý třmen pod chodidlem, který nohu táhne vzhůru. [1]



Obr. 4 Podélná klenba nožní [6]

1.3.2 Příčná klenba

Příčnou klenbu (Obr. 5) je tvořena kostí klínovou a metatarsy. Udržují systémy vazů na plantární straně a šlašitý třmen. [1]

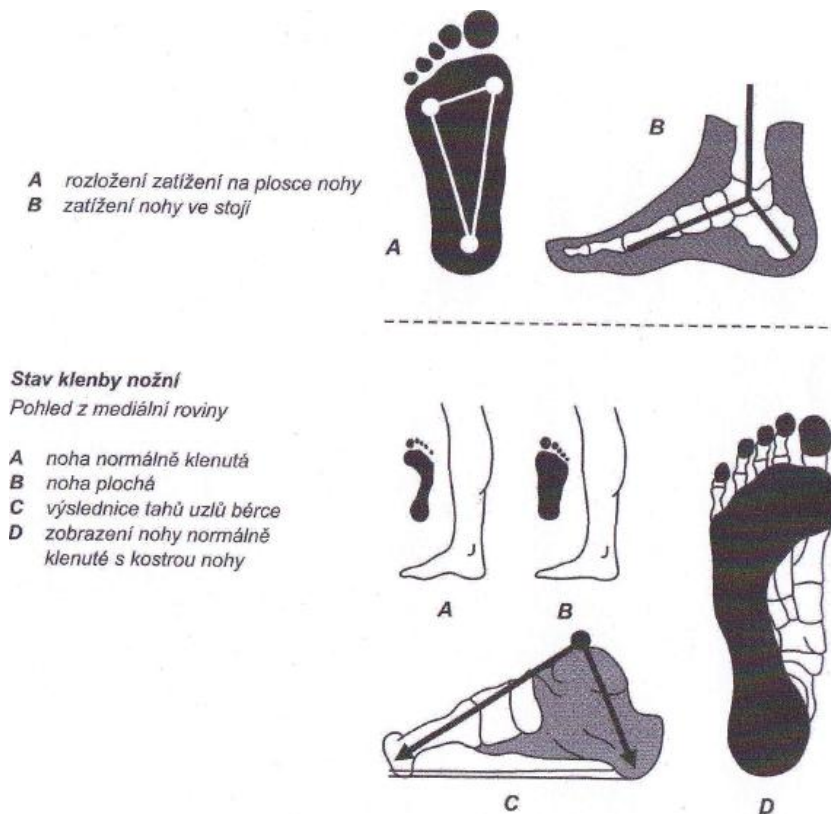


Obr. 5 Příčná klenba nožní [6]

Výška kleneb téměř pravidelně s věkem klesá, jelikož podpurné tkáně ochabují. Správná klenba má důležité funkce. Umožňuje anatomickou chůzi, tlumí otřesy, umožňuje pružnou a elastickou chůzi. [5]

1.3.3 Nášlapná plocha chodidla

Na klenbě nožní závisí nášlapná plocha, která vzniká při styku chodidla s podložkou. Tělesná hmotnost jedince je rozložena mezi 1. – 5. metatarsální kostí a kostí patní. Zdravá noha se opírá o podložku ve třech místech, to v místě patního hrbolu, 1. a 5. hlavičce metatarsu. Po spojení těchto bodů vznikne statický trojúhelník (Obr. 6). [7]



Obr. 6 Statický trojúhelník [7]

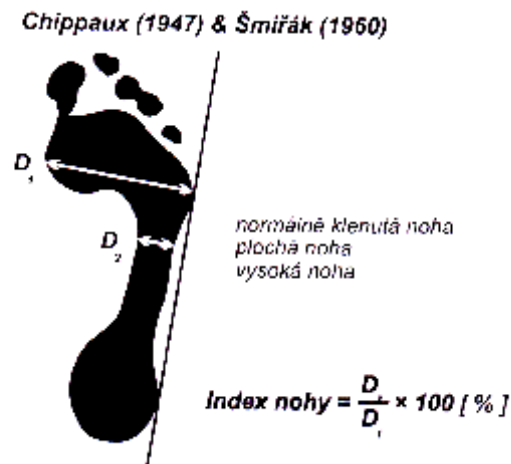
1.3.4 Metody hodnocení nožní klenby pomocí plantografie

Otisk se sejme pomocí plantografu a dále se vyhodnotí vizuálně nebo matematicky. Mezi metody vyhodnocení patří metoda podle Chippaux-Šmiřáka, Godunova metoda, Sztriter-Godunova metoda, metoda segmentů, Mayerova metoda, metoda indexu a metoda podle Schwarze a Clarka. [7]

Výstupem z vyhodnocení pomocí Chippaux (1947) a Šmiřáka (1960) je matematický výpočet indexu nohy. Do poměru se dá šířka nejširšího a nejužšího místa (Obr. 7), která jsou kolmá na vnější hranu otisku. Tato metoda vyhodnocuje normálně klenutou nohu 1., 2. a 3. stupně, plochou nohu 1., 2. a 3. stupně a nohu vysokou, pokud přední a zadní část otisku není spojena, dělí se také do tří stupňů dle vzdálenosti přední a zadní části (Tab. 1). [7]

$$Index_nohy = \frac{D_2}{D_1} \cdot 100[\%] \quad (1)$$

Kde D_2 je nejužší místo otisku a D_1 je nejširší místo otisku.



Obr. 7 Vyhodnocení plantogramu pomocí metody Chippaux (1947) a Šmiřák (1960) [7]

Tab. 1 Vyhodnocení indexu nohy z plantogramu pomocí metody Chippaux (1947) a Šmiřák (1960) [7]

			Index nohy [%]
Normálně klenutá noha	1. stupeň		od 0,1 do 25,0 %
	2. stupeň		od 25,1 do 40,0 %
	3. stupeň		od 40,1 do 45,0%
Plochá noha	1. stupeň	Mírně plochá noha	od 45,1 do 50,0 %
	2. stupeň	Středně plochá noha	od 50,1 do 60,0 %
	3. stupeň	Silně plochá noha	od 60,1 do 100 %
Vysoká noha	1. stupeň	Mírně vysoká noha	od 0,1 do 1,5 cm *
	2. stupeň	Středně vysoká noha	od 1,6 do 3,0 cm *
	3. stupeň	Silně vysoká noha	od 3,1 cm a výše *

*Udává rozestup mezi patní částí otisku a přední částí otisku

Další metodou je stanovení podle Schwarze a Clarka, která je založena na měření velikosti úhlu mezi tečnou vnitřního okraje chodidla a nejproximálnějším bodem přednoží (Obr. 8). Vyhodnocení dělí nohy na normální, vysokou a plochou (Tab. 2). [7]



Obr. 8 Vyhodnocení plantogramu pomocí metody Schwarze a Clarka [7]

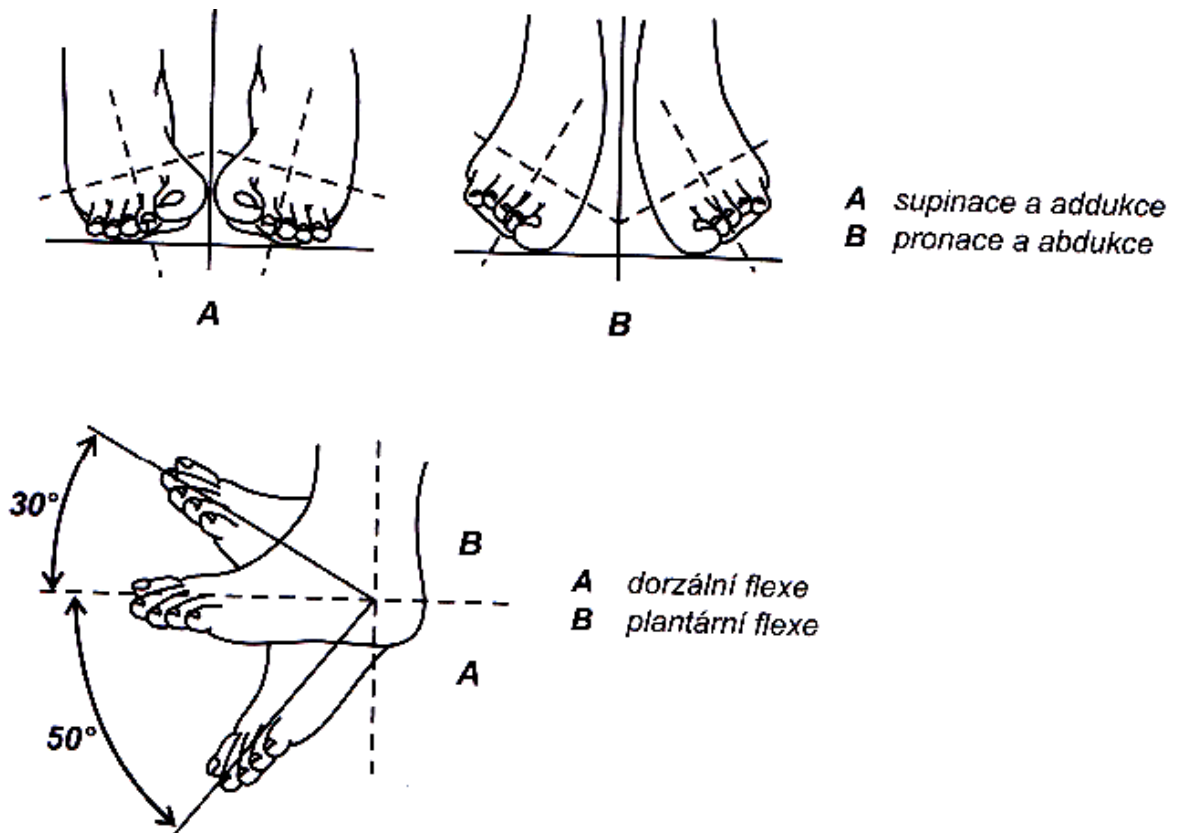
Tab. 2 Vyhodnocení klenby nožní z plantogramu pomocí metody Schwarze a Clarka Cl [°]

Velikost Clarkova úhlu Cl [°]:	
Normální noha	45° - 55°
Plochá noha	< 44°
Vysoká noha	> 56°

1.4 Pohyby nohy

Funkcí nohy je přizpůsobit se povrchu během stání a chůze. Další funkcí je zvednout a udržet tělo. Jsou to funkce statická (nosná) a dynamická. Pohyb zajišťují klouby, které ho sdružují. Dochází k propojení různých svalových skupin. Kolem podélné a svislé osy jsou pohyb supinační a addukční, pronační a abdukční, dorzální flexe a plantární flexe (Obr. 9). Addukce je přitažení špiček pravé a levé nohy k sobě. Supinace je přiblížení směrem dovnitř a otočení plantou vzhůru. Abdukce je odtažení špiček pravé a levé nohy od sebe. Pronace je postavení nohy na zevní hranu. Dorzální flexe (everze) je pohyb nohy,

při kterém se ploska otáčí laterálně. Při plantární flexi (inverzi) se ploska otáčí mediálně.
[8]



Obr. 9 Pohyby nohy [5]

1.5 Patologie lidské nohy

Patologie člověka je zaměřena na onemocnění a vady lidského těla. Vady se dělí na vrozené a získané. S vadami vrozenými se jedinec již narodí. Vznikají během vývoje plodu, během porodu. Patří sem i vady dědičné. [5]

Vady získané vznikají během celého života jedince. Jsou zapříčiněny poruchami tvorby kostí jako je křivice a osteoporosa, zánětlivými onemocněními kostí a úrazy, přetěžováním podpurných tkání a tlakem z vnějšího prostředí. [5]

Přetěžování tkání nastane, pokud má jedinec vyšší váhu, nosí těžká břemena, často stojí a v těhotenství. Dalším vlivem je nevhodná obuv, která má vyšší podpatky, nebo naopak obuv bez podpatku. [5]

Na nohu působí tlak, který vede ke vzniku deformit, a to obzvláště u nošení velikostně či konstrukčně špatně řešené obuvi. Jde o nošení krátké, špičaté, úzké nebo jinak závadné obuvi. [5]

1.5.1 Plochá noha

Plochá noha vzniká ochabnutím svalů a protažením vazů (Obr. 10). Obvykle je tato změna doprovázena bolestmi. Plochonoží může být vadou získanou nebo vrozenou. Existují dva druhy plochých nohou a to podélně plochá noha (*pes planus*) a příčně plochá noha (*pes transversoplanus*). Příčně plochá noha vzniká poklesem nártních kostí, většinou doprovází podélně plochou nohu nebo jiné deformity. Její léčba probíhá pomocí bandážování, polštářování stélky, procvičování prstů a vlašických koupelí. [9]

Podélně plochá noha patří mezi nejrozšířenější ortopedické vady. Při změně dojde k poklesu vnitřní a vnější klenby. Tato deformita se dělí do tří stupňů a vyhodnocuje se různými metodami jako je vizuální kvalitativní hodnocení, antropometrická měření (podometrie), rentgenologické metody a hodnocení otisku nohy (plantografie). [9]

První stupeň plochonoží je doprovázen mírným poklesem klenby nožní a valgozním postavením paty. Tento druh poškození není bolestivý a dá se upravovat. Druhý stupeň je provázen vznikem otoků. Noha je unavená. Upravuje se aktivně či pasivně. V třetím stupni dojde ke ztuhnutí nohy, noha je bolestivá. Je třeba nosit vhodnou obuv, používat ortopedické vložky a pečovat o nohy. Péče je založená na sprchování střídavě studenou a teplou vodou, masáží, chůzi na boso. V málo případech se toto postižení řeší operací. [9]



Obr. 10 Klenba nožní (plochá noha, vysoká noha) [9]

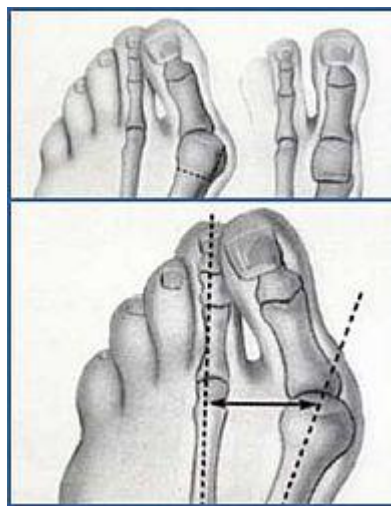
1.5.2 Vysoká noha (*pes excavatus*)

Opak ploché nohy je noha vysoká (Obr. 10), jinak se nazývá také noha lukovitá. Je vyklenutá za hranice normálu. Tato noha nemá ve stoji žádný styk s podložkou v oblasti středonoží, proto není schopna absorbovat nárazy. [5]

1.5.3 Vbočený palec (*Hallux valgus*)

Vbočený palec (Obr. 11) je vada, která vzniká přetěžováním hlavního palcového kloubu špatnou chůzí, nebo chůzí po špičkách od sebe více než 30°. Obvykle ji doprovází plochnoží. Dále bývá způsobena zánětlivým onemocněním, jako je revmatismus. Často ji zapříčiňuje nošení prostorově nevhodné obuvi, která je nadměrně špičatá a krátká. Také může vzniknout u dětí, které nosí příliš těsné punčochové kalhoty nebo ponožky. [5]

Palec se vbočuje směrem k ostatním prstům, první nártní kost se stáčí dovnitř. V nejkomplicovanějších případech se palec ukládá pod ostatní prsty. Tímto dojde k odhalení hlavičky první nártní kosti, na které se vytvoří kostěný výrůstek (exostóza). Mezi exostózou a kůží vznikne tíhový váček (burza), který zmenšuje tlak na okostici. Kůže je tenká, špatně prokrvená, hladká a lesklá. [5]



Obr. 11 *Vbočený palec* [10]

U národů chodících naboso je vbočený palec výjimkou. [5]

Těžkým stupněm vbočeného palce je přeložený prst (*digitus superductus*), palec se podsune pod druhý prst. Dojde k jeho deformaci. Dochází ke změně na kladívkový prst. V obuvi pro něho není dostatečný prostor, proto na něm vznikají kuří oka. Tato deformita se řeší operativně. [5]

