

Projevy obezity na rozměrové změny a distribuci lokálních tlaků dětské obuté nohy

Bc. Petra Sixtová

Diplomová práce
2007



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav fyziky a mater. inženýrství

akademický rok: 2006/2007

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Petra SIXTOVÁ**

Studijní program: **N 2808 Chemie a technologie materiálů**

Studijní obor: **Inženýrství a hygiena obouhání**

Téma práce: **Projevy obezity na rozměrové změny a distribuci
lokálních tlaků dětské obuté nohy**

Zásady pro vypracování:

1. Vypracujte literární studii na dané téma a zhodnoťte současnou úroveň poznání ve studované oblasti.
2. Formulujte pracovní cíle a hypotézy.
3. Navrhněte metodiku a zorganizujte měření nohou dětí mladšího školního věku.
4. Získané výsledky zpracujte.
5. Závěr.



Rozsah práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

Podle pokynů vedoucího diplomové práce

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Jana Pavlačková, Ph.D.

Ústav fyziky a mater. inženýrství

Datum zadání diplomové práce:

9. února 2007

Termín odevzdání diplomové práce:

31. května 2007

Ve Zlíně dne 9. února 2007


prof. Ing. Ignác Hoza, CSc.
děkan




prof. Ing. Lubomír Lapčík, Ph.D.
ředitel ústavu

ABSTRAKT

Obezita u dětí se stala závažným celosvětovým zdravotním problémem. Obezita jako nemoc sebou přináší i riziko vzniku dalších onemocnění.

Experiment byl zaměřen na studium vlivu obezity na rozměrové změny rostoucích dětských nohou. Pomocí systému Pedar byly vyhodnoceny lokální tlaky dětské obuté obézní a neobézní nohy.

Klíčová slova: obezita, noha, tlak, planta, dítě.

ABSTRACT

Child obesity has become important worldwide health problem. Obesity as an illness brings a risk of beginning of another diseases.

Experiment was focused on study of the obesity influence on the measurement changes of children's growing feet. According to Pedar system was analysed local press of children's obese and not obese feet.

Keywords: obesity, foot, press, plantar, child.

Ráda bych poděkovala vedoucí diplomové práce Ing. Janě Pavlačkové, Ph.D. za odborné vedení, připomínky a cenné rady, které mi poskytovala při zpracování této diplomové práce. Současně bych chtěla poděkovat Ing. Lubici Šimoňákové za pomoc při vlastním měření a vyhodnocování.

Rovněž děkuji svým rodičům za podporu, kterou mi věnovali v průběhu mého studia na vysoké škole.

OBSAH

ÚVOD	8
I TEORETICKÁ ČÁST	9
1 OBEZITA	10
1.1 PŘÍČINY VZNIKU OBEZITY.....	10
1.1 ZDRAVOTNÍ KOMPLIKACE OBEZITY	12
1.2 MĚŘENÍ OBEZITY.....	14
1.2.1 BMI (Quetelův index).....	14
1.2.2 Rohrerův index a Brocův index	15
1.2.3 Rozložení tuku v těle.....	15
1.2.4 Metody stanovení procenta tělesného tuku	17
1.3 LÉČBA OBEZITY.....	18
2 OBEZITA U DĚTÍ	20
2.1 HLAVNÍ PŘÍČINY VZNIKU OBEZITY U DĚTÍ	21
2.1.1 Percentilový graf BMI.....	21
2.2 ZDRAVOTNÍ PROBLÉMY OBÉZNÍCH DĚTÍ	22
2.2.1 Diabetes mellitus (dále jen DM) – cukrovka	22
2.2.2 Dětská noha a obezita.....	23
2.3 LÉČBA OBEZITY U DĚTÍ.....	26
II PRAKTICKÁ ČÁST	28
3 STANOVENÍ PRACOVNÍCH CÍLŮ	29
4 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST	30
4.1 ORGANIZACE MĚŘENÍ.....	30
4.2 ZJIŠŤOVANÉ CHARAKTERISTIKY PROBANDŮ.....	31
4.2.1 Tělesná hmotnost a výška	31
4.2.2 Zjišťování vybraných rozměrů nohou z plantogramu.....	31
4.2.3 Metody hodnocení klenutosti nohou.....	33
4.2.4 Měření vybraných antropometrických charakteristik nohou obuvnickým měřidlem.....	37
4.2.5 Měření nášlapných sil	37
4.3 DALŠÍ MĚŘÍCÍ PŘÍSTROJE A POMŮCKY	39
5 VYHODNOCENÍ NAMĚŘENÝCH DAT	40
5.1 POPISNÁ STATISTIKA NAMĚŘENÝCH VELIČIN.....	43
5.2 ČETNOSTNÍ ANALÝZA.....	60
5.2.1 Osobní tělesné charakteristiky probandů	60
5.2.2 Vybrané antropometrické charakteristiky nohou probandů.....	60
5.2.3 Stav klenby nožní probandů.....	66

5.3	ANALÝZA NÁŠLAPNÝCH SIL MEZI PLOSKOU NOHY A STÉLKOU V OBUVI (PEDAR)	74
5.3.1	Porovnání plochy kontaktu, maximální síly, maximálního tlaku a průměrného tlaku v maskách ve vztahu k hmotnosti probandů	77
ZÁVĚR.....		90
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY		92
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK		95
SEZNAM OBRÁZKŮ		96
SEZNAM TABULEK.....		99
SEZNAM PŘÍLOH.....		101

ÚVOD

Téma nadváhy a obezity je v dnešní době často vyzdvihováno ve všech mediálních prostředcích jak u nás, tak i v zahraničí. Nadváha a obezita se stává celosvětovým problémem. Dosud se spíše řešilo téma nadváhy a obezity u dospělé populace, ale tento problém už velmi zasáhl i dětskou část populace.

Pokud se podíváme na dětská hřiště, mezi panelové domy či na jiná místa, kde si děti obvykle hrají, většinou je najdeme téměř prázdná. Na jedné straně je to opatrnost rodičů, kteří se v dnešní době bojí nechat své potomky bez dozoru a na straně druhé, jsou to samy děti, které raději tráví svůj volný čas hraním na počítači či u televize.

Nesmíme zapomenout i na stravu dětí. V obchodech je velké množství energeticky bohatých potravin či pochutin, které jsou cenově dostupné. Taktéž potraviny z fast-foodu jsou velmi energetické a pro děti velmi lákavé nejen svou cenovou dostupností, ale hlavně i svou „chutností“. Děti jsou v tomto směru dosti rozmazlovány, rodiče a už vůbec ne prarodiče si nepřipustí, že by jejich dítě mohl být obézní.

Jediné co si spousta dospělých uvědomuje je společenské zařazení. V dnešní době je trendem nebýt obézní a obézní lidé jsou často kvůli svým tělesným proporcím diskriminováni. Obézní děti jsou méně pohyblivé a rychleji se unaví. Takto handicapované děti mívají problém s hledáním kamarádů. Nežádají jsou vytlačovány z kolektivu, protože nejsou jako ostatní.

Nadváha a obezita sebou přináší ale také řadu zdravotních komplikací. Většina dospělých jedinců si neuvědomuje, či vůbec nezná možná rizika spojená s nadváhou. Nelze tedy očekávat, že děti budou ve své vysoké tělesné hmotnosti vidět nějakou možnou zdravotní hrozbu. Obézní děti více zatěžují svůj organismus, což v období růstu a vývoje může zapříčinit řadu závažných ortopedických problémů, mezi které patří i nadměrné přetěžování dolních končetin. Moje diplomová práce by měla být příspěvkem v oblasti studia dětské obézní nohy, její odlišné morfologie oproti noze neobézních dětí a upozornit tak na výskyt možné disproporce v jednotlivých konstrukčních parametrech dětské obuvi, které současná nabídka obuvi na našem trhu pro dětskou populaci nezohledňuje.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 OBEZITA

Problém obezity se vyskytuje jak ve vyspělých zemích, tak i v mnoha rozvojových zemích. V současné době je obezita nazývána jako epidemie 3. tisíciletí. [1]

Obezitu lze definovat jako nadměrné ukládání tělesného tuku v organismu, které je spojeno se vzestupem hmotnosti. Obezita není pouze problémem kosmetickým, ale také zdravotním – je to nemoc. S rostoucí tělesnou hmotností jsou spojena závažná zdravotní rizika. [1, 2]

Celkový počet dospělých obézních lidí na celém světě se v roce 1995 odhadoval na 200 miliónů, v roce 2000 toto číslo stoupl na 300 miliónů. Podle posledního projektu Světové zdravotnické organizace v roce 2005 počet obézních vzrostl na 400 miliónů. Byl zaznamenán i poměrně vysoký vzestup výskytu obezity v dětství. [1, 3]

1.1 Příčiny vzniku obezity

Obezita vzniká vzájemným působením genetických a zevních faktorů [1, 4]:

1) Nepoměr mezi příjmem a výdejem energie

Za vznik nadváhy a obezity může na prvním místě nepoměr mezi příjmem a výdejem energie. Často se jedná o kombinaci obou faktorů. Vyšší příjem energie vzniká hlavně zvýšeným příjmem tuků, které mají dvakrát více energie než sacharidy a bílkoviny. Navíc reklamy na všechny možné druhy potravin se vyskytují každý den všude kolem nás – televize, časopisy, billboardy. Chuťově atraktivních, energeticky bohatých a navíc cenově dostupných potravin je v obchodech skutečně nadbytek a proto není divu, že stále přibíráme. Z nutričního pohledu je strava obézních lidí typická vysokou energetickou hodnotou, vysokým obsahem tuků a jednoduchých cukrů s nízkým obsahem vlákniny, vitamínů a některých minerálů. Z potravinového pohledu se jedná o nadměrný příjem živočišných produktů, zvláště masných výrobků a sladkostí, a nízký příjem zeleniny, ovoce a příloh.

Na straně druhé hodně lidí trpí i nedostatkem pohybu. Většina lidí má sedavý způsob života, do práce jezdí autem či autobusy a jen výjimečně se najde chvilka pro nějakou sportovní aktivitu. Lidské tělo je plně přizpůsobeno k pohybu, ale pokud jej k tomuto účelu nepoužíváme, začne svalstvo ochabovat a přibývat tukovou tkáň. Z toho následně pramení spousta dalších problémů – snížená výkonnost a fyzická kondice, vyšší únavnost, špatné držení těla, bolesti zad atd.

2) Genetické dispozice

Je známo že minimálně z 50 % je vznik obezity podmíněn geneticky. Dědičnost se uplatňuje několika způsoby, např. rozdílnou schopností spalování základních živin či velikostí klidového energetického výdeje aj. Dědičnost má vliv i na snadnost či obtížnost snižování hmotnosti. Pokud oba rodiče trpí obezitou, je pravděpodobnost výskytu obezity i u potomka 80 %. Tyto skupiny lidí by měly své genetické předpoklady předcházet a minimalizovat riziko vzniku obezity. Lze tomu předejít dodržováním správných stravovacích návyků a dostatkem pohybové aktivity.

3) Hormonální vlivy

Není pravdou, že za obezitou stojí vždy nějaká nemoc. Nemoc, jako příčina vzniku obezity, se vyskytuje asi v 1 % případů. Především se jedná o sníženou funkci štítné žlázy (hypotyreóza) a zvýšené hladiny hormonů kůry nadledvin (Cushingův syndrom).

4) Léky

Na trhu léků se vyskytují takové léky, které mohou zvyšovat chuť k jídlu a tím přispívat k rozvoji nadváhy. Jsou to např. antidepresiva, neuroleptika, léky pro hormonální léčbu.

5) Metabolické vlivy

Tělesná hmotnost, pohlaví a stupeň fyzické aktivity určuje energetické nároky organismu. Přesto existují i individuální faktory, především dané geneticky, které energetickou rovnováhu ovlivňují. To znamená, že i u osoby, která nekonzumuje více než ostatní lidé, se může objevit obezita.

6) Psychogenní faktory a jídelní zvyklosti

Tělesná hmotnost velmi závisí na stravovacích zvyklostech. Stravovací zvyklosti jsou odlišné v jednotlivých zemích a jsou ovlivněny i náboženstvím. Pokud člověk navykne špatným stravovacím návykům, může díky jim pak bojovat s nadváhou. U obézních osob je další příjem potravy zvýšen i v závislosti na vnější podněty a emoční situace (osamělost, deprese, frustrace, dlouhá chvíle či stres). V životě se každý jedinec potýká s tzv. rizikovým obdobím svého života, kdy je pravděpodobnost vzniku obezity vyšší. Mezi taková období patří dospívání (hlavně u dívek), těhotenství, menopauza, užívání léků či stop kouření. Možnost rozvoje obezity může souviset i s obdobím velkých životních změn (nástup

do zaměstnání, založení rodiny, ukončení sportovní činnosti, dlouhodobá nemoc, úraz apod.), které souvisí se změnou jídelních a pohybových návyků.

1.1 Zdravotní komplikace obezity

Obezita se velkou měrou podílí na nemocnosti a předčasném úmrtí. Pro většinu obézních lidí není zdravotní hledisko motivující pro řešení problému obezity. Často jsou motivační pouze estetická, citová či společenská hlediska, zdravotní hledisko přichází na řadu v okamžiku, kdy se začne vyskytovat některá z níže uvedených zdravotních komplikací, jako jsou např. [5, 6]:

1) Diabetes mellitus

Snad nejzávažnější zdravotní komplikací obezity je riziko vzniku diabetu. Podle studií zvyšuje obezita riziko výskytu diabetu u žen více než desetkrát a pětkrát u mužů.

2) Nádory

Dle výzkumů mají lidé, kteří jsou v dětství obézní o 20 % vyšší šanci, že budou trpět v dospělosti nádorovým onemocněním. Jde především o nádory gynekologické (vaječníky, prsa, cervix dělohy), dále nádory kolorektální a urologické (ledviny, prostata).

3) Kardiovaskulární rizika

S obezitou se spojuje možnost kardiovaskulárních rizik jako např. hypertenze, ischemická choroba srdeční, hypertrofie a dilatace levé komory srdeční, cévní mozkové příhody a tromboembolické choroby.

4) Pickwickův syndrom

Při tomto syndromu se plíce nemohou dostatečně rozpínat, jsou vytlačována směrem nahoru a vzniká tak nedostatečná ventilace a dušnost. Pickwickův syndrom vzniká při velké obezitě, je způsoben vysokým obsahem viscerálního tuku v dutině břišní.

5) Syndrom spánkové apnoe

Jedná se o projev krátkodobé zástavy dechu ve spánku při chrápání poklesem měkkého patra.

6) Zažívací obtíže

Např. pálení žáhy (gastroezofageální reflex), kýly, žlučové kameny, záněty žlučníku či tučnění jater (jaterní steatóza).

7) Ortopedické obtíže

Např. artróza nosných kloubů – kyčle, kolena; bolesti zad.

8) Kožní obtíže

Mohou se častěji vyskytovat varixy, plísňová onemocnění, zapáčka v místech tukových záhybů, strie, celulitida, otoky, obtížnější hojení povrchových ran.

9) Psychické obtíže

Mezi obézními lidmi se často vyskytuje společenská diskriminace – anti-fat rasismus. Obézní lidé trpí malým sebevědomím, depresemi, úzkostmi, které mohou postupně omezit běžný společenský život.

10) Sterilita

Vlivem obezity může dojít k impotenci, poruše menstruace a ovulaci.

11) Vyšší riziko operačního výkonu

U obézních lidí je vyšší riziko operačního výkonu, hrozí náhlá smrt, horší hojení ran. Další komplikací operačních výkonů je fakt, že operační stoly jsou konstruovány na hmotnost cca 120-130 kg.

1.2 Měření obezity

Optimální hmotností lze nazvat takovou hmotnost, která vzhledem ke stavbě kostry, svaloviny a k charakteru povolání je pro jedince určitého věku a pohlaví nejvhodnější. Pro analýzu tělesného tuku a tím určení stupně obezity lze použít několik metod, každá metoda má své výhody či nevýhody. Nejčastěji se používají výpočty hmotnostně-výškových indexů, hmotnostní index BMI (anglicky Body mass index), Rohrerův index, Brocův index a obvod pasu. Výpočty založené na vztahu výška-hmotnost mohou být občas zavádějící, protože neberou v úvahu, do jaké míry bude ovlivněn faktory jako jsou kostra a svalová hmota. [2, 7, 8]

1.2.1 BMI (Quetelův index)

Výpočet indexu BMI je považován za orientační rychlou metodu ke zjištění nadváhy či obezity. Určuje zda tělesná hmotnost odpovídá tělesné výšce a či jedinec je hmotnostně nadprůměrný nebo podprůměrný. S výsledkem BMI lze i stanovit riziko zdravotních komplikací jedince. V rámci použití BMI jsou stanoveny dělicí body, které klasifikují normální hmotnost, nadváhu a obezitu. [7, 8]

Výpočet BMI (1) a následné hodnocení hmotnosti (Tab. I.) [7, 8]:

$$BMI = \frac{m}{h^2} [kg \cdot m^{-2}] \quad (1)$$

Kde: m – tělesná hmotnost [kg];

h – tělesná výška [m].

Tab. I. Klasifikace tělesné hmotnosti dle BMI [9]

Klasifikace	BMI [kg·m ⁻²]	Riziko komplikací obezity
podvýživa	<20	nízké riziko jiných chorob
normální hmotnost	20 – 25	průměrné
nadváha	25 – 30	mírně zvýšené
obezita I. stupně	30 – 35	středně zvýšené
obezita II. stupně	35 – 40	velmi zvýšené
obezita III. stupně	40>	vysoké

Není pravidlem, že každý člověk, který má vyšší BMI než je norma, je skutečně otlý. Hodnota BMI se používá k orientačnímu určení stupně obezity. Neudává, zda nadprůměrná hmotnost je způsobena aktivní (svalovou) nebo pasivní (tukovou) tělesnou hmotou. Jedná se hlavně o muže s mohutně vyvinutou kostrou a svalstvem [7, 8].

1.2.2 Rohrerův index a Brocův index

Mezi další hmotnostně-výškové indexy patří Rohrerův index (2). Dle tohoto indexu se za normální hodnoty považuje u chlapců (mužů) rozmezí mezi 1,2 - 1,4 kg·m⁻³ a u dívek (žen) mezi 1,25 - 1,50 kg·m⁻³. Vyšší výsledky označují nadměrnou tělesnou hmotnost. [10, 11]

$$I_R = \frac{m}{h^3} * 10^5 \text{ [kg} \cdot \text{m}^{-3}] \quad (2)$$

Kde: m – tělesná hmotnost [kg];

h – tělesná výška [m].

Ideální tělesnou hmotnost lze určit i výpočtem podle Brocova indexu BI (3), hodnoty přesahující 115 kg·cm⁻¹ svědčí o obezitě. [10]

$$BI = \frac{m}{h - 100} * 100 \text{ [kg} \cdot \text{cm}^{-1}] \quad (3)$$

Kde: m – tělesná hmotnost [kg];

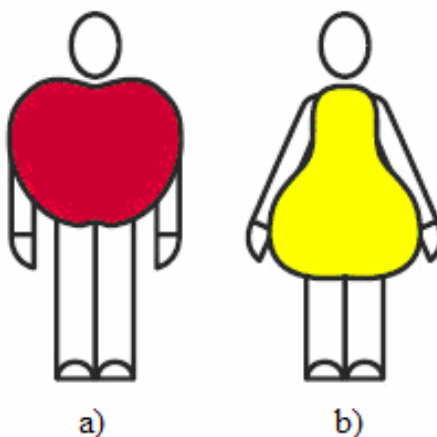
h – tělesná výška [cm].

Stejně jako index BMI, je Brocův index a Rohrerův index pouze orientační hodnota pro určení stupně obezity.

1.2.3 Rozložení tuku v těle

Pro posouzení zdravotních rizik, které vyplývají z obezity, je významná klasifikace rozložení tuku v těle. Rozlišujeme dva typy obezity (Obr. 1.). [7]:

- 1) gynoidní typ (ženský typ obezity, neboli typ hruška),
- 2) androidní typ (mužský typ obezity, neboli typ jablko).



Obr. 1. Rozložení tuku v těle

a) androidní typ obezity

b) gynoidní typ obezity

Gynoidní typ obezity se vyznačuje akumulací tuku v oblasti hýždí a stehen, zatímco u androidního typu dochází k akumulaci tuku zejména v oblasti břicha. Jednotlivé typy nejsou vázány na muže a ženy, tedy obezitu mužského typu může mít i žena a naopak. Obezita mužského typu je více nebezpečná, jelikož hromadění tuku v oblasti břicha je doprovázeno řadou metabolických komplikací, včetně cukrovky a aterosklerózy. Naopak obezita ženského typu je v dnešní době hlavně kosmetickým problémem. [7, 12]

Rozložení tuku v těle je jednoduchý ukazatel pro zjištění rizika vzniku zdravotních komplikací. Pro zjištění typu obezity je velmi jednoduchá metoda – změření obvodu pasu. Pas se měří v polovině mezi spodním okrajem dolního žebra a horním okrajem pánevní kosti. Hraniční hodnoty obvodu pasu pro muže a ženy uvádí následující Tab. II. [7]

Tab. II. Riziko vzniku metabolických a oběhových komplikací spojených s obezitou (podle WHO, 1997) [7]

Obvod pasu	Zvýšené riziko	Vysoké riziko
Ženy	větší než 80 cm	větší než 88 cm
Muži	větší než 94 cm	větší než 102 cm

Další jednoduchá metoda, která se rozšířila, je měření obvodu pasu a boků WHR (whist-to-hip ratio) a následný výpočet poměru pas/boky. Doporučená hodnota pro ženy je v rozmezí

0,75 – 0,85 a pro muže 0,85 – 0,95. Hodnota přesahující u žen 0,85 a u mužů 0,95 ukazují na zvýšené riziko zdravotních komplikací. [7]

1.2.4 Metody stanovení procenta tělesného tuku

V současné době je nejpřesnější metodou stanovení procenta tělesného tuku měřením tloušťky kožních řas pomocí kaliperu. Tato metoda ukazuje rozložení tělesného tuku. Společně se sledováním obvodů je nejvýhodnější pro kontrolu režimu snižování nadváhy. U nás se nejčastěji používá měření kožních řas na 4 místech – nad bicipsem, nad tricipsem, pod dolním úhlem lopatky a nad spinou na boku. Jako každá metoda má i tato metoda své nevýhody, nebere v úvahu pevnost kůže a podkožního vaziva, která s věkem klesá, dále hydrataci pokožky a případné otoky. [13]

Další metoda stanovení tělesného tuku je měření bioelektrické impedance. Princip měření spočívá v měření odporu, který tělo klade průchodu proudu s nízkou intenzitou a vysokou frekvencí. Tato metoda je jednoduchá, ale není příliš přesná. Výsledek této metody je ovlivněn hydratací organismu. Výhodou této metody je její rychlost, pohodlnost a cena. [1]

Podíl tuku na celkové hmotnosti u dospělých mužů by se měl pohybovat v rozmezí 10 – 25 %, přičemž 30 % se považuje za hranici obezity. U žen by se množství tělesného tuku mělo pohybovat v rozmezí 18 – 30 %, 35 % je považováno za hranici obezity. S přibývajícím věkem se podíl tuku v organismu zvyšuje, přestože je zachována stejná tělesná hmotnost. [1]

Pro určení zdravotních rizik je nutné znát celkový obsah tuku v těle, tedy nejen podkožní tuk, ale celkový tělesný tuk, např. obaly některých orgánů. Pro zjištění obsahu tuku v těle je několik metod např. tzv. podvodní vážení (hydrodenzitometrie), počítačová tomografie (CT), nukleární magnetická rezonance (NMR) a duální rentgenová absorpciometrie. Tyto metody jsou prováděny na speciálních klinikách, jsou poměrně přesné, ale většinou drahé a nedostupné. [1]

1.3 Léčba obezity

Cílem léčby obezity je redukce tělesného tuku při zachování svalové hmoty. Konečným cílem je především zlepšení zdravotního stavu, tj. snížení rizika metabolických a kardio-vaskulárních chorob. Jednotlivé principy léčby jsou jednoduché, v praxi je však léčba dlouhodobá a obtížná, často dochází po kratší či delší době ke kolísání hmotnosti (jo-jo efekt). V některých studiích toto kolísání je považováno za prognosticky nepříznivější než konstantní tělesná hmotnost v pásmu obezity. Léčba obezity má těchto pět základních složek [14]:

1) Redukce energetického příjmu – dieta

Pro léčbu obezity se používá nízkenergetické diety nebo velmi nízkenergetické diety (very-low-calorie-diets – VLCD). Nízkenergetické diety jsou diety založené na běžně užívaných potravinách, s omezeným příjmem 800 – 1500 kcal. Základní požadavek těchto diet je vyváženost z hlediska živiny, minerálů a vitamínů. Většina z nich má malý obsah tuků, dostatek kvalitních bílkovin, vlákniny, omezený příjem monosacharidů a alkoholu. U jednostranných diet (vajíčkové diety, diety zcela prosté tuků atd.) se při delším užívání nutně objevují příznaky deficitu některých nezbytných látek.

VLCD jsou diety s velmi nízkým energetickým příjmem 330 – 800 kcal/den. Často se jedná o uměle připravené dietní tekutiny, zajišťující dostatečný příjem bílkovin (35 – 70 g/den), esenciálních aminokyselin, vitamínů a minerálů. VLCD se obvykle doporučuje po dobu 2 – 5 týdnů. Indikace této diety je pro pacienty s vyšším stupněm obezity, odolným na léčbu konvenčními nízkenergetickými dietami, nebo pacientům, u nichž je třeba dosáhnout významné redukce v relativně kratší době. Ve většině zemí je užívání VLCD doporučeno pouze a jen pod kontrolou lékaře.

2) Zvýšení energetického výdeje – pohybová aktivita

Při léčbě obezity je cílem pohybové aktivity zvýšení energetického výdeje, ochrana svalové hmoty a zvýšení klidového metabolismu. Účinky pohybové aktivity závisí na celkovém energetickém výdeji (tj. intenzitě a době trvání tréninkové jednotky). Doporučuje se dynamická pohybová aktivita anaerobního typu (chůze, cyklistika, plavání).

3) Behaviorální terapie

Má za cíl změnu nutričních návyků, pacient si do deníku zaznamenává co, kdy, kde a za jakých podmínek jí. Součástí je kontrola a změna podnětů spojených s nutričním chováním (nákup potravin, zásoby potravin, plán jídla na každý den, způsob jídla).

4) Farmakoterapie

Jako pomocná léčba obezity se považuje farmakoterapie, používá se v součinnosti s výše uvedenými třemi složkami. Indikuje se pacientům s BMI $> 30 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ nebo u pacientů s BMI $25 - 30 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ s přítomnými komplikacemi obezity (DM, hypertenze atd.). V současné době se v ČR využívají dvě skupiny léčiv: léky, působící na úrovni centrálního nervového systému a působí také na regulaci příjmu potravy, a léky, které ovlivňují vstřebávání živin.

5) Chirurgické přístupy

K chirurgickým zákrokům dochází u pacientů s morbidní obezitou, u nichž nebyla úspěšná předchozí konzervativní léčba. Dříve prováděné by-passy v oblasti žaludku a střev dnes vystřídala bandáž žaludku, nyní prováděna i laparoskopicky.