1.5.4 Ztuhlý palec (*Hallux rigidus*)

Ztuhlý palec je onemocnění, při kterém má palec omezený pohyb v kloubu a ztuhne. Projevuje se bolestivostí při zvednutí palce směrem vzhůru. Příčinou je většinou artróza. Chrupavka degeneruje. Tato deformita má vliv na chůzi. Léčba je problematická, většinou se řeší operativně. [5]

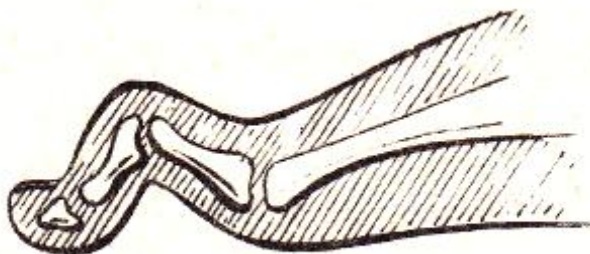
1.5.5 Vybočený malík (*Digitus quintus varus*)

Vybočený malík je zrcadlovým obrazem vbočeného palce. Malík je vychýlen směrem ke čtvrtému prstu. Při větším vychýlení může nastat přeložení malíku nad čtvrtý prst. Na malíku dojde ke vzniku exostózy, nad ní může vzniknout tíhový váček. Vybočený malík je většinou problémem nevhodně prostorově řešené obuvi. [5]

1.5.6 Deformity prstů

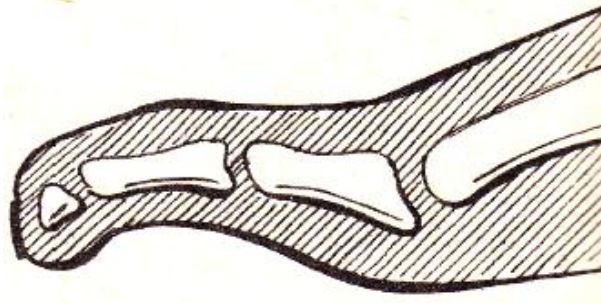
Deformity prstů jsou většinou způsobeny nošením prostorově nevhodné obuvi. Dojde ke skrčení prstů. Prvním signálem vzniku této vady je zarudnutí prstů. Poté dojde ke zkrácení šlach ohýbačů prstů. Časem tyto skrčeniny ztuhnou a prsty zůstanou trvale deformované. Nejčastěji jsou postiženy nohy řeckého typu, kde je druhý prst větší než palec. [5]

Kladívkové prsty (*digiti mallei*) (Obr. 12) se vyznačují tím, že první článek je zvednutý nahoru, druhý dolů a poslední (nehtový článek) je skoro vodorovný. Na prstech se vyskytují otlaky, dojde ke zvětšení tíhových váčků a vzniku kuřích ok nad prvním mezičláňkovým kloubem. [5]



Obr. 12 *Kladívkový prst* [5]

Drápvité prsty (*digiti hamati*) (Obr. 13) se vyznačují tím, že první a druhý článek je vodorovný, nehtový článek je ohnutý směrem k podložce. Na prstech se vyskytují podnehtová kuřía oka na přetíženém břišku posledního článku. [5]



Obr. 13 *Drápvitý prst* [5]

1.5.7 Kostěné výrůstky (exostóza)

Kostěné výrůstky vznikají dlouhodobým působením tlaku na místa, kde je kost kryta jen slabou vrstvou kůže. Okostice je drážděna, tím dojde k růstu kostěných buněk. [5]

Podnehtový nádorek (exostosis subungualis) je exostóza na nehtovém článku. Ta vyrůstá směrem nahoru, někde se může stát, že prorazí kůži pod přední hranou nehtu a ten se nadzvedne. Tato deformita se řeší operativně. [5]

Dvojitá pata (Haglundova exostosa) vzniká tím, že se vytvoří kostěný výrůstek na zadní, horní a zevní straně kosti patní, v místě vrůstu Achillovy šlachy. Vzniká nošením obuvi s nadměrně velikým otvorem pro prozuté. Léčba je individuální a to odlehčování nebo operace. [5]

Patní ostruha (calcar calcanei) je kostěný výrůstek na spodním hrbolu kosti patní, kde dojde k zmnožení kostěných buněk. Patní ostruha nemusí být problémem, teprve přetížením tíhového váčku dlouhou chůzí nebo stáním v nevhodné obuvi dojde k zanícení a vada se stane velmi bolestivou. [5]

Někdy se exostózy tvoří i na hřbetu nohy v místě skloubení první kosti nártní a kosti klínové. Tato deformita je problémem u sportovců, kteří nosí upnutou obuv. [5]

1.5.8 Deformity kůže

Deformity kůže vznikají střídavým působením tlaku, tím dojde ke střídavému prokrvení a nedokrvení v určité oblasti kůže. [5]

Mozol (tyloma) je ohraničené zesílení rohové vrstvy pokožky, pod kterou se vytvoří oválný nebo okrouhlý plochý tvrdý hrbol. Jeho barva je žlutá a závislá na jeho mohutnosti.

Vznikají na místě styku chodidla s podložkou, v patní části plosky, pod hlavičkou první a páté kosti nártní. [5]

Puchýř vzniká třením mezi pokožkou a škárrou, dojde k uvolnění těchto vrstev, volný prostor se vyplní tkáňovým mokem. Toto doprovází nadměrné pocení, kůže zbobtná a měkne. [5]

Kuří oko (clavus) je tlustší rohová vrstva pokožky vznikající působením tlaku na kůži ze dvou stran. Tento tlak vyvolává působení obuvi oproti kostnímu výběžku. Nejvyšší tlak na obuvi způsobují švy a zdvojení materiálu. [5]

1.6 Obvod prstních kloubů

Obvod prstních kloubů je obvod, který se měří na noze v místě skloubení kostí nártních a prstních přes kloub palce ke kloubu malíku. Udává šířku kopyta a poté i obuvi. Měření se dělá obuvnickým plátěným či plastickým měřidlem. V metrické soustavě se zvětšuje nebo zmenšuje po půlcíslech o 3,5 mm. Vzhledem k šířce je to 6 mm. [11]

1.6.1 Šířková velikostní skupina

Pro výpočet šířkové skupiny existuje vzorec, který vychází z velikosti obvodu prstních kloubů na chodidle a velikostního čísla. [12]

$$\frac{OPK}{7} - V_{\epsilon} = \check{S}S \quad (2)$$

Kde OPK je obvod prstních kloubů v mm, V_{ϵ} je velikostní číslo metrické v cm a $\check{S}S$ je velikostní šířková skupina. [12]

Vypočítaná velikostní obvodová skupina odpovídá označení písmeny velké abecedy ABCDEFGHI (Tab. 3). [12]

Tab. 3 Převod písmenného označení na číselné označení obvodové skupiny [12]

Písenné označení $\check{S}S$	A	B	C	D	E	F	G	H	I
$\check{S}S$	1	2	3	4	5	6	7	8	9

1.6.2 Délková velikostní skupina

Aby bylo možné spočítat obvodovou skupinu, je nutné znát délkovou velikostní skupinu. Pro délkové velikostní číslování existuje mnoho soustav, jako je číslování metrické, mon-dopoint, anglické a francouzské. [12]

Základní jednotou metrického číslování je 1 cm a určuje přímou délku chodidla v cm plus 1 cm tzv. prstního nadměrku. U monpointu je to 1 mm a určuje přímou délku chodidla. U anglického číslování se vychází ze základní jednotky stopa a palec. Jedna stopa je 12 palců, což odpovídá 30,4798 cm. Jedno anglické číslo je tedy 0,8466 cm. U francouzského číslování se vychází za základní jednotky francouzský steh, který je 0,6666 cm dlouhý. Tři francouzské stehy odpovídají 2 cm. 1 cm je 1,5 francouzských stehů. [12]

Pro výpočet šířkové skupiny se používá velikostní číslo vycházející z metrického číslování. Na chodidle se změří přímá délka chodidla (PDCH) v cm a k ní se připočte prstní nadměrek o velikosti 1 cm. [12]

Rozměry chodidla se můžou zjišťovat měřením obuvnickým plátěným měřidlem, dotykovým přístrojem, získáním otisku a obrysu chodidla, získáním sádrového odlitku a bezdotykovými metodami (fotograficky apod.). [11]

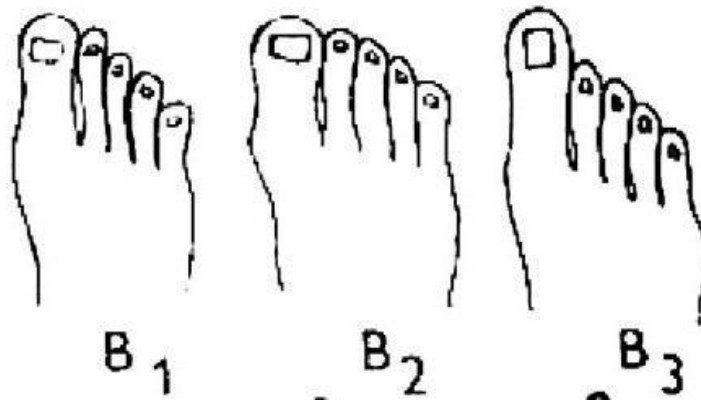
1.7 Morfologický typ nohy

Noha se dělí do tří skupin podle délky metatarsů a článků prstů a to obvykle na typy řecký, egyptský a kvadratický. Řecká noha (Obr. 14) se vyznačuje tím, že nejdelší je 2. prst, nebo současně 2. a 3. prst, popřípadě 2., 3. a 4. prst. [7]



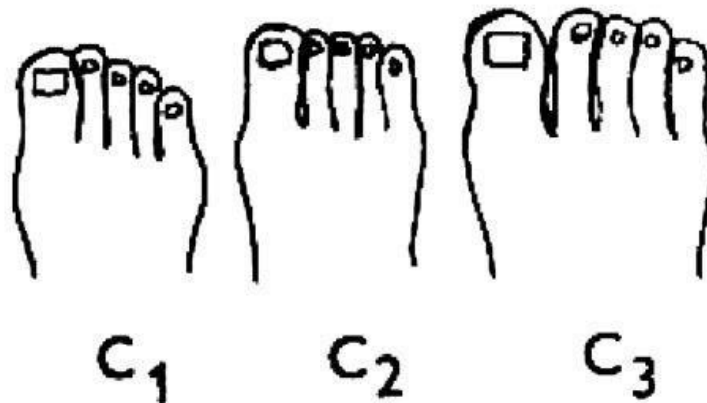
Obr. 14 Řecký typ nohy [13]

U egyptské nohy (Obr. 15) je dominantní prstem palec, u neobvyklých případů může dojít k hypertrofii palce, kdy je palec hodně dlouhý. [7]



Obr. 15 *Egyptský typ nohy [13]*

Kvadratická noha (Obr. 16) má všechny prsty přibližně stejně dlouhé. Neobvykle může dojít k hypertrofii malých prstů. [7]



Obr. 16 *Kvadratický typ nohy [13]*

Druh nohy je faktorem výkonnosti. Nejvhodnějším typem nohy z hlediska sportu je noha egyptská, která má nejlépe vyhovující rozložení vertikální síly. Její doteková plocha je vysoká. U nohy řecké má menší dotekovou plochu. Nejméně vhodná noha u sportu je noha kvadratická, jelikož dochází k rozložení síly na všechny hlavičky metatarsů a tím k mechanickému přetížení. [7]

Je možné se setkat i s jiným pojmenováním a to typ nohy egyptský, široký a antický. [7]

1.8 Hmotnostně výškové indexy lidského těla

Lidské tělo se skládá z mnoha prvků. Jeho složení je dáno chemickým nebo anatomickým modelem. Dle chemického složení se tělo skládá z tuků, bílkovin, sacharidů, minerálů a vody. Podle anatomického složení se skládá z tukových tkání, svalstva, kostí, vnitřních orgánů a ostatních tkání. [7]

Hmotnostně výškové indexy vycházejí z hmotnosti (m) v kg, výšky těla (v) v cm. Nejznámějším je BMI (body mass index), který určuje míru normální váhy v rozmezí 18,5 – 25 %, podváhy pod 18,5 %, nadváhy od 25 do 30 % a obezity nad 30 %. [7]

$$BMI = \frac{m}{v^2} \quad (3)$$

Kde m je tělesná hmotnost v kg, v je tělesná výška v m.

Mezi další indexy patří Kaupův index, který určuje míru tělesné stavby a Rohrerův index určující tělesnou plnost. [7]

2 POHYB NOHY PŘI FOTBALE

Fotbal je heuristicko-kolektivní sport. Je to sport, ve kterém soupeří dvě mužstva proti sobě. Každé mužstvo má 11 hráčů, z toho jeden je brankář. Cílem hry je vstřelit soupeřovi do branky co nejvíce gólů a co nejméně gólů obdržet do branky vlastní. [14]

Fáze hry se dělí na fázi útočnou, kdy družstvo získá kontrolu nad míčem a snaží se ho zahrát do soupeřovy branky. Druhou fází je fáze obranná, při které družstvo přišlo o míč, a proto se snaží bránit branku, aby neinkasovali gól. Tyto fáze se střídají mezi družstvy, podle toho, které má míč. [15]

Ve fotbale je mnoho herních činností, mezi které patří hra bez míče, přihrávání, zpracování, vedení míče, obcházení soupeře, střelba, obsazování hráčů a prostoru a odebírání míče. [15]

2.1 Hra bez míče

Hráč se pohybuje po hřišti neustálým pohybem, který je účelný a záměrný. Tento pohyb napomáhá optimálně řešit herní problém. Podle tempa pohybu se dělí na pohyb s vysokým tempem a pohyb s nízkým tempem. Patří sem chůze, klus, běh a sprint. [16,17]

2.2 Hra s míčem

Mezi herní činnosti s míčem patří přihrávání, zpracování, vedení míče a střelba. Dále sem patří obcházení soupeře a obrané činnosti, při kterých se brání hráči a prostor a hlavní snahou je odebrat soupeři míč. [16,17]

Přihrávání je usměrňování míče nohou, hlavou či jinou částí těla spoluhráči tak, aby mohl míč zpracovat. Přihrávka nohou je dělena podle místa, kde je míč přihrán a to na vnitřní stranou nohy (tzv. placírka), vnitřním nártem, přímým nártem, vnějším nártem. Také se dá přihrávat hlavou a to ve stoji, s výskokem, v pádu nebo hrudníkem, stehnem. Při vhažování míče je možné přihrávat rukama. [16,17]

Zpracování míče patří mezi nejdůležitější herní činnosti. Hráč se zmocní míče a dostane ho pod kontrolu. To může udělat převzetím, míč se pohybuje po zemi a hráč ho převezme chodidlem, a to vnitřní stranou nohy, vnější stranou nohy nebo přímým nártem. Nebo ho utlumí, míč dopadne na zem a před odrazem ho hráč zpracuje chodidlem, buď vnitřní stra-

nou nohy, vnější stranou nohy nebo ho může utlumit bércei. Pokud je míč přihrán polovysokou nebo vysokou přihrávkou, musí ho hráč stáhnout na zem před dopadem vnitřní stranou nohy, vnější stranou nohy, nártem, stehnem nebo hlavou. [16,17]

Při vedení míče hráč běží zvoleným směrem plynulým nebo přerušovaným pohybem. Jde o běh s míčem, který zpomaluje hru. Míč je veden přímým nártem, vnitřní stranou nohy, vnitřním nártem nebo vnějším nártem. [16,17]

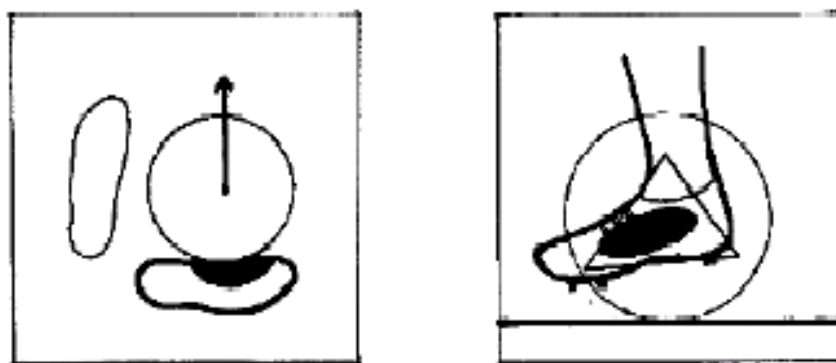
Střelba je úkon, při kterém je míč usměrněn do branky tak, aby ji mohl brankář soupeřícího družstva zneškodnit. Zneškodnění nohou je provedeno vnitřní stranou nohy, vnitřním nártem, přímým nártem, vnějším nártem (tzv. šajtle), patou nebo špičkou (tzv. bodlo). Střelba může být provedena i hlavou. [16,17]