2 OBEZITA U DĚTÍ

V posledních letech stoupá pozornost věnována dětské obezitě. V Evropě byl zjištěn poměrně vysoký vzestup výskytu obezity v dětství. V ČR u dětí ve věku 6 – 11 let byly do roku 1970 evidovány pouze 4 % dětské populace, v roce 2000 již 15 % a nyní se jedná o 20 % dětí trpících nadváhou a obezitou. Epidemiologické studie v roce 2005 zjišťovala výskyt nadváhy a obezity a jejich vztah k příjmu potravy, pohybové aktivitě, trávení volného času a výskytu zdravotních komplikací [15].

Obezita se výrazně častěji vyskytuje u dětí, které mají obézní rodiče, proto by rodiče měli věnovat velkou pozornost stravovací a pohybové aktivitě svých dětí. Podle studií bylo zjištěno, že rodiče ve 13 % podhodnocují hmotnost svých dětí (považují dítě za štíhlejší). V odhadu své hmotnosti se mýlí i děti samy a poměrně často jsou se svou hmotností nespokojené [15].

Výskyt obézních dětí byl sledován i v závislosti na velikosti města, kde žijí. V menších obcích bylo více obézních dětí (6,9 %) a ve velkých městech je množství obézních dětí menší (2,3 %). Byla také zjištěno, že větší procento obézních dětí je v rodinách, kde matky mají základní vzdělání (9,6 %) oproti rodinám, kde matky mají vysoké vzdělání (3,7 %) [16].

Při vyšetření obézního dítěte se posuzuje tíže obezity, zpravidla zahrnuje tři stupně:

- 1) posouzení tíže obezity,
- 2) posouzení příčiny obezity (odlišení obezity prosté od ostatních příčin obezity),
- 3) posouzení komplikací obezity (obvykle u dětí s těžkou formou prosté obezity).

Každé zdravé dítě má přirozenou regulaci jídelního chování, ta může být narušena při hypothyreóze, nadbytku kortizonu, deficitu růstového hormonu, pseudohypoparathyreóze, lézích v oblasti hypotalamu, u řady genetických syndromů a při monogenní poruše leptinu. Tyto uvedené stavy se vyskytují však jen vzácně. Převážná většina případů dětské obezity je způsobena špatnými stravovacími zvyklostmi ve spojení s nedostatkem tělesné aktivity [17].

2.1 Hlavní příčiny vzniku obezity u dětí

1) Stravovací návyky [15, 16, 18]

Většina dětí má špatné stravovací zvyklosti, nemají pravidelnou a vyváženou stravu. Ve stravě dětí školního věku je typická konzumace volných tuků, sladkostí a potravin bílkovinné povahy (maso, ryby, vejce a luštěniny). Méně konzumují obiloviny a zeleninu (včetně brambor). Ve srovnání štíhlých dětí s dětmi s nadváhou a obezitou konzumují děti s nadváhou častěji slazené nápoje s vysokým obsahem cukru a velké množství sladkostí. Poněkud lepší stravovací zvyklosti mají dívky, které mají více ovoce a zeleniny ve svém jídelníčku. Děti nespokojené se svou postavou často řeší svou situaci tím, že vynechávají některé z denních hlavních jídel nebo začnou kontrolovat svou hmotnost pomocí některých redukčních diet. Pokud dítě při redukci není kontrolováno rodiči nebo lékaři představuje dietní chování velké riziko vzniku a rozvoje poruch příjmu potravy (anorexie, bulimie).

2) Nízká tělesná aktivita [15, 16, 18]

Děti mnoho volného času stráví pasivně – více než 16 hodin týdně před televizí a u počítače. S rostoucím věkem doba strávená před televizí a počítačem roste a pro děti představuje významnou náplň jejich volného času. Fyzické aktivitě se více věnují chlapci než dívky, přesto doba strávená sportem či jinou fyzickou aktivitou je v průměru velmi malá. Podle studie 10,2 % dětí uvedlo, že se sportu či fyzické aktivitě věnuje pouze jeden den v týdnu nebo ani jeden den.

2.1.1 Percentilový graf BMI

Pro děti a mládež se nepoužívá klasifikace tělesné hmotnosti dle BMI (viz tabulka I), ale jsou k dispozici percentilové grafy BMI (P I, P II). Vzhledem k odlišným stravovacím zvyklostem v jednotlivých zemích v průběhu doby, je třeba používat soudobé percentilové grafy BMI pro příslušnou populaci. Pro českou populaci byly vytvořeny percentilové grafy BMI na základě celostátního antropologického výzkumu dětí a mládeže z roku 1991, kdy byly získány údaje o tělesné výšce a hmotnosti 90 910 jedinců (44 638 chlapců a 46 272 dívek) ve věku od narození do 18 let [17, 19].

Percentilové grafy BMI indexu umožní okamžité porovnání příslušného jedince s referenční populací příslušného věku a pohlaví. Jedinci s hodnotami BMI, kteří spadají mezi 25. a 75. percentil (dále jen P) jsou považováni za jedince s normální hmotností.

Hodnoty mezi 75. a 90. P ukazují na zvýšenou hmotnost. Jedinci s hodnotou nad 90. P mají nadměrnou hmotnost a nad 97. P jsou obézní. Naopak hodnota pod 25. P značí pro podvýživu, 50. P odpovídá střední hodnotě (mediánu) [17, 19].

Stejně jako u dospělých jedinců, ani u dětí a mládeže hodnota indexu BMI nemusí zaručit přesnou klasifikaci tělesné hmotnosti. U dětí může mít vliv na vyšší tělesnou hmotnost vyšší podíl svalové hmoty či robustní kostra, u nichž hodnota BMI nad 90. P nemusí jednoznačně znamenat obezitu [17, 19].

2.2 Zdravotní problémy obézních dětí

Obezita může způsobit řadu zdravotních komplikací. Dítě trpící nadváhou má velkou pravděpodobnost, že v období puberty přeroste nadváha v obezitu. S rostoucím věkem roste i pravděpodobnost, že obézní dítě zůstane obézním i v dospělosti. Již v tomto věku se začínají objevovat zdravotní komplikace a onemocnění jako např. hypertenze, postižení kosterního a svalového systému, poruchy metabolismu tuků a diabetes mellitus. Tyto poruchy byly dříve typické pro starší věk [20].

2.2.1 Diabetes mellitus (dále jen DM) – cukrovka

Obezita a cukrovka patří ve světě k nejčastěji se vyskytujícím onemocněním. U národů, kde je velký výskyt jednoho onemocnění, je velký výskyt i druhého, jakoby obě nemoci měly společnou příčinu. Při výzkumu výskytu onemocnění vyšlo jednoznačně, že třetím faktorem stojícím za vznikem obou nemocí je snížení fyzické aktivity a zvýšení energetického příjmu [9].

DM je metabolická choroba, tj. onemocnění látkové výměny charakterizované zvýšenou hladinou krevního cukru a relativním nebo absolutním nedostatkem inzulínu v periferních tkáních s následnou poruchou látkové výměny, především cukru. DM, úplavice cukrová, lidově cukrovka představuje skupinu chronických onemocnění, které mají různý mechanismus vzniku a projevují se poruchou metabolismu cukrů, tuků a bílkovin. Je definována jako hodnota glykémie na lačno vyšší než 7,0 mmol/l [9, 21].

Diabetik má sice dostatek cukru, ale nemůže jej využít, DM je charakterizováno zvýšenou hladinou cukru v krvi (hyperglykémie) a nálezem cukru v moči (glykosurie). Jedná se o poruchu hospodaření s cukry v těle. Tato porucha se vyskytuje ve dvou formách. Nejrozšířenější je DM II. typu, projevuje se u řady starších lidí. DM I. typu je méně známý a de-

setkrát méně častý. DM I. typu je autoimunitní onemocnění. Příčinou vzniku cukrovky je nedostatek inzulínu. Jeho absolutní nedostatek je příznačný pro DM I. typu. Relativní nedostatek inzulínu je charakteristický pro DM typu II. V naprosté většině se u dítěte a dospívajících jedná o DM I. typu, který s pacientem pak zůstane navždy. U obézních lidí se projevuje DM II. typu. Výskyt diabetu s obezitou vůči diabetu bez obezity se vyskytuje v poměru 9 : 1. Obezita je tedy považována za typický jev pro DM II. typu [9, 21].

Charakteristické pro DM u dětí je absolutní nedostatek tvorby vlastního inzulínu, způsobený poruchou beta-buněk Langerhansových ostrůvků ve slinivce břišní. Průběh onemocnění je spojen s velkými výkyvy krevního cukru v průběhu dne. Léčba DM u dětí je pomocí trvalé inzulínové léčby spolu s dietou a přiměřeným pohybovým režimem [21].

2.2.2 Dětská noha a obezita

U řady obézních dětí dochází vlivem vysoké hmotnosti k projevům mechanického přetížení kloubů a svalstva. Vysoká hmotnost má velký vliv na dlouhodobé zatěžování a přetěžování klenby nožní a vzniku ploché nohy – pes planus (Obr. 2.). Ke vzniku ploché nohy dále přispívá i trvalé nošení nevhodné obuvi spojené s chůzí po tvrdém povrchu a neprocvičování a nedostatek odpočinku nohou. Plochá noha označuje abnormální snížení podélné i příčné klenby nožní nebo její úplné vymizení [22, 23].



Obr. 2. Klenutost nohy

a) normální noha

b) plochá noha

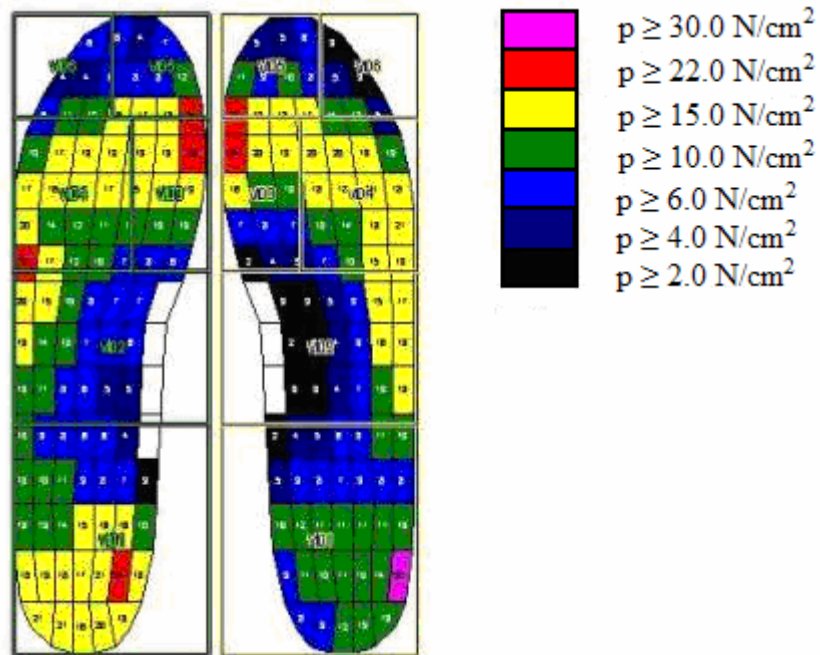
Podle velikosti deformity můžeme rozdělit plochou nohu do 4 stupňů [22, 24]:

- 1) Noha unavená – na noze nejsou viditelné podstatné změny, po námaze dochází k pocitu únavy (těžkých nohou), převážně se vyskytuje valgózní postavení paty.
- 2) Noha ochablá – na noze je viditelný pokles klenby (na nezátížené noze se oblouk opět vytvoří).
- 3) Noha plochá – klenba je trvale snižena až vymizelá.
- 4) Noha plochá s fixovanou deformitou – úplná ztráta klenby, noha trvale bolestivá a málo pohyblivá, vyvíjejí se kladívkové prsty, pata je valgózní, přednoží přechází do pronace.

Léčba ploché nohy pomocí sériových ortopedických vložek či obuvi je vhodná pro první dva stupně. U třetího a čtvrtého stupně je vhodné použití individuálních ortopedických vložek. Kromě ortopedických vložek je nezbytné i cvičení svalstva nejen nohy, ale celé dolní končetiny. Rovněž masáže nohou a střídavé (studené a horké) koupele působí velmi dobře. Operační léčení je indikováno při bolestech a únavě nohy, znemožňující běžnou aktivitu po vyčerpání konzervativních způsobů léčby [24, 25].

Při stání, chůzi a jiných pohybových aktivitách je planta nohy zatížena. Pro změření tlaku nohy je několik metod, k nejčastěji používaným metodám patří zařízení firmy Novel GmbH, Mnichov. Ta vyrábí platformu EMED, která slouží pro snímání tlaku na bosé noze a přístroj Pedar se senzorickými stélkami, k měření plantárního tlaku mezi nohou probanda a stélkou obuvi [25, 26].

Měření plantárního tlaku, resp. distribuci sil působících na nohu, zajišťují detailní informace o každé části kontaktu nohy se stélkou. Plantární tlak je síla naměřená pomocí snímací platformy, nejčastěji je uváděn v N/cm^2 (Obr. 3.). Zatížení přednoží je menší než zatížení paty, plošný tlak pod hlavičkami metatarzů kolísá od $5 - 15 \text{ N}/\text{cm}^2$, pod ploskou paty od $11 - 40 \text{ N}/\text{cm}^2$. V obuvi bývá pata více zatížena než u bosé nohy. Velikost plantárního tlaku a distribuce sil mohou být ovlivněny několika faktory (věk, pohlaví, tvar nohy aj.). Obézní děti při stání vytváří významně vyšší plantární tlak ve srovnání s dětmi s normální hmotností. Taktéž při chůzi jsou výrazně vyšší plantární tlaky v oblasti středonoží a v oblasti pod druhou až pátou hlavičkou metatarzu [25, 27, 28].



Obr. 3. Příklad reprezentace tlaků na plantu nohy vytvořenu pomocí Pedar software

2.3 Léčba obezity u dětí

Většina dětí trpící obezitou dosáhla svého stavu špatnými stravovacími zvyklostmi a nedostatkem fyzické aktivity. Pokud se u dítěte indikuje nadměrná hmotnost či obezita, je třeba se tímto problémem zabývat a cíleně se snažit hmotnost dítěte dostat do zdravých mezí. Tento proces musí vzít jednoznačně do svých rukou rodič, nejlépe po poradě s odborníky. Dítě nelze nechat samotné, je potřeba jeho hubnutí řídit a kontrolovat [29].

Nadváha a obezita, stejně jako onemocněním z nich plynoucím, lze předejít prevencí. Prvními kroky by měla být úprava jídelníčku a zvýšení pohybové aktivity dítěte. Velmi známá je potravinová pyramida (Obr. 4.) – spodní část pyramidy ukazuje, co by se v jídelníčku dítěte mělo objevovat nejčastěji, naopak špička ukazuje potraviny určené pouze k občasné konzumaci [29].



Obr. 4. Potravinová pyramida [29]

Ve stravě dětí je vysoký příjem sladkostí a jednoduchých cukrů (cukrovinky, dorty, slazené limonády). Výzkumy ukázaly, zejména ve věkové skupině 6 – 12 let, že s obezitou souvisí vyšší množství přijímaných sacharidů doprovázené na druhé straně nedostatkem pohybu. Důležité při léčbě obezity u dětí je snížení příjmu živočišných tuků – máslo, uzeniny, tavené sýry, smetanové jogurty. Ve stravě dětí by se měly více objevovat rostlinné tu-

ky, které přinesou dítěti nezbytné mastné kyseliny. Podíl příjmu tuků by mělo být z 1/3 živočišného a ze 2/3 rostlinného původu. Velkou část denního příjmu potravin dítěte by měla tvořit zelenina a ovoce s vysokým obsahem vitamínů. Rozložení jednotlivých složek potravy dítěte by mělo vypadat přibližně takto [1, 29]:

- 1) sacharidy – 50 – 55 %,
- 2) tuky – maximálně 30 – 35 % stravy,
- 3) bílkoviny – 15 %.

Redukční dieta sama o sobě nedocílí redukci hmotnosti bez zvýšení fyzické aktivity dítěte. Obézní děti bývají línější a méně pružnější než děti s normální hmotností, často bývají rychleji unaveny. Obézní dítě by mělo začít fyzickou aktivitu provozovat pravidelně a pokud možno denně [1].

Zvyšující se počet obézních dětí vyžaduje zlepšení postupů prevence obezity a zlepšení péče o děti, které již obézní jsou. V roce 2004 byla přijata celosvětová strategie WHO na stravu pro prevenci nadváhy a obezity. Ta vyzývá k vytvoření cíle redukovat chronické nemoci a jejich běžné komplikace, vzniklé nezdravou stravou a fyzickou nečinností. V ČR již existuje řada speciálních zdravotnických zařízení, která poskytují komplexní ozdravnou péči dětem ve věku 3 – 15 let. Hlavním úkolem těchto ozdravoven je snížení hmotnosti, obnovení narušeného zdraví a prevence obezity [15, 20].

II. PRAKTICKÁ ČÁST

3 STANOVENÍ PRACOVNÍCH CÍLŮ

Počet obézních dětí se stále zvyšuje, čímž také roste zájem o tuto problematiku jak ve světě, tak i u nás. Existuje několik studií, které se zabývají problematikou dětské obezity. Studie ZACHOVÉ [30] ukázala, že rozdíl mezi nohou dítěte s normální tělesnou hmotností a obézním dítětem může být velmi výrazný. Další studie KOSTELNÍKOVÉ [31] sledovala i rozložení tlaků na plošce nohy obézních dětí při redukčních pobytech v lázních.

Záměrem této diplomové práce je tématicky tak navázat na výše citované studie provedené Biomechanickou laboratoří Oddělení inženýrství a hygieny obouvaní UTB ve Zlíně.

Cílem této diplomové práce je zjistit, jaký vliv má obezita na rozměrové změny dětské nohy v porovnání s neobézní dětskou populací a dále také vliv obezity na distribuci lokálních tlaků dětské obuté nohy.

Hlavními úkoly práce jsou:

- 1) získání a zaznamenání základních osobních charakteristik probandů (jméno a příjmení, rok narození, věk, tělesná hmotnost a výška, BMI, percentil a hmotnostní kategorie),
- 2) měření pomocí plantogramu – otisk a obrys nohy (přímá délka chodidla, úhel stopy chodidla, úhel malíku a palce, stupeň nohy – plochá, normální, vysoká),
- 3) měření obuvnickým měřidlem (obvod prstních kloubů při odlehčení a při zatížení, obvod nártu při odlehčení a při zatížení, obvod paty při odlehčení a při zatížení, obvod nad kotníkem, obvod lýtky a obvod pod kolenem),
- 4) měření nášlapných tlaků mezi chodidlem a stélkou v obuvi pomocí Pedar systému.

4 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

4.1 Organizace měření

Experimentální část práce byla organizačně rozdělena do dvou fází. Nejprve byly do předem připraveného formuláře zaznamenány tyto údaje: jméno, příjmení, datum narození, tělesná hmotnost a výška. Ze získaných hodnot byl vypočítán index BMI, podle kterého byl určen percentil, na jehož základě bylo každé dítě zařazeno do jedné ze čtyř hmotnostních kategorií. Z celkového počtu 510 dětí (267 dívek a 243 chlapců) bylo vybráno 10 probandů pro příslušnou hmotnostní kategorii, dívky a chlapci zvlášť (Tab. III.) .

Tab. III. Rozdělení hmotnostních kategorií

Číslo kategorie	Hmotnostní kategorie	Počet probandů
1	normální hmotnost	20
2	zvýšená hmotnost	20
3	nadměrná hmotnost	20
4	obezita	20

Měření bylo prováděno ve vyhrazených místnostech postupně v jednotlivých vybraných základních školách. Měření se prováděla nepravidelně, vždy po domluvě s vedením školy. Probandům byl nejprve vysvětlen účel měření, k měření nebyli nuceni. V každé třídě byl přečten seznam dětí, kterých se měření týkalo, poté přicházely ve skupinkách do předem stanovené místnosti. Po měření se vracely zpět do třídy, kde vystřídal další skupinku, tím bylo zajištěno co nejmenší narušení výuky.

Při samotném měření byl nejdříve sejmout otisk a obrys chodidla. Poté byly probandům změřeny obvodové míry. Měření bylo provedeno jak na levém, tak i na pravém chodidle.

Následně byly měřeny náslapné tlaky mezi chodidlem a stélkou obuvi v průběhu chůze pomocí Pedar systému.

4.2 Zjišťované charakteristiky probandů

4.2.1 Tělesná hmotnost a výška

Tělesná hmotnost (kg) a výška (cm) byly zjištěny pomocí tenzometrické můstkové váhy série TH, typ TH 200. Při zapnutí nesměla být váha zatížena. Po proběhnutí testu bez ohlášení možné chyby mohla být váha použita. Při měření hmotnosti proband zatížil plošinu vah a po dosažení klidové stavu váhy se objevil na displeji údaj o hmotnosti. Změnu veličiny z měření hmotnosti na měření výšky bylo dosaženo stlačením klávesy „F“.

4.2.2 Zjišťování vybraných rozměrů nohou z plantogramu

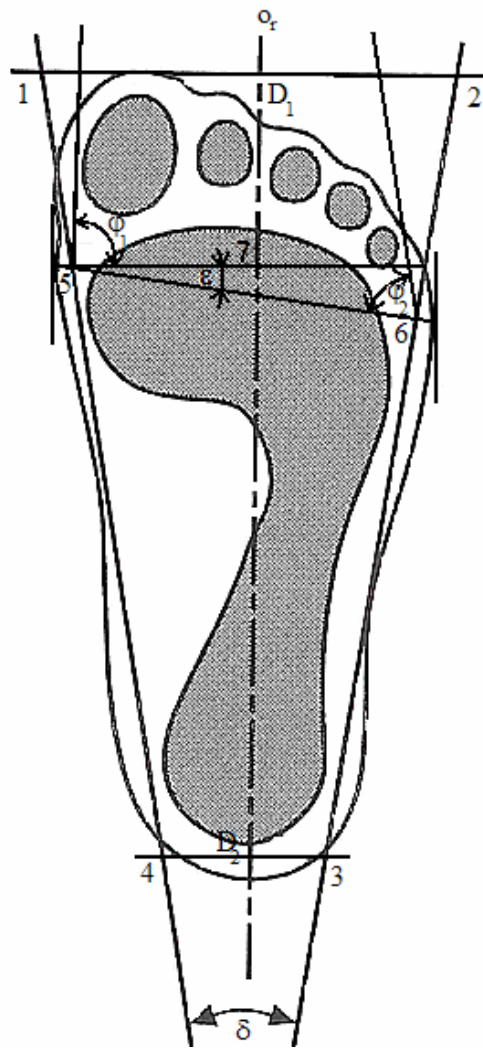
Pro zhotovení otisku a obrysu chodidla (Obr. 5.) – plantogramu se používá jednoduchý přístroj plantograf. Plantograf se skládá z tenké pryžové membrány, ze spodní strany napuštěné razítkovou barvou, napnuté v plastovém rámu a z podložky.



Obr. 5. Zhotovení obrysu a otisku

Plantogram byl získán tak, že na pryžovou membránu se nanasla razítková barva. Pod rám byl vložen papír, čistá strana rámu byla obrácena nahoru, natřená směrem dolů. Proband se postavil na membránu tak, aby jeho tělesná hmotnost byla rozložena rovnoměrně na obě chodidla. Takto byl získán otisk. Pro získání obrysu bylo nutné obkreslit nohu pomocí kovového hrotu, který musel svírat s podložkou úhel 90°.

Z otisku a obrysu chodidla bylo určeno, viz Obr. 6. [32]:



Obr. 6. Hodnocení plantogramu

1) Úhel chodidla δ

Rozpůlí se vzdálenost mezi otiskem a obrysem chodidla v nejširším místě v oblasti prstních kloubů a v patě na vnitřní i vnější straně. Získané body se spojí pomocí dvou podélných přímek, které spolu svírají úhel stopy chodidla δ .

2) Stanovení osy rovnováhy o_r (střední podélná osa chodidla)

Je to osa úhlu stopy chodidla δ , která u normálních nohou prochází středem paty a mezi otisky koncových článků 2. a 3. prstu. Je-li odchýlena k palci – noha je buď plochá anebo má vbočenou patu, je-li odchýlena k malíku – noha je vybočená nebo lukovitá.

3) Stanovení lichoběžníku otisku chodidla (lichoběžník 1234)

Bodem, který leží na střední podélné ose chodidla a pólí vzdálenost mezi otiskem a obrysem chodidla v patě, se vede kolmice k ose o_r (spojnice 34). Druhá kolmice (spojnice 12) se vede k ose o_r tak, aby se dotýkala obrysu nejdelšího prstu.

4) Stanovení přímé délky chodidla D

Je to vzdálenost D_1D_2 , přičemž bod D_1 je průsečík osy o_r a spojnice 12; bod D_2 je průsečíkem osy o_r a obrysu chodidla v patě.

5) Stanovení polohy malíkového a palcového kloubu

V nejširším místě v oblasti prstních kloubů (vnější a vnitřní straně) se vedou tečny k obrysu chodidla, které jsou rovnoběžné s podélnou osou o_r . Oba dotykové body se spojí a tím vzniknou průsečíky 5 a 6 s podélnými přímkami. Z bodu 5 se vede kolmice k podélné ose o_r , průsečík s podélnou osou o_r se označí 7. Poloha palcového kloubu (hlavičky palcové přední kosti – začátku podélné klenby nožní) se udává vzdáleností D_27 , která je u normální nohy dána $5/7$ přímé délky chodidla. Poloha malíkového kloubu se vyjadřuje pomocí úhlu prstních kloubů.

6) Stanovení úhlu prstních kloubů

Je to úhel ϵ , který má průměrnou hodnotu 15° . Přímka 56 spojuje hlavice přednártních kostí 1. a 5. prstu a nazývá se funkční osou, leží na ni 2 ze 3 opěrných bodů nohy. Při modelování kopyt musí být zaručena hodnota OPK v rozmezí $\pm 5^\circ$ od funkční osy, z důvodu zabezpečení dostatečného prostoru pro nohy.

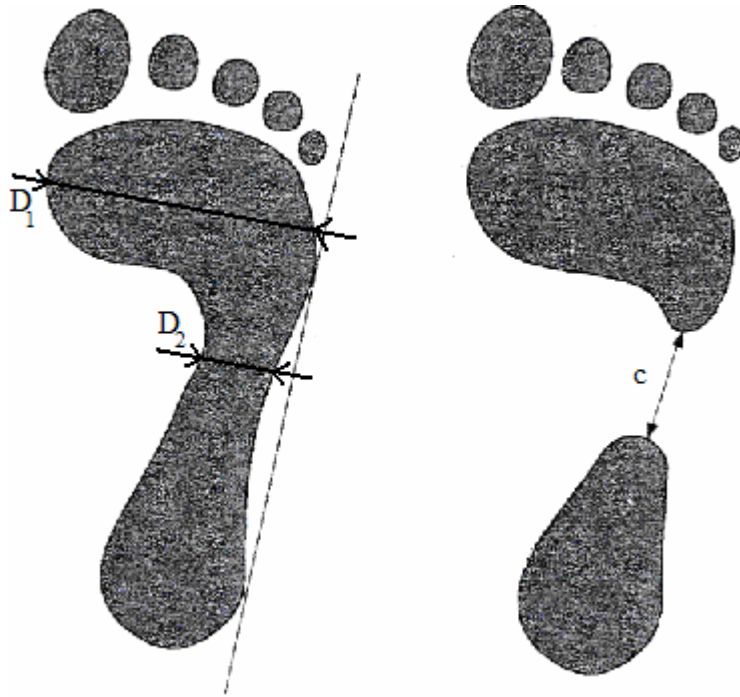
7) Stanovení sklonu palce β k ose rovnováhy8) Stanovení sklonu malíku γ k ose rovnováhy

4.2.3 Metody hodnocení klenutosti nohou

Hodnocení stavu klenby nohy bylo provedeno pomocí tří plantografických metod. Metoda Chippaux-Šmiřák, metoda podle Striter – Godunov a pomocí Clarkova úhlu. Tyto metody se svými výsledky měření plochosti nohou mohou velmi lišit. Clarkův úhel definuje pouze nohu plochou, normální nebo vysokou. Zatímco metoda Chippaux-Šmiřák má jednotlivé stupně pro nohu plochou, normální a vysokou. Metoda podle Striter – Godunov navíc má stanoveny horní hranice normální nohy jednotlivě podle věku dětí [22, 33].