2.3 Poloha nohy při hře fotbalu

Noha se při fotbale natáčí do různých poloh, podle polohy míče a možností jeho zpracování či přihrání. Mezi polohy patří styk míče s vnitřní stranou nohy, vnější stranou nohy, vnitřním nártem, vnějším nártem, přímým nártem, špičkou, patou. [16,17]

2.3.1 Vnitřní strana nohy

Při přihrávání vnitřní stranou nohy (Obr. 17) se hráč rozběhne ve směru přihrávky, došlápně na pokrčenou stojnou nohu, napřáhne se nohou kopající a švihem vycházejícím z kyčle míč odkopne. Noha se vytáčí špičkou ven v okamžiku kopu. Míč se dotkne kopačky v místě vnitřního nártu. [16,17]



Obr. 17 Pohyb vnitřní strany nohy [17]

2.3.2 Vnější strana nohy

Hráč se musí dostat do dráhy míče, který se pohybuje před ním z jedné strany na druhou. Stojná noha je mírně stranou a noha kopající je stočená dovnitř. [16,17]

2.3.3 Vnitřní nárt

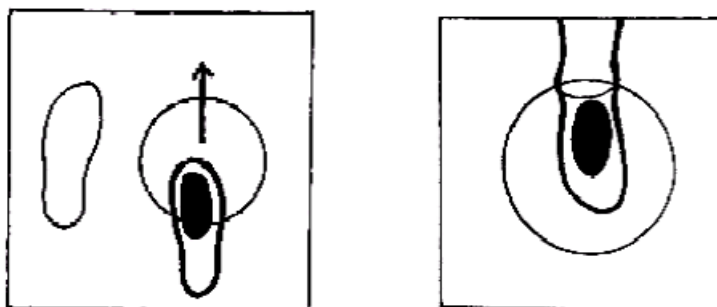
U přihrávky vnitřním nártem (Obr. 18) je stojná noha vedle míče a kopající noha se trefuje do míče vnitřním nártem, který je kryt šněrováním kopačky. Při kopu je špička kopající nohy nejvzdálenější částí těla od podélné osy. [16,17]



Obr. 18 Pohyb vnitřním nártem nohy [17]

2.3.4 Přímý nárt

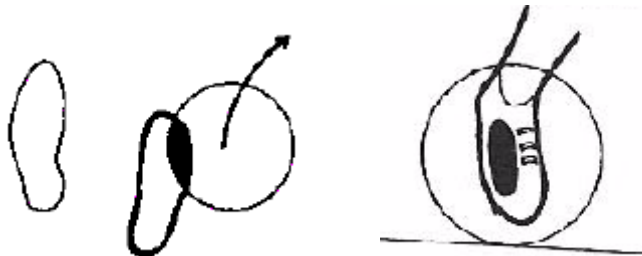
Přímý nárt (Obr. 19) je nejčastěji používaný, umožňuje docílit maximální rychlost míče. Stojná noha je pokrčená špičkou na úroveň míče. Při kopu je koleno nad míčem, noha kolmo k zemi, špička nohy vypjata k prodloužení bérce a zpevněna v kotníku. Šněrování kopačky kryje místo styku s míčem. [16,17]



Obr. 19 Pohyb přímým nártem nohy [17]

2.3.5 Vnější nárt

Přihrávka vnějším nártem (Obr. 20) umožňuje boční rotaci, která většinou oklame soupeře. Kopající noha vytáčí špičku nohy dovnitř, chodidlo je skloněno vpřed, míč je zasažen vnějším nártem, kde je na kopačce šněrování. [16,17]



Obr. 20 Pohyb vnějším nártem nohy [17]

3 SKELET FOTBALOVÉ OBUVI

Tato kapitola je zaměřená na fotbalovou obuv, která pro ulehčení dále bude nazývána kopačkou. Literatura na toto téma je hodně omezená, proto zde bude popsáno zjištění z více zdrojů. Kopačky jsou obuv určená k hraní fotbalu a patří do nutné výstroje každého hráče. [18]

3.1 Historie kopaček

Kopačky prošly za poslední dobu největší proměnou v rámci obuvnického průmyslu. Na konci devatenáctého století byla tato obuv určená k ochraně fotbalisty. Do míče se kopalo hlavně špičkou, proto byla obuv vyztužena ocelovou špičkou na nártovém dílci. Obuv byla vysoká nad kotník. V místě kotníku byla přišívána podložná kolečka. S postupem času se fotbal stával více známým, přibývalo jeho hráčů, a proto se začala řešit konstrukce obuvi a měnit její vzhled. Výška obuvi se snížila pod kotníky. Nižší obuv bohužel přináší vyšší riziko zranění kotníku než obuv, která ho chránila. Bylo důležité snížit jejich hmotnost, v minulosti kopačky vážily až 0,5 kg, nyní je jejich hmotnost nižší než 250 g. Ocelová špička se přestala používat, tím se kontakt mezi míčem a nohu stal citlivějším. Obuv se stala lehkou, pružnou, což bylo třeba k vývoji herní techniky. [19]

3.2 Svršek kopaček

Svršek kopaček je vyráběn z usně nebo syntetického materiálu (koženky), popřípadě mohou být tyto materiály kombinovány. Z usní se nečastěji používají vepřovice, koziny, dále např. exotické usně z klokanů apod. Na trhu je hodně výrobců, tudíž i rozmanitost výrobků je veliká. Proto musí konstruktéři přicházet s novými trendy, obuv se stává barevnější, její konstrukční řešení je členitější, design je na prvním místě. Na většině výrobků je syntetický svršek, který má nižší hygienické vlastnosti, ale vyniká barevnou rozmanitostí. [20,21,22]

Konstrukce kopaček se nedá specifikovat, dílce jsou tvořeny mnoha malými částmi. Na obuvi převládá velké a viditelné logo firmy. Obuv sahá pod kotník. Uzavírací způsob je řešen šněrováním, které má také mnoho způsobů. Nejčastější je klasický druh, kdy jazyk je na nártu přišit z vnitřní strany a je veden pod šněrováním (Obr. 21). [20,21,22]



Obr. 21 *Klasické šněrování [20]*

Další způsob je, že jazyk je prodloužen asi o jednu polovinu, někdy i více a překlápí se přes šněrování. Na konci jazyka může být přišita gumička, která se upevní kolem obvodu obuvi a tím jazyk pevně drží na šněrování (Obr. 22). [20,21,22]



Obr. 22 *Kopačky s jazykem přes šněrování [21]*

Často používaný způsob je šněrování asymetrické, kde se uzavírání posune na vnější nárt, výrobce uvádí, že zaručuje optimální kontakt s míčem (Obr. 23). [20,21,22]



Obr. 23 *Kopačky s asymetrickým šněrováním[22]*

Novým trendem je, že přes jazyk je veden gumový dílec s poutky, kterými se šněruje (Obr. 24). [20,21,22]



Obr. 24 Kopačky se šněrováním
přes přidavný gumový dílec [20]

Problematikou obuvi ze syntetického materiálu je mikroklima. Obuv z přírodních materiálů, jako je useň a textil, je prodyšná, absorbuje vlhkost a snadno se přizpůsobí anatomickému tvaru chodidla. Obuv ze syntetických materiálů, jako je poromer, koženka či plast, je neprodyšná, nepřizpůsobivá. Během dne se objem chodidla zvětšuje, pokud se obuv nepřizpůsobí, dojde k vyvinutí tlaků na chodidlo. Tím že je obuv neprodyšná, nedokáže dobře odvádět pot, přitom noha je jedno z nejvíce potivých míst na lidském těle. Ve vlhké obuvi pak vznikají mikroorganismy, které jsou zdraví škodlivé. [23]

Podšívka kopaček je textilní, často s přídavkem syntetických vláken. U této obuvi je snaha dosáhnout co nejnižší hmotnosti. Při kopu dochází k deformaci míče, ale i chodidla, proto by noha měla být více fixována a zpevněna. Mnoho hráčů fotbalu prodělává zranění, kterým se konstrukcí nedá předejít. Obuv je pouze lehce polstrovaná. [23]

3.3 Spodek kopaček

Spodek kopaček je ke svršku obuvi připevněn výrobním způsobem lepení, nebo je podešev přímo nastříknutá na svršek. Na podešvi jsou kolíky, které jsou buď přímo nastříknuté v podešvi, nebo jsou šroubovatelné. Šroubovací kolíky mají tu výhodu, že se po opotřebení dají vyměnit. [20,21,22]

Kopačky se z hlediska podešve a povrchu, na který jsou vyrobeny, dělí do tří skupin. První skupinou jsou kopačky pro venkovní užití na přírodní povrch, na trávu (Obr. 25). Tento druh je vybaven klasickými kolíky (popř. šroubovacími). Tyto kolíky jsou zhruba 1 cm vysoké. Funkce kolíků je zabránit uklouznutí hráče a to tak, že se ponoří do hrací plochy, tím se sníží reakční síla. Ponoření kolíků závisí na tělesné hmotnosti hráče. Plocha kolíků je velmi malá, menší než podešve, proto v jejich místě je tlak na chodidlo vyšší. Skutečný tlak na chodidlo závisí na pružnosti podešve. Čím pružnější je podešev, tím je tlak na kolíky větší. Nepružná podešev narušuje přirozený pohyb, což vede k tvorbě puchýřů, otoků a otlaků. Kopačky pro přírodní povrch se dají používat i na umělý povrch. [24]



Obr. 25 Kopačky pro přírodní povrch [25]

Druhou skupinu tvoří kopačky pro venkovní užití na umělém povrchu, jinak se nazývají turfky (Obr. 26). Na podešvi je více menších kolíků, jejich výška je obvykle do 1 cm. Tyto kolíky v součtu mají vyšší plochu, což je třeba na umělý povrch, který je tvrdší než povrch přírodní. Hráč se neponoří do povrchu, proto pro brzdění potřebuje vyšší styčnou plochu mezi obuví a povrchem. [20,21,22]



Obr. 26 Kopačky pro umělý povrch [21]

Poslední skupinu tvoří kopačky pro sálovou kopanou, tzv. sálovky (Obr. 27). Jejich podešev nemá žádné kolíky. Používají se do vnitřních prostor. [20,21,22]



Obr. 27 Kopačky pro sálovou kopanou [22]

U spodku obuvi, stejně jako u svršku je důležité její mikroklima. Na noze se nejvíce potí ploska chodidla, proto je důležité, aby stélka absorbovala pot a vodní páru. Z materiálového hlediska musí být z přírodního materiálu, mezi které patří useň nebo textil. [23]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 CÍL PRÁCE

Z teoretické části vyplývá, že noha fotbalisty je ohrožena mnoha faktory. Na nohu působí velká síla, při střetu chodidla a míče. Tím se noha deformuje. Proto je náchylná ke vzniku zranění. Obuv pro kopanou, která je běžně dostupná na trhu, je uzpůsobena pro tuto hru. V dnešní době je design přednější než zdraví. Obuv nechrání kotníky hráčů, které jsou jedním z nejvíce namáhaných míst na noze. Fotbal se stal dynamickým sportem, který je celosvětově uznávaný a věnuje se mu mnoho lidí na celé Zemi.

Cílem práce je stanovit, zda a do jaké míry je možné deformovat, resp. utáhnout nohu v oblasti prstních kloubů u specifické skupiny osob. Jako probandi byli zvoleni hráči fotbalu v dorosteneckém věku. Z hlediska jejich zvoleného sportu je jejich noha hodně zatěžována, často je zraněna, přesto však je velmi trénovaná, proto je odolnější.

Na základě tohoto faktu byly stanoveny podmínky práce:

1. Zvolit vhodné zařízení ke stanovení velikosti deformační odezvy nohy.
2. Provést měření, zvolit vhodnou metodiku zpracování dat, vyhodnotit naměřená data.
3. Charakterizovat základní vlastnosti fotbalové obuvi na současném trhu a porovnat je s potřebami hráčů.
4. Zhodnotit výsledky a stanovit jejich přínos pro vědu a praxi.

5 ZVOLENÉ METODY ZPRACOVÁNÍ

5.1 Metodika měření základních charakteristik

Měření bylo zaměřeno na zjištění základních údajů o probandech, mezi které patřila jejich tělesná hmotnost, podíl svalové hmoty a podíl tukové hmoty. Do referenčního vzorku měřených osob byli vybráni muži v dorosteneckém věku, hráči fotbalu. Jelikož často prochází interním proměřováním, které zajišťuje jejich klub, tak probandi znali svou výšku, proto nebylo třeba ji přeměřovat.

5.1.1 Měření tělesné hmotnosti

Tělesná hmotnost byla měřena na váze Omron BF500. Do digitálního displeje váhy byly zadány základní údaje nutné pro měření. Mezi ně patřilo pohlaví, věk a tělesná výška, které proband sdělil. Poté se postavil na váhu, do rukou uchopil displej, který je pružinou propojen s váhou a byl zvážen. Bylo nutné, aby displej byl držen pod úhlem 90° mezi paží a zády. Kolena musela být narovnaná. Na váze byly odečteny údaje o tělesné hmotnosti, podílu tělesného tuku a podílu svalové hmoty.

5.1.2 Stanovení BMI

Na váze bylo možné odčítat i BMI. Pro přesnější zjištění bylo použito výpočtu, který byl popsán v kapitole 1.8 o hmotnostně výškových indexech lidského těla.

5.1.3 Měření obvodu prstních kloubů

Obvod prstních kloubů byl měřen pomocí obuvnického plátěného měřidla v místě palcového kloubu a malíkového kloubu, což bylo popsáno v kapitole 1.6 o obvodu prstních kloubů. Noha byla zkoumána v odlehčeném i zatíženém stavu. Při zatížení bylo měření prováděno na probandovi, který stál. Při odlehčení proband seděl, nohu přeložil v koleni přes nohu postavenou.

5.1.4 Stanovení přímé délky chodidla

Přímá délka chodidla byla stanovena z otisku a obrysu chodidla. Pomocí plantografu se sejmul plantogram, který se dále manuálně vyhodnocoval. Dále byly zjištěny údaje, jako je

šířka nohy v oblasti prstních kloubů, úhel palce a úhel malíku, vyhodnocení klenby nožní a typologie nohy.

Plantogram byl vyhodnocen tak, že na vnitřní a vnější straně nohy byly vedeny přímky mezi otiskem a obrysem. Mezi těmito přímkami byla stanovena osa rovnováhy. Poté byl narýsován lichoběžník otisku chodidla a to tak, že se vedla kolmice k ose rovnováhy mezi obrysem a otiskem k nejnižšímu místu v patě, druhá kolmice byla vedena k nejdelšímu prstu. Vzdálenost mezi kolmicemi na ose rovnováhy určila přímou délku chodidla. Poté se stanoví poloha palcového a malíkového kloubu a určí se jejich nejširší místo, zde se změří šířka v oblasti prstních kloubů. Z nejširšího místa v oblasti prstních kloubů se vedou přímky k palci a malíku, ty se poté změří jako úhel palce a úhel malíku.

5.2 Přístroje a zařízení

Měření bylo provedeno na přístrojích a zařízeních k němu určených. K získání základní charakteristiky o lidském těle bylo použito váhy Omron BF500. Charakteristika nohy vycházela z měření obvodu prstních kloubů pomocí obuvnického plátěného měřidla a ze získání plantogramu. Dále byla měřena deformační odezva nohy na zařízení pro měření odezvy chodidla.