1) Metoda Chippaux-Šmiřák [22, 33]

Tato indexová metoda zjišťuje poměr mezi nejširším a nejužším místem plantogramu a měří se vzdálenost okraje otisků na kolmici k laterální tečně plantogramu (Obr. 7). Klementa ve své studii tuto metodu specifikoval a doplnil klasifikaci pro jednotlivé stupně nohy ploché, vysoké a normální.



Obr. 7. Hodnocení dle Chippaux-Šmiřáka

a) normálně klenutá nebo plochá noha

b) vysoká klenba nožní

Index plochosti se vypočte (4):

$$I = \frac{D_2}{D_1} * 100 [\%] \quad (4)$$

Kde: D_1 – šířka otisku v nejširším místě [mm],

D_2 – šířka otisku v nejužším místě [mm].

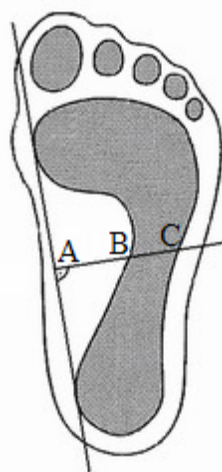
Podle výsledné hodnoty I bylo určeno, zda se jedná o nohu normální či o nohu plochou. Vysoká noha se určí z hodnoty c [cm], která označuje délku přerušení otisku. Jednotlivé rozdělení je uvedeno v Tab. IV.

Tab. IV. Klasifikace nohy podle indexu plochosti nohy I [%] [30]

	I [%]	Stupeň	Charakteristika stupně klenutosti
Normální	0,1 – 25	1.	normální noha s vyšší klenbou
	25,1 – 40	2.	noha normálně klenutá
	40,1 – 45	3.	normální noha s nižší klenbou
Plochá	45,1 – 50	1.	mírně plochá noha
	50,1 – 60	2.	středně plochá noha
	60,1 – 100	3.	silně plochá noha
	c [cm]	Stupeň	Charakteristika stupně klenutosti
Vysoká	0,1 – 1,5	1.	mírně vysoká noha
	1,6 – 3	2.	středně vysoká noha
	3,1 a výše	3.	velmi vysoká noha

2) Metoda dle Striter – Godunov [22, 33]

Pro hodnocení této metody je použit index K_y , na jehož základě je pak hodnocen stav klenby nožní. K mediální tečně otisku nohy je vztyčena kolmice v nejužším místě plantogramu, její průsečík s tečnou je označen A, průsečík s vnitřním okrajem otisku jako bod B a s laterálním okrajem jako bod C (Obr. 8.).



Obr. 8. Hodnocení dle Striter – Godunov

Index K_y se vypočte dle vztahu (5):

$$K_y = \frac{|BC|}{|AC|} [1] \quad (5)$$

Kde: $|BC|$ – vzdálenost bodů B, C,

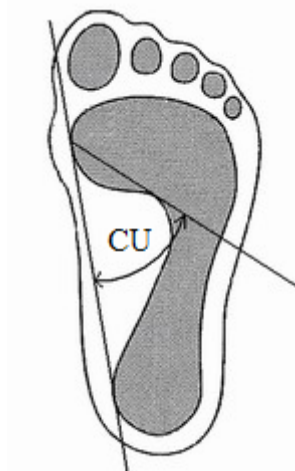
$|AC|$ – vzdálenost bodů A, C.

Tab. V. Klasifikace dětské nohy podle indexu K_y

	K_y [1]		
věk	vysoká noha	normální noha	plochá noha
8	0,00 – 0,44	0,44 – 0,54	0,54 – 1,00
9	0,00 – 0,41	0,41 – 0,53	0,53 – 1,00
10	0,00 – 0,40	0,40 – 0,53	0,53 – 1,00

3) Clarkův úhel [22, 33]

Poslední metodou hodnocení plantogramu byl Clarkův úhel, ten je definován jako úhel, který svírá vnitřní tečna otisku nohy s předním obloukem klenby (Obr. 9.) [30].



Obr. 9. Hodnocení klenutosti dle Clarkova úhlu

Tab. VI. Klasifikace nohy podle Clarkova úhlu

Clarkův úhel	Klenutost
méně než 44°	noha plochá
45° - 55°	noha normální
větší než 56°	noha vysoká

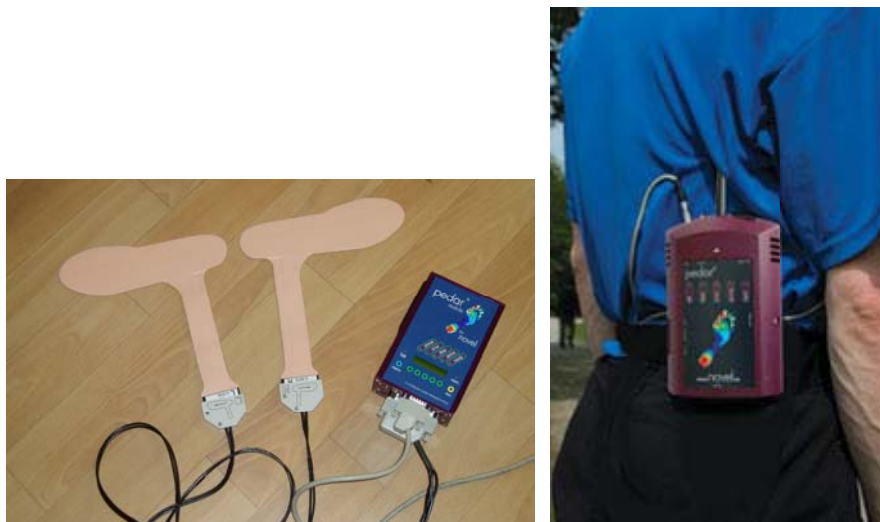
4.2.4 Měření vybraných antropometrických charakteristik nohou obuvnickým měřidlem

Způsob měření obuvnickým měřidlem je předepsán normou NS 1002. Byly měřeny obvodové rozměry nohou – obvod prstních kloubů (dále OPK) při odlehčení i zatížení, obvod nártu při odlehčení i zatížení, obvod paty při odlehčení i zatížení, obvod nad kotníkem, obvod lýtka a obvod pod kolenem [32].

OPK bylo měřeno v nejširším místě přední části nohy přes kloub palce a malíku. Obvod nártu byl měřen před výběžkem páté kosti nártní a přes místo skloubení kostí nártních a kostmi klínovými. Obvod paty byl měřen přes vrchol paty a nejhlubší bod v ohybu nohy na její přední straně (tzv. bod valchy). Obvod nad kotníkem byl měřen v nejužším místě nad kotníkem. Obvod lýtka byl měřen v nejsilnějším místě lýtka. Obvod pod kolenem byl měřen pod výběžkem holeňové kosti na vnitřní straně. Při měření musela být noha uvolněná a nezatížená, měřidlo muselo přiléhat k noze. Naměřené hodnoty byly zaznamenávány v mm [32].

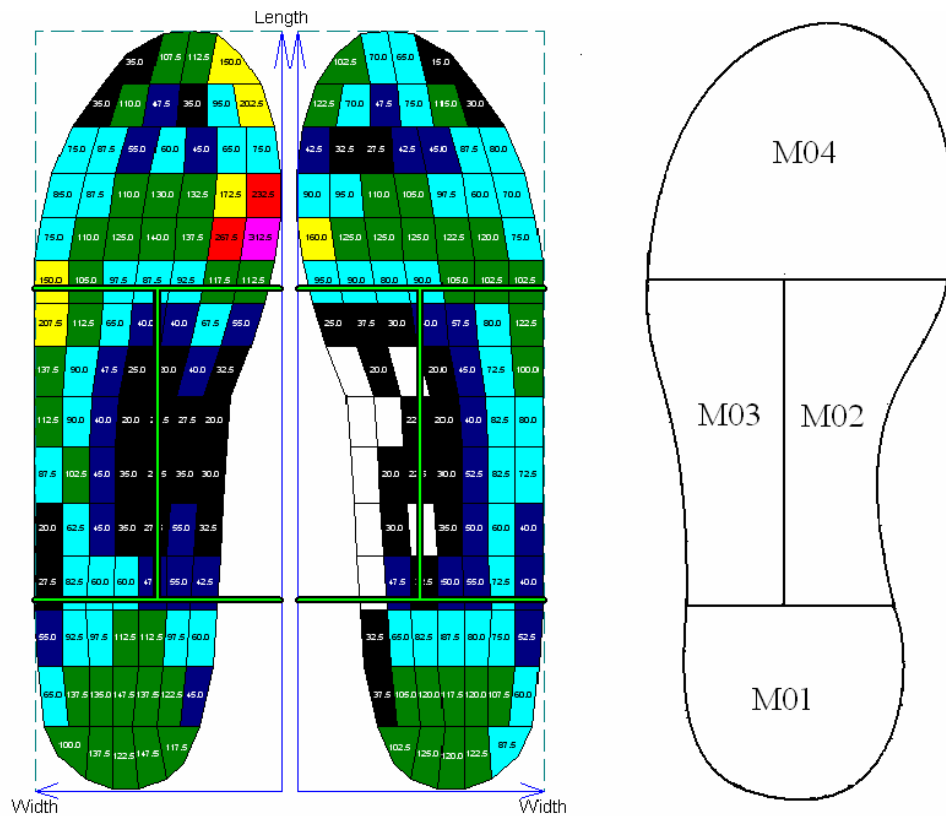
4.2.5 Měření nášlapných sil

Měření nášlapných sil mezi stélkou obuvi a nohou bylo prováděno pomocí přístroje Pedar® (Obr. 10.) od firmy Novel GmbH Mnichov. Měřicí stélky jsou vybaveny senzory – maximálně 256 senzorů na jedné stélce v závislosti na velikosti stélky. Tloušťka stélek je 2,6 mm, lze je při měření stlačit na 1 mm. Snímání tlaků probíhá s frekvencí 20 tisíc impulsů za sekundu. [26].



Obr. 10. Pedar® [26]

Po sestavení a připojení všech částí přístroje Pedar® k počítači se vložily měřící stélky do vlastní obuvi probanda tak, aby nebyly v žádném místě přehnuty nebo jinak zdeformovány. Potom si proband svou obuv obul. Kabely, které připojují měřící stélky k synchronizačnímu boxu byly připevněny k nohám probanda tak, aby mu neznemožňovaly přirozenou plynulou chůzi. Poté byl proband vyzván, aby volným krokem přešel stanovenou vzdálenost (asi 10 m). Po celou dobu chůze byl snímán tlak mezi nohou a stélkou obuvi. Každé měření proběhlo třikrát ve stejné vlastní obuvi probanda. Naměřené hodnoty byly nahrány do počítače a dále zpracovány pomocí softwaru Databáze Novel Pro M. Z Databáze Novel se vybraly patřičné nahrávky rozložení plantárních tlaků. Plocha stélky v obuvi se rozdělila na 4 části tzv. masky. Ty se vytvořily rozdělením otisku na 4 oblasti (Obr. 11.): oblast paty, oblast středonoží (mediální a laterální oblast) a oblast metatarsu (oblast nártních kostí a oblast prstů). Dělení masek bylo: M01: 0-25 %, M04: 25-66 % a M02 s M03 je pak na 50 %. Individuálně je pak v těchto maskách měřena: plocha kontaktu, maximální síla a maximální tlak.



Obr. 11. Tvorba masek

4.3 Další měřicí přístroje a pomůcky

Pro měření bylo dále použito:

- 1) tužka, pero, razítková barva,
- 2) židle,
- 3) kladívkové papíry.

5 VYHODNOCENÍ NAMĚŘENÝCH DAT

Jednotlivým metodám a proměnným uvedeným v Tab. VI. Byly přiřazeny následující pracovní názvy a jednotky:

Tab. VII. a) Pracovní názvy a jednotky sledovaných proměnných

Pracovní název	Sledované proměnné	Jednotky
Č	Pořadové číslo probanda	1
VĚK	Věk probanda	rok
RN	Rok narození	1
HMOTN	Tělesná hmotnost probanda	kg
VÝŠKA	Tělesná výška probanda	m
BMI	Body Mass Index	kg/m ²
P	Percentil	
HK	Hmotnostní kategorie	
PDCHP	Přímá délka chodidla pravé nohy	mm
PDCHL	Přímá délka chodidla levé nohy	mm
USP	Úhel stopy chodidla pravé nohy	°
USL	Úhel stopy chodidla levé nohy	°
UMP	Úhel malíku pravé nohy	°
UML	Úhel malíku levé nohy	°
UPP	Úhel palce pravé nohy	°
UPL	Úhel palce levé nohy	°
CH-ŠP	Index Chippaux-Šmiřák pravé nohy	%, cm
CH-ŠL	Index Chippaux-Šmiřák levé nohy	%, cm
CH-Š	1 – mírně vysoká noha (0,1 – 1,5) 2 – středně vysoká noha (1,6 – 3) 3 – velmi vysoká noha (3,1 a výše)	cm

Tab. VII. b) Pracovní názvy a jednotky sledovaných proměnných

CH-Š	1 – normální noha s vyšší klenbou (0,1 – 25,0) 2 – noha normálně klenutá (25,1 – 40) 3 – noha normálně klenutá (40,1 – 45)	%
	1 – mírně plochá noha (45,1 – 50) 2 – středně plochá noha (50,1 – 60) 3 – silně plochá noha (60,1 – 100)	%
Ky-P	Index Ky podle Striter – Godunov pravé nohy	1
Ky-L	Index Ky podle Striter – Godunov levé nohy	1
KyP, KyL	1 – vysoká noha 2 – normální noha 3 – plochá noha	1
CUP	Clarkův úhel pravé nohy	°
CUL	Clarkův úhel levé nohy	°
CU	1 – plochá noha (44 a méně) 2 – normální noha (45 – 55) 3 – vysoká noha (56 a více)	°
OPKOP	Obvod prstních kloubů pravé nohy při odlehčení	mm
OPKOL	Obvod prstních kloubů levé nohy při odlehčení	mm
OPKZP	Obvod prstních kloubů pravé nohy při zatížení	mm
OPKZL	Obvod prstních kloubů levé nohy při zatížení	mm
ONOP	Obvod nártu pravé nohy při odlehčení	mm
ONOL	Obvod nártu levé nohy při odlehčení	mm
ONZP	Obvod nártu pravé nohy při zatížení	mm
ONZL	Obvod nártu levé nohy při zatížení	mm
OPOP	Obvod paty pravé nohy při odlehčení	mm
OPOL	Obvod paty levé nohy při odlehčení	mm

Tab. VII. c) Pracovní názvy a jednotky sledovaných proměnných

OPZP	Obvod paty pravé nohy při zatížení	mm
OPZL	Obvod paty levé nohy při zatížení	mm
ONKP	Obvod nad kotníkem pravé nohy	mm
ONKL	Obvod nad kotníkem levé nohy	mm
OLP	Obvod lýtka pravé nohy	mm
OLL	Obvod lýtka levé nohy	mm
OPKP	Obvod pod kolenem pravé nohy	mm
OPKL	Obvod pod kolenem levé nohy	mm
PL	pravá noha	
LN	levá noha	
M01	maska oblasti paty	
M02	maska mediální oblasti středonoží	
M03	maska laterální oblasti středonoží	
M04	maska oblasti metatarsu	

5.1 Popisná statistika naměřených veličin

Naměřená data byla statisticky vyhodnocena pro jednotlivé hmotnostní kategorie u chlapců a dívek. Nejdůležitější informace o statistickém souboru udávají veličiny:

- 1) aritmetický průměr (\bar{x}) – součet všech hodnot souboru podělený rozsahem výběru,
- 2) medián (\tilde{x}) – prostřední hodnota statistického souboru,
- 3) modus (\hat{x}) – nejčtenější hodnota statistického souboru,
- 4) směrodatná odchylka (s) – kvadratický průměr odchylek jednotlivých hodnot znaků od jejich aritmetického průměru,
- 5) rozptyl (s^2) – druhá mocnina směrodatné odchylky,
- 6) minimum (min) – nejmenší hodnota statistického souboru,
- 7) maximum (max) – největší hodnota statistického souboru,
- 8) variační koeficient (V) – poměr směrodatné odchylky a aritmetického průměru vyjádřený v %,
- 9) počet statistických proměnných (n).

Tyto statistické charakteristiky pro jednotlivé hmotnostní kategorie chlapců a dívek jsou uvedeny v Tab. VIII. – XV.

Tab. VIII. b) Popisná statistika naměřených veličin chlapců u normální hmotnosti

	USL [°]	UMP [°]	UML [°]	UPP [°]	UPL [°]	CH-ŠP [°]	CH-ŠL [°]	CUP [°]
\bar{x}	16	84	84	93	94	30	37	47
\tilde{x}	16	84	84	93	93	33	36	47
\hat{x}	17	84	82	93	93	-	-	-
s	2	3	4	3	4	11	19	10
s^2	3	7	16	10	18	111	351	98
min	12	78	77	87	88	13	14	26
max	18	88	92	98	104	42	76	62
v	12	3	5	3	4	35	51	21
n	10	10	10	10	10	10	10	10
	CUL [°]	Ky-L [1]	Ky-P [1]	KyL [1]	KyP [1]			
\bar{x}	40	0,42	0,43	2	2			
\tilde{x}	46	0,48	0,47	2	2			
\hat{x}	50	-	-	2	2			
s	16	0,22	0,22	1	1			
s^2	256	0,05	0,05	1	0			
min	11	0,00	0,00	1	1			
max	60	0,85	0,91	3	3			
v	40	52	52	42	33			
n	10	10	10	10	10			

Tab. IX. b) Popisná statistika naměřených veličin chlapců u zvýšené hmotnosti

	USL [°]	UMP [°]	UML [°]	UPP [°]	UPL [°]	CH-ŠP [°]	CH-ŠL [°]	CUP [°]
\bar{x}	16	83	81	94	93	31	31	42
\tilde{x}	16	84	81	94	94	30	25	47
\hat{x}	14	85	80	92	94	-	-	47
s	1	4	3	4	2	12	15	11
s^2	2	16	7	15	4	134	225	126
min	14	77	77	88	89	13	19	15
max	18	92	85	103	95	58	72	53
v	9	5	3	4	2	37	49	27
n	10	10	10	10	10	10	10	10
	CUL [°]	KY-L [1]	KY-P [1]	KYL [1]	KYP [1]			
\bar{x}	41	0,42	0,48	2	2			
\tilde{x}	45	0,39	0,44	2	2			
\hat{x}	45	0,43	0,44	1	2			
s	10	0,20	0,17	1	1			
s^2	98	0,04	0,03	1	0			
min	15	0,23	0,29	1	1			
max	50	0,95	0,96	3	3			
v	24	47	36	46	28			
n	10	10	10	10	10			

Tab. X. b) Popisná statistika naměřených veličin chlapců u nadměrné hmotnosti

	USL [°]	UMP [°]	UML [°]	UPP [°]	UPL [°]	CH-ŠP [°]	CH-ŠL [°]	CUP [°]
\bar{x}	17	84	84	96	93	34	32	38
\tilde{x}	17	84	85	93	93	35	35	38
\hat{x}	19	81	85	93	89	-	-	24
s	3	4	5	7	4	8	13	10
s^2	7	18	26	47	17	63	162	103
min	14	75	76	88	88	14	6	24
max	22	89	91	112	100	42	48	55
v	15	5	6	7	4	24	40	26
n	10	10	10	10	10	10	10	10
	CUL [°]	KY-L [1]	KY-P [1]	KYL [1]	KYP [1]			
\bar{x}	35	0,44	0,43	2	2			
\tilde{x}	36	0,48	0,47	2	2			
\hat{x}	-	-	-	2	2			
s	10	0,17	0,22	1	1			
s^2	107	0,03	0,05	0	1			
min	17	0,00	0,00	1	1			
max	47	0,64	0,71	3	3			
v	30	39	50	37	39			
n	10	10	10	10	10			

Tab. XI. b) Popisná statistika naměřených veličin chlapců u obezity

	USL [°]	UMP [°]	UML [°]	UPP [°]	UPL [°]	CH-ŠP [°]	CH-ŠL [°]	CUP [°]
\bar{x}	16	84	85	93	94	45	40	36
\tilde{x}	15	84	85	93	93	39	37	40
\hat{x}	20	82	85	93	92	-	-	40
s	3	5	6	1	2	17	15	14
s^2	7	23	36	1	4	303	234	186
min	12	76	76	91	92	19	18	3
max	20	96	98	95	98	74	71	49
v	17	6	7	1	2	39	38	38
n	10	10	10	10	10	10	10	10
	CUL [°]	KY-L [1]	KY-P [1]	KYL [1]	KYP [1]			
\bar{x}	35	0,61	0,56	2	2			
\tilde{x}	39	0,51	0,52	2	2			
\hat{x}	37	0,48	-	2	3			
s	13	0,22	0,19	1	1			
s^2	170	0,05	0,04	0	1			
min	2	0,34	0,30	1	1			
max	48	1,00	1,00	3	3			
v	37	36	34	28	34			
n	10	10	10	10	10			

Tab. XII. b) Popisná statistika naměřených veličin dívek u normální hmotnosti

	USL [°]	UMP [°]	UML [°]	UPP [°]	UPL [°]	CH-ŠP [°]	CH-ŠL [°]	CUP [°]
\bar{x}	16	85	85	91	92	27	38	43
\tilde{x}	16	84	84	92	93	26	40	47
\hat{x}	17	80	81	93	91	-	-	54
s	2	5	5	4	6	15	16	11
s^2	4	29	21	16	38	215	243	130
min	13	77	77	82	77	0	15	19
max	20	94	92	96	100	52	62	54
v	12	6	5	4	7	55	41	26
n	10	10	10	10	10	10	10	10
	CUL [°]	KY-L [1]	KY-P [1]	KYL [1]	KYP [1]			
\bar{x}	37	0,50	0,44	2	2			
\tilde{x}	38	0,45	0,44	2	2			
\hat{x}	12	-	0,00	1	1			
s	17	0,18	0,27	1	1			
s^2	294	0,03	0,07	1	1			
min	12	0,24	0,00	1	1			
max	65	0,83	0,83	3	3			
v	46	37	61	50	50			
n	10	10	10	10	10			

Tab. XIII. b) Popisná statistika naměřených veličin dívek u zvýšené hmotnosti

	USL [°]	UMP [°]	UML [°]	UPP [°]	UPL [°]	CH-ŠP [°]	CH-ŠL [°]	CUP [°]
\bar{x}	15	82	82	92	92	23	23	49
\tilde{x}	15	82	82	92	92	27	27	50
\hat{x}	15	87	-	91	92	-	-	50
s	1	4	6	4	4	12	12	6
s^2	2	13	36	18	18	144	139	33
min	12	76	72	85	86	0	0	38
max	18	87	91	101	102	40	37	60
v	10	4	7	5	5	52	51	12
n	10	10	10	10	10	10	10	10
	CUL [°]	KY-L [1]	KY-P [1]	KYL [1]	KYP [1]			
\bar{x}	48	0,34	0,35	2	2			
\tilde{x}	52	0,42	0,42	1	2			
\hat{x}	52	-	-	1	2			
s	7	0,18	0,16	1	0			
s^2	47	0,03	0,03	0	0			
min	35	0,00	0,00	1	1			
max	55	0,58	0,51	3	2			
v	14	51	45	45	31			
n	10	10	10	10	10			

Tab. XIV. b) Popisná statistika naměřených veličin dívek u nadměrné hmotnosti

	USL [°]	UMP [°]	UML [°]	UPP [°]	UPL [°]	CH-ŠP [°]	CH-ŠL [°]	CUP [°]
\bar{x}	16	83	81	93	93	33	34	36
\tilde{x}	16	84	81	95	92	34	33	36
\hat{x}	16	84	81	96	88	-	-	-
s	3	4	3	5	4	13	18	7
s^2	8	13	12	21	20	170	324	43
min	10	76	75	82	87	7	3	23
max	20	88	87	98	99	62	71	47
v	18	4	4	5	5	39	54	18
n	10	10	10	10	10	10	10	10
	CUL [°]	KY-L [1]	KY-P [1]	KYL [1]	KYP [1]			
\bar{x}	33	0,48	0,48	2	2			
\tilde{x}	35	0,45	0,47	2	2			
\hat{x}	44	-	-	2	2			
s	13	0,19	0,24	1	1			
s^2	170	0,03	0,06	1	1			
min	11	0,10	0,04	1	1			
max	51	0,89	0,92	3	3			
v	39	39	50	39	42			
n	10	10	10	10	10			

Tab. XV. b) Popisná statistika naměřených veličin dívek u obezity

	USL [°]	UMP [°]	UML [°]	UPP [°]	UPL [°]	CH-ŠP [°]	CH-ŠL [°]	CUP [°]
\bar{x}	15	81	83	94	93	37	37	42
\tilde{x}	15	81	84	94	93	36	38	43
\hat{x}	15	81	80	92	92	-	-	38
s	1	4	4	3	3	8	7	6
s^2	1	14	17	10	11	57	46	42
min	13	75	76	91	88	26	25	29
max	17	89	91	103	101	50	49	53
v	8	5	5	3	4	21	18	16
n	10	10	10	10	10	10	10	10
	CUL [°]	KY-L [1]	KY-P [1]	KYL [1]	KYP [1]			
\bar{x}	40	0,49	0,51	2	2			
\tilde{x}	42	0,49	0,50	2	2			
\hat{x}	43	-	-	2	2			
s	6	0,08	0,10	1	1			
s^2	42	0,01	0,01	0	0			
min	30	0,40	0,39	1	1			
max	50	0,67	0,70	3	3			
v	16	16	19	32	33			
n	10	10	10	10	10			

5.2 Četnostní analýza

5.2.1 Osobní tělesné charakteristiky probandů

Na základě BMI byli vybráni probandi a zařazeni do jednotlivých hmotnostních skupin. V Tab. XVI. je uvedeno rozložení věku, tělesné hmotnosti, tělesné výšky a indexu BMI u dívek a chlapců v jednotlivých hmotnostních kategoriích. Průměrný věk probandů byl 9 let. Průměrná tělesná výška probandů byla u chlapců $140,3 \pm 1,8$ cm a dívek $139 \pm 1,6$ cm. Hmotnost chlapců ve skupině obézních dosahovala 44 ± 7 kg a u dívek 48 ± 7 kg a hodnota BMI pak u chlapců 22 ± 2 kg/m² a u dívek 24 ± 2 kg/m².

Tab. XVI. Vybrané charakteristiky probandů

Hmotnostní kategorie	Věk [roky]		Hmotnost [kg]		Výška [cm]		BMI [kg/m ²]	
	chlapci	dívky	chlapci	dívky	chlapci	dívky	chlapci	dívky
normální hmotnost	9,4	9,1	33	33	140	141	17	17
zvýšená hmotnost	9,4	8,6	37	36	138	138	19	19
nadměrná hmotnost	9,1	8,6	41	38	143	137	20	20
obezita	8,65	9,2	44	48	140	140	22	24

5.2.2 Vybrané antropometrické charakteristiky nohou probandů

Dalšími sledovanými veličinami byly vybrané antropometrické charakteristiky nohou v Tab. XVII. – XX. Na Obr. 12. – 17. lze vidět grafickou závislost sledovaných obvodových veličin (při odlehčení a při zatížení: obvod prstních kloubů, obvod nártu, obvod paty) na tělesné hmotnosti probandů. Obvodové rozměry se s rostoucí tělesnou hmotností zvětšují a tato závislost byla zjištěna jak u chlapců, tak i u dívek.

Tab. XVII. Sledované obvodové míry u pravé nohy chlapců

Hmotnostní kategorie	Normální hmotnost		Zvýšená hmotnost		Nadměrná hmotnost		Obezita	
	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s
OPKOP	199	±11	204	±14	212	±7	214	±9
OPKZP	210	±12	214	±16	219	±7	222	±10
ONOP	203	±10	209	±10	216	±6	219	±10
ONZP	204	±12	211	±15	216	±6	217	±13
OPOP	278	±18	280	±17	288	±10	292	±13
OPZP	279	±21	280	±19	288	±12	292	±21

Tab. XVIII. Sledované obvodové míry u levé nohy chlapců

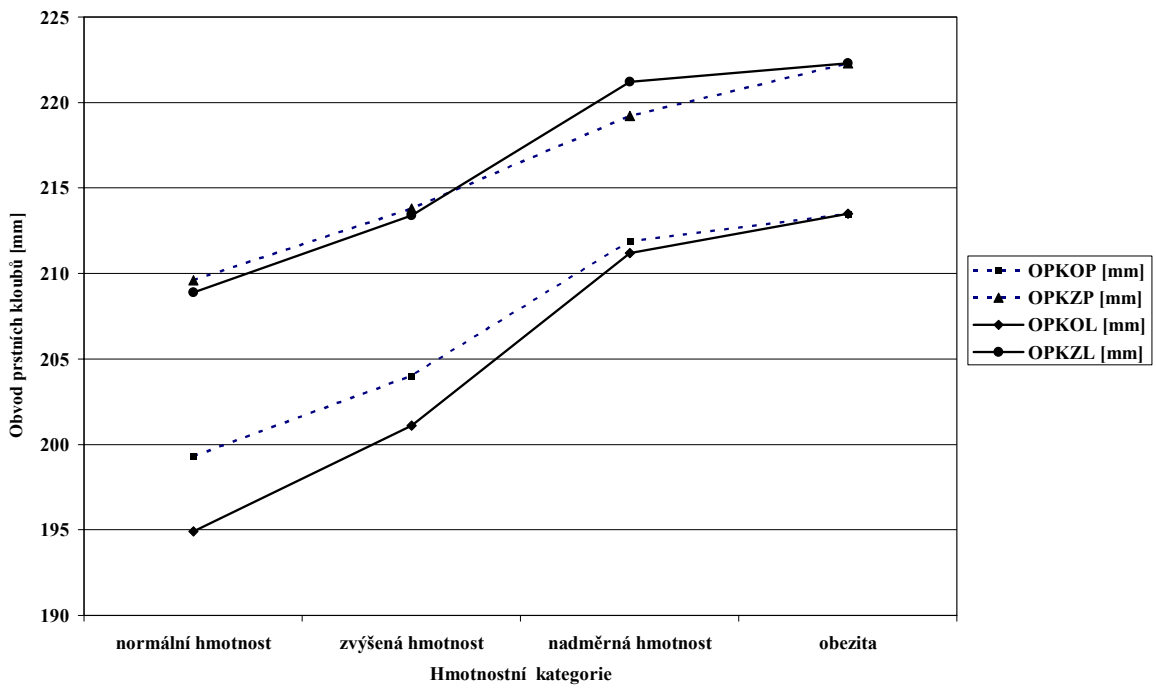
Hmotnostní kategorie	Normální hmotnost		Zvýšená hmotnost		Nadměrná hmotnost		Obezita	
	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s
OPKOP	195	±11	201	±14	211	±6	214	±9
OPKZP	209	±13	213	±14	221	±4	222	±10
ONOP	203	±9	209	±9	220	±7	221	±10
ONZP	206	±12	212	±12	220	±4	223	±11
OPOP	282	±15	282	±13	292	±11	297	±15
OPZP	283	±20	285	±18	296	±10	296	±18

Tab. XIX. Sledované obvodové míry u pravé nohy dívek

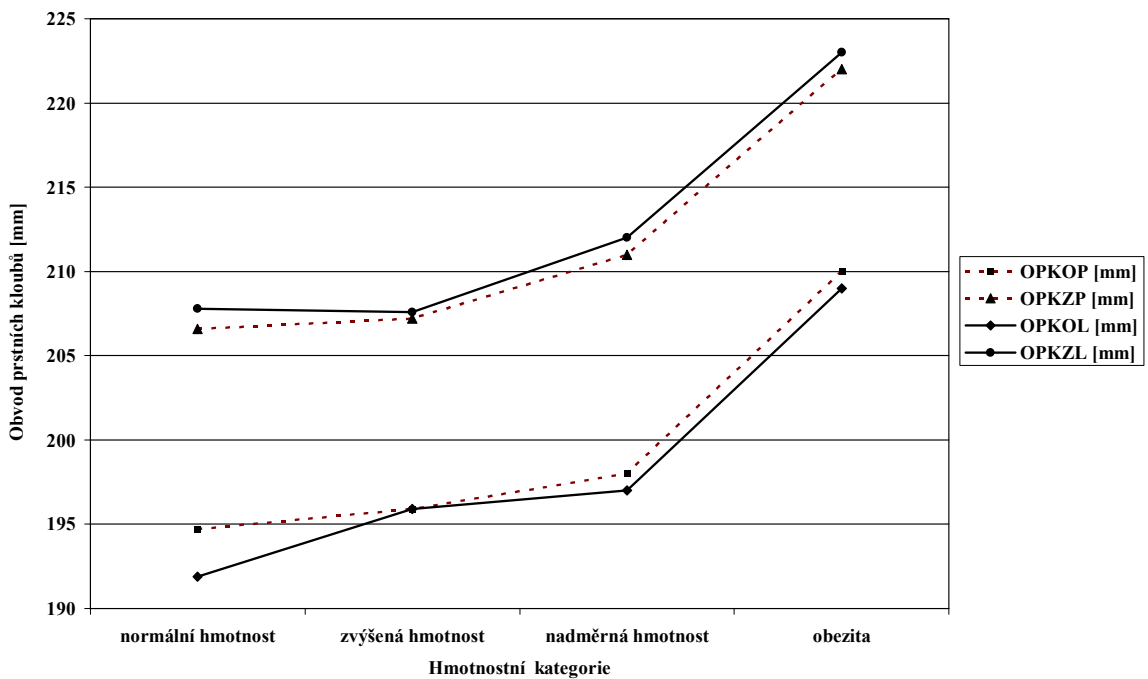
Hmotnostní kategorie	Normální hmotnost		Zvýšená hmotnost		Nadměrná hmotnost		Obezita	
	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s
OPKOP	195	±12	196	±10	198	±10	210	±8
OPKZP	207	±12	207	±12	211	±12	222	±11
ONOP	195	±12	200	±10	204	±9	216	±11
ONZP	197	±12	199	±7	203	±11	214	±8
OPOP	268	±15	268	±15	274	±13	289	±12
OPZP	270	±14	270	±11	273	±16	294	±14

Tab. XX. Sledované obvodové míry u levé nohy dívek

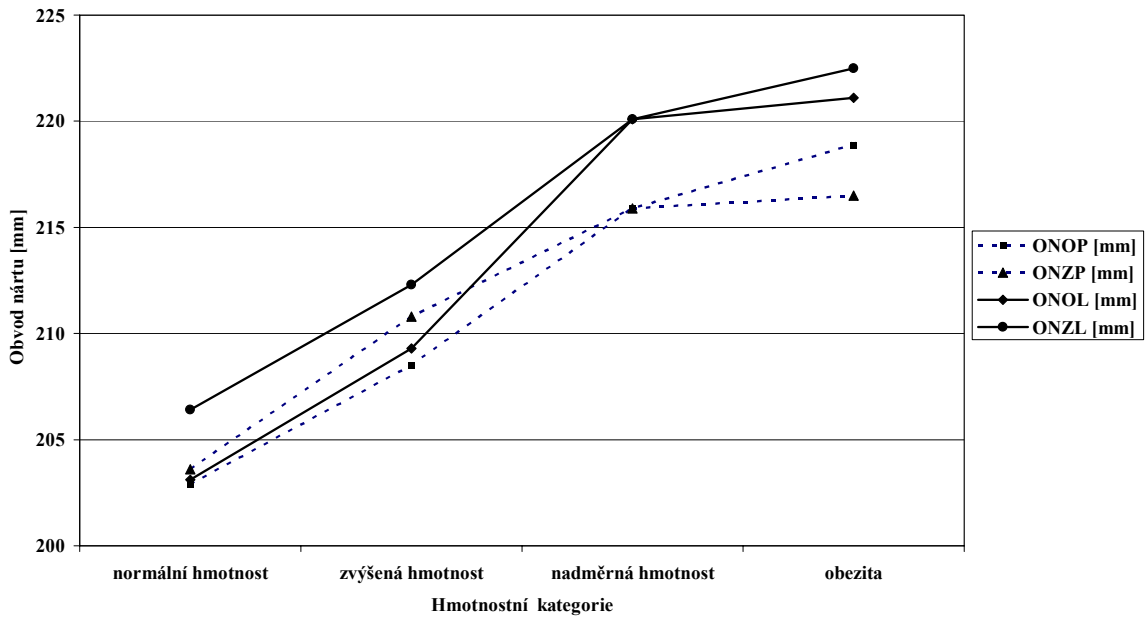
Hmotnostní kategorie	Normální hmotnost		Zvýšená hmotnost		Nadměrná hmotnost		Obezita	
	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s
OPKOP	192	±15	196	±9	197	±10	209	±10
OPKZP	208	±12	208	±11	212	±12	223	±11
ONOP	200	±13	205	±11	208	±11	221	±12
ONZP	202	±11	203	±11	209	±11	221	±13
OPOP	277	±16	276	±14	281	±12	298	±14
OPZP	279	±16	279	±11	282	±13	299	±14



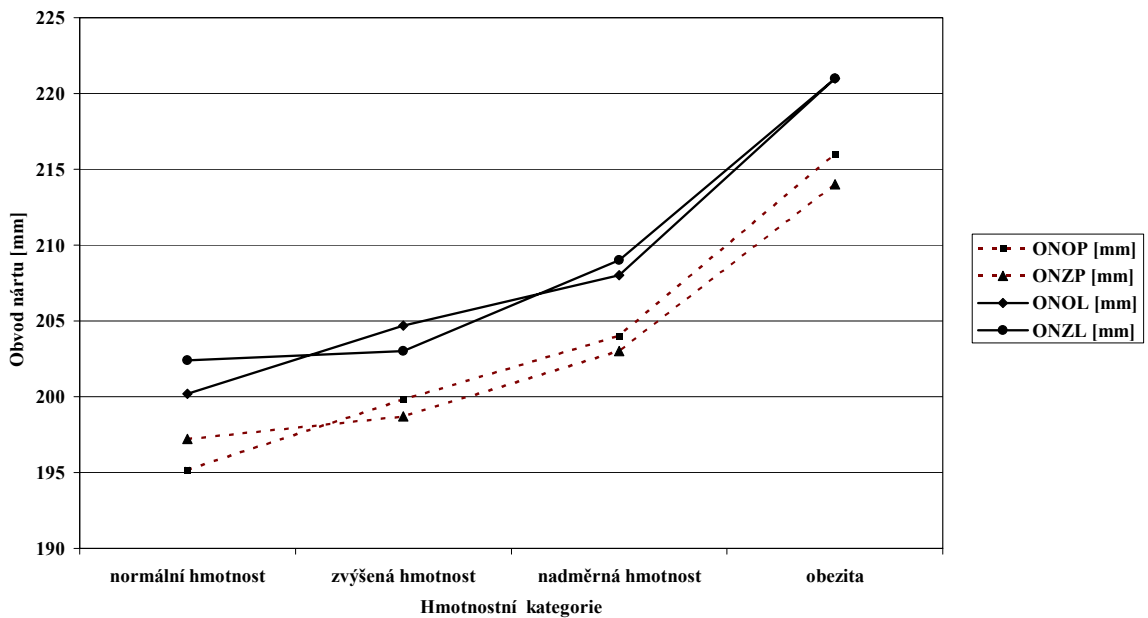
Obr. 12. Závislost obvodu prstních kloubů na tělesné hmotnosti u chlapců



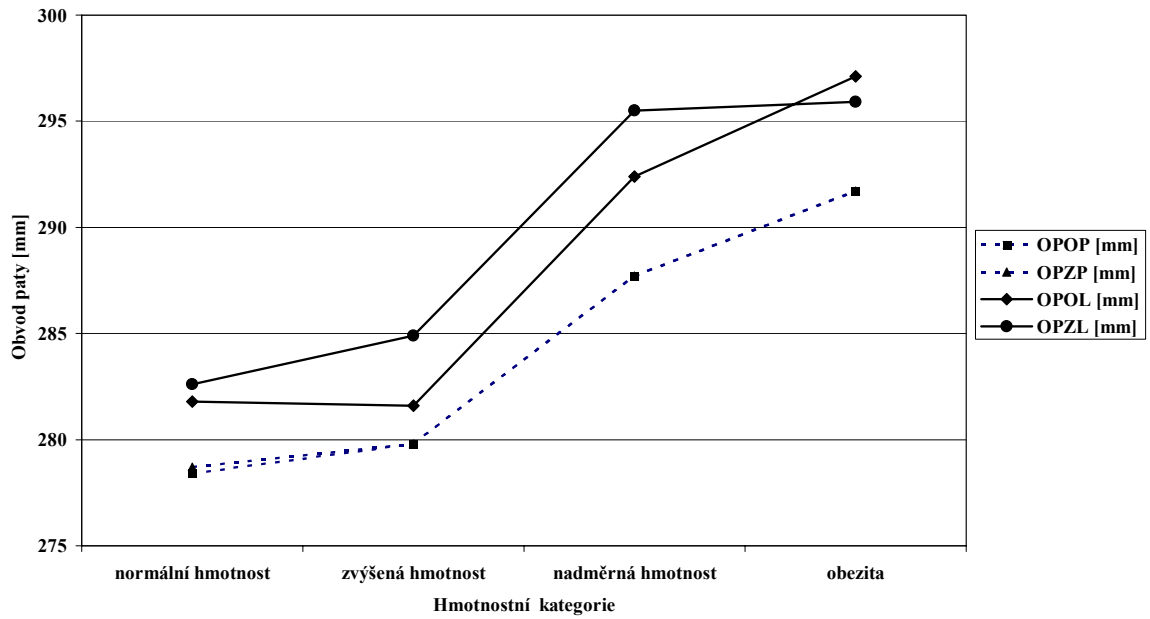
Obr. 13. Závislost obvodu prstních kloubů na tělesné hmotnosti u dívek



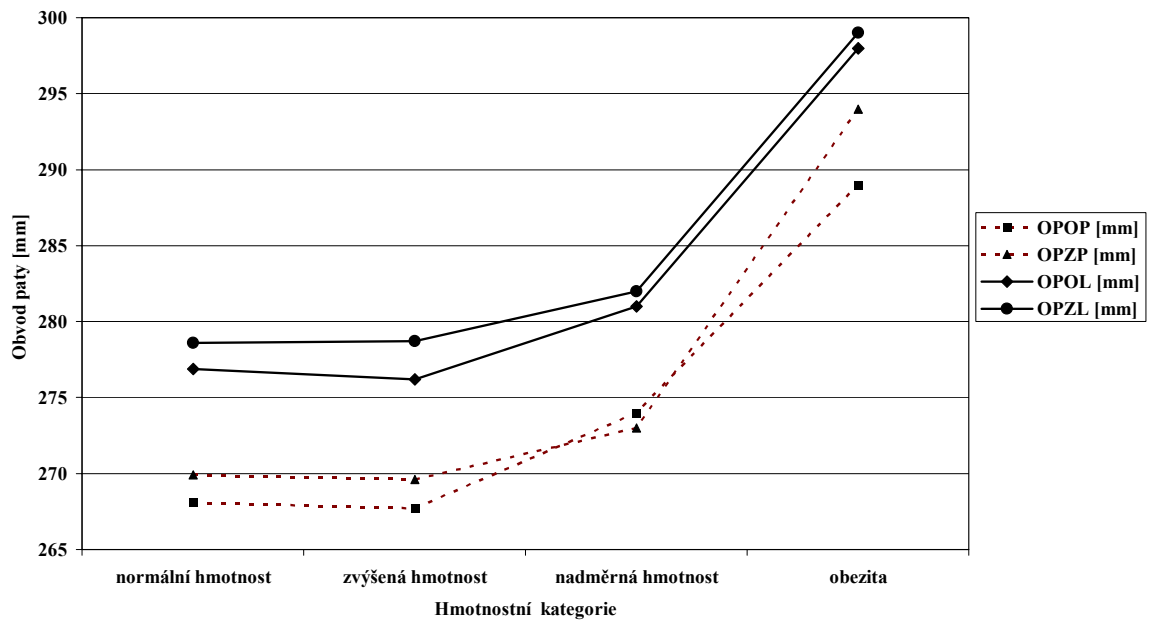
Obr. 14. Závislost obvodu nártu na tělesné hmotnosti u chlapců



Obr. 15. Závislost obvodu nártu na tělesné hmotnosti u dívek



Obr. 16. Závislost obvodu paty na tělesné hmotnosti u chlapců



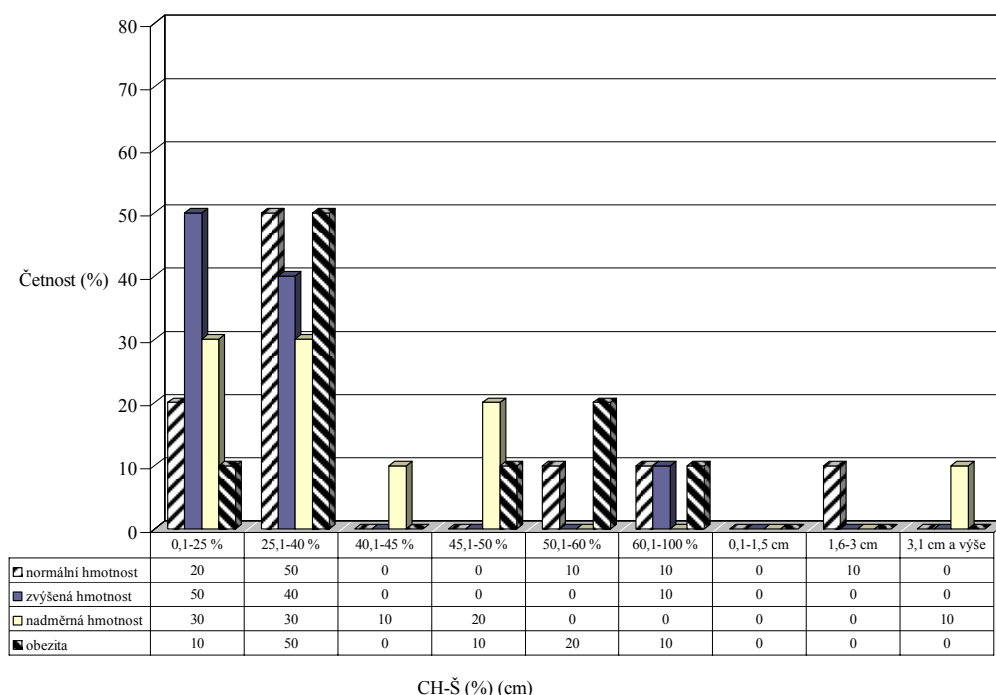
Obr. 17. Závislost obvodu paty na tělesné hmotnosti u dívek

5.2.3 Stav klenby nožní probandů

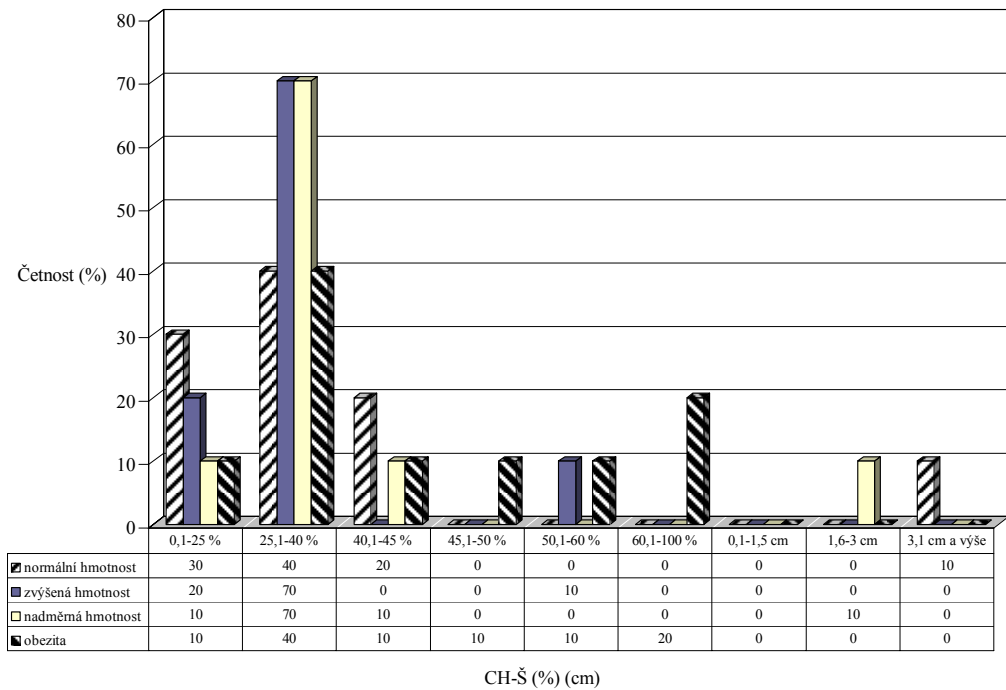
Pro hodnocení klenutosti nohou byly vybrány 3 metody: Chippaux-Šmiřák, Clarkův úhel a index Ky podle Striter – Godunov.

Histogramy indexu Chippaux-Šmiřák levé a pravé nohy chlapců jsou uvedeny na Obr. 18. a 19. Nejčastěji byla zastoupena noha normálně klenutá a to ve všech hmotnostních kategoriích. U levé nohy byl zjištěn výskyt ploché nohy 2. stupně u probandů se zvýšenou hmotností (10 %) a noha plochá ve všech třech stupních u probandů obézních. U pravé nohy byl u probandů s normální hmotností výskyt ploché nohy 2. a 3. stupně (po 10 %), u probandů se zvýšenou hmotností plochá noha 3. stupně (10 %) a u probandů s nadměrnou hmotností plochá noha 1. stupně (10 %). Stejně jako u levé nohy, tak i u pravé nohy je zastoupení ploché nohy ve všech třech stupních u skupiny obézních probandů.

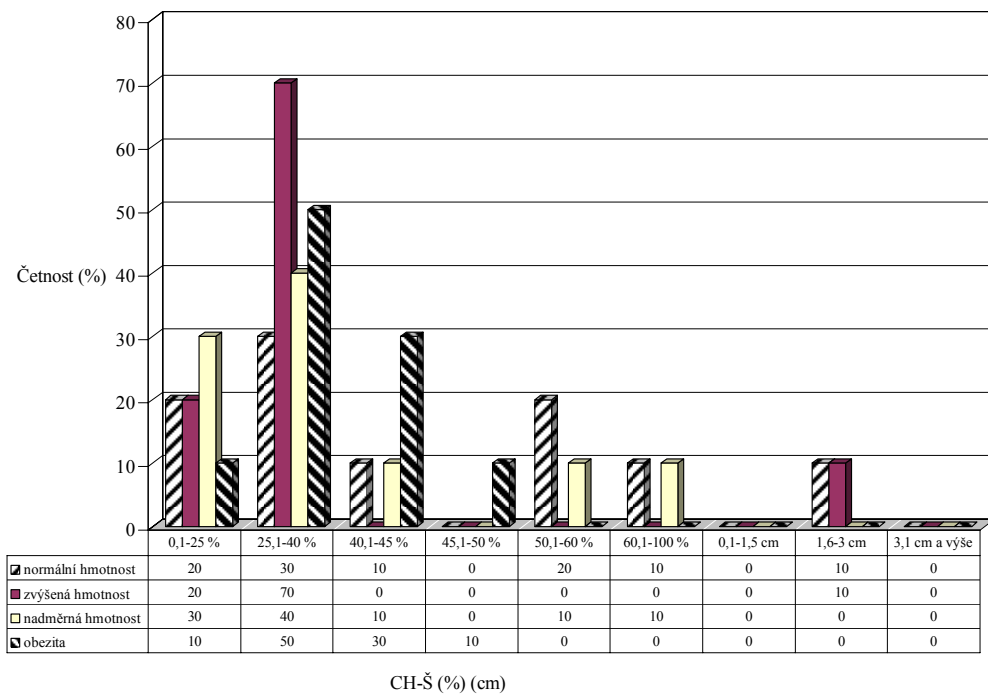
Histogramy indexu Chippaux-Šmiřák levé a pravé nohy dívek jsou uvedeny na Obr. 20. a 21. Stejně jako u chlapců bylo největší zastoupení nohy normálně klenuté. Plochá noha 2. a 3. stupně se u levé nohy dívek vyskytla v kategorii normální a nadměrné hmotnosti. V kategorii obézních se vyskytla pouze plochá noha 1. stupně. U pravé nohy byl výskyt ploché nohy 1. stupně v kategorii obézních probandů, 2. stupně v kategorii normální hmotnosti a 3. stupně v kategorii nadměrné hmotnosti.