5.2.1 Omron BF500 (Body composition Monitor)

Váha Omron (Obr. 28) BF500 slouží k měření tělesné váhy, tělesného tuku a svaloviny. Dále je možné zjistit podíl viscerálního tuku. Toto zařízení pracuje na principu bioimpedanční metody, což spočívá v tom, že tělem probanda prochází slabý elektrický proud, který proband ani nepostřehne. Toto měření je naprosto bezpečné. [26]



Obr. 28 Váha OMRON [27]

5.2.2 Plantograf

Plantograf (Obr. 29) je zařízení, na kterém lze získat plantogram, což je obrázek otisku a obrysu chodidla. Součástí přístroje je pryžová pružná membrána upnutá v plastovém rámečku, která se z jedné strany natře razítkovací barvou. Na podložku se položí papír, na který se dále umístí membrána natřenou stranou dolů. Na druhou stranu se postaví chodidlo, které se obkreslí kovovým hrotem o průměru 3 mm, je důležité, aby hrot svíral s podložkou úhel 90° . Zatížením tělesnou hmotností se vytvoří otisk a pomocí obkreslení tyčinkou vznikne obrys. [10]



Obr. 29 *Plantograf* [28]

5.2.3 Zařízení pro měření deformační odezvy chodidla

Zařízení pro měření deformační odezvy chodidla je ojedinělý přístroj, na kterém se zjišťuje míra utahení v místě obvodu prstních kloubů a o kolik je možné dané chodidlo utáhnout. Tento přístroj (Obr. 30) je složen ze dvou hlavních částí. Spodní část je rovná podložka, ke které je připevněno měřící zařízení na principu páky a záznamového zařízení, které ukazuje hodnotu vyvozené síly. Tato nosná část přístroje je spojena s vyvýšenou plošinou, která umožňuje prostor pro postavení probanda. Dolní končetina probanda se upne do měřící pásky v oblasti metatarzálního skloubení chodidla. Měřící páska prochází ve spodní části kladkovým systémem, který je napojen na utahovací páku, kterou se vyvozuje potřebná síla (max. 300 N) pro deformaci chodidla. Výsledkem jsou zaznamenané hodnoty v [N] a zmenšení obvodu prstních kloubů v [cm] při postupném utahování chodidla.



Obr. 30 Zařízení pro měření deformační odezvy chodidla

5.3 Způsoby zpracování dat

Všechna data byla roztříděna, seřazena do tabulek a vyhodnocena. Následně byla vybrána data, která byla vhodná k popisu závislostí. K vyhodnocování bylo využito programu Microsoft Office Excel a statistického programu SPSS for Windows.

5.3.1 Dotazník

Pro zjištění údajů o probandovi byl použit dotazník. Cílem dotazníku bylo zjistit informace o tom, jak dlouho hráč hraje fotbal, jak často trénuje, životnost kopaček, kolik párů kopaček vlastní, jaké značky upřednostňuje, jakou velikost obuvi si kupuje a zda měl zranění nohy či dolní končetiny. K dotazování je možné použít několik typů otázek, pro toto měření bylo použito otázek uzavřených. Proto byly získány hotové alternativní odpovědi. [29]

5.3.2 Statistické zpracování dat

Statistické zpracování dat bylo provedeno v programu SPSS. Byla zjišťována vlastní chyba měření a přesnost přístroje, byly provedeny párový T-test a korelační analýzy.

Ke stanovení vlastních chyby měření a chyby přístroje bylo provedeno doplňkové měření, kde bylo náhodně vybráno pět probandů, kteří byli opakovaně přeměřeni pětkrát po sobě (Tab. 4). Případná chyba je stanovena na základě reliability a je vyjádřena variačním koeficientem.

Reliabilita je přesnost a spolehlivost výzkumného nástroje. K jejímu stanovení lze použít několika způsobů, jako jsou opakovaná měření, nebo ekvivalentní forma výzkumného nástroje. Pro toto měření bylo použito opakovaného měření. [29]

Měření je zasaženo malou chybou, která je způsobena nepřesností přístroje a lidským faktorem.

Tab. 4 *Chyba měření*

	Levá noha				Pravá noha			
Síla [N]	Prům. OPK [mm]	Směr. odchylka [mm]	Prům. variability	Vlastní chyba	Prům. OPK [mm]	Směr. odchylka [mm]	Prům. variability	Vlastní chyba
0 N	232	2	3,0	1,7	228	2	2,6	1,6
10 N	229	2	3,9	2,0	225	1	1,7	1,3
20 N	227	2	3,8	2,0	223	1	1,2	1,1
30 N	225	2	4,0	2,0	220	1	1,0	1,0
40 N	223	1	2,6	1,6	218	1	1,1	1,1
50 N	222	1	1,8	1,3	216	1	0,9	0,9
60 N	220	1	2,3	1,5	214	1	0,9	1,0

Párový t-test (Paired-Samples T Test) slouží k porovnání dvou párových proměnných. Výsledkem je spočítaný rozdíl těchto proměnných a testování zda se střední hodnota diferencí liší od nuly. [30]

Párový t-test byl proveden k porovnání středních hodnot a rozdílu mezi levou (L) a pravou nohou (P) a to u PDCH, OPK odlehčené a zatížené nohy. [30]

Bylo zjištěno, že existuje závislost mezi pravou a levou nohou. Rozdíl hodnot mezi pravou a levou nohou je nízký.

Tab. 5 Statistika k párovému T Testu

		Průměr	Počet prvků	Směr. odchylka	Stan. chyba průměru
Pár 1	PDCH L (mm)	267,896	48	12,5189	1,8069
	PDCH P (mm)	266,823	48	13,4111	1,9357
Pár 2	OPK o L (mm)	236,146	48	11,3024	1,6314
	OPK o P	237,833	48	11,7207	1,6917
Pár 3	OPK z L (mm)	253,750	48	12,1121	1,7482
	OPK z P	252,625	48	11,0793	1,5992

Tab. 6 Korelace k párovému T Testu

		Počet prvků	Korelace	Význam
Pár 1	PDCH L (mm) & PDCH P (mm)	48	,943	,000
Pár 2	OPK o L (mm) & OPK o P	48	,911	,000
Pár 3	OPK z L (mm) & OPK z P	48	,920	,000

Tab. 7 Párový T Test

		Párové rozdíly				t	df	Výz. (2-str. test)	
		Průměr	Směr. Odchylka	Stan. chyba průměru	95% interval spolehlivosti pro rozdíl		Průměr	Směr. Odchylka	Stan. Chyba průměru
					Spodní	Horní			
Pár 1	PDCH L (mm) - PDCH P (mm)	1,0729	4,4662	,6446	-2,239	2,3698	1,664	47	,103
Pár 2	OPK o L (mm) - OPK o P (mm)	-1,6875	4,8604	,7015	-3,0988	-,2762	-2,405	47	,020
Pár 3	OPK z L (mm) - OPK z P (mm)	1,1250	4,7429	,6846	-,2522	2,5022	1,643	47	,107

Korelační analýza vychází ze zjišťování korelačních koeficientů, které určují ukazatel těsnosti. Korelace je míra stupně závislosti dvou proměnných. Ty jsou korelovány, když hodnoty jedné proměnné mají tendenci se společně vyskytovat s hodnotami druhé proměnné. Čím více se hodnota korelačního koeficientu blíží k jedné, tím je závislost těsnější. [31]

6 HLAVNÍ VÝSLEDKY PRÁCE

Měření proběhlo během tří dnů v lednu 2011, bylo provedeno v místnosti se stálou teplotou 24°C. Místnost byla větraná a všichni měli stejné podmínky. Místem měření byl Městský fotbalový stadion Miroslava Valenty a Fotbalový stadion „Na Širůchu“.

6.1 Základní charakteristika souboru probandů

Bylo naměřeno 48 mužů v dorosteneckém věku, všichni byli aktivní hráči fotbalu. Probandi přicházeli po hodinovém tréninku, osprchovaní a byli oděni do sportovního oblečení.

6.1.1 Věk

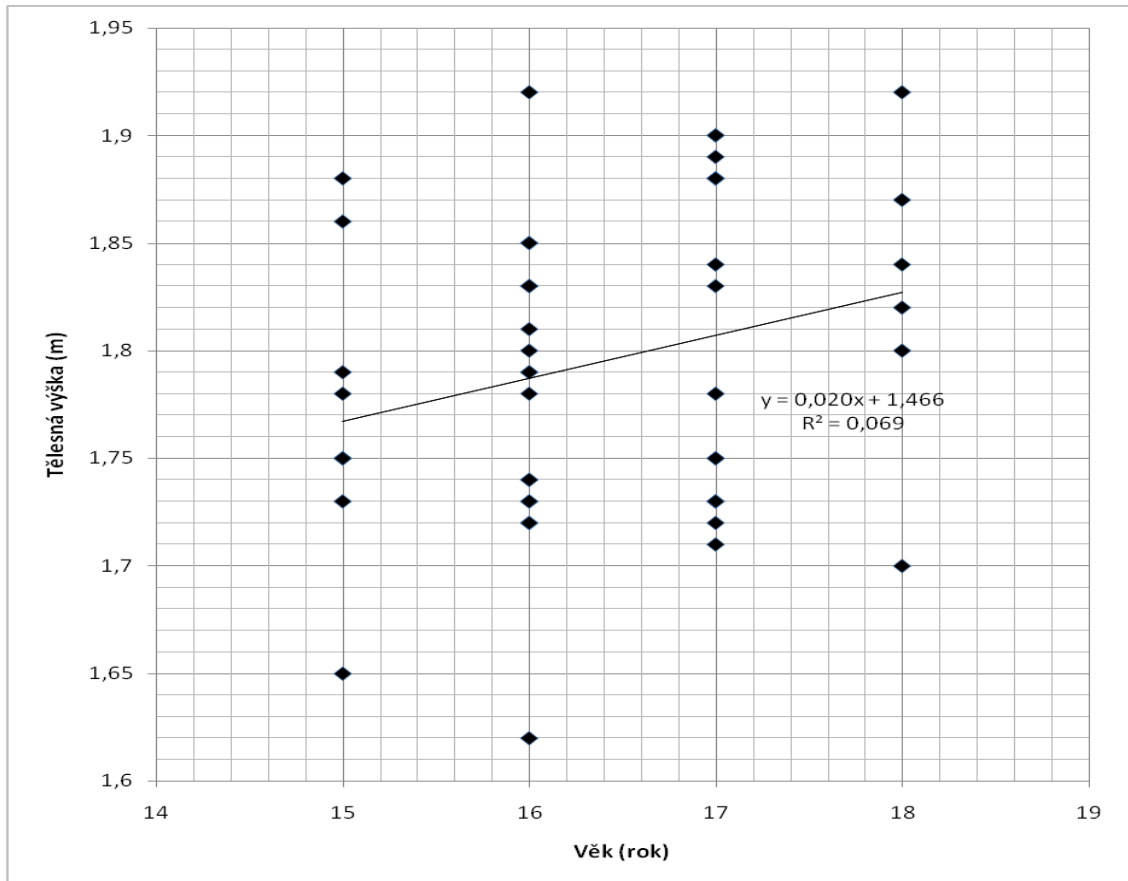
Údaj o věku hráče byl zjištěn z dotazníku, kde uváděli rok narození, které byl přepočítán na věk, který je dále uváděn v letech. Minimální věk byl 15 let, maximální věk byl 18 let. Nejvíce bylo hráčů ve věku 16 let a to 37,5%. Nejméně bylo probandů ve věku 18 let a to 12,5%. Patnáctiletých hráčů bylo 18,75%, sedmnáctiletých bylo 31,25%.

V souboru bylo 9 probandů ve věku 15 let, 18 probandů ve věku 16 let, 15 probandů ve věku 17 let a 6 probandů ve věku 18 let.

6.1.2 Tělesná výška

Tělesná výška byla zjištěna od hráčů z dotazníku, jelikož procházejí častým přeměřováním, znají svou výšku. Proto bylo upuštěno od přeměřování tohoto údaje. Nejvyšší hráč měřil 1,92 m, nejnižší hráč měřil 1,62 m. Průměrná výška byla $(1,79 \pm 0,07)$ m.

Nejmenší patnáctiletý hráč byl vysoký 1,65 m, nejvyšší 1,88 m, průměrná výška byla $(1,77 \pm 0,07)$ m. Nejmenší šestnáctiletý hráč byl vysoký 1,62 m, nejvyšší 1,92 m, průměrná výška byla $(1,78 \pm 0,07)$ m. Nejmenší sedmnáctiletý hráč byl vysoký 1,71 m, nejvyšší 1,90 m, průměrná výška byla $(1,81 \pm 0,07)$ m. Nejmenší osmnáctiletý hráč byl vysoký 1,70 m, nejvyšší 1,92 m, průměrná výška byla $(1,83 \pm 0,07)$ m. Tato data byla zavedena do grafu závislosti tělesné výšky na věku (Obr. 31).



Obr. 31 Závislost tělesné výšky na věku

6.1.3 Tělesná hmotnost a BMI

Pomocí tělesné hmotnosti byl vypočítán BMI, z kterého bylo zjištěno, že všichni probandi odpovídají normě, to znamená, že jejich BMI je v rozsahu od 18,5 do 25%. Proto všichni probandi spadají do kategorie normální hmotnost.

6.1.4 Podíl tuku v těle

Podíl tuku v těle bylo možno změřit u 97,9 % probandů, což odpovídá 47 hráčům. Průměrný podíl tuku byl $(13 \pm 4)\%$. Podíl tuku v těle je měřitelný v měřicím rozsahu váhy. Tento rozsah je uveden v parametrech, které jsou od $(5 \pm 0,1)\%$ do $(60 \pm 0,1)\%$. Zbytek probandů se nepovedlo změřit. To může být způsobeno tím, že nesplňovali hodnoty pro měřicí rozsah váhy, který je uveden v parametrech.

6.1.5 Podíl svalstva v těle

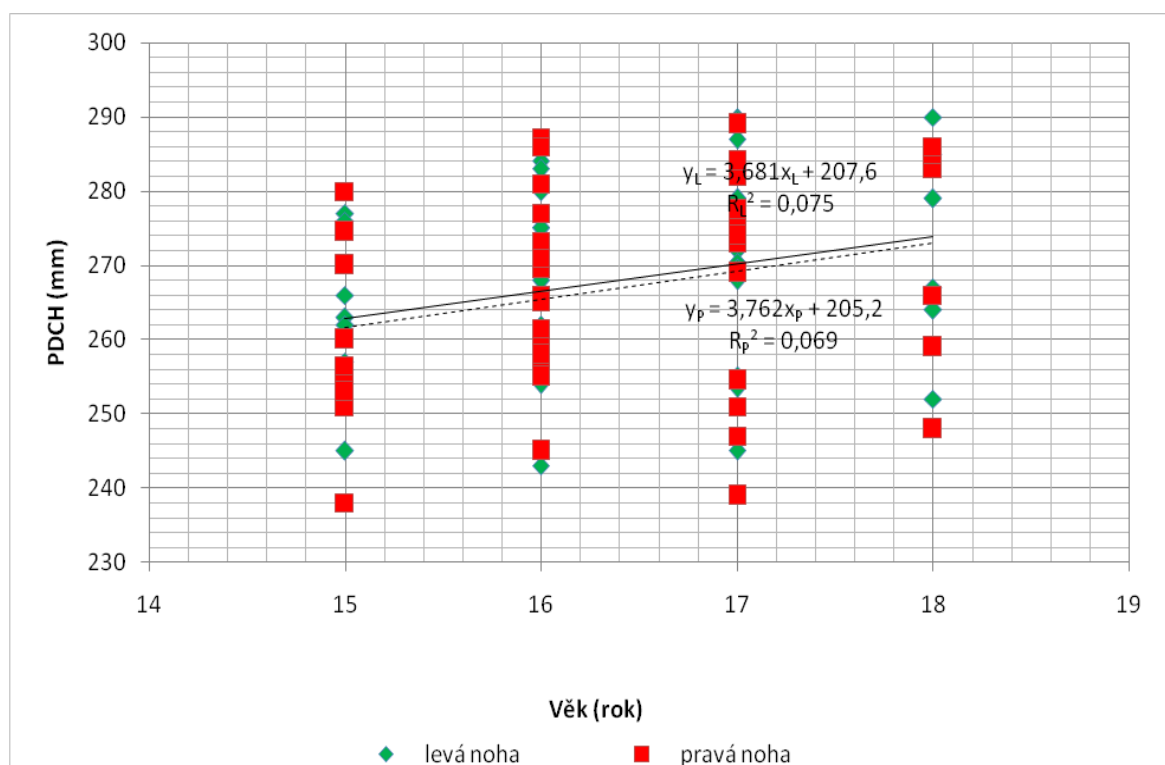
Podíl svalstva v těle bylo možno změřit u 39,6 % probandů, což odpovídá 19 hráčům. Průměrný podíl svalstva byl $(44 \pm 3)\%$. Podíl svalové hmoty v těle je měřitelný v měřicím rozsahu váhy. Tento rozsah je uveden v parametrech, které jsou od $(5 \pm 0,1)\%$ do $(50 \pm 0,1)\%$. Zbytek probandů se nepovedlo změřit. To může být způsobeno tím, že nesplňovali hodnoty pro měřicí rozsah váhy, který je uveden v parametrech.

6.2 Základní naměřené charakteristiky nohy

Základní charakteristiky nohy odpovídají měření pomocí plantogramu a obuvnického měřidla.

6.2.1 Přímá délka chodidla

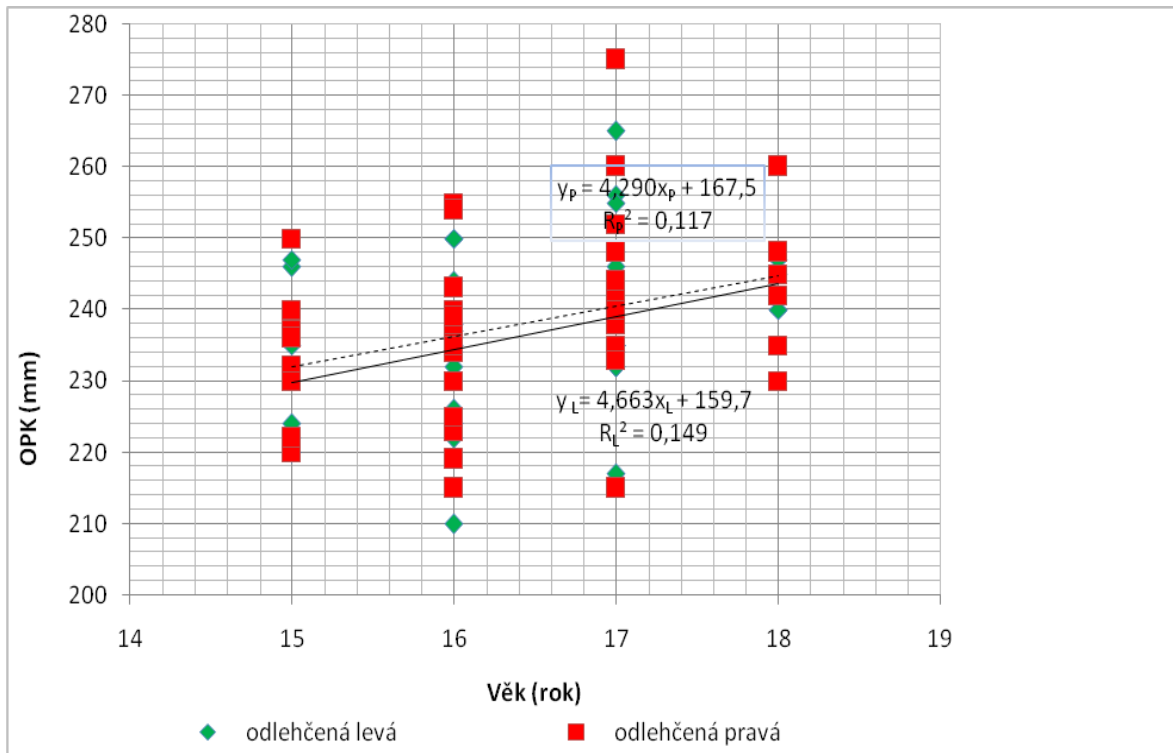
Přímá délka chodidla byla změřena z plantogramu. Graf (Obr. 32) popisuje závislost mezi PDCH a věkem. Nejmenší levá noha měřila 243 mm, největší 290 mm, průměrná hodnota přímé délky chodidla byla (268 ± 12) mm. Nejmenší pravá noha měřila 238 mm, největší 289 mm, průměrná PDCH byla (267 ± 13) mm.



Obr. 32 Závislost PDCH na věku

6.2.2 Obvod prstních kloubů odlehčené nohy

Obvod prstních kloubů odlehčené nohy byl měřen pomocí obuvnického plátěného měřidla. Graf (Obr. 33) popisuje závislost mezi OPK a věkem. Nejmenší OPK levé nohy byl 210 mm, největší 265 mm, průměrný OPK levé nohy byl (236 ± 11) mm. Nejmenší OPK pravé nohy byl 215 mm, největší 275 mm, průměrný OPK pravé nohy byl (238 ± 12) mm.

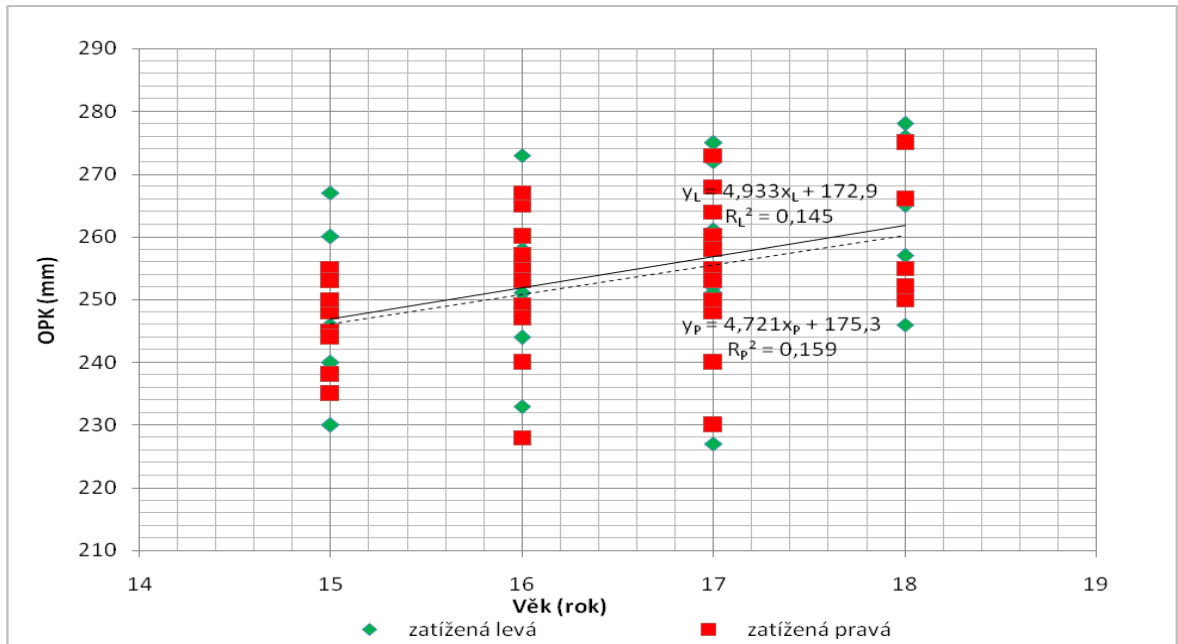


Obr. 33 Závislost OPK odlehčené nohy na věku

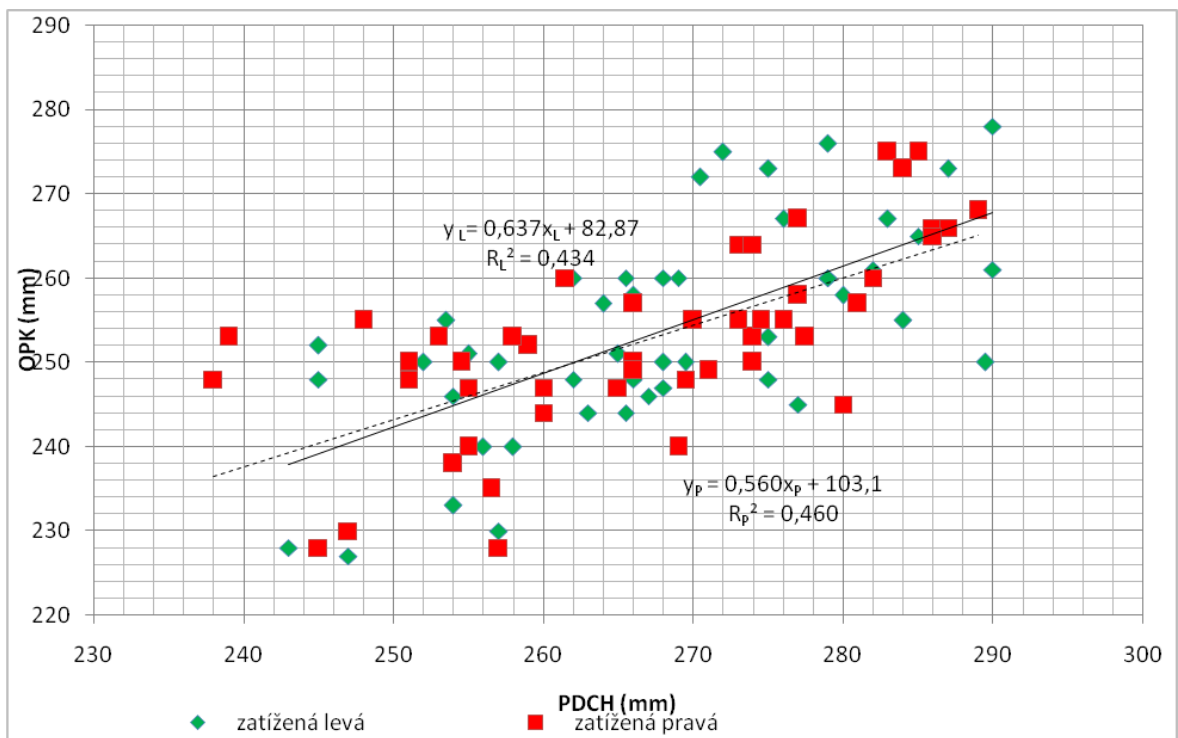
6.2.3 Obvod prstních kloubů zatížené nohy

Obvod prstních kloubů zatížené nohy byl měřen pomocí obuvnického plátěného měřidla. Nejmenší OPK (Obr. 34) levé nohy byl 227 mm, největší 278 mm, průměrný OPK levé nohy byl (254 ± 12) mm. Nejmenší OPK pravé nohy byl 228 mm, největší 275 mm, průměrný OPK pravé nohy byl (253 ± 11) mm.

Dále byl vytvořen graf (Obr. 35), který popisuje závislost mezi obvodem prstních kloubů zatížené nohy a přímou délkou chodidla. Z tohoto grafu vyplývá, že jsou nohy užší a širší. Střední hodnoty odpovídají tomu, že čím větší je délka chodidla, tím větší je i obvod prstních kloubů.



Obr. 34 Závislost obvodu prstních kloubů zatížené nohy na věku

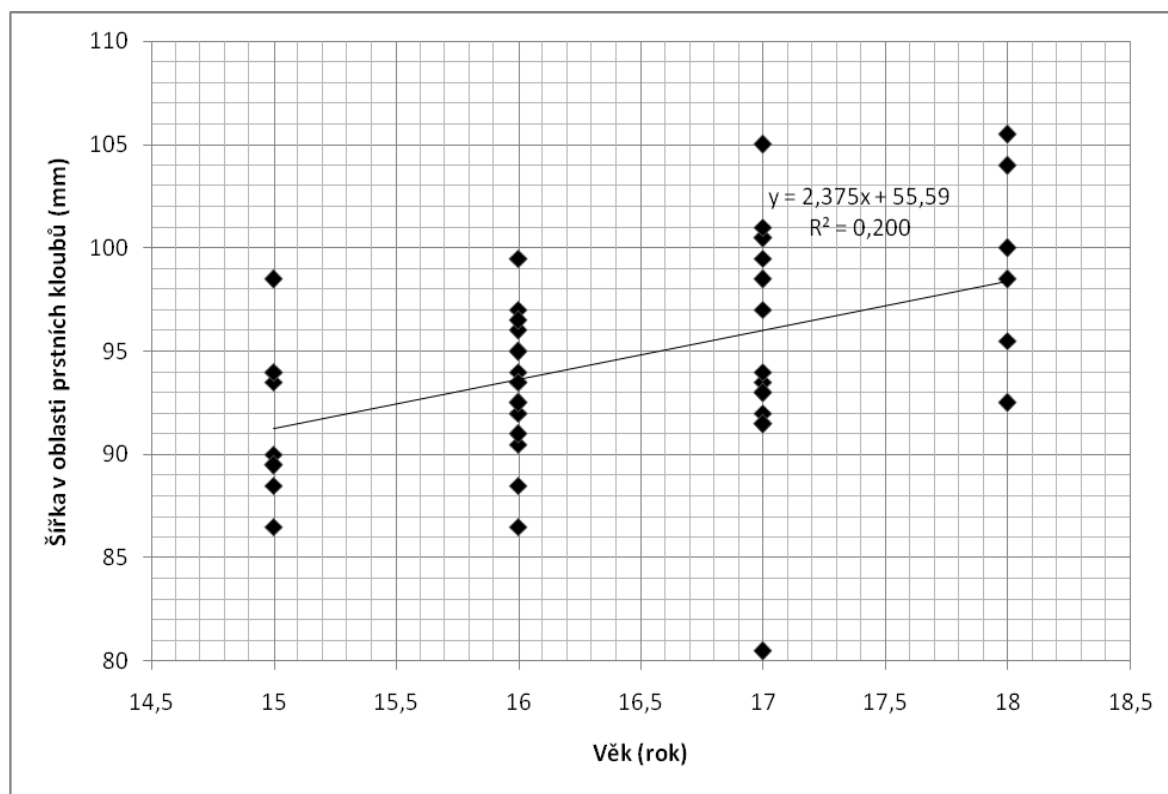


Obr. 35 Závislost OPK zatížené nohy na PDCH

6.2.4 Šířka nohy v oblasti prstních kloubů

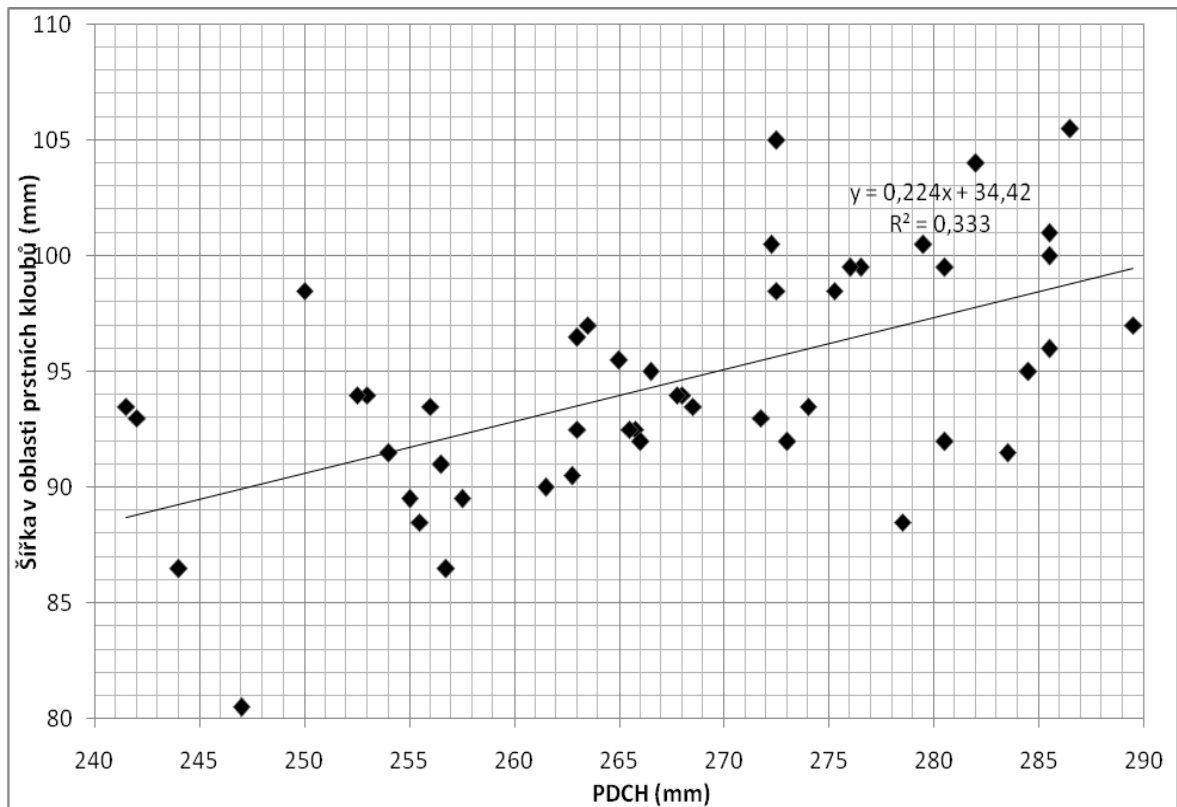
Z grafu (Obr. 36) závislosti šířky nohy v oblasti prstních kloubů na věku bylo zjištěno, že nejširší noha měřila 105,5 mm a nejužší noha měřila 80,5 mm. Probandi ve věku 17 a 18 let mají větší nohu než probandi ve věku 15 a 16 let. Ovšem existují výjimky, protože nejužší nohu má sedmnáctiletý chlapec. Z grafu vyplývá, že s věkem noha roste a mladší skupiny probandů ještě nemusí mít ukončený růst.