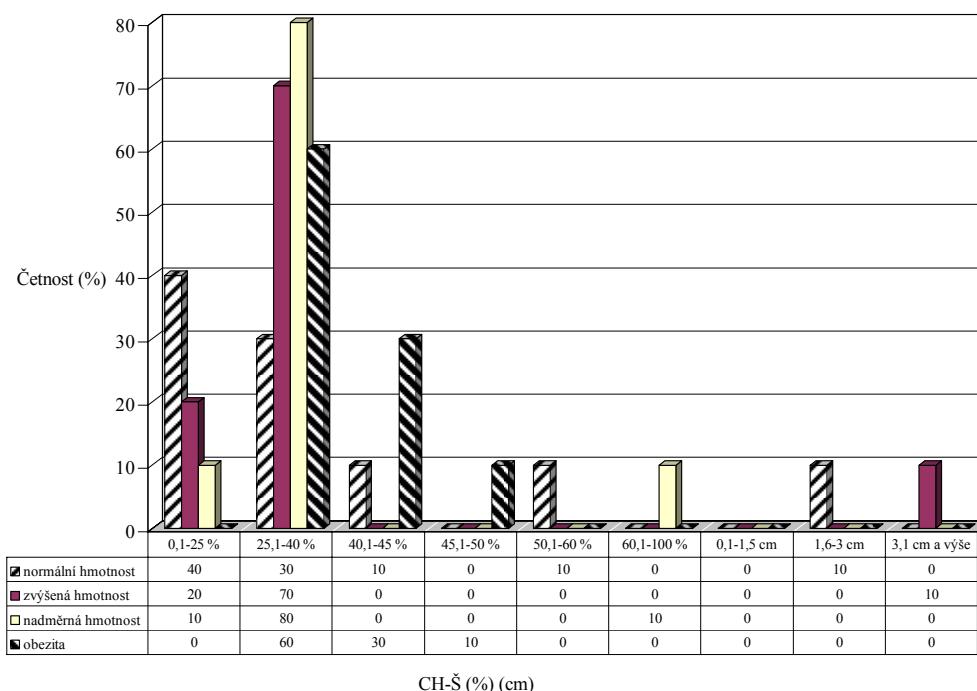
Obr. 18. Histogram metody Chippaux-Šmiřák levé nohy u chlapců



Obr. 19. Histogram metody Chippaux-Šmiřák pravé nohy u chlapců



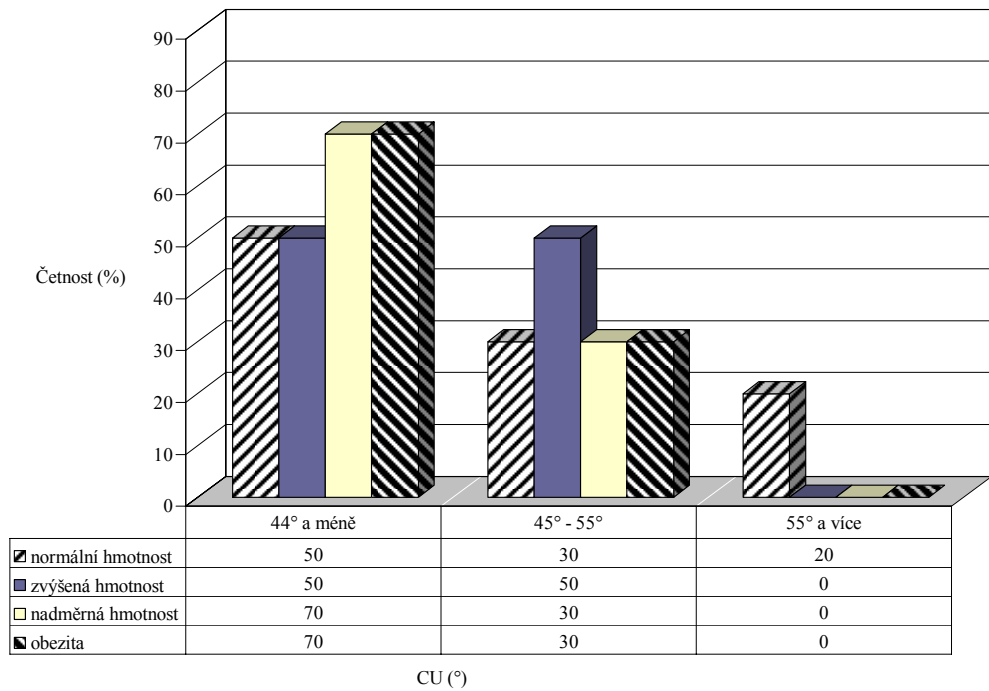
Obr. 20. Histogram metody Chippaux-Šmiřák levé nohy u dívek



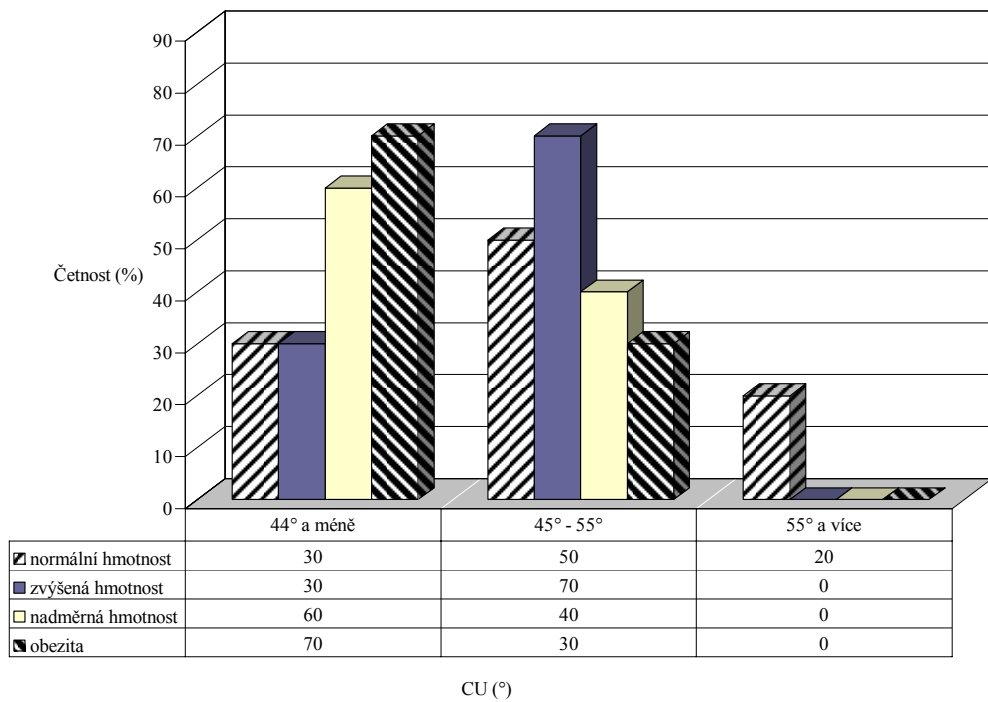
Obr. 21. Histogram metody Chippaux-Šmiřák pravé nohy u dívek

Histogramy Clarkova úhlu levé a pravé nohy chlapců jsou uvedeny na Obr. 22. a 23. Podle Clarkova úhlu se u levé nohy chlapců nejčastěji objevuje noha plochá. V kategorii nadměrné hmotnosti a obézních je výskyt o něco vyšší (70 %) než v kategorii normální a zvýšené hmotnosti (50 %). U pravé nohy je výskyt ploché nohy mnohem výraznější u probandů z kategorie nadměrné hmotnosti (60 %) a obézních (70 %). U pravé a levé nohy se dále vyskytuje noha normální, výskyt nohy vysoké je pouze v kategorii normální hmotnosti (20 %).

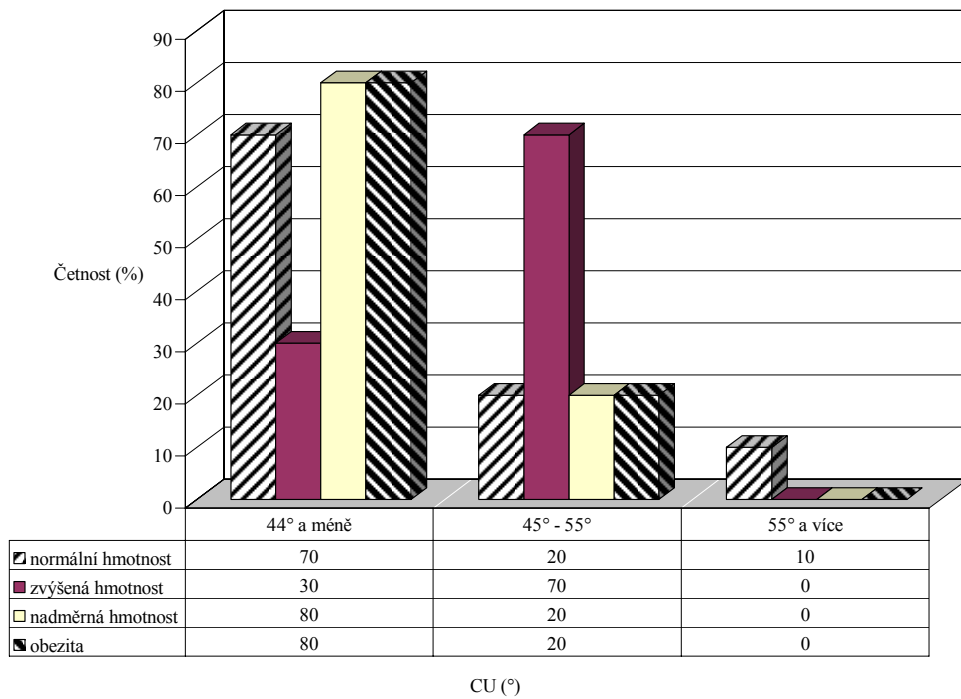
Histogramy Clarkova úhlu levé a pravé nohy dívek jsou uvedeny na Obr. 24. a 25. U dívek je podle Clarkova úhlu výskyt ploché nohy velmi častý. Velké zastoupení ploché nohy u levé nohy dívek je v kategorii nadměrné hmotnosti (80 %), obézních (80 %) a normální hmotnosti (70 %). U pravé nohy je výskyt ploché nohy vyšší v kategorii nadměrné hmotnosti (90 %) a obézních (70 %). U pravé a levé nohy je dále zastoupena noha normální. Výskyt nohy vysoké je velmi malý, a to v kategorii normální a zvýšené hmotnosti.



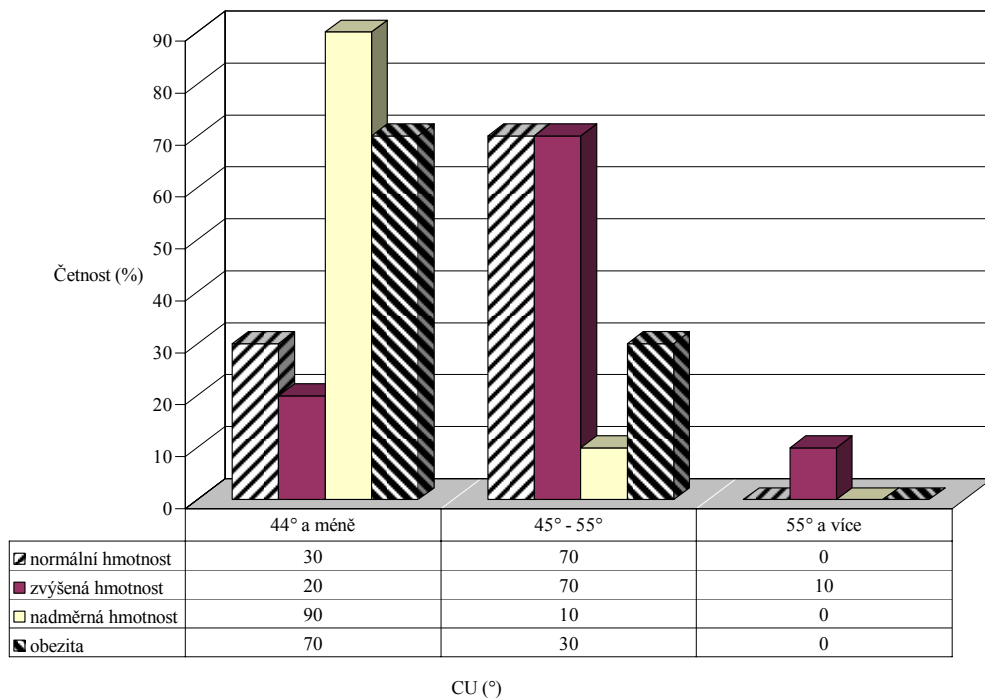
Obr. 22. Histogram Clarkova úhlu levé nohy u chlapců



Obr. 23. Histogram Clarkova úhlu pravé nohy u chlapců



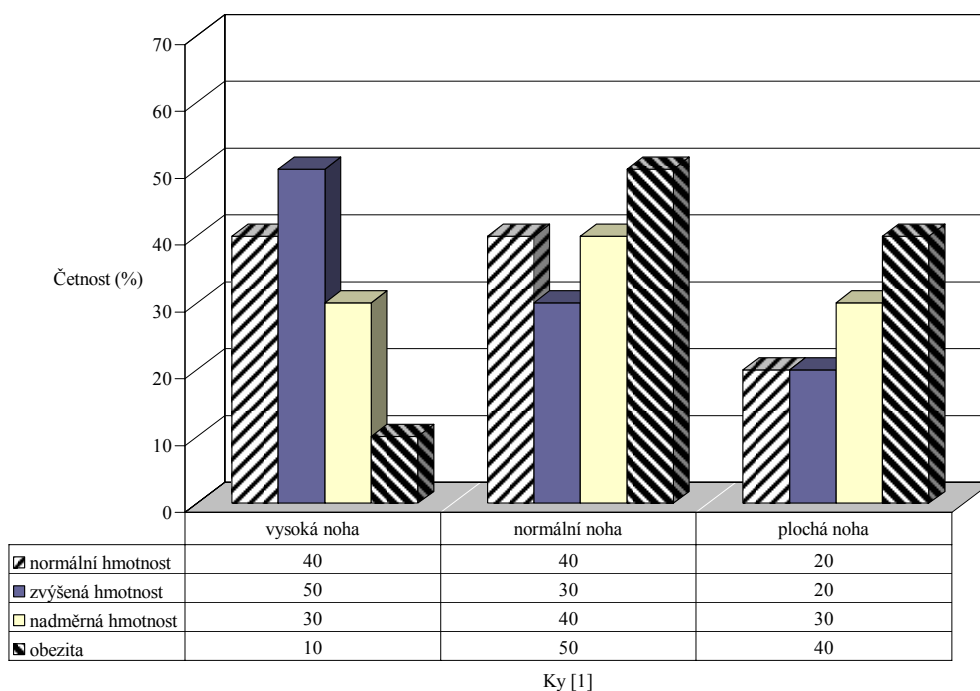
Obr. 24. Histogram Clarkova úhlu levé nohy u dívek



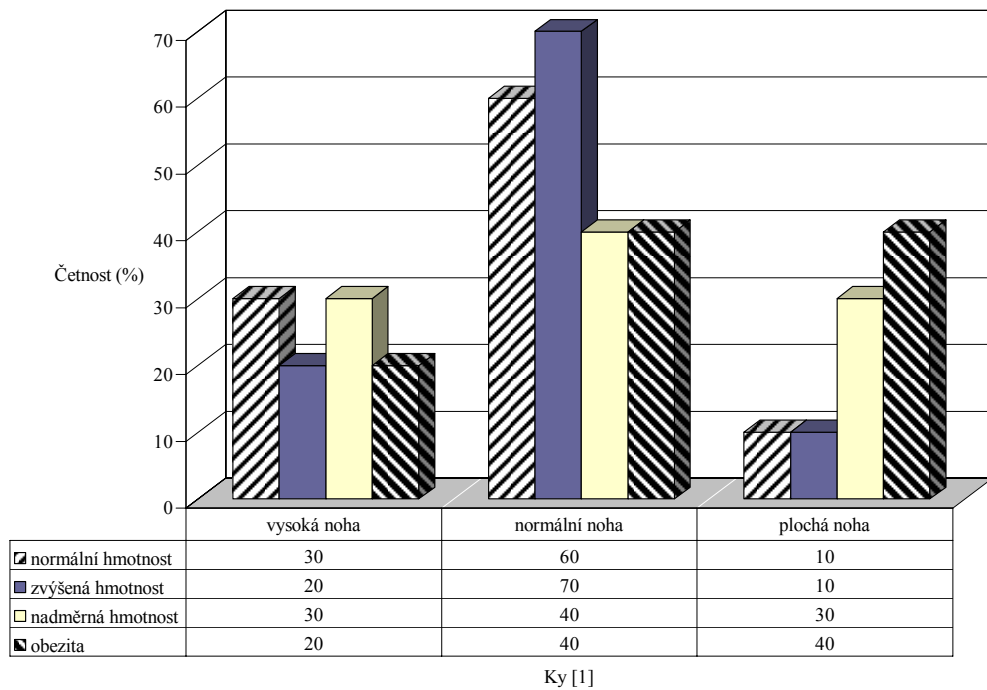
Obr. 25. Histogram Clarkova úhlu pravé nohy u dívek

Histogramy indexu Ky pravé a levé nohy chlapců jsou uvedeny na Obr. 26. a 27. Dle obrázku je vidět, že nejčastěji se u levé nohy chlapců vyskytuje normální noha. Zastoupení ploché nohy je vyšší v kategorii nadměrné hmotnosti a obézních. U pravé nohy má největší zastoupení taktéž noha normální. Výskyt ploché nohy je opět výraznější v kategorii nadměrné hmotnosti a obézních probandů. Oproti tomu v kategorii normální a zvýšené hmotnosti je u pravé i levé nohy vyšší výskyt nohy vysoké.

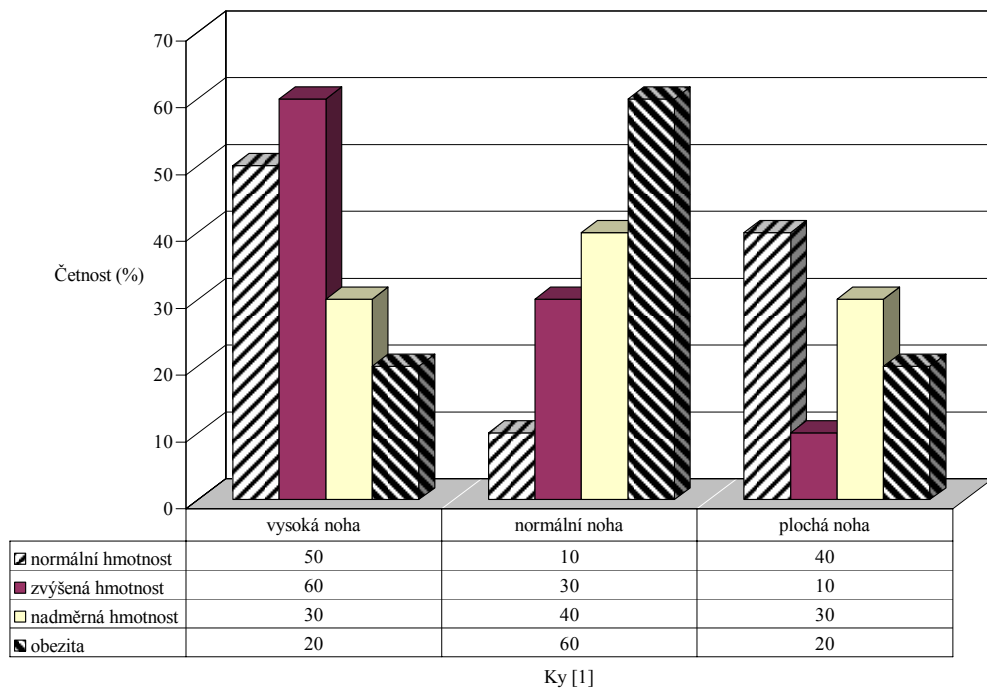
Histogramy indexu Ky pravé a levé nohy dívek jsou uvedeny na Obr. 28. a 29. Z histogramů je patrné, že u levé nohy dívek je vysoký výskyt nohy vysoké. Převážně u probandů v kategorii normální a zvýšené hmotnosti, méně častěji pak u nadměrné hmotnosti a obezity. Výskyt ploché nohy je značně vysoký v kategorii normální hmotnosti (40 %), dále pak v kategorii nadměrné hmotnosti (30 %) a u obézních probandů (20 %). U pravé nohy se vyskytuje téměř obdobné zastoupení vysoké, normální a ploché nohy ve všech hmotnostních kategoriích probandů jako u nohy levé.



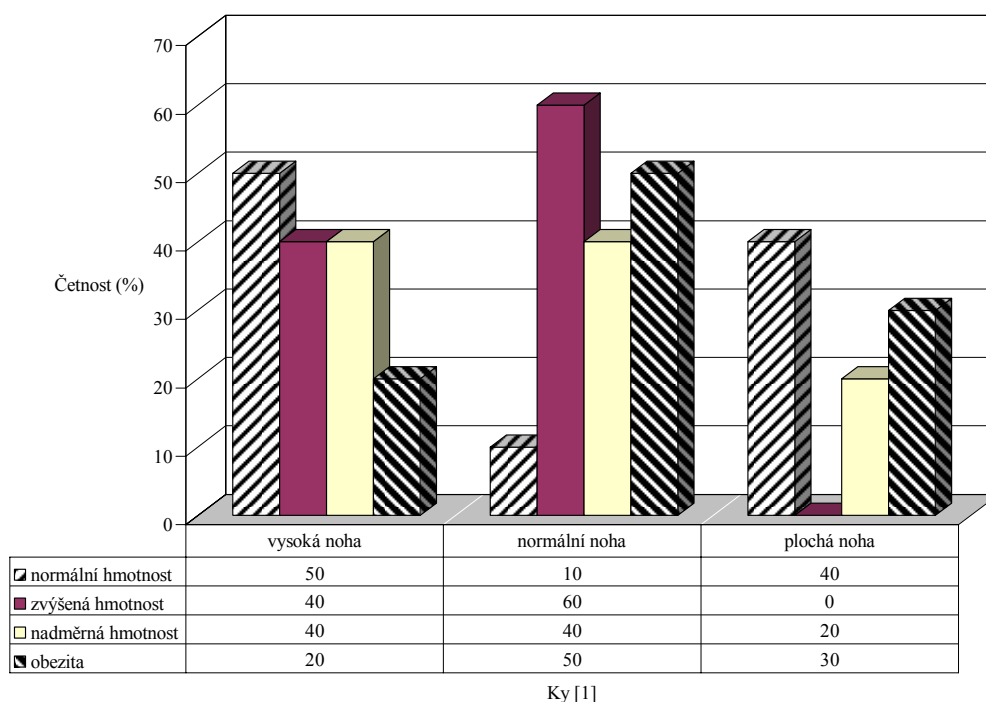
Obr. 26. Histogram indexu Ky levé nohy u chlapců



Obr. 27. Histogram indexu Ky pravé nohy u chlapců



Obr. 28. Histogram indexu Ky levé nohy u dívek



Obr. 29. Histogram indexu Ky pravé nohy u dívek

Výsledky stanovení klenutosti nohou podle výše uvedených tří metod se značně liší. Při srovnání všech metod lze vyvodit závěr, že metoda Clarkova úhlu je citlivější pro stanovení ploché nohy oproti metodě Chippaux-Šmiřák či metodě Sztriter-Godunov. Hodnocením pomocí Clarkova úhlu se nejčastěji vyskytovala noha plochá jak v souboru chlapců, tak v souboru dívek a to zejména v kategorii nadměrné hmotnosti a obezních. Metodou Chippaux-Šmiřák kromě jednotlivých typů klenutosti lze určit i jednotlivé stupně. Podle Chippaux-Šmiřák u souboru chlapců i dívek byl převažující výskyt nohy normálně klenuté 2. stupně, dále pak 1. a 3. stupně. Zastoupení nohy vysoké a ploché bylo v malé míře. Podle Sztriter-Godunova je v souboru chlapců i dívek výskyt jednotlivých typů klenutosti rozložen nerovnoměrně. V porovnání s Clarkovým úhlem a metodou Chippaux-Šmiřák je však velké zastoupení nohy vysoké.

5.3 Analýza nášlapných sil mezi ploskou nohy a stélkou v obuvi (Pedar)

V této kapitole jsou uvedeny získané hodnoty nášlapných sil mezi ploskou nohy a vkládací resp. vlepovací stélkou v obuvi. V Tab. XXI. a XXII. jsou uvedeny průměrné hodnoty plochy kontaktu, maximální síly a maximálního tlaku. Byl sledován rozdíl těchto hodnot v závislosti na hmotnostní kategorii probandů. Stanovení bylo provedeno pro pravou a levou nohu zvlášť.

Grafická znázornění závislosti plochy kontaktu, maximální síly a maximálního tlaku na tělesnou hmotnost jsou na Obr. 30. a 31.

Porovnáním plochy kontaktu souboru chlapců i dívek u levé a pravé nohy je možno říci, že se zvyšující se tělesnou hmotností roste velikost plochy kontaktu. Lze konstatovat, že zvyšující se tělesná hmotnost probandů má za důsledek nejen vyšší hodnoty obvodových rozměrů a častější výskyt ploché nohy, ale i rostoucí hodnoty plochy kontaktu.

Při porovnání pravé a levé nohy u chlapců se maximální síla zvyšuje se zvyšující se tělesnou hmotností. Při srovnání všech hmotnostních skupin chlapců nelze jednoznačně říci, že hodnoty plochy kontaktu a maximálního tlaku jsou závislé na tělesné hmotnosti.

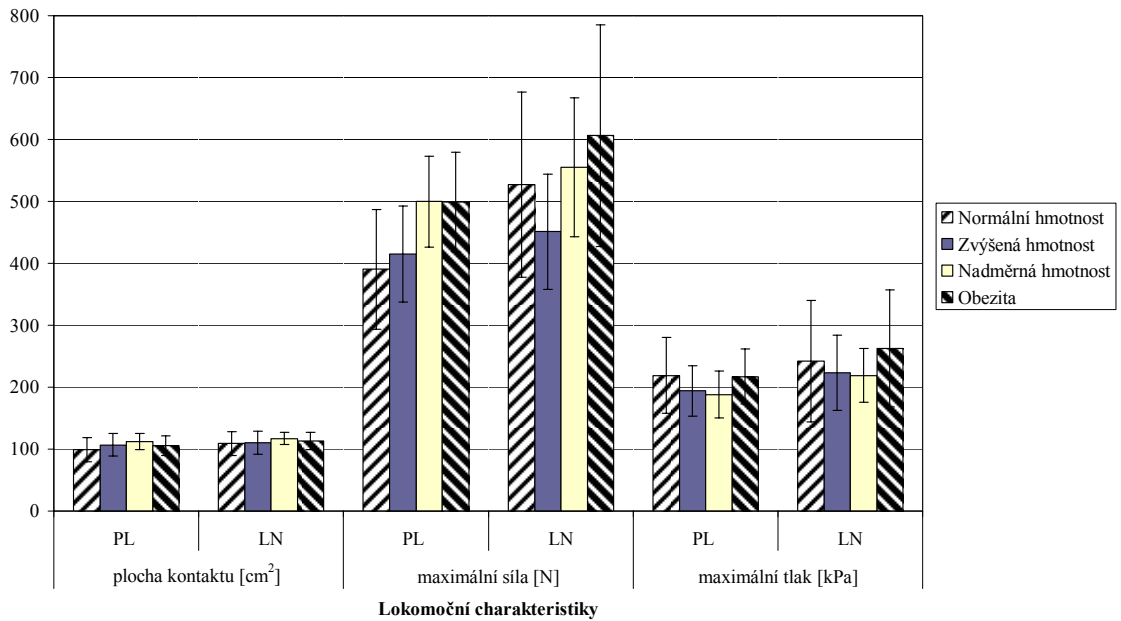
Srovnáním hodnot maximální síly levé a pravé nohy u dívek je taktéž vidět rostoucí hodnoty se zvyšující se tělesnou hmotností. Hodnoty maximálního tlaku u levé a pravé nohy dívek ukazuje taktéž rostoucí hodnoty se zvyšující se tělesnou hmotností.