Patnáctiletí probandi mají šířku chodidla v oblasti prstních kloubů v rozsahu od 86,5 mm do 98,5 mm. Šestnáctiletí probandi mají nohu v rozmezí od 86,5 mm do 99,5 mm. Sedmnáctiletí probandi mají nohu v rozmezí 80,5 mm do 105 mm. Osmnáctiletí probandi mají nohu v rozmezí od 92,5 mm do 105,5 mm.



Obr. 36 Závislost šířky nohy v oblasti prstních kloubů na věku

Z grafu (Obr. 37) závislosti šířky nohy v oblasti prstních kloubů na přímé délce chodidla bylo zjištěno, že se zvyšující se přímou délkou chodidla roste i šířka nohy. Z grafu je patrné, že stejně jako u obvodu prstních kloubů, že existují nohy širší a užší.



Obr. 37 Šířka nohy v oblasti prstních kloubů v závislosti na PDCH

6.2.5 Úhly nohy

Úhly nohy byly zjišťovány z plantogramu. Mezi úhly nohy patří úhel palce a úhel malíku.

Úhel palce se pohyboval u levé nohy v rozsahu 16° až -7° , což odpovídalo palci vybočenému na vnější stranu, průměrná velikost úhlu palce byla $(4 \pm 5)^\circ$. U pravé nohy se úhel palce pohyboval v rozmezí 20° až -8° . Průměrná velikost úhlu palce byla $(4 \pm 6)^\circ$. Horní hodnoty odpovídají vbočení palce.

Úhel malíku se u levé nohy pohyboval v rozsahu 26° až 9° , průměrná velikost byla $(17 \pm 4)^\circ$. U pravé nohy byl tento rozsah 28° až 6° , průměrná velikost úhlu malíku byla $(17 \pm 4)^\circ$. Horní hodnoty odpovídají vybočení malíku.

6.2.6 Typologie nohy

Typologie nohy byla zjišťována z otisku a obrysu chodidla. V daném souboru nebyl žádný proband s nohou kvadratickou. Řeckou nohu mělo 60,42% probandů, nohu egyptskou mělo 39,58% probandů. V kapitole 1.7 o morfologii nohy je popsáno, že větší předpoklad pro

výkonnost má noha egyptská. Ovšem v našem souboru probandů převládá noha řecká. V rámci korelačních analýz tento údaj neměl vliv na žádnou proměnnou.

6.2.7 Klenba nožní

Podle metody Chippaux-Šmiřák (Tab. 8) měla většina nohu normálně klenutou a to pravou i levou, plochá a vysoká noha se vyskytla pouze ojediněle a to u jednoho jedince v jednotlivých skupinách.

Tab. 8 *Vyhodnocení klenby nožní podle Chippaux-Šmiřáka*

	Levá [%]	Pravá [%]
Normálně klenutá noha – 1. st	14,6	10,4
Normálně klenutá noha – 2. st	77,1	81,3
Normálně klenutá noha – 3. st	4,2	4,2
Plochá noha – 1. st	2,1	
Plochá noha – 2. st		2,1
Plochá noha – 3. st		
Vysoká noha – 1. st		
Vysoká noha – 2. st	2,1	2,1
Vysoká noha – 3. st		

Podle metody, při které se klenba určuje pomocí Clarkova úhlu, měla většina nohu normálně klenutou (Tab. 9). Plochá a vysoká noha se vyskytla ojediněle. Ve větší míře měla přednost vysoká noha před plochou. Metody se od sebe liší.

Tab. 9 *Vyhodnocení klenby nožní podle Clarkova úhlu*

	Levá [%]	Pravá [%]
Plochá noha	6,3	4,2
Normální noha	83,3	81,3
Vysoká noha	10,4	14,6

6.2.8 Velikost obuvi a šířková skupina ze zatíženého obvodu prstních kloubů

Velikost obuvi byla zjišťována z dotazníku, data byla dále přetříděna, přepočítána do stejného druhu číslování. Dále bylo velikostní číslo určeno z přímé délky chodidla. Tyto dva údaje byly porovnány. Bylo zjištěno, že probandi si kupují obuv, která odpovídá jejich velikosti. Dobře zvolenou velikost obuvi mělo 64,6% probandů, což odpovídalo 31 lidem. Malou obuv měl pouze jeden proband, což v procentech odpovídá 2,1%. A velkou obuv mělo 16 probandů, což je 33,3%. Tyto údaje mohou být ovlivněny různým číslováním u jednotlivých výrobců, jelikož není přesně dán systém číslování a v mnoha případech není dodržována ani základní jednotka.

Velikostní šířková skupina byla zjišťována z obvodu prstních kloubů zatíženého chodidla, zde bylo použito výpočtu ŠS (šířkové skupiny). Nejvyšší šířkovou skupinou byla 10, nejnížší šířkovou skupinou byla 6. Průměrná šířková skupina byla (8 ± 1) .

6.3 Korelační analýza

Pro zjištění závislostí byly provedeny čtyři korelační analýzy. V první (Tab. 10) byly hledány závislosti mezi charakteristikami probandů, jako je věk, tělesná výška a hmotnost, podíl tuku a svalstva v těle a BMI. Hodnota korelačního koeficientu při korelaci tělesné výšky a tělesné hmotnosti byla vysoká, z toho vyplývá, že hodnoty mezi sebou korelují. Hodnota korelačního koeficientu vysoká, při korelaci mezi podílem svalstva a podílem tuku v těle, sledované hodnoty spolu korelují.

V druhé korelační analýze (Tab. 11) byly hledány závislosti mezi charakteristikou nohy, jako je její přímá délka, obvod prstních kloubů v zatíženém a odlehčeném stavu. Bylo zjištěno, že mezi sebou koreluje pravá a levá noha, a to v odlehčeném i zatíženém měření OPK i v měření PDCH. Korelační koeficient mezi typologií chodidla a dalšími hodnotami byl nízký, proto neexistuje korelace mezi typologií a PDCH, OPK zatížené či odlehčené nohy. Korelační koeficient mezi OPK v odlehčeném i zatíženém stavu a PDCH je malý, sledované hodnoty spolu tedy nekorelují.

V třetí korelační analýze (Tab. 12) byly hledány závislosti mezi úhlem malíku a palce, klenbou nožní, která byla vyhodnocena dvěma metodami. První metodou bylo vyhodnocení podle Chippaux-Šmiřáka, druhou metodou bylo vyhodnocení Clarkova úhlu. Bylo zjištěno, že opět je silná korelace mezi pravou a levou nohou, a to u úhlu palce. U úhlu malíku

je korelace malá. V porovnání metod určení stavu klenby nožní je velikost korelačního koeficientu malá, z čehož lze odvodit, že metody jsou odlišné.

Tab. 10 Korelační analýza I.

		věk	tělesná výška (m)	tělesná hmotnost (kg)	tuk v těle (%)	svaly v těle (%)	BMI (kg/m ²)
Věk	Korelace	1	,263	,381(**)	,279	,241	,394(**)
	Výz. (2-str. test)		,071	,008	,058	,321	,006
	Počet st. volnosti	48	48	48	47	19	48
tělesná výška (m)	Korelace	,263	1	,860(**)	,340(*)	-,523(*)	,337(*)
	Výz. (2-str. test)	,071		,000	,020	,022	,019
	Počet st. volnosti	48	48	48	47	19	48
tělesná hmotnost (kg)	Korelace	,381(**)	,860(**)	1	,607(**)	-,657(**)	,768(**)
	Výz. (2-str. test)	,008	,000		,000	,002	,000
	Počet st. volnosti	48	48	48	47	19	48
tuk v těle (%)	Korelace	,279	,340(*)	,607(**)	1	-,951(**)	,694(**)
	Výz. (2-str. test)	,058	,020	,000		,000	,000
	Počet st. volnosti	47	47	47	47	19	47
svaly v těle (%)	Korelace	,241	-,523(*)	-,657(**)	-,951(**)	1	-,445
	Výz. (2-str. test)	,321	,022	,002	,000		,056
	Počet st. volnosti	19	19	19	19	19	19
BMI (kg/m ²)	Korelace	,394(**)	,337(*)	,768(**)	,694(**)	-,445	1
	Výz. (2-str. test)	,006	,019	,000	,000	,056	
	Počet st. volnosti	48	48	48	47	19	48

** Korelace má hladinu významnosti 0.01 (dvoustranný test).

* Korelace má hladinu významnosti 0.05 (dvoustranný test).

Tab. 11 Korelační analýza II.

		PDCH L (mm)	PDCH P (mm)	OPK o L (mm)	OPK z L (mm)	OPK o P	OPK z P	typologie nohy	Věk
PDCH L (mm)	Korelace	1	,943(**)	,655(**)	,659(**)	,648(**)	,720(**)	-,024	,276
	Výz. (2-str. test)		,000	,000	,000	,000	,000	,871	,058
	Počet st. volnosti	48	48	48	48	48	48	48	48
PDCH P (mm)	Korelace	,943(**)	1	,593(**)	,629(**)	,589(**)	,678(**)	,014	,263
	Výz. (2-str. test)	,000		,000	,000	,000	,000	,925	,071
	Počet st. volnosti	48	48	48	48	48	48	48	48
OPK o L (mm)	Korelace	,655(**)	,593(**)	1	,896(**)	,911(**)	,854(**)	-,068	,387(**)
	Výz. (2-str. test)	,000	,000		,000	,000	,000	,648	,007
	Počet st. volnosti	48	48	48	48	48	48	48	48
OPK z L (mm)	Korelace	,659(**)	,629(**)	,896(**)	1	,862(**)	,920(**)	,031	,382(**)
	Výz. (2-str. test)	,000	,000	,000		,000	,000	,834	,007
	Počet st. volnosti	48	48	48	48	48	48	48	48
OPK o P	Korelace	,648(**)	,589(**)	,911(**)	,862(**)	1	,860(**)	-,121	,343(*)
	Výz. (2-str. test)	,000	,000	,000	,000		,000	,414	,017
	Počet st. volnosti	48	48	48	48	48	48	48	48
OPK z P	Korelace	,720(**)	,678(**)	,854(**)	,920(**)	,860(**)	1	,012	,399(**)
	Výz. (2-str. test)	,000	,000	,000	,000	,000		,935	,005
	Počet st. volnosti	48	48	48	48	48	48	48	48
typologie nohy	Korelace	-,024	,014	-,068	,031	-,121	,012	1	-,052
	Výz. (2-str. test)	,871	,925	,648	,834	,414	,935		,727
	Počet st. volnosti	48	48	48	48	48	48	48	48
věk	Korelace	,276	,263	,387(**)	,382(**)	,343(*)	,399(**)	-,052	1
	Výz. (2-str. test)	,058	,071	,007	,007	,017	,005	,727	
	Počet st. volnosti								

** Korelace má hladinu významnosti 0.01 (dvoustranný test).

* Korelace má hladinu významnosti 0.05 (dvoustranný test).

Tab. 12 Korelační analýza III.

		Úhel palce p (°)	Úhel palce l (°)	Úhel malíku p (°)	Úhel malíku l (°)	klenutí nohy p (°)	klenutí nohy l (°)	klenutí nohy pod Cl (°) p	klenutí nohy pod Cl (°) l
Úhel palce p (°)	Korelace	1	,760(**)	-,134	-,023	,195	,090	-,183	,019
	Výz. (2-str. test)		,000	,363	,878	,184	,541	,214	,896
	Počet st. volnosti	48	48	48	48	48	48	48	48
Úhel palce l (°)	Korelace	,760(**)	1	-,182	-,116	,255	,240	- ,357(*)	,053
	Výz. (2-str. test)	,000		,216	,432	,080	,100	,013	,719
	Počet st. volnosti	48	48	48	48	48	48	48	48
Úhel malíku p (°)	Korelace	-,134	-,182	1	,673(**)	-,042	-,014	-,097	-,007
	Výz. (2-str. test)	,363	,216		,000	,775	,927	,510	,963
	Počet st. volnosti	48	48	48	48	48	48	48	48
Úhel malíku l (°)	Korelace	-,023	-,116	,673(**)	1	-,349(*)	-,281	,033	,071
	Výz. (2-str. test)	,878	,432	,000		,015	,053	,823	,630
	Počet st. volnosti	48	48	48	48	48	48	48	48
klenutí nohy p (°)	Korelace	,195	,255	-,042	-,349(*)	1	,872(**)	-,078	,186
	Výz. (2-str. test)	,184	,080	,775	,015		,000	,598	,205
	Počet st. volnosti	48	48	48	48	48	48	48	48
klenutí nohy l (°)	Korelace	,090	,240	-,014	-,281	,872(**)	1	-,261	,095
	Výz. (2-str. test)	,541	,100	,927	,053	,000		,073	,519
	Počet st. volnosti	48	48	48	48	48	48	48	48
klenutí nohy pod Cl (°) p	Korelace	-,183	-,357(*)	-,097	,033	-,078	-,261	1	,341(*)
	Výz. (2-str. test)	,214	,013	,510	,823	,598	,073		,018
	Počet st. volnosti	48	48	48	48	48	48	48	48
klenutí nohy pod Cl (°) l	Korelace	,019	,053	-,007	,071	,186	,095	,341(*)	1
	Výz. (2-str. test)	,896	,719	,963	,630	,205	,519	,018	
	Počet st. volnosti	48	48	48	48	48	48	48	48

** Korelace má hladinu významnosti 0.01 (dvoustranný test).

* Korelace má hladinu významnosti 0.05 (dvoustranný test).

6.4 Deformační odezva nohy

Deformační odezva nohy byla měřena na zařízení k tomu určeném, toto zařízení bylo popsáno v kapitole 5.2.3. Noha byla utahována v závislosti na síle. Byl určen měřicí cyklus 0 N, 10 N, 20 N, 30 N, 40 N, 50 N, 60 N, 70 N, 80 N, 90 N, 100 N a maximální síla utažení, kterou proband vydržel. Tato síla byla omezena prahem bolestivosti, který je u každého jiný a také měřicím rozsahem přístroje, na kterém je možno měřit do 300 N.

Deformační odezva nohy je dána změnou obvodu prstních kloubů v závislosti na utažení. Jak je noha utahována, tak se obvod prstních kloubů zmenšuje. V tabulce (Tab. 14,15) jsou uvedeny změny obvodu prstních kloubů v závislosti na utažení (Obr. 38), tyto hodnoty jsou průměrné, u 48 probandů byly vypočítány průměrné hodnoty OPK při utažení o síle 0 N, 10 N, 20 N, 30 N, 40 N, 50 N, 60 N, 70 N, 80 N, 90 N, 100 N a v maximálním utažení, které je také bráno z průměru všech maximálních utažení. Maximální síla u levé nohy se pohybovala v rozmezí od 110 do 300 N, průměrná síla byla (248 ± 62) N. Maximální síla u pravé nohy se pohybovala v rozmezí od 90 do 300 N, průměrná síla byla (252 ± 58) N. Tyto hodnoty byly převedeny do Δ OPK, která uvádí rozdíl mezi jednotlivými utaženími. Δ OPK bylo použito, protože rozdíl mezi obvodovými velikostními čísly je 6 mm, proto je z grafu (Obr. 39) lépe viditelné o kolik velikostních čísel se mohla noha zmenšit. Z grafu je viditelné, že křivka má lineární charakter. Rozdíly mezi jednotlivým utažením se pohybuje v rozmezí 1 až 4 mm. Ve výjimečných případech se rozdíl mezi jednotlivým utažením o 10 N zmenšil až o 6 mm, což odpovídá rozdílu jednoho velikostního šířkového čísla.

Jelikož měření probíhalo na aktivních probandech, kteří odolávají tlakům a deformacím chodidel, bylo možné měřit deformační odezvu do maximálního utažení. Toto utažení dosahovalo síly 300 N, někdy by probandi vydrželi i sílu vyšší, ale měření bylo omezeno siloměrem měřícího zařízení. Průměrná populace tento tlak nevydrží, což souvisí s nižším prahem bolestivosti, menší odolností vůči deformaci a tlaku. Proto pro další popis je reálnější brát hodnotu 100 N. OPK u levé nohy při zatížení 0 N bylo (251 ± 12) mm, OPK při zatížení 100 N bylo (230 ± 12) mm, rozdíl při tomto utažení byl Δ OPK 21,22 mm, což odpovídá asi 3 velikostním šířkovým skupinám. OPK u pravé nohy při zatížení 0 N bylo (254 ± 12) mm, OPK při zatížení 100 N bylo (231 ± 13) mm, rozdíl při tomto utažení byl Δ OPK 23,09 mm, což odpovídá asi 3 velikostním šířkovým skupinám. Pro sledovanou

skupinu probandů je noha utažitelná asi o tři velikostní šířkové skupiny. Z toho by se dalo usuzovat, že není třeba různých druhů číslování podle obvodu prstních kloubů. Ale je nutné si uvědomit, že každý člověk má jiný práh bolestivosti. Je však pravděpodobné, že zdravý člověk by měl vydržet 100 N.

Noha se zmenšuje při zatížení 100 N o dvě až čtyři velikostní šířkové skupiny. Příkladem je nejmenší naměřené OPK levé nohy při zatížení 0 N bylo 221 mm, při zatížení 100 N bylo toto OPK 200 mm, rozdíl mezi těmito hodnotami ΔOPK byl 21 mm, což odpovídá 3 velikostním šířkovým skupinám. U pravé nohy bylo toto OPK při zatížení 0 N 230 mm, při zatížení 100 N se noha utáhla na OPK 204 mm, což odpovídá ΔOPK 26 mm, což jsou asi 4 velikostní skupiny.

Největší OPK u pravé nohy při zatížení 0 N bylo 270 mm, při zatížení 100 N bylo toto OPK 254 mm, noha se utáhla o ΔOPK 16 mm, což odpovídá 2 velikostním šířkovým skupinám. U pravé nohy bylo toto OPK při zatížení 0 N 281 mm, při zatížení 100 N se noha zmenšila na OPK 260 mm, což odpovídá ΔOPK 21 mm, což jsou v přepočtu asi 3 velikostní šířkové skupiny.

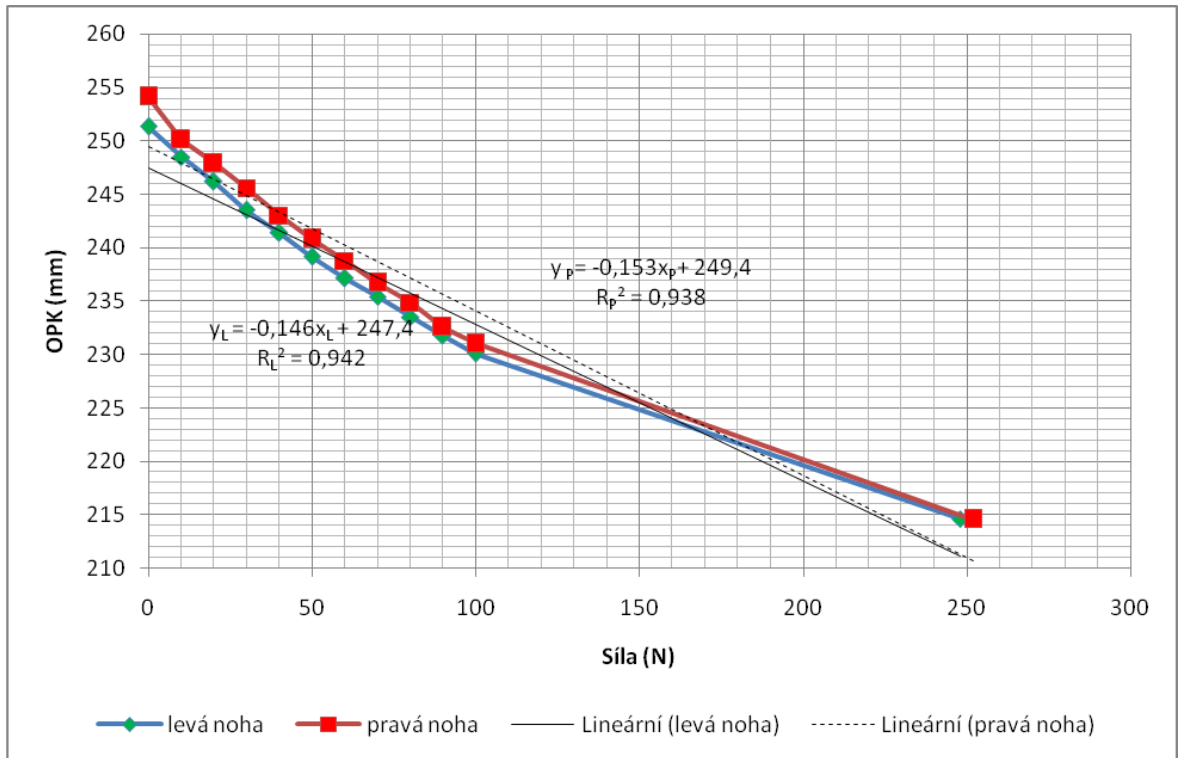
Velikost utažení je individuální. Výsledky průměrných hodnot utažení u 100 N jsou směrodatné pro sledovanou skupinu probandů.

Tab. 13 Deformační odezva levé nohy

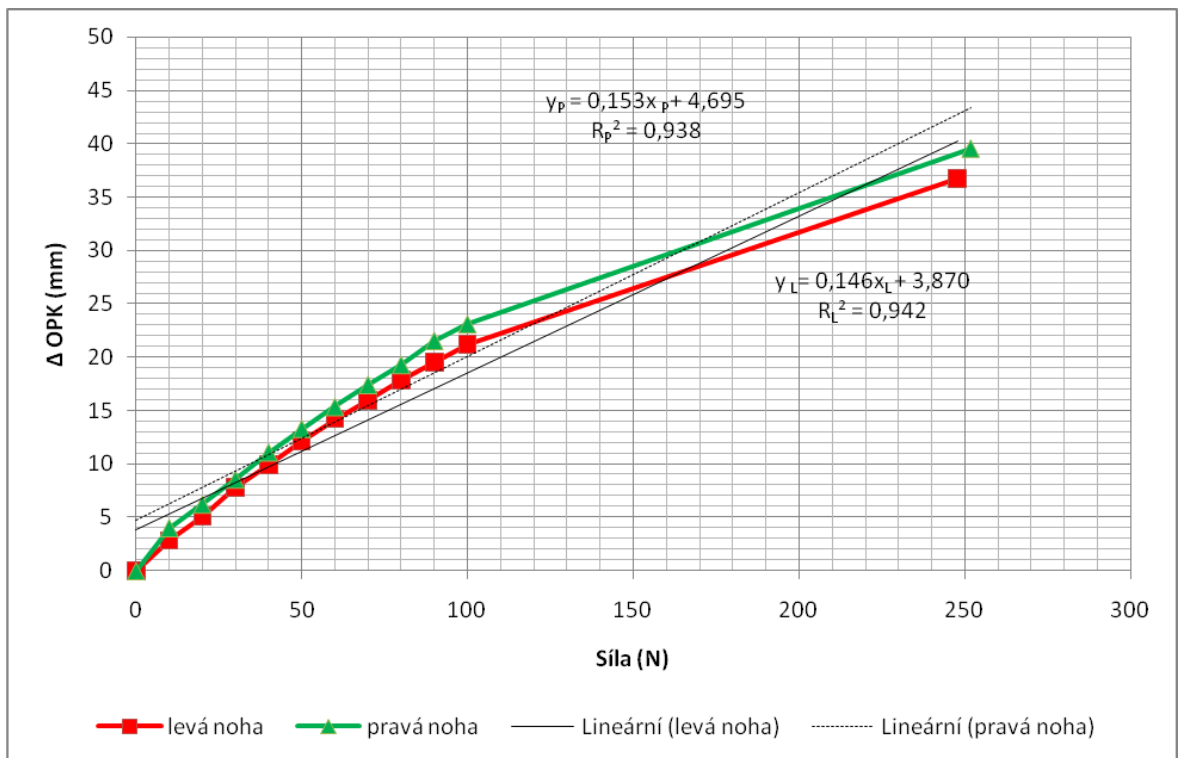
Síla (N)	Deformační odezva nohy – OPK (mm)			
	Min (mm)	Max (mm)	Průměr (mm)	Směr. Od. (mm)
0	221	270	251	12
10	220	269	248	12
20	219	268	246	12
30	218	266	244	12
40	216	264	241	12
50	215	262	239	12
60	212	260	237	12
70	210	259	235	12
80	208	258	234	12
90	202	256	232	12
100	200	254	230	12
247,9	190	248	215	12

Tab. 14 Deformační odezva pravé nohy

Síla (N)	Deformační odezva nohy			
	Min (mm)	Max (mm)	Průměr (mm)	Směr. Od. (mm)
0	230	281	254	12
10	228	279	250	13
20	226	275	248	12
30	224	273	246	13
40	218	270	243	13
50	218	269	241	13
60	215	268	239	13
70	212	266	237	13
80	210	264	235	13
90	205	262	233	13
100	204	260	231	13
251,9	190	250	215	11



Obr. 38 Závislost deformační odezvy OPK na síle



Obr. 39 Závislost Δ OPK na síle

6.5 Deformity a zranění nohy probandů

Fotbal je kontaktní sport, proto se u hráčů často vyskytují různé druhy zranění. 37 probandů ze 48 prodělalo ve svém životě zranění dolní končetiny, což je 77,1% z celého souboru. Zranění kyčlí prodělali 3 probandi, kolen 11 probandů, kotníků 16 probandů, holeně 1 proband, třísla 1 proband. Neobvyklé nebyly ani kombinace zranění. Jeden proband prodělal zranění kotníků, kyčlí i kolen. Dva měli kombinaci kotníků a kyčlí. Další dva měli kombinaci kolen a holeně.

Zranění nohy prodělalo 77,1% probandů. Pět probandů mělo nohu zlomenou, 21 mělo výron v kotníku, jeden měl ukopnutý prst, jeden měl zranění šlach, jeden měl našťipnutý prst, jeden měl zánět kotníku. Kombinaci výronu a ukopnutého prstu měli 4 probandi. Z tohoto zjištění vyplývá, že více je ohrožena oblast zánártí. Přední část nohy byla u probandů zraněna pouze u 5 probandů, kteří měli ukopnutý prst, což odpovídá 10,4%, jeden proband měl našťipnutý prst, což odpovídá 2,1%.

Otlaky mělo 22 probandů, což odpovídá 45,8%. Deformity prstů mělo 10 probandů ze 48, což je 20,8%. Mezi deformity prstů patřily prsty kladívkové a dráповité. V dotazníku probandi udávali velikostní číslo obuvi, které bylo porovnáno s výpočtem z plantogramu, bylo zjištěno, že 64,6% probandů nosí dobře zvolenou obuv v rámci velikostního čísla. Malou obuv měl pouze jeden proband. Proto je pravděpodobné, že tyto deformity nejsou způsobeny výběrem špatně padnoucí obuvi. Problémem by mohlo být konstrukční řešení kopaček, obuv je úzká, těsně padnoucí, aby byl zajištěn kontakt s míčem. Také špička obuvi je špičatá. V této obuvi dochází k lokálním tlakům, které vedou ke vzniku otlaků a deformit prstů.

Jeden proband měl dvojitou patu. Další proband měl exostózu na hřbetu nohy. Hodně probandů mělo zranění nehtů, které byly způsobeny došlapem na nohu jiným spoluhráčem. V některých případech se vyskytovaly otlaky a mozoly. U žádného probanda nebyla nalezena plíseň, což je do jisté míry neobvyklé, protože v obuvi tráví hodně času a vyvíjí fyzický výkon, který zvyšuje potivost chodidel. Také prostředí, jako jsou šatny a sprchy, jsou obvyklými místy vzniku mykózy.

6.6 Dotazník

Dotazníkem byly zjišťovány údaje o probandech, fotbalu a kopačkách. Nejdéle hrají probandi fotbal 10 let. Pět probandů hraje fotbal méně než 10 let. Deset let hraje fotbal

16 probandů, 11 let hraje fotbal 9 probandů, 12 let hraje fotbal 7 probandů, 13 let hraje fotbal 9 probandů. Dva probandi hrají fotbal 14 let. Dále byl zjišťován čas, který probandi tráví trénováním fotbalu. Méně než devět hodin týdně trénuje 6 probandů, 9 až 11 hodin trénuje 21 probandů, více než 12 hodin trénuje 21 probandů.

30 probandů používá jiné kopačky na trénink a jiné na zápas. Zbylých 18 hráčů, což je 37,5% má jedny kopačky na tyto aktivity. Nejčastěji si kupují kopačky značky Adidas, na druhém místě značku Nike, na třetím místě Puma, také se vyskytly značky Umbro a Mizuno. Hráči mají v užívání nejčastěji 3 páry a to v 56,3%, 2 páry má 29,2%, 1 pár 8,3%, více než 3 páry má 8,4%. Průměrná nejvyšší životnost kopaček je 6 až 12 měsíců, tuto dobu vydrží kopačky 70,8% probandů. Déle vydržely pouze 16,8% probandů a kratší dobu vydrželi 12,4% probandů. Hráči zničí za sezónu nejčastěji 1 až 3 páry kopaček.

ZÁVĚR

Cílem práce bylo zvolit zařízení, které by bylo možné použít při měření deformační odezvy chodidla. Vzhledem k tomu, že takové zařízení nebylo dostupné, muselo být sestrojeno a otestováno. Poté bylo možné zjistit, zda se dá nohu utáhnout a jaký má toto utažení trend a zda jej ovlivňují některé faktory. Noha probanda byla uchycena do měřicí utahovací pásky a postupně na ni byla vyvozena síla o dané velikosti. Utažení bylo měřeno do momentu, kdy proband ucítil bolest. Horní hranice síly byla omezena měřícím rozsahem přístroje (300 N). Se zvyšující se silou se zmenšoval obvod prstních kloubů, tento rozdíl byl označen jako ΔOPK . Rozsah ΔOPK zjištěný při provádění experimentu byl od 16 do 26 mm při zatížení 100 N. Při zatížení 100 N, které odpovídá zatížení, které s velkou pravděpodobností vydrží průměrná populace, se tedy noha zmenšila o dvě až čtyři velikostní šířkové skupiny. Při utažení o síle 10 N v oblasti prstních kloubů došlo ke zmenšení v rozsahu o 1 až 4 mm. Výjimečně se noha zmenšila až o 6 mm, což v praxi odpovídá jedné velikostní šířkové skupině. O jednu velikostní skupinu se noha utáhne průměrně při zatížení 30 N, což odpovídá asi 3 kg. Hodnoty získané utažením nohy v oblasti obvodu prstních kloubů měly lineární trend. Pokud bychom tyto výsledky aplikovaly na obuvnický průmysl, pak průměrná hodnota velikosti šíře obuvi, která byla zjištěna z obvodu prstních kloubů zatíženého chodidla, bylo u probandů 8, což odpovídá značení písmenem H. Běžně vyráběná sériová obuv dostupná na trhu je však nejčastěji vyráběna v obvodové skupině G.