Tab. XXI. Porovnání základních charakteristik nášlapných sil mezi jednotlivými hmotnostními skupinami u chlapců

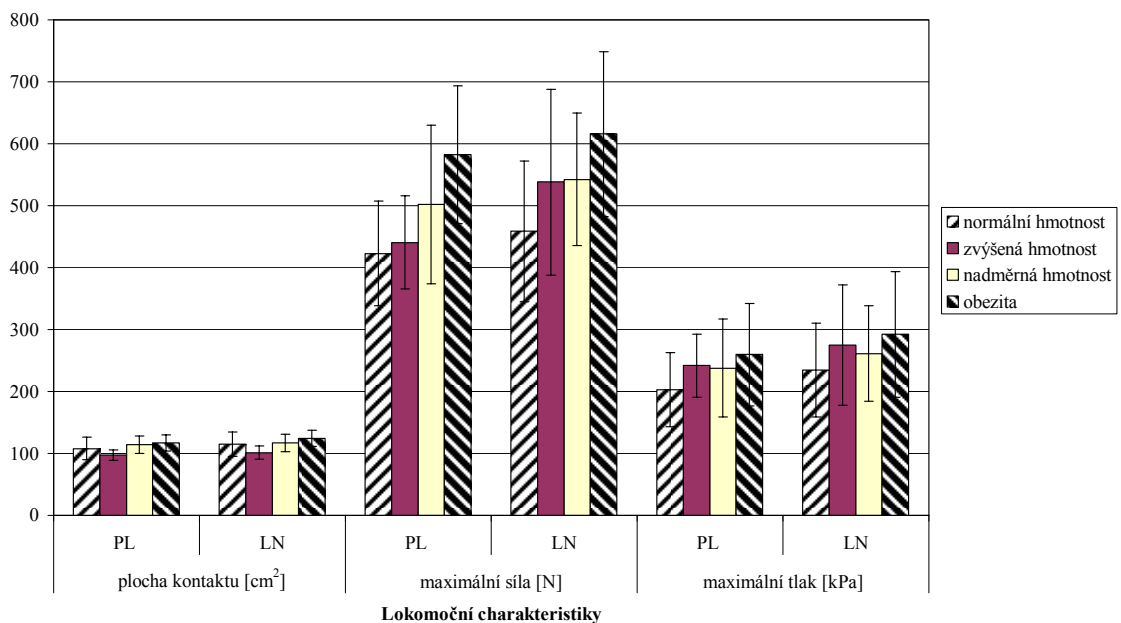
Hmotnostní kategorie		Plocha kontaktu [cm ²]		Maximální síla [N]		Maximální tlak [kPa]	
		PN	LN	PN	LN	PN	LN
normální hmotnost	\bar{x}	99,15	109,03	390,2	527,37	219,14	242,37
	s	±19,26	±19,18	±96,44	±149,5	±61,4	±98,22
zvýšená hmotnost	\bar{x}	106,97	109,99	414,94	450,96	194,23	223,41
	s	±18,2	±18,82	±77,42	±92,67	±40,61	±60,52
nadměrná hmotnost	\bar{x}	111,88	116,93	499,75	555,34	188,03	218,94
	s	±13,15	±9,77	±73,33	±112,34	±37,94	±43,3
obezita	\bar{x}	105,75	112,93	499,43	606,28	217,23	262,45
	s	±15,67	±14,28	±80,36	±179	±44,33	±94,62

Tab. XXII. Porovnání základních charakteristik nášlapných sil mezi jednotlivými hmotnostními skupinami u dívek

Hmotnostní kategorie		Plocha kontaktu [cm ²]		Maximální síla [N]		Maximální tlak [kPa]	
		PN	LN	PN	LN	PN	LN
normální hmotnost	\bar{x}	107,89	115,13	422,72	458,42	202,51	234,77
	s	±18,28	±19,86	±84,57	±113,44	±59,95	±75,61
zvýšená hmotnost	\bar{x}	96,96	101,32	440,4	538,01	241,65	274,75
	s	±8,27	±10,53	±75,26	±149,71	±50,78	±97,51
nadměrná hmotnost	\bar{x}	113,83	116,74	502,05	542,38	237,62	261,12
	s	±14,17	±14,31	±128,09	±107,19	±79,17	±76,95
obezita	\bar{x}	117,07	124,73	582,09	615,72	259,39	292,31
	s	±13,27	±13,07	±111,48	±133,19	±82,73	±101,54



Obr. 30. Porovnání plochy kontaktu, maximální síly a maximálního tlaku v hmotnostních kategoriích u pravé a levé nohy u chlapců



Obr. 31. Porovnání plochy kontaktu, maximální síly a maximálního tlaku v hmotnostních kategoriích u pravé a levé nohy u dívek

5.3.1 Porovnání plochy kontaktu, maximální síly, maximálního tlaku a průměrného tlaku v maskách ve vztahu k hmotnosti probandů

V této podkapitole jsou porovnávány hodnoty plochy kontaktu, maximální síly, maximálního tlaku a průměrného tlaku v jednotlivých maskách.

Průměrné hodnoty plochy kontaktu pravé a levé nohy u chlapců a dívek jsou uvedeny v tabulce XXIII. a XXIV. Grafické znázornění hodnot plochy kontaktu levé a pravé nohy v jednotlivých maskách u chlapců je na Obr. 32. a 33. a u dívek na Obr. 34. a 35. V obou skupinách u levé i pravé nohy má největší hodnotu plochy kontaktu metatarsální část (M04) a laterální část středonoží (M03). Při srovnání všech hmotnostních skupin u chlapců a dívek jsou vidět větší hodnoty plochy kontaktu při zvyšující se tělesné hmotnosti.





V Tab. XXV. a XXVI. jsou uvedeny průměrné hodnoty maximálních sil pravé a levé nohy chlapců a dívek. Jejich grafické znázornění je na Obr. 36. – 39. Při porovnání jednotlivých masek jsou nejvyšší hodnoty maximální síly v oblasti paty (M01) a oblasti metatarsální části (M04) u chlapců i dívek. Ve skupině chlapců a dívek se s rostoucí tělesnou hmotností průměrné hodnoty maximální síly zvyšují.

V Tab. XXVII. a XXVIII. jsou uvedeny průměrné hodnoty maximálních tlaků pravé a levé nohy chlapců a dívek. Jejich grafické vyjádření je znázorněno na Obr. 40. – 43. Při srovnávání jednotlivých masek u levé a pravé nohy chlapců je patrné, že nejvyšší hodnoty maximálních tlaků jsou vyvíjeny v oblasti paty (M01) a oblasti metatarsální části (M04). U dívek byly zjištěny nejvyšší hodnoty maximálních tlaků také v oblasti paty (M01) a oblasti metatarsální části (M04). Hodnoty maximálních tlaků v oblasti paty (M01) se zvyšují se zvyšující se hmotností jak u chlapců, tak i u dívek.





V Tab. XXIX. a XXX. jsou uvedeny hodnoty průměrného tlaku pravé a levé nohy chlapců a dívek. Grafické znázornění je na Obr. 44. – 47. Při srovnání jednotlivých masek levé a pravé nohy se u chlapců i u dívek vyskytují nejvyšší hodnoty průměrného tlaku v oblasti paty (M01) a dále v oblasti metatarsální (M04).

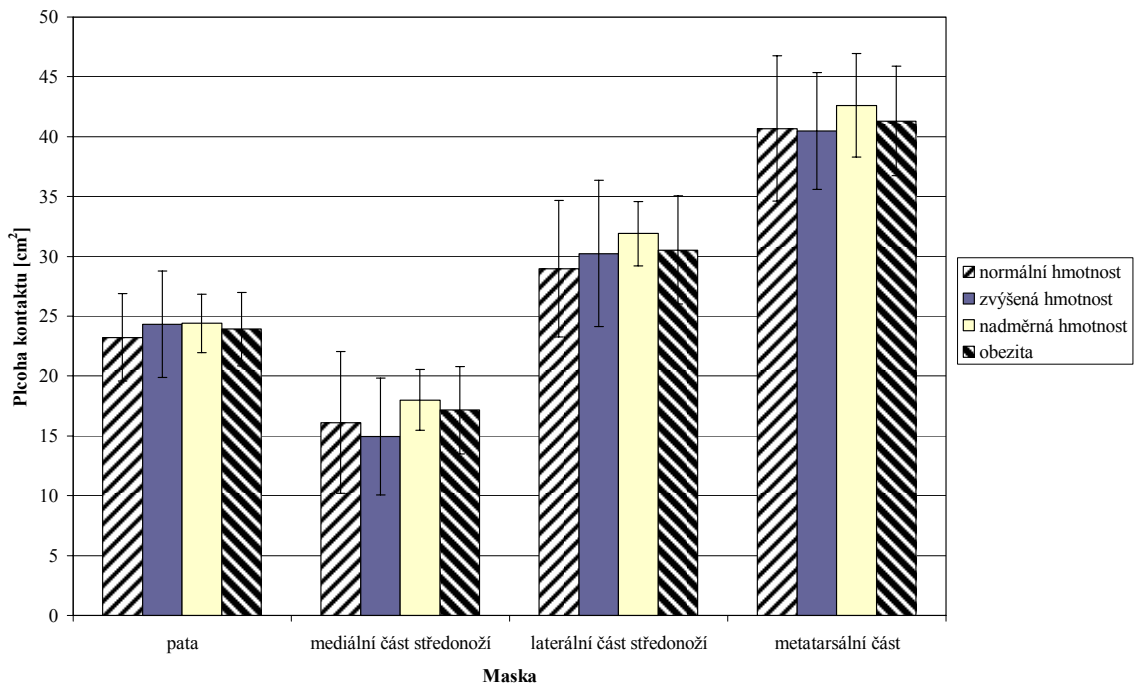
Hodnoty a výskyt maximálního tlaku byl u probandů s nadměrnou hmotností a obezitou překvapivě vyšší v prstové části. Přičemž při sledování průměrných tlaků v jednotlivých maskách lze říci, že noha probandů ve všech hmotnostních kategoriích byla zatěžována způsobem odpovídajícím anatomickému kroku tj. přenosu zatížení z paty na laterální část, odtud na prstce a mediální stranu chodidla.

Tab. XXIII. Průměrné hodnoty plochy kontaktu pravé a levé nohy u chlapců

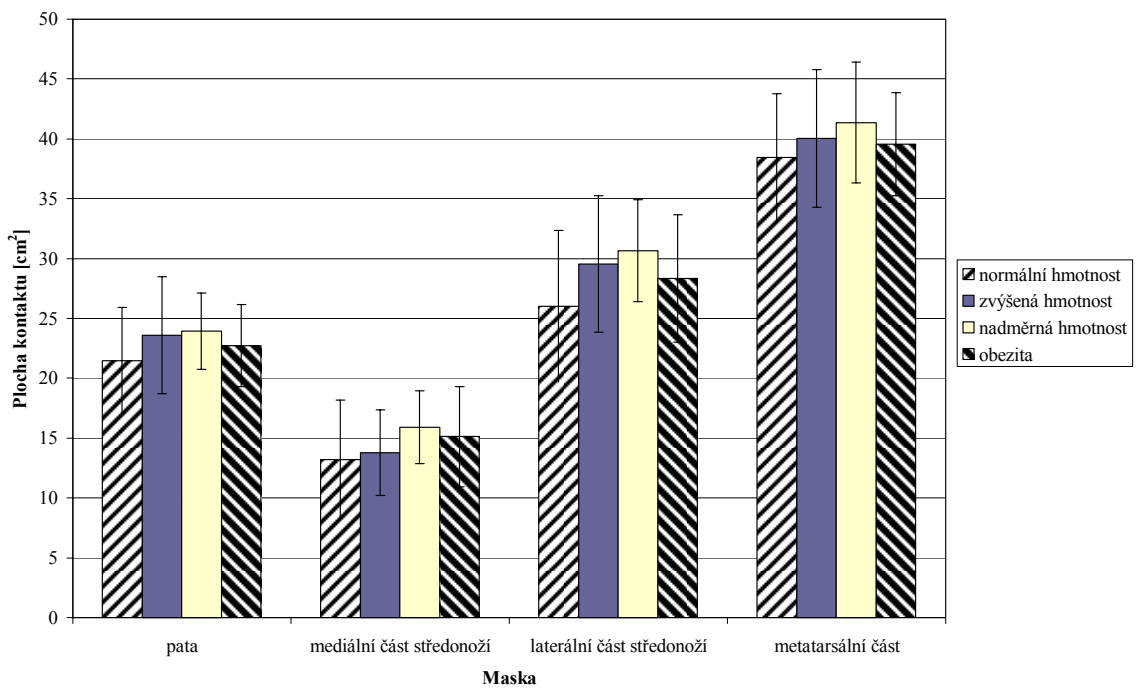
			Plocha kontaktu [cm ²]							
			Normální hmotnost		Zvýšená hmotnost		Nadměrná hmotnost		Obezita	
			LN	PN	LN	PN	LN	PN	LN	PN
M01		\bar{x}	23,23	21,47	24,33	23,6	24,40	23,95	23,92	22,72
		s	±3,64	±4,46	±4,44	±4,48	±2,44	±3,19	±3,06	±3,43
M02		\bar{x}	16,11	13,22	14,92	13,78	18,01	15,91	17,15	15,12
		s	±5,93	±4,94	±4,88	±3,6	±2,56	±3,06	±3,65	±4,16
M03		\bar{x}	28,99	26,02	30,24	29,54	31,90	30,65	30,52	28,33
		s	±5,71	±6,33	±6,12	±5,7	±2,68	±4,26	±4,52	±5,3
M04		\bar{x}	40,68	38,43	40,48	40,04	42,62	41,36	41,32	39,57
		s	±6,07	±5,34	±4,87	±5,76	±4,32	±5,06	±4,56	±4,31

Tab. XXIV. Průměrné hodnoty plochy kontaktu pravé a levé nohy u dívek

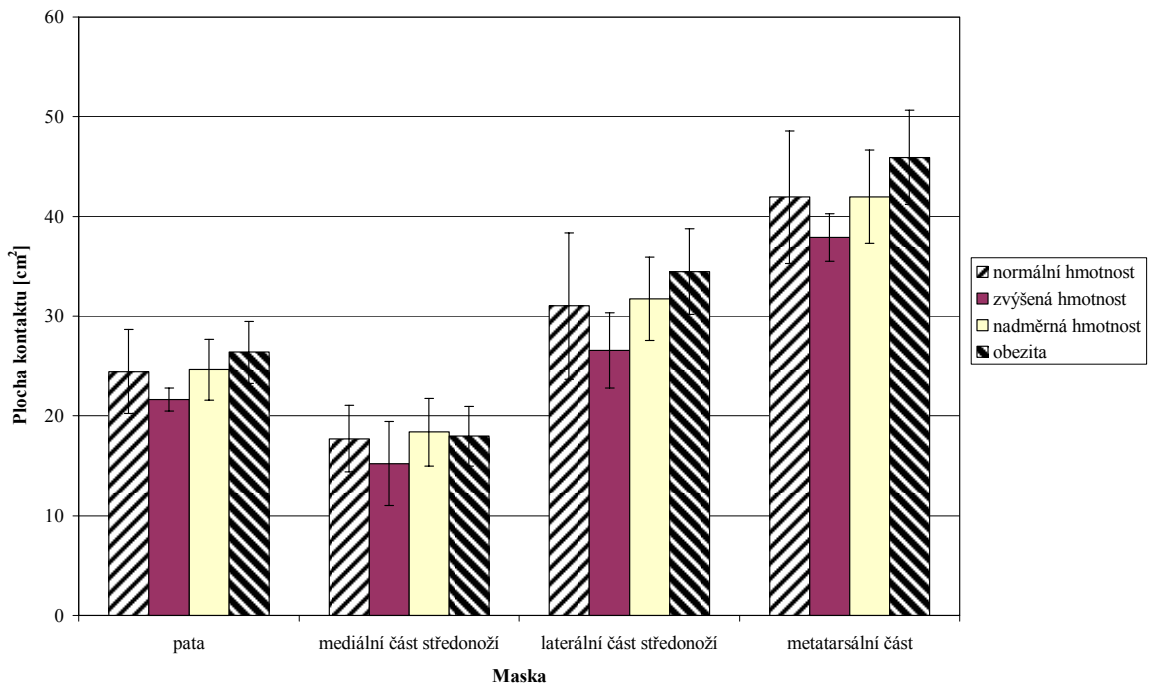
			Plocha kontaktu [cm ²]							
			Normální hmotnost		Zvýšená hmotnost		Nadměrná hmotnost		Obezita	
			LN	PN	LN	PN	LN	PN	LN	PN
M01		\bar{x}	24,45	23,23	21,63	21,29	24,64	24,34	26,37	25,58
		s	±4,20	±4,29	±1,15	±1,43	±3,04	±2,90	±3,09	±3,30
M02		\bar{x}	17,72	14,94	15,23	12,40	18,37	17,08	17,97	15,16
		s	±3,34	±2,36	±4,22	±4,25	±3,41	±3,39	±3,00	±3,52
M03		\bar{x}	31,02	29,09	26,56	25,97	31,75	30,94	34,48	33,70
		s	±7,32	±7,10	±3,78	±2,36	±4,20	±4,60	±4,29	±4,51
M04		\bar{x}	41,94	40,62	37,88	37,27	41,97	41,46	45,91	42,62
		s	±6,64	±6,47	±2,73	±2,47	±4,66	±4,20	±4,73	±4,40



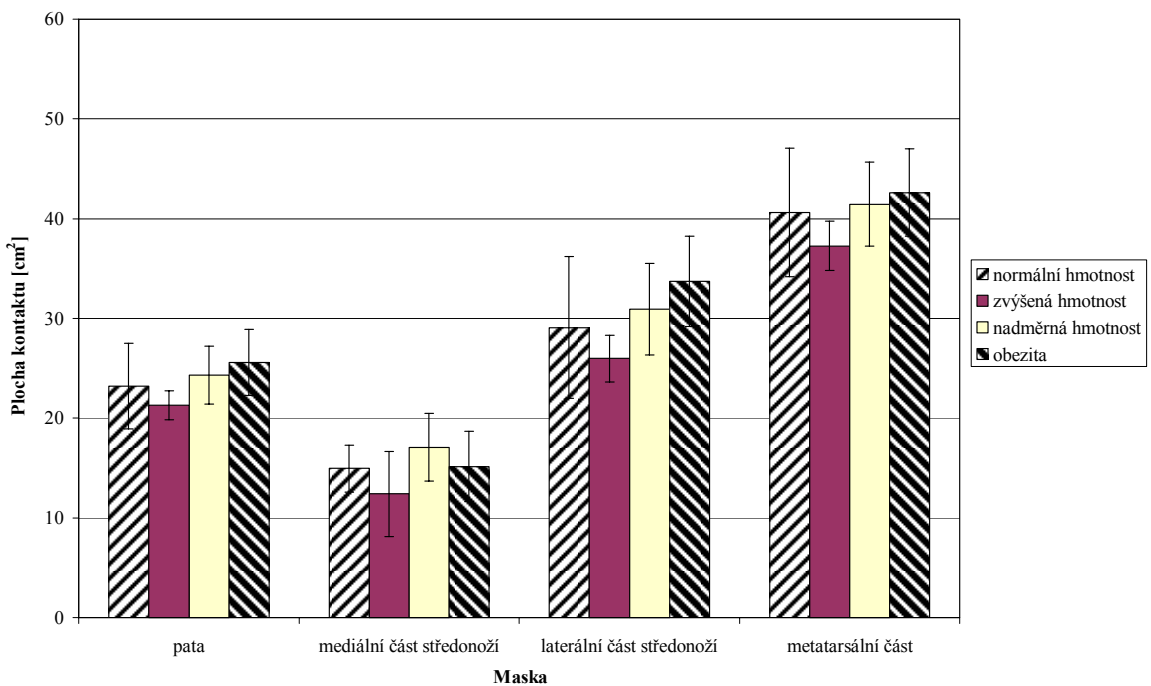
Obr. 32. Porovnání plochy kontaktu levé nohy u chlapců v jednotlivých maskách v hmotnostních kategoriích



Obr. 33. Porovnání plochy kontaktu pravé nohy u chlapců v jednotlivých maskách v hmotnostních kategoriích







Obr. 34. Porovnání plochy kontaktu levé nohy u dívek v jednotlivých maskách v hmotnostních kategoriích







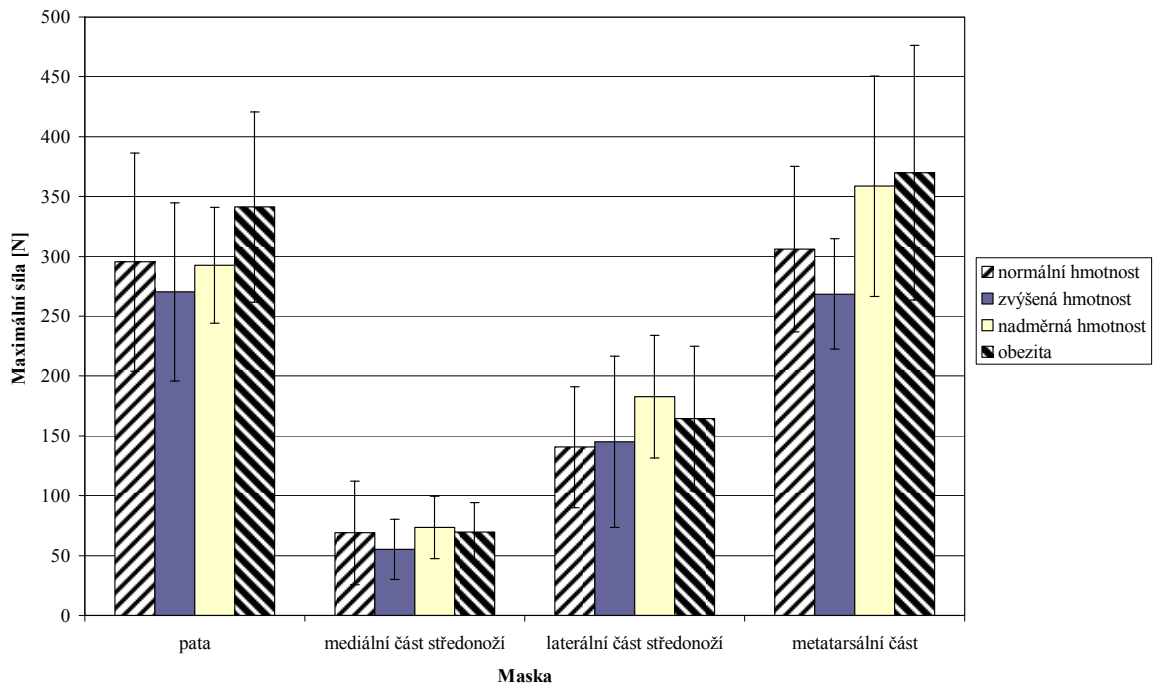
Obr. 35. Porovnání plochy kontaktu pravé nohy u dívek v jednotlivých maskách v hmotnostních kategoriích

Tab. XXV. Průměrné hodnoty maximální síly pravé a levé nohy u chlapců

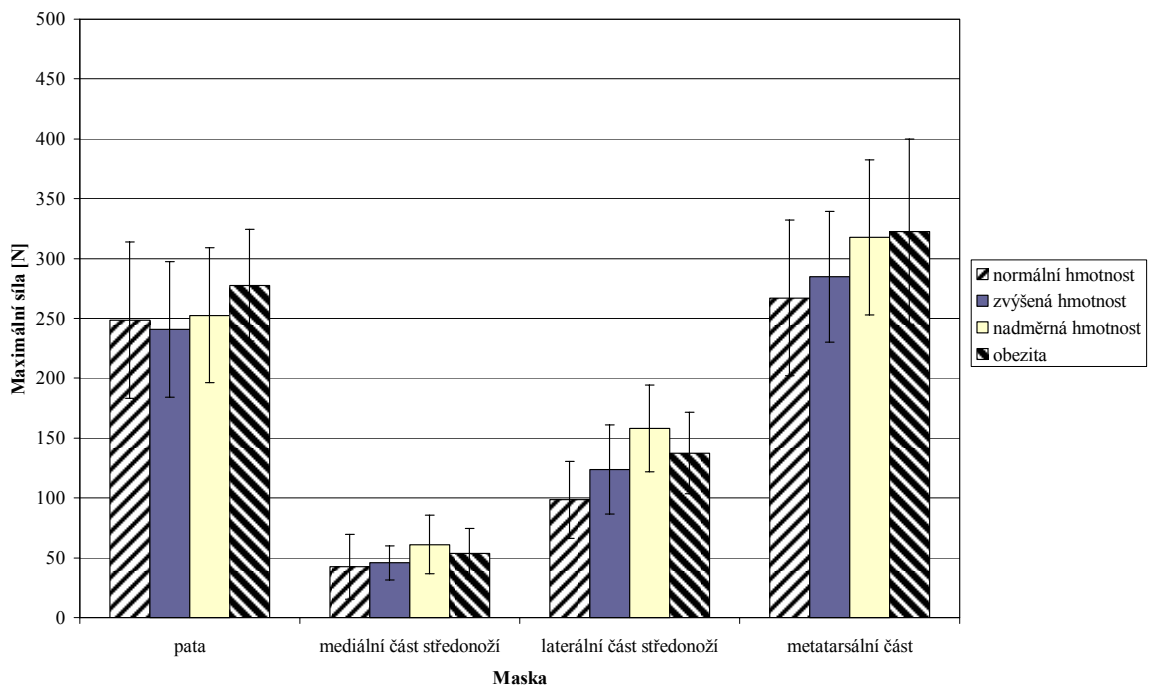
			Maximální síla [N]							
			Normální hmotnost		Zvýšená hmotnost		Nadměrná hmotnost		Obezita	
			LN	PN	LN	PN	LN	PN	LN	PN
M01		\bar{x}	295,25	248,36	270,09	240,61	292,49	252,53	341,27	277,8
		s	±91,02	±65,32	±74,48	±56,59	±48,40	±56,32	±79,54	±46,43
M02		\bar{x}	69,06	42,71	55,18	45,71	73,73	61,13	69,73	53,62
		s	±43,23	±27,1	±25,14	±14,33	±26,11	±24,33	±24,61	±21,09
M03		\bar{x}	140,61	98,47	145,17	123,82	182,71	158,12	164,52	137,52
		s	±50,54	±32,32	±71,61	±37,25	±51,25	±36,06	±60,36	±34,08
M04		\bar{x}	306,13	267,03	268,55	284,73	358,56	317,84	369,81	322,55
		s	±69,02	±65,14	±46,10	±54,81	±92,03	±64,78	±106,4	±77,45

Tab. XXVI. Průměrné hodnoty maximální síly pravé a levé nohy u dívek

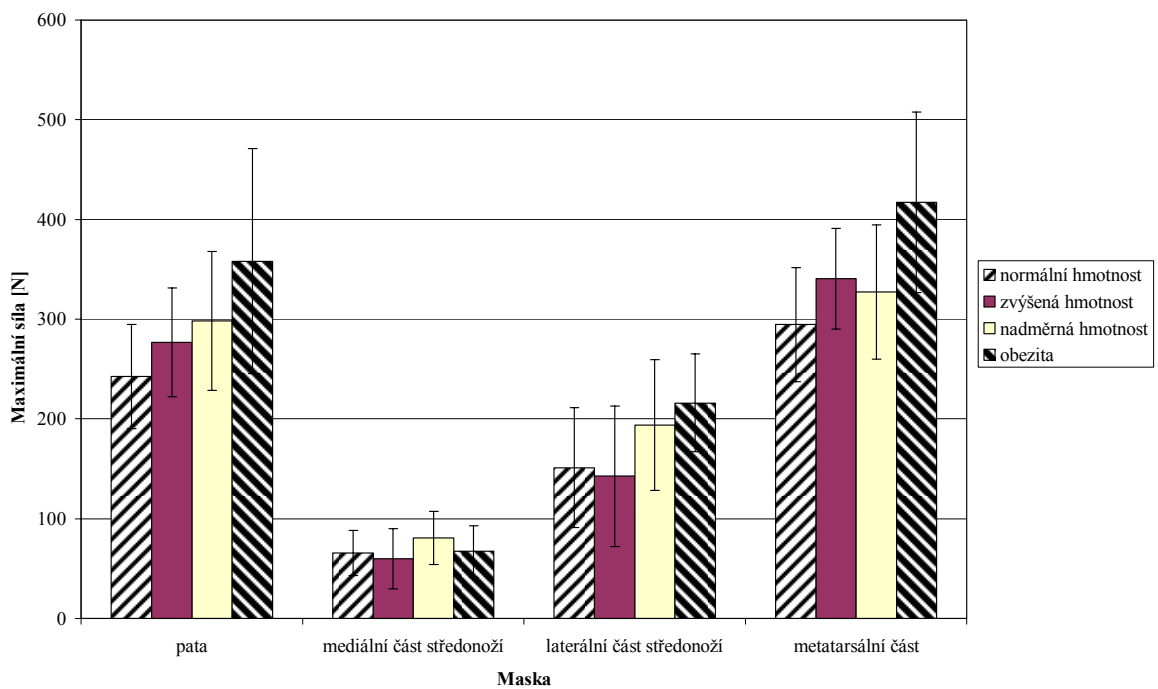
			Maximální síla [N]							
			Normální hmotnost		Zvýšená hmotnost		Nadměrná hmotnost		Obezita	
			LN	PN	LN	PN	LN	PN	LN	PN
M01		\bar{x}	242,57	231,14	276,71	253,53	298,35	269,34	358,19	308,00
		s	±52,41	±60,88	±54,73	±45,95	±69,53	±48,93	±112,75	±87,84
M02		\bar{x}	65,50	49,92	59,52	33,73	80,63	66,64	67,08	59,26
		s	±22,77	±17,38	±30,14	±14,36	±26,79	±36,04	±25,78	±24,60
M03		\bar{x}	151,06	130,97	142,48	125,89	193,97	157,82	216,05	189,05
		s	±60,18	±46,36	±70,34	±32,30	±65,69	±44,48	±49,04	±49,30
M04		\bar{x}	294,53	273,71	340,67	125,89	327,34	313,92	417,04	385,96
		s	±57,12	±60,06	±50,62	±32,30	±67,20	±74,56	±90,46	±94,40



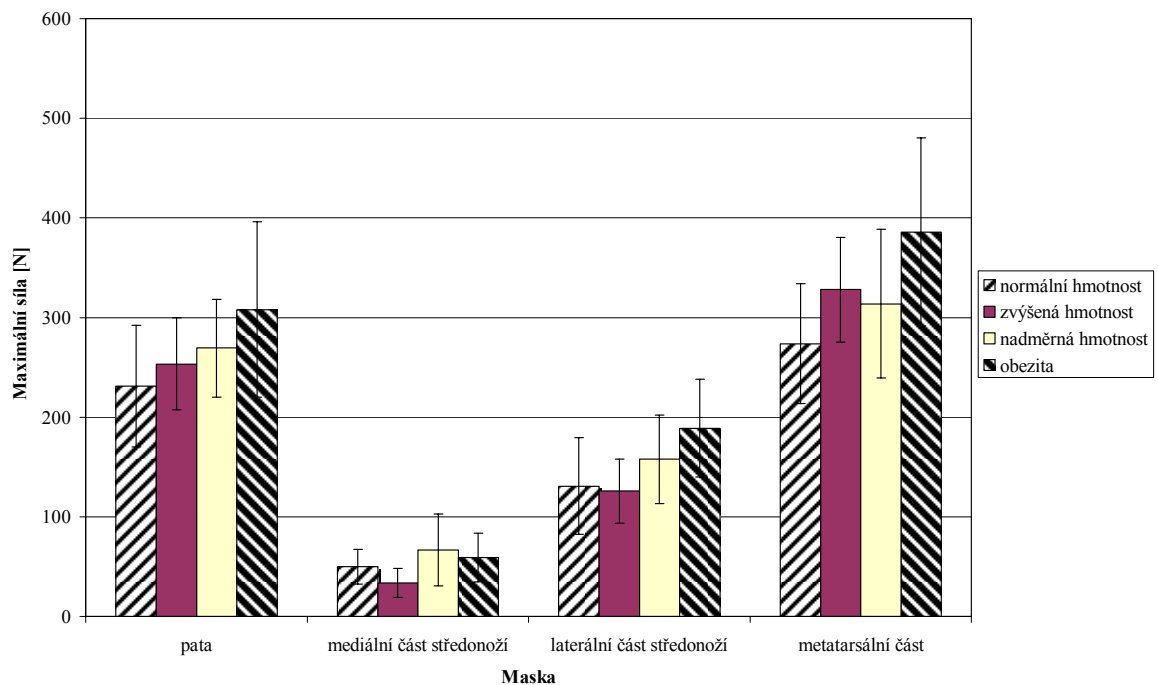
Obr. 36. Porovnání maximální síly levé nohy u chlapců v jednotlivých maskách v hmotnostních kategoriích



Obr. 37. Porovnání maximální síly pravé nohy u chlapců v jednotlivých maskách v hmotnostních kategoriích







Obr. 38. Porovnání maximální síly levé nohy u dívek v jednotlivých maskách v hmotnostních kategoriích







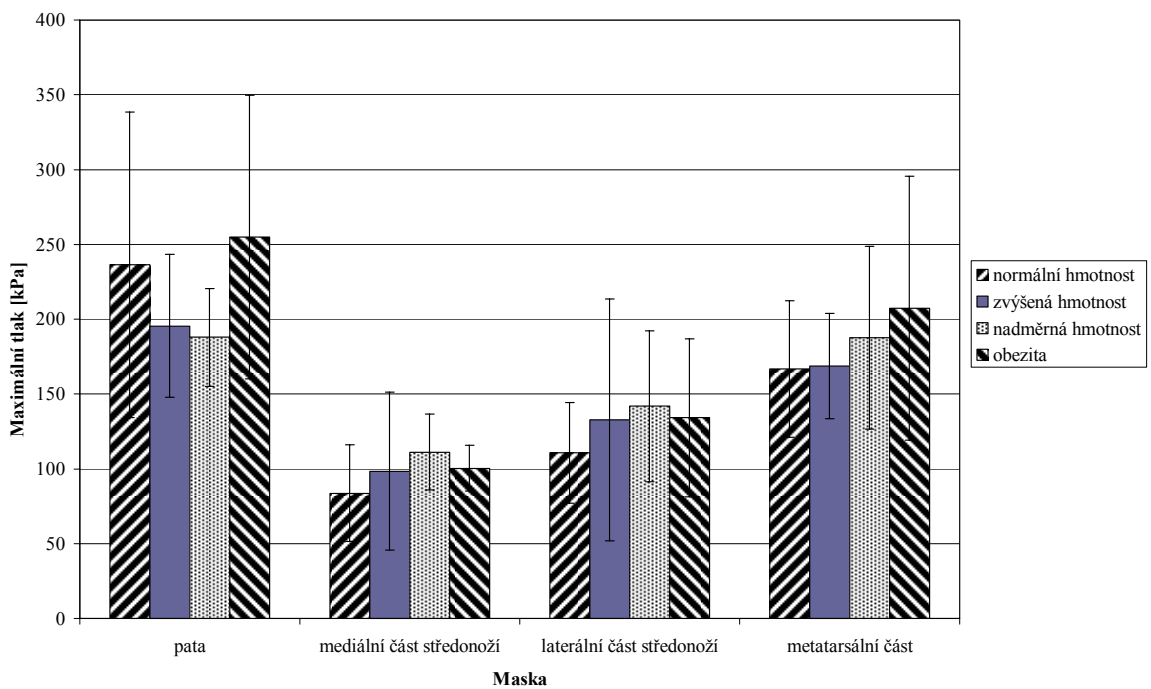
Obr. 39. Porovnání maximální síly pravé nohy u dívek v jednotlivých maskách v hmotnostních kategoriích

Tab. XXVII. Průměrné hodnoty maximálních tlaků pravé a levé nohy u chlapců

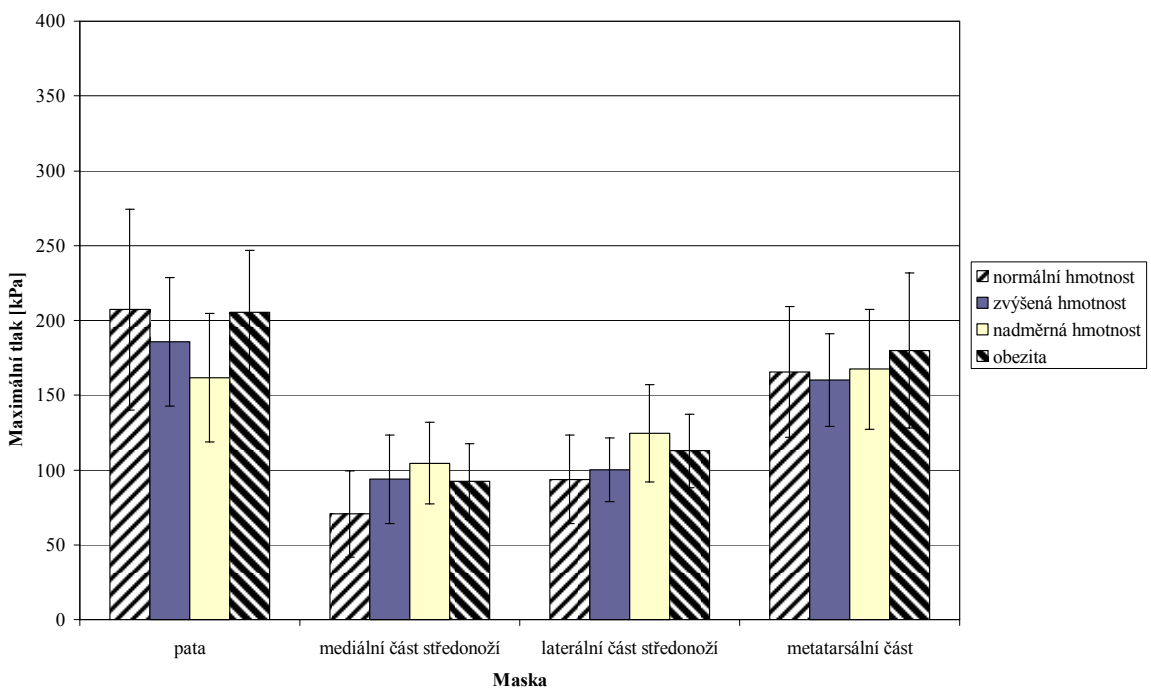
Hmotnostní kategorie			Maximální tlaky [kPa]							
			Normální hmotnost		Zvýšená hmotnost		Nadměrná hmotnost		Obezita	
			LN	PN	LN	PN	LN	PN	LN	PN
M01		\bar{x}	236,39	207,18	195,55	185,74	187,92	161,75	254,85	205,24
		s	±102,10	±67,07	±47,78	±42,96	±32,69	±42,97	±94,86	±41,6
M02		\bar{x}	83,64	70,70	98,34	93,89	111,04	104,58	100,38	92,38
		s	±32,30	±28,85	±52,89	±29,56	±25,33	±27,26	±15,32	±25,3
M03		\bar{x}	110,70	93,71	132,57	100,22	141,8	124,5	134,20	112,92
		s	±33,73	±29,52	±80,78	±21,21	±50,31	±32,54	±52,81	±24,53
M04		\bar{x}	166,70	165,53	168,59	160,25	187,50	167,41	207,43	179,98
		s	±45,74	±43,8	±35,14	±31,03	±61,17	±39,95	±88,11	±51,88

Tab. XXVIII. Průměrné hodnoty maximálních tlaků pravé a levé nohy u dívek

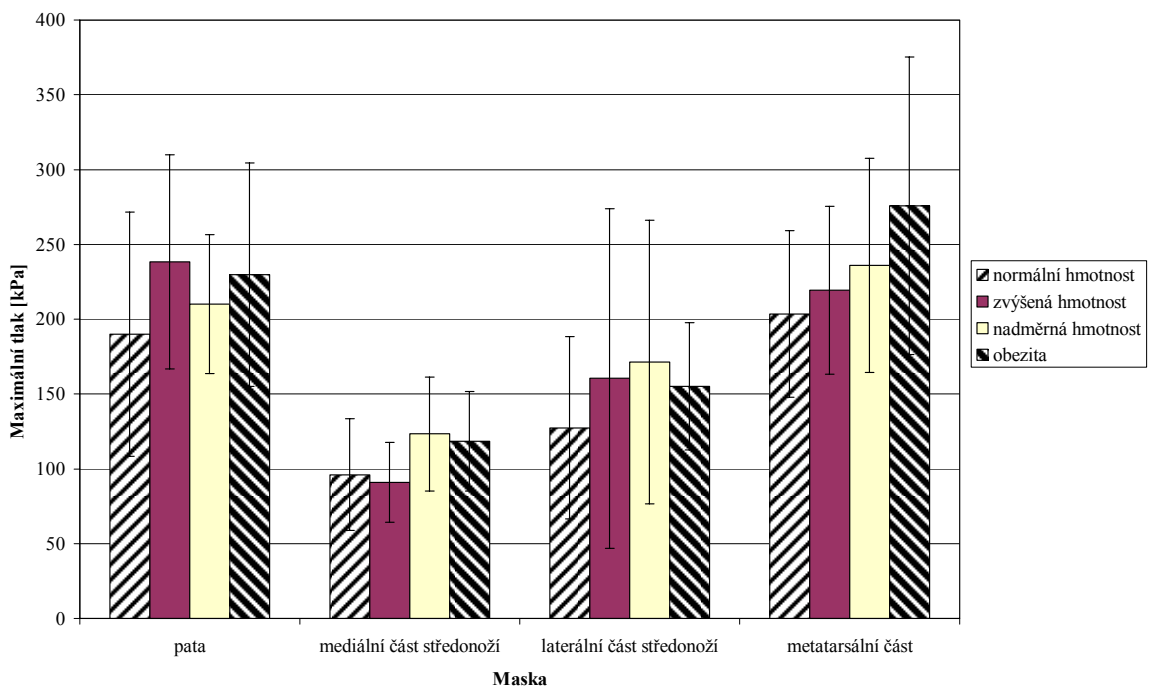
Hmotnostní kategorie			Maximální tlaky [kPa]							
			Normální hmotnost		Zvýšená hmotnost		Nadměrná hmotnost		Obezita	
			LN	PN	LN	PN	LN	PN	LN	PN
M01		\bar{x}	189,94	177,31	238,27	214,78	210,11	198,41	229,70	198,18
		s	±81,61	±64,65	±71,72	±49,89	±46,50	±72,35	±74,67	±61,67
M02		\bar{x}	96,00	89,94	90,90	65,50	123,23	101,33	118,51	114,73
		s	±37,34	±37,23	±26,84	±14,40	±38,15	±45,29	±33,25	±35,62
M03		\bar{x}	127,37	109,57	160,50	129,11	171,54	128,24	155,05	135,74
		s	±60,88	±36,51	±113,56	±50,63	±94,80	±46,68	±42,65	±27,02
M04		\bar{x}	203,48	177,68	219,39	217,52	236,03	214,10	275,85	236,63
		s	±55,60	±42,00	±55,98	±48,33	±71,66	±86,98	±99,42	±84,37



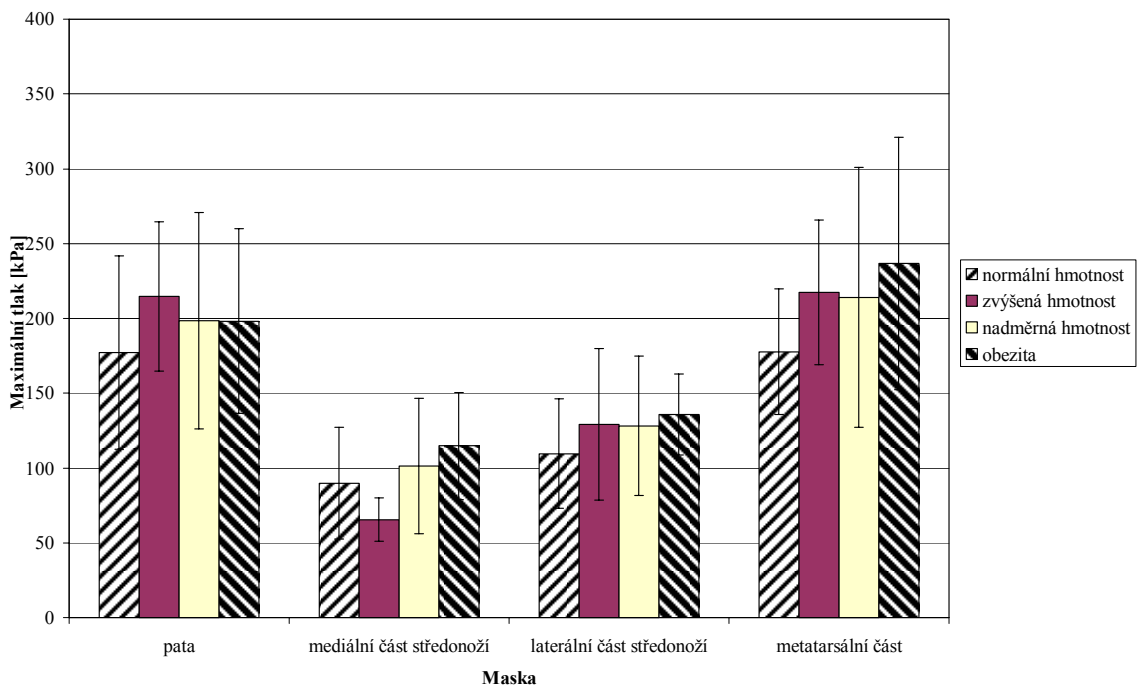
Obr. 40. Porovnání maximálních tlaků levé nohy u chlapců v jednotlivých maskách v hmotnostních kategoriích



Obr. 41. Porovnání maximálních tlaků pravé nohy u chlapců v jednotlivých maskách v hmotnostních kategoriích







Obr. 42. Porovnání maximálních tlaků levé nohy u dívek v jednotlivých maskách v hmotnostních kategoriích







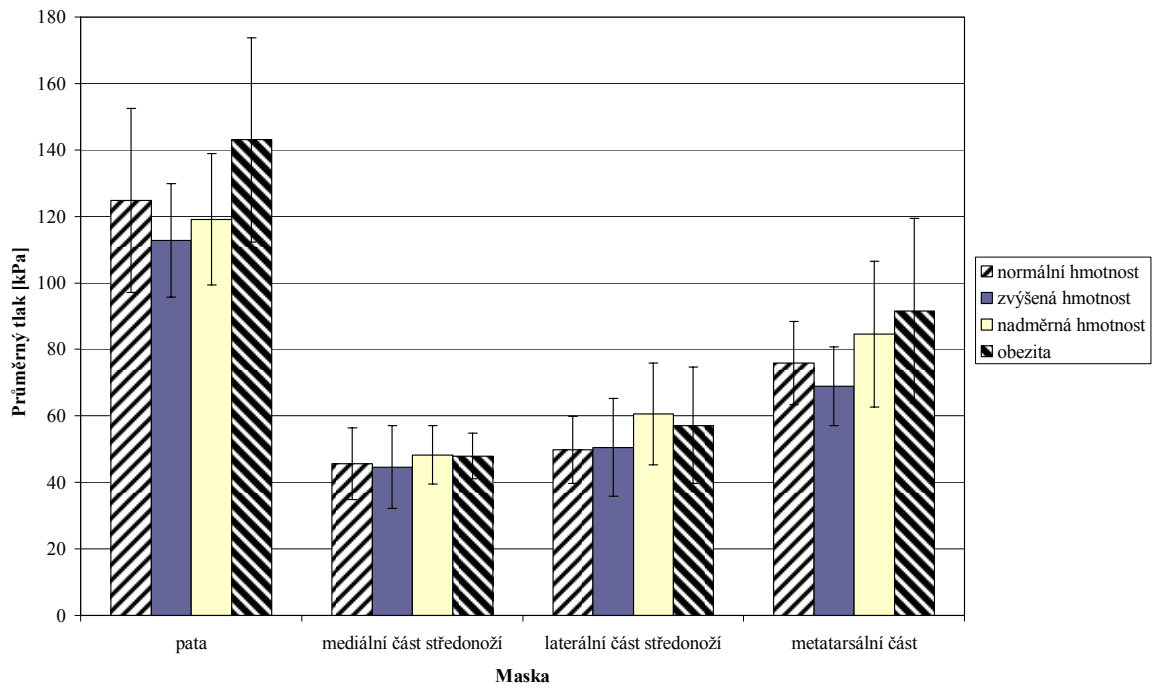
Obr. 43. Porovnání maximálních tlaků pravé nohy u dívek v jednotlivých maskách v hmotnostních kategoriích

Tab. XXIX. Průměrné hodnoty průměrných tlaků pravé a levé nohy u chlapců

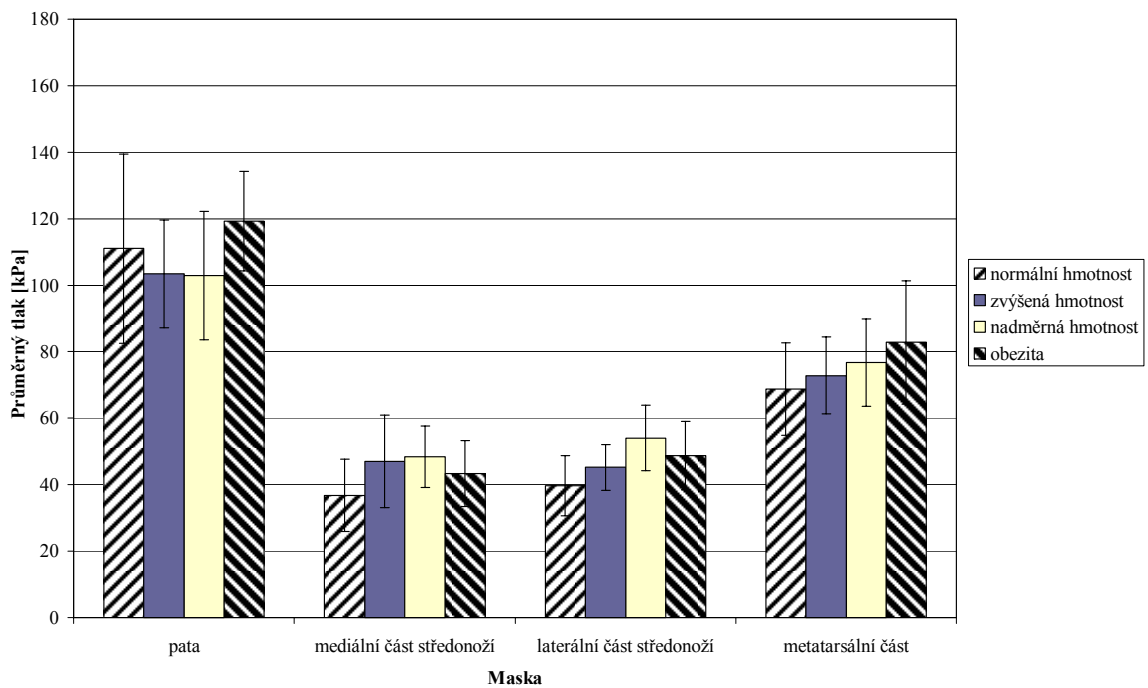
Hmotnostní kategorie			Průměrný tlak [kPa]							
			Normální hmotnost		Zvýšená hmotnost		Nadměrná hmotnost		Obezita	
			LN	PN	LN	PN	LN	PN	LN	PN
M01		\bar{x}	124,8	111	45,63	36,79	49,8	39,68	75,87	68,77
		s	±27,73	±28,49	±10,85	±10,87	±10,07	±9,08	±12,52	±13,99
M02		\bar{x}	112,73	103,42	44,6	47,05	50,55	45,24	68,96	72,84
		s	±17,07	±16,15	±12,48	±13,91	±14,76	±6,89	±11,79	±11,52
M03		\bar{x}	119,09	102,83	48,29	48,45	60,63	54,03	84,6	76,72
		s	±19,74	±19,33	±8,8	±9,21	±15,3	±9,85	±21,94	±13,16
M04		\bar{x}	143,05	119,24	47,95	43,31	57,17	48,69	91,64	82,8
		s	±30,77	±14,94	±6,86	±9,91	±17,52	±10,25	±27,81	±18,58

Tab. XXX. Průměrné hodnoty průměrných tlaků pravé a levé nohy u dívek

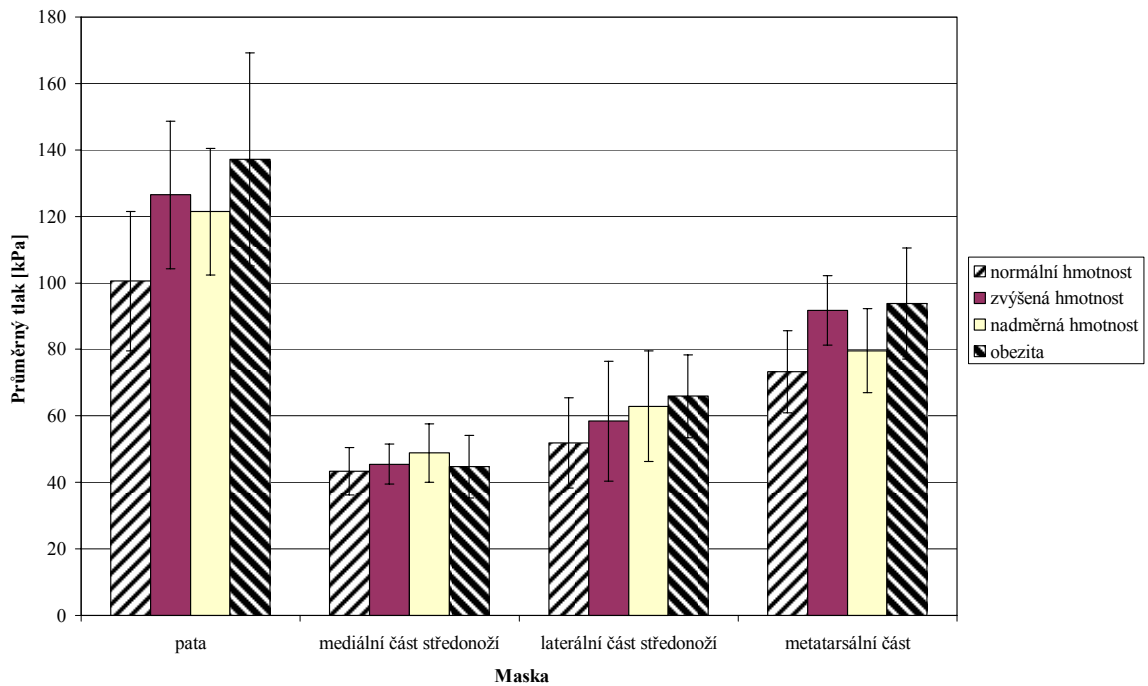
Hmotnostní kategorie			Průměrný tlak [kPa]							
			Normální hmotnost		Zvýšená hmotnost		Nadměrná hmotnost		Obezita	
			LN	PN	LN	PN	LN	PN	LN	PN
M01		\bar{x}	189,94	177,31	238,27	214,78	210,11	198,41	229,70	198,18
		s	±81,61	±64,65	±71,72	±49,89	±46,50	±72,35	±74,67	±61,67
M02		\bar{x}	96,00	89,94	90,90	65,50	123,23	101,33	118,51	114,73
		s	±37,34	±37,23	±26,84	±14,40	±38,15	±45,29	±33,25	±35,62
M03		\bar{x}	127,37	109,57	160,50	129,11	171,54	128,24	155,05	135,74
		s	±60,88	±36,51	±113,56	±50,63	±94,80	±46,68	±42,65	±27,02
M04		\bar{x}	203,48	177,68	219,39	217,52	236,03	214,10	275,85	236,63
		s	±55,60	±42,00	±55,98	±48,33	±71,66	±86,98	±99,42	±84,37