Z výsledků je prokazatelně patrné, že noha je utažitelná. Při síle nad 100 N až o 4 velikostní šířkové skupiny, z čehož by se dalo usuzovat, že třídění podle obvodu prstních kloubů není nutné. V praxi by to znamenalo, že postačí jediná šířková velikostní skupina. Je však důležité brát ohled na to, že do souboru probandů byli vybráni hráči fotbalu, kteří aktivně nohu používají a trénují. Průměrně stráví na hřišti v kopačkách 10 hodin týdně. Jejich noha odolává vysokým tlakům a deformacím. Při hře fotbalu se při střetu s míčem deformuje míč i noha hráče. Většina probandů měla nohu zdravou, bez vážnějších deformit, s normální klenbou nožní. Problémem je časté zranění kotníků a prstů, tomu však nelze předcházet, protože konstrukce obuvi raději upřednostňuje design a hmotnost obuvi před ochranou uživatele. Nelze také konstrukčně vyrobit obuv s ochrannými prvky, která by pak následně snížila popř. úplně omezila funkci nohy.

Fotbal je hra s dlouhou historií a v průběhu času se z fotbalu stal celosvětově uznávaný sport s vysokou dynamikou. Noha vykonává při hře mnoho pohybů, jako je supinace, pronace, abdukce, addukce, flexe i extenze. Při tréninku se zvyšuje její hybnost, šlachy jsou pružnější, proto se zvyšuje i odolnost vůči nárazům. Také prokrvení chodidel bylo viditelně vyšší.

Z pohledu fotbalové obuvi, je nutné, aby mezi míčem a obuví byl optimální kontakt. Proto se zmenšuje tloušťka materiálů, nepoužívají se ztužení a tím se i zmenšuje hmotnost této obuvi. Vnitřní prostor obuvi není příliš vysoký, proto většina probandů měla otlaky na palcovém a malíkovém kloubu. Obuv má špičatou špičku, což působí na palce a malíky, proto byl pozorovaný častý výskyt vbočených palců a vybočených malíků. Obuv je konstruována pro hru, na úkor zdraví. Z toho vyplývá, že noha je utažitelná, ale při dlouhodobém utažení, jsou na ní viditelné otlaky. Které dlouhodobým působením mohou vést ke vzniku mozolů, exostóz a kuřích ok.

V praxi u běžné populace je důležité si uvědomit, že noha nebude u většiny tak pohyblivá a trénovaná. Lze tedy předpokládat, že nepůjde tak deformovat. Práh bolestivosti je individuální a jeho průměrná hodnota vykazuje velkou směrodatnou odchylku. Je také nutno podotknout, že probandi měli nohu staženou pouze na dobu nezbytně nutnou.

I vzhledem ke zjištěným výsledkům je třeba dbát na zdraví člověka. Vynaložením příliš vysoké síly při utažení obuvi v oblasti prstních kloubů by mohlo dojít ke snížení funkce nohy, jejímu přetížení a následně pak k úrazům jako je zlomenina kostí, popř. k narušení měkkých tkání nohy. Tyto výsledky je také možno aplikovat na velikostní číslování šířek obuvi. Opět platí, že užší obuv může nohu ohrozit.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] ČIHÁK, R. *Anatomie 1, druhé, upravené a doplněné vydání*. Praha: Grada Publishing a.s, 2003, s. 256-318, s. 430-467
- [2] ZATSIORSKY, V. *Kinematics of Human Motion*. USA: Library of Congress, 1998, s. 292-297
- [3] VOLEJBALJICIN.ESTRANKY.CZ, *Kosti a klouby nohy*, [online], [cit. 2011-01-22], dostupný z [www](http://www.volejbaljicin.estranky.cz/clanky/metodika/noha_zakladni_nosna_jednotka_lidskeho_tela), <http://www.volejbaljicin.estranky.cz/clanky/metodika/noha_zakladni_nosna_jednotka_lidskeho_tela>
- [4] DYLEVSKÝ, I. *Funkční anatomie*. Praha: Grada Publishing a.s., 2009, s. 192-202
- [5] ŘIHOVSKÝ, R. *Anatomie a fyziologie, ruka a noha ve vztahu k odívání a obouvání*. Praha: Nakladatelství technické literatury, 1975, s. 22-47, s. 52-68
- [6] ORTOPEDICA.CZ, *Ploché nohy - příčiny a následky deformit nohou, chraňme si dar pohybu*, [online], [cit. 2009-05-29], dostupný z [www](http://ortopedica.cz), <<http://ortopedica.cz>>
- [7] RIEGEROVÁ, J. *Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu*. Olomouc: HANEX, 2006, s. 14, s. 25, s. 163-181
- [8] MICHAUD, T. *Foot Orthoses and Other Forms of Conservative Foot Care*. USA: Library of Congress, 1992, s. 1-25
- [9] ORTOPEDICA.CZ, *Když nohy bolí*, [online], [cit. 2009-05-29], dostupný z [www](http://ortopedica.cz), <<http://ortopedica.cz>>
- [10] ZENA-IN.CZ, *Vbočený palec*, [online], [cit. 2011-01-26], dostupný z [www](http://www.zena-in.cz/media/2009/10/12/palec.jpg), <<http://www.zena-in.cz/media/2009/10/12/palec.jpg>>
- [11] ŽIDLÍK, A. *Navrhování výrobků, konstrukce obuvi a galanterie*. Brno: Ediční středisko VUT Brno, s. 34-48, s. 48- 53
- [12] LEČÍK, F. *Obuvnické modelářství*. Zlín: Učební texty vysokých škol, 2002, s. 4-9
- [13] BEZECKASKOLA.CZ, *Egyptská, řecká a kvadratická noha*, [online], [cit. 2011-01-26], dostupný z [www](http://www.bezeckaskola.cz/clanek-411-bezecke-boty-ndash-co-si-vsechno-pri-vyberu-ohlidat), <<http://www.bezeckaskola.cz/clanek-411-bezecke-boty-ndash-co-si-vsechno-pri-vyberu-ohlidat>>

- [14] KUČERA, M. *Pohybový systém a zátěž*. Praha: Grada Publishing a.s., 1997, s. 152-153, s. 158-159, s. 201-208
- [15] KUČERA, M. *Sportovní medicína*. Praha: Grada Publishing a.s., 1999, s. 137, s. 151, s. 179, s. 244
- [16] KOLLATH, E. *Fotbal – technika a taktika hry*, Praha: Grada Publishing a.s., 2006
- [17] PROPLNYZIVOT.OSU.CZ, *Technika a taktika hry*, [online], [cit. 2011-04-02], dostupný z www, <<http://www.proplnyzivot.osu.cz/test/soubory/fotbal%201.pdf>>
- [18] BAXTER, D. *The foot and ankle in sport*. St. Louis (USA): Mosby-Year Book, 1995, s. 363-365
- [19] MÍČKOVÁ, I. *Analýza prodeje speciální obuvi pro kopanou. Diplomová práce*. Zlín, 1993, s. 6-7
- [20] NIKE.CZ, *Rozbor kopaček firmy Nike*, [online], [cit. 2011-03-12], dostupný z www, <<http://www.nike.cz/>>
- [21] ADIDAS.CZ, *Rozbor kopaček firmy Adidas*, [online], [cit. 2011-03-12], dostupný z www, <<http://www.adidas.cz/>>
- [22] PUMA.COM, *Rozbor kopaček firmy Puma*, [online], [cit. 2011-03-12], dostupný z www, <<http://www.puma.com/>>
- [23] NOVÁK, P. *Komfort obutí a jeho hodnocení. Referát k odborné zkoušce*. Zlín, 1989, s. 43-45
- [24] WATKINS, J. *An Introduction to Biomechanics of Sport and Exercise*. Philadelphia (USA): Library of Congress, 2007, s. 35-37
- [25] KOPACKY.NET.CZ, *Kopačky*, [online], [cit. 2011-03-02], dostupný z www, <<http://www.kopacky.net.cz/>>
- [26] OMRON BF500, *Body composition Monitor. Instruction Manual*. IM-HBF500-E-03-02/07, 9054902-7C
- [27] ZDRAVOTNICKAPRODEJNA.CZ, *Váha Omron*, [online], [cit. 2011-04-30], dostupný z www, <http://zdravotnickaprodejna.cz/>
- [28] ORTOPEDICA.HR, *Plantograf*, [online], [cit. 2011-01-25], dostupný z www, <<http://www.ortopedica.hr/>>

-
- [29] GAVORA, P. *Úvod do pedagogického výzkumu*. Brno: Paido, 2000
- [30] ČERVOVÁ, L. *SPSS Base 13.0 příkazy a možnosti*. Praha: Centrum výuky SPSS
- [31] PAVELKA, F. *Metody statistické analýzy*. Zlín: 2000
- [32] RANAWAT, CH. *Disorders of the Heel, Rearfoot, and Ankle*. The United States of America: Library of Congress, 1998, s. 275- 309
- [33] PSOTTA, R. *Fotbal – kondiční trénink*. Praha: Grada Publishing a.s., 2006

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

D_1	Nejširší místo plantogramu pro vyhodnocení klenby nožní.
D_2	Nejužší místo plantogramu pro vyhodnocení klenby nožní.
Cl	Clarkův úhel.
OPK	Obvod prstních kloubů.
$V_{\check{c}}$	Velikostní číslo – metrický systém číslování.
ŠS	Šířková skupina.
BMI	Body mass index.
m	Tělesná hmotnost.
v	Tělesná výška.
PDCH	Přímá délka chodidla.
L	Levá.
P	Pravá.
Min	Minimum.
Max	Maximum.
Směr.	Směrodatná.
Stan.	Standartní.
Od.	Odchylka.
Výz.	Významnost.
2-str.	Dvoustranný.
Δ OPK	Rozdíl obvodu prstních kloubů mezi utažením.
St.	Stupeň

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 <i>Kosti nohy [3]</i>	15
Obr. 2 <i>Klouby nohy [1]</i>	15
Obr. 3 <i>Svaly nohy [3]</i>	16
Obr. 4 <i>Podélná klenba nožní [6]</i>	18
Obr. 5 <i>Příčná klenba nožní [6]</i>	18
Obr. 6 <i>Statický trojúhelník [7]</i>	19
Obr. 7 <i>Vyhodnocení plantogramu pomocí metody Chippaux (1947) a Šmírák (1960) [7]</i>	20
Obr. 8 <i>Vyhodnocení plantogramu pomocí metody Schwarze a Clarka [7]</i>	21
Obr. 9 <i>Pohyby nohy [5]</i>	22
Obr. 10 <i>Klenba nožní (plochá noha, vysoká noha) [9]</i>	23
Obr. 11 <i>Vbočený palec [10]</i>	24
Obr. 12 <i>Kladívkový prst [5]</i>	25
Obr. 13 <i>Dráповitý prst [5]</i>	26
Obr. 14 <i>Řecký typ nohy [13]</i>	28
Obr. 15 <i>Egyptský typ nohy [13]</i>	29
Obr. 16 <i>Kvadratický typ nohy [13]</i>	29
Obr. 17 <i>Pohyb vnitřní strany nohy [17]</i>	32
Obr. 18 <i>Pohyb vnitřním nártem nohy [17]</i>	33
Obr. 19 <i>Pohyb přímým nártem nohy [17]</i>	33
Obr. 20 <i>Pohyb vnějším nártem nohy [17]</i>	34
Obr. 21 <i>Klasické šněrování [20]</i>	36
Obr. 22 <i>Kopačky s jazykem přes šněrování [21]</i>	36
Obr. 23 <i>Kopačky s asymetrickým šněrováním[22]</i>	36
Obr. 24 <i>Kopačky se šněrováním přes přídavný gumový dílec [20]</i>	37
Obr. 25 <i>Kopačky pro přírodní povrch [25]</i>	38
Obr. 26 <i>Kopačky pro umělý povrch [21]</i>	39
Obr. 27 <i>Kopačky pro sálovou kopanou [22]</i>	39
Obr. 28 <i>Váha OMRON [27]</i>	43
Obr. 29 <i>Plantograf [28]</i>	44
Obr. 30 <i>Zařízení pro měření deformační odezvy chodidla</i>	45

Obr. 31 Závislost tělesné výšky na věku.....	50
Obr. 32 Závislost PDCH na věku.....	51
Obr. 33 Závislost OPK odlehčené nohy na věku.....	52
Obr. 34 Závislost obvodu prstních kloubů zatížené nohy na věku	53
Obr. 35 Závislost OPK zatížené nohy na PDCH	53
Obr. 36 Závislost šířky nohy v oblasti prstních kloubů na věku	54
Obr. 37 Šířka nohy v oblasti prstních kloubů v závislosti na PDCH.....	55
Obr. 38 Závislost deformační odezvy OPK na síle	64
Obr. 39 Závislost Δ OPK na síle	64

SEZNAM TABULEK

Tab. 1 <i>Vyhodnocení indexu nohy z plantogramu pomocí metody Chippaux (1947) a Šmiřák (1960) [7]</i>	20
Tab. 2 <i>Vyhodnocení klenby nožní z plantogramu pomocí metody Schwarze a Clarka $Cl [^\circ]$</i>	21
Tab. 3 <i>Převod písmenného označení na číselné označení obvodové skupiny [12]</i>	27
Tab. 4 <i>Chyba měření</i>	46
Tab. 5 <i>Statistika k párovému T Testu</i>	47
Tab. 6 <i>Korelace k párovému T Testu</i>	47
Tab. 7 <i>Párový T Test</i>	47
Tab. 8 <i>Vyhodnocení klenby nožní podle Chippaux-Šmiřáka</i>	56
Tab. 9 <i>Vyhodnocení klenby nožní podle Clarkova úhlu</i>	56
Tab. 10 <i>Korelační analýza I.</i>	58
Tab. 11 <i>Korelační analýza II.</i>	59
Tab. 12 <i>Korelační analýza III.</i>	60
Tab. 13 <i>Deformační odezva levé nohy</i>	63
Tab. 14 <i>Deformační odezva pravé nohy</i>	63

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: Protokol měření

Příloha P II: Dotazník

PŘÍLOHA P II: DOTAZNÍK

5. Údaje o fotbale:

- a) Jak dlouho hrajete fotbal? _____ let
- b) Kolik hodin strávíte v kopačkách týdně? _____
- c) Používáte jiné kopačky na trénink a na zápasy?
- Ano
 - Ne
- d) Jakou životnost mají vaše kopačky? _____ roků _____ měsíců
- e) Jakou značku fotbalové obuvi nejčastěji kupujete?
- Na trénink: _____
 - Na zápas: _____
- f) Kolik párů kopaček v současné době používáte? _____ párů
- g) Kolik párů za sezónu zničíte? _____ párů
- h) Jakou velikost kopaček nosíte? _____
- i) Která část se opotřebovuje nejdříve?
- Špunty
 - Podšev
 - Svršek
 - Stélka
 - Jiná: _____

6. Údaje o dolní končetině:

j) Měl jste někdy zranění dolní končetiny, pokud ano, kde?

- | | | |
|-------------------------------------|---|---|
| <input type="radio"/> Kyčle | L | P |
| <input type="radio"/> Kolena | L | P |
| <input type="radio"/> Kotníky | L | P |
| <input type="radio"/> Stehenní kost | L | P |
| <input type="radio"/> Holenní kost | L | P |

k) Měl jste někdy zranění nohy (od kotníku dolů)?

- Ano
- Ne

l) V případě, že ano, specifikujte:

- | | | |
|---------------------------------------|---|---|
| <input type="radio"/> Zlomenina | L | P |
| <input type="radio"/> Výron v kotníku | L | P |
| <input type="radio"/> Ukopnutý prst | L | P |
| <input type="radio"/> Jiná: _____ | | |

m) Deformity prstů:

- Ano
- Ne

n) Otlaky:

- Ano
- Ne