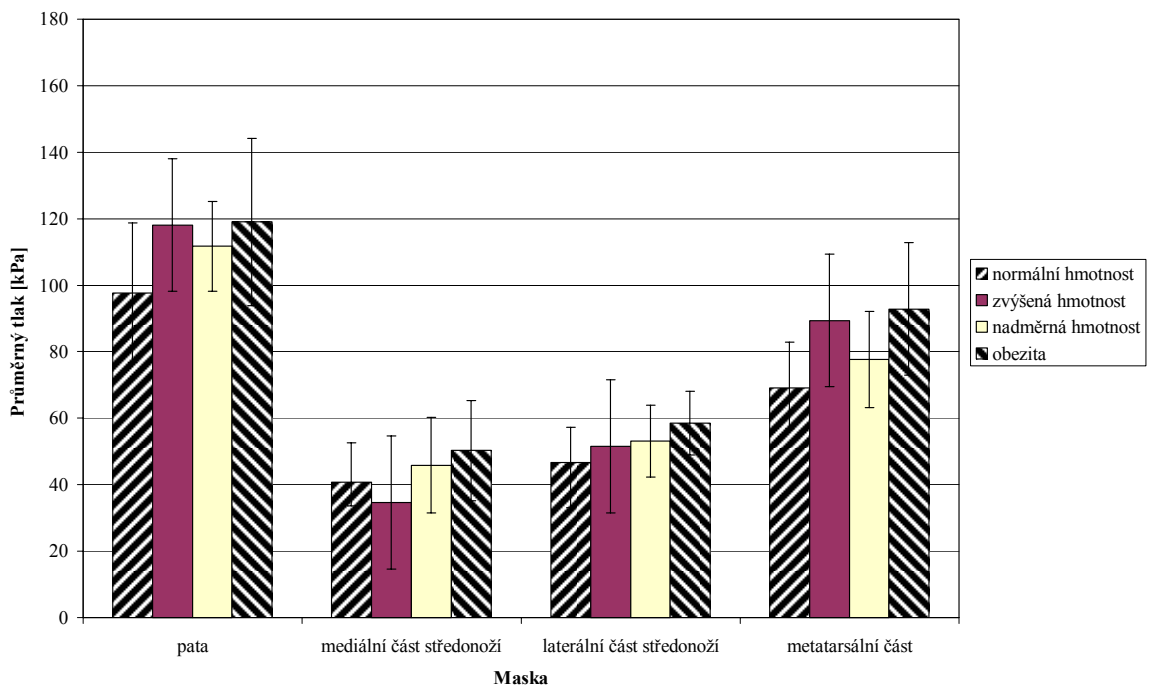
Obr. 44. Porovnání průměrných tlaků levé nohy u chlapců v jednotlivých maskách v hmotnostních kategoriích



Obr. 45. Porovnání průměrných tlaků pravé nohy u chlapců v jednotlivých maskách v hmotnostních kategoriích



Obr. 46. Porovnání průměrných tlaků levé nohy u dívek v jednotlivých maskách v hmotnostních kategoriích



Obr. 47. Porovnání průměrných tlaků pravé nohy u dívek v jednotlivých maskách v hmotnostních kategoriích

ZÁVĚR

Diplomová práce byla zaměřena na sledování vybraných antropometrických charakteristik a distribuci plantárních tlaků dětské obuté nohy. Průměrný věk probandů byl 9 let. Podle hodnoty indexu BMI byli probandi vybráni a zařazeni do čtyř hmotnostních kategorií, s normální hmotností, zvýšenou hmotností, nadměrnou hmotností a obezitou. Pomocí plantografu a obuvnického měřidla byly získány základní rozměry nohou a pomocí systému Pedar byly naměřeny plantární tlaky mezi nohou a stélkou v obuvi probandů.

Po vyhodnocení získaných obvodových rozměrů levé a pravé nohy probandů lze říci, že obvodové rozměry s rostoucí tělesnou hmotností se zvětšují.

Hodnocení klenutosti nohou bylo provedeno třemi metodami. Podle Clarkova úhlu se zejména v kategorii nadměrné hmotnosti a obézních vyskytovala noha plochá, zatímco u metody Chippaux-Šmirák měla převážná většina probandů všech hmotnostních kategorií nohu normálně klenutou. Z hodnocení plochosti podle Sztriter-Godunova je oproti druhým metodám hodnocení překvapivě velký výskyt nohy vysoké. Jednotlivé metody se liší jak škálou hodnocení jednotlivých typů klenutosti, tak i vlastní metodikou hodnocení, proto se výsledky jednotlivých způsobů hodnocení liší.

Při vyhodnocování nášlapných sil mezi nohou a stélkou obuvi pomocí systému Pedar byla zjištěna ve skupině chlapců i dívek nejvyšší průměrná hodnota plochy kontaktu v laterální části středonoží a v oblasti metatarsu. Při sledování průměrných hodnot maximálních sil byly zjištěny nejvyšší hodnoty v metatarsální části a v oblasti paty. Nejvyšší průměrné hodnoty maximálních tlaků byly zjištěny v oblasti paty a v oblasti metatarsu. Na rozdíl od průměrných hodnot maximálních tlaků ukázaly hodnoty průměrného tlaku že probandi ve všech hmotnostních kategoriích prezentují při chůzi správné odvalování nohy. U všech sledovaných proměnných byly zjištěny rostoucí hodnoty sledovaných veličin s rostoucí tělesnou hmotností probandů.

Dětská noha by neměla být při svém vývoji nijak omezována. Problematika zdravotně nezávadného obouvání dětí je velmi důležitá. Lze konstatovat, že vyšší tělesná hmotnost vede k vyšším hodnotám obvodových rozměrů nohou, tím i větší ploše kontaktu při chůzi a častějšímu výskytu ploché nohy. Taktéž má vyšší tělesná hmotnost vliv na maximální sílu a maximální tlaky na plosce nohy. Výsledky práce byly prezentovány na 15th European Congress on Obesity (ECO) v Budapešti v dubnu 2007 [34].

Na základě závěrů si myslím, že by se v budoucnu mohly řešit možné konstrukční úpravy obuvi pro dětskou obézní populaci. Kterým bych se ráda věnovala během doktorského studia na FT UTB.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] *Obezita*. [online]. 2005. Dostupný z WWW: <<http://www.obezita.cz/obezita/>>.
- [2] *Obezita – novodobá epidemie století*. [online]. 2006. Dostupný z WWW: <<http://merrylinka.cz/>>.
- [3] *Obesity and overweight*. [online]. 2006. Dostupný z WWW: <<http://www.who.int/en/>>.
- [4] *Nadváha a obezita*. [online]. Dostupný z WWW: <<https://www.zdravcentra.cz/cps/rde/xchg/zc/xsl/index.html>>.
- [5] *Nejčastější zdravotní komplikace obezity*. [online]. Dostupný z WWW: <<http://www.obezita.com/>>.
- [6] BURNIAT, W., COLE, T., LISSAU, I., POSKITT, E. *Child and adolescent obesity*. Cambridge: Cambridge University Press, 2002. ISBN 0 521 65237 5.
- [7] *Jak měřit obezitu*. [online]. Dostupný z WWW: <<http://www.lindalinie.cz/cps/rde/xchg/lindalinie/xsl/index.html>>.
- [8] ŠÁCHA, P. *BMI – index tělesné hmotnosti*. [online]. 2005. Dostupný z WWW: <<http://www.celostnimediceina.cz/bmi-index-telesne-hmotnosti.htm>>.
- [9] SVAČINA, Š., BRETŠNAJDROVÁ, A. *Cukrovka a obezita*. Praha: Nakladatelství odborné literatury MAXDORF, s.r.o., 2003. 252 s. ISBN 80-85912-58-9.
- [10] BLÁHA, P. *Percentilové grafy BMI a Rohrerova indexu*. Čs. Pediat., 49, 1994, No. 12, p. 716 – 728.
- [11] *Měření výšky a tělesné hmotnosti*. [online]. 2004 – 2005. Dostupný z WWW: <<http://www.nemrum.cz/zs/index.php?pid=texty&tab=olympiada&submenu=on&rok=2003&id=23>>.
- [12] SVAČINA, Š. *Obezita a nadváha – úvodní článek*. 2007. [online]. Dostupný z WWW: <http://sz.ordinace.cz/lekce_uvod.php?lekce=3>.
- [13] VACKOVÁ, R. *Metabolický syndrom a režimová terapie u seniorů. Diplomová práce*. Univerzita Karlova, Praha. 1997. [online]. Dostupný z WWW: <<http://kt1.lf2.cuni.cz/text/diplomky/vackova/>>.

- [14] ANDĚL, M. *Diabetes mellitus a další poruchy metabolismu*. 1. vydání. Praha: nakladatelství Galén, 2001. 210 s. ISBN 80-7262-047-9.
- [15] KUNEŠOVÁ, M. *Nadváha a obezita – zdravotní problem nejen u dospělých*. [online]. 2006. Dostupný z WWW: <<http://www.szu.cz/czpz/aktual/prijmi/vy skyt%20nadvahy%20a%20obezity%20u%20deti.doc>>.
- [16] KOVÁŘOVÁ, M., VIGNEROVÁ, J., BLÁHA, P., OŠANCOVÁ K. Bodily Characteristics and Lifestyle of Czech Children Aged 7.00 to 10.99 Years, Incidence of Childhood Obesity. *Central European Journal of Public Health, No. 4/2002*. [online]. Dostupný z WWW: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&list_uids=12528392&dopt=Abstract>.
- [17] LEBL, J. *Diferenciální diagnóza dětské obezity*. [online]. Dostupný z WWW: <<http://mail.tigis.cz/dmev/dmev202/05.htm>>.
- [18] CSÉMY, L. a kol. *Životní styl a zdraví českých školáků*. 1. vydání. Praha: Psychiatrické centrum, 2005. 140 s. ISBN 80-85121-94-8.
- [19] BLÁHA, P., VIGNEROVÁ, J. *Percentilový graf BMI*. Praha: Přírodovědecká fakulta UK, Katedra antropologie, 1998. Grant IGA MZ ČR 3979-3, 4033-3.
- [20] Dětská ozdravovna Radostín – dětská obezita. [online]. 2006. Dostupný z WWW: <<http://www.ozdravovnaradostin.cz/nabizi.php>>.
- [21] DUB, O., Brožek, I. *Cukrovka od A do Z*. 3. vydání. Praha: Zdravotnické nakladatelství Avicenum. 1983. 292 s. ISBN 80-030-83.
- [22] RIEGEROVÁ, J., ŽERAVOVÁ, M., PEŠTUKOVÁ, M. Rozbor morfologie nohy u chlapců a dívek ve věku infant 2 a juvenis. *Česká antropologie 53, Olomouc 2003*. s. 67. – 70.
- [23] KUBÁTOVÁ, J., LEONIDIS, P., NOVÁKOVÁ, P. *Plochá noha a pohyb*. Praha: Univerzita Karlova, 2003, s. 68. ISBN 80-903285-1-2.
- [24] KABÁT, R. *Péče o nohy*. 1. vydání. Praha: Zdravotnické nakladatelství Avicenum, 1985, 124 s. ISBN 08-092-85.
- [25] DUNGL, P. *Ortopedie a traumatologie nohy*. Praha: Zdravotnické nakladatelství Avicenum, 1989. Ed. 89 4082

- [26] *Systems Pedar*. [online]. Dostupný z WWW: <<http://pedar.de/productinfo/systems-pedar.htm>>.
- [27] ROSENBAUM, D., BECKER, H.-P. Plantar pressure distribution measurements. Technical background and clinical applications. *International Journal of Obesity*, November 2004, Volume 28, Number 11, Pages 1514 – 1519. [online]. Dostupný z WWW: <<http://www.blackwell-synergy.com/doi/abs/10.1046/j.1460-9584.1997.00043.x?cookieSet=1&journalCode=fas>>.
- [28] DOWLING, A. M., STEELE, J. R., BAUR, L. A. *What are the effects of obesity of children on plantar pressure distributions?* [online]. Dostupný z WWW: <<http://www.nature.com/ijo/journal/v28/n11/abs/0802729a.html>>.
- [29] *Dětská obezita: Dá se jí předejít?* [online]. 2006. Dostupný z WWW: <<http://www.mladazena.cz/scripts/detail.php?id=276069>>.
- [30] ZACHOVÁ, B. Vliv obezity na strukturu nohy u chlapců mladšího školního věku. *Diplomová práce*. Univerzita Tomáše Bati, Zlín, 2003.
- [31] KOSTELNÍKOVÁ, L. Problematika změn distribuce tlaku nohy na stélku obuvi skupiny obézních dětí. *Disertační práce*. Univerzita Tomáše Bati, Zlín, 2006.
- [32] ŽIDLÍK, A. *Navrhování výrobků, konstrukce obuvi a galanterie*. Skriptum. VUT Brno. Fakulta technologická. Brno, 1988.
- [33] KOPECKÝ, M., HŘIVNOVÁ, M. Hodnocení klenby nohy pomocí různých plantografických metod u dívek ve věku 7-19 let. *Česká antropologie 53, Olomouc 2003*. s. 47. – 51.
- [34] PAVLAČKOVÁ, J. a kol. Study of plantar pressure distribution on the feet of obese school-age children. *International Journal of Obesity*, May 2007, vol. 31, s. S115.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

BI	Brocův indexu
BMI	Body Mass Index
DM	diabetes mellitus (cukrovka)
IR	Rohrerův index
Ky	index plochosti podle Striter-Godunova
LN	levá noha
OPK	obvod prstních kloubů
P	percentil
PN	pravá noha
VLCD	nízkokalorická dieta (very-low-calorie-diets)
WHO	Světová zdravotnická organizace (World Health Organization)
WHR	poměr pas/boky (whist-to-hip ratio)

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1. Rozložení tuku v těle a) androidní typ obezity b) gynoidní typ obezity	16
Obr. 2. Klenutost nohy a) normální noha b) plochá noha	23
Obr. 3. Příklad reprezentace tlaků na plantu nohy vytvořenou pomocí Pedar software	25
Obr. 4. Potravinová pyramida.....	26
Obr. 5. Zhotovení obrysu a otisku	31
Obr. 6. Hodnocení plantogramu	32
Obr. 7. Hodnocení dle Chippaux-Šmiřáka.....	34
Obr. 8. Hodnocení dle Striter – Godunov.....	35
Obr. 9. Hodnocení klenutosti dle Clarkova úhlu	36
Obr. 10. Pedar® [26]	38
Obr. 11. Tvorba masek	39
Obr. 12. Závislost obvodu prstních kloubů na tělesné hmotnosti u chlapců	63
Obr. 13. Závislost obvodu prstních kloubů na tělesné hmotnosti u dívek.....	63
Obr. 14. Závislost obvodu nártu na tělesné hmotnosti u chlapců.....	64
Obr. 15. Závislost obvodu nártu na tělesné hmotnosti u dívek	64
Obr. 16. Závislost obvodu paty na tělesné hmotnosti u chlapců	65
Obr. 17. Závislost obvodu paty na tělesné hmotnosti u dívek.....	65
Obr. 18. Histogram metody Chippaux-Šmiřák levé nohy u chlapců.....	66
Obr. 19. Histogram metody Chippaux-Šmiřák pravé nohy u chlapců.....	67
Obr. 20. Histogram metody Chippaux-Šmiřák levé nohy u dívek	67
Obr. 21. Histogram metody Chippaux-Šmiřák pravé nohy u dívek	68
Obr. 22. Histogram Clarkova úhlu levé nohy u chlapců	69
Obr. 23. Histogram Clarkova úhlu pravé nohy u chlapců	69
Obr. 24. Histogram Clarkova úhlu levé nohy u dívek	70
Obr. 25. Histogram Clarkova úhlu pravé nohy u dívek.....	70
Obr. 26. Histogram indexu Ky levé nohy u chlapců	71
Obr. 27. Histogram indexu Ky pravé nohy u chlapců	72
Obr. 28. Histogram indexu Ky levé nohy u dívek	72
Obr. 29. Histogram indexu Ky pravé nohy u dívek.....	73
Obr. 30. Porovnání plochy kontaktu, maximální síly a maximálního tlaku v hmotnostních kategoriích u pravé a levé nohy u chlapců	76

Obr. 31. Porovnání plochy kontaktu, maximální síly a maximálního tlaku v hmotnostních kategoriích u pravé a levé nohy u dívek.....	76
Obr. 32. Porovnání plochy kontaktu levé nohy u chlapců v jednotlivých maskách v hmotnostních kategoriích	79
Obr. 33. Porovnání plochy kontaktu pravé nohy u chlapců v jednotlivých maskách v hmotnostních kategoriích	79
Obr. 34. Porovnání plochy kontaktu levé nohy u dívek v jednotlivých maskách v hmotnostních kategoriích	80
Obr. 35. Porovnání plochy kontaktu pravé nohy u dívek v jednotlivých maskách v hmotnostních kategoriích	80
Obr. 36. Porovnání maximální síly levé nohy u chlapců v jednotlivých maskách v hmotnostních kategoriích	82
Obr. 37. Porovnání maximální síly pravé nohy u chlapců v jednotlivých maskách v hmotnostních kategoriích	82
Obr. 38. Porovnání maximální síly levé nohy u dívek v jednotlivých maskách v hmotnostních kategoriích	83
Obr. 39. Porovnání maximální síly pravé nohy u dívek v jednotlivých maskách v hmotnostních kategoriích	83
Obr. 40. Porovnání maximálních tlaků levé nohy u chlapců v jednotlivých maskách v hmotnostních kategoriích	85
Obr. 41. Porovnání maximálních tlaků pravé nohy u chlapců v jednotlivých maskách v hmotnostních kategoriích	85
Obr. 42. Porovnání maximálních tlaků levé nohy u dívek v jednotlivých maskách v hmotnostních kategoriích	86
Obr. 43. Porovnání maximálních tlaků pravé nohy u dívek v jednotlivých maskách v hmotnostních kategoriích	86
Obr. 44. Porovnání průměrných tlaků levé nohy u chlapců v jednotlivých maskách v hmotnostních kategoriích	88
Obr. 45. Porovnání průměrných tlaků pravé nohy u chlapců v jednotlivých maskách v hmotnostních kategoriích	88
Obr. 46. Porovnání průměrných tlaků levé nohy u dívek v jednotlivých maskách v hmotnostních kategoriích	89

Obr. 47. Porovnání průměrných tlaků pravé nohy u dívek v jednotlivých maskách
v hmotnostních kategoriích 89

SEZNAM TABULEK

Tab. I. Klasifikace tělesné hmotnosti dle BMI	14
Tab. II. Riziko vzniku metabolických a oběhových komplikací spojených s obezitou (podle WHO, 1997)	16
Tab. III. Rozdělení hmotnostních kategorií	30
Tab. IV. Klasifikace nohy podle indexu plochosti nohy I [%]	35
Tab. V. Klasifikace dětské nohy podle indexu K_y	36
Tab. VI. Klasifikace nohy podle Clarkova úhlu	37
Tab. VII. a) Pracovní názvy a jednotky sledovaných proměnných	40
Tab. VII. b) Pracovní názvy a jednotky sledovaných proměnných	41
Tab. VII. c) Pracovní názvy a jednotky sledovaných proměnných	42
Tab. VIII. a) Popisná statistika naměřených veličin chlapců u normální hmotnosti	44
Tab. VIII. b) Popisná statistika naměřených veličin chlapců u normální hmotnosti	45
Tab. IX. a) Popisná statistika naměřených veličin chlapců u zvýšené hmotnosti	46
Tab. IX. b) Popisná statistika naměřených veličin chlapců u zvýšené hmotnosti	47
Tab. X. a) Popisná statistika naměřených veličin chlapců u nadměrné hmotnosti	48
Tab. X. b) Popisná statistika naměřených veličin chlapců u nadměrné hmotnosti	49
Tab. XI. a) Popisná statistika naměřených veličin chlapců u obezity	50
Tab. XI. b) Popisná statistika naměřených veličin chlapců u obezity	51
Tab. XII. a) Popisná statistika naměřených veličin dívek u normální hmotnosti	52
Tab. XII. b) Popisná statistika naměřených veličin dívek u normální hmotnosti	53
Tab. XIII. a) Popisná statistika naměřených veličin dívek u zvýšené hmotnosti	54
Tab. XIII. b) Popisná statistika naměřených veličin dívek u zvýšené hmotnosti	55
Tab. XIV. a) Popisná statistika naměřených veličin dívek u nadměrné hmotnosti	56
Tab. XIV. b) Popisná statistika naměřených veličin dívek u nadměrné hmotnosti	57
Tab. XV. a) Popisná statistika naměřených veličin dívek u obezity	58
Tab. XV. b) Popisná statistika naměřených veličin dívek u obezity	59
Tab. XVI. Vybrané charakteristiky probandů	60
Tab. XVII. Sledované obvodové míry u pravé nohy chlapců	61
Tab. XVIII. Sledované obvodové míry u levé nohy chlapců	61
Tab. XIX. Sledované obvodové míry u pravé nohy dívek	62
Tab. XX. Sledované obvodové míry u levé nohy dívek	62

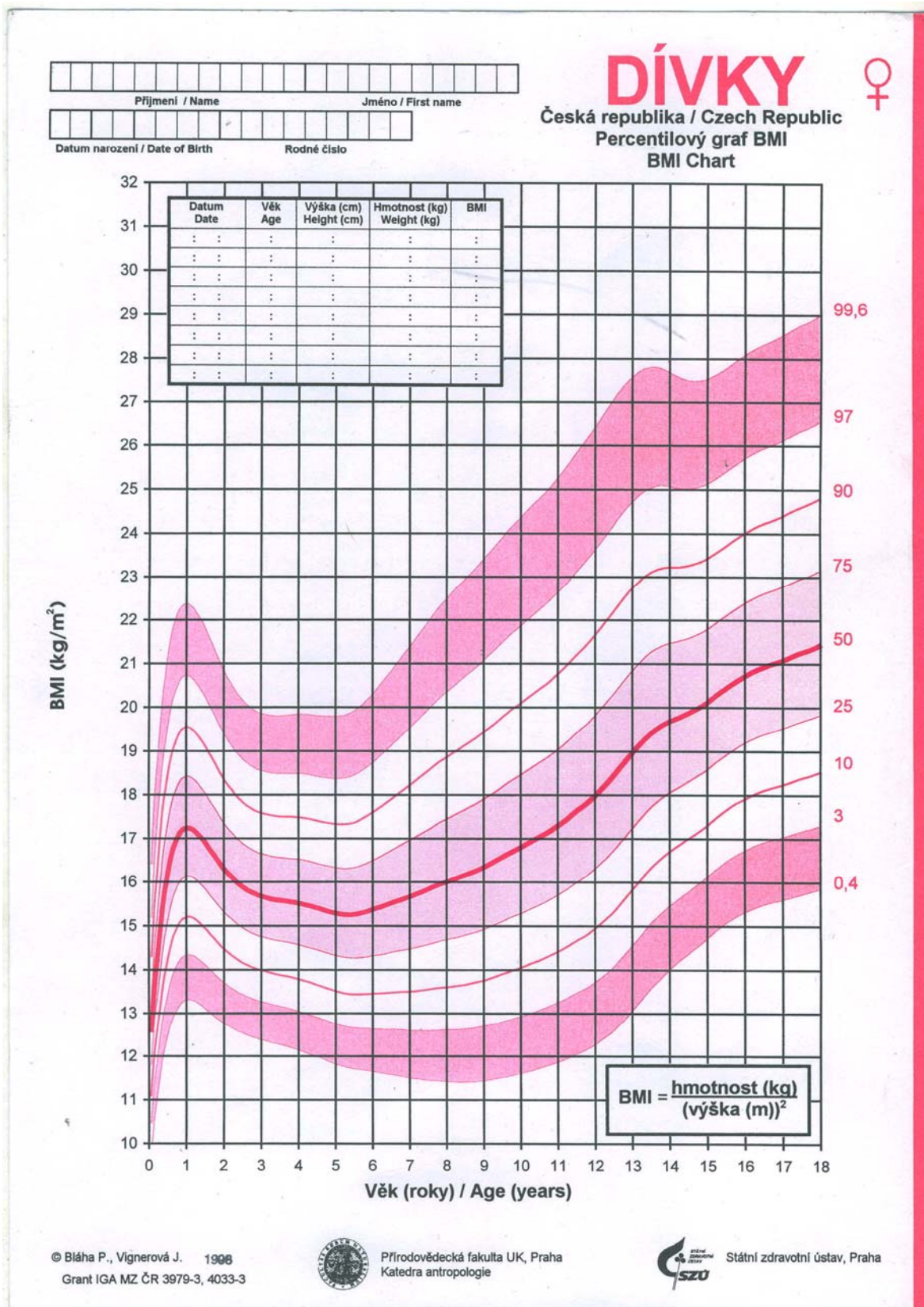
Tab. XXI. Porovnání základních charakteristik nášlapných sil mezi jednotlivými hmotnostními skupinami u chlapců.....	75
Tab. XXII. Porovnání základních charakteristik nášlapných sil mezi jednotlivými hmotnostními skupinami u dívek	75
Tab. XXIII. Průměrné hodnoty plochy kontaktu pravé a levé nohy u chlapců	78
Tab. XXIV. Průměrné hodnoty plochy kontaktu pravé a levé nohy u dívek	78
Tab. XXV. Průměrné hodnoty maximální síly pravé a levé nohy u chlapců	81
Tab. XXVI. Průměrné hodnoty maximální síly pravé a levé nohy u dívek	81
Tab. XXVII. Průměrné hodnoty maximálních tlaků pravé a levé nohy u chlapců.....	84
Tab. XXVIII. Průměrné hodnoty maximálních tlaků pravé a levé nohy u dívek.....	84
Tab. XXIX. Průměrné hodnoty průměrných tlaků pravé a levé nohy u chlapců	87
Tab. XXX. Průměrné hodnoty průměrných tlaků pravé a levé nohy u dívek	87

SEZNAM PŘÍLOH

PŘÍLOHA P I: : Percentilový graf BMI – dívky

PŘÍLOHA P II: : Percentilový graf BMI – chlapci

PŘÍLOHA P I: PERCENTILOVÝ GRAF BMI – DÍVKY



PŘÍLOHA P II: PERCENTILOVÝ GRAF BMI - DÍVKY

Příjmení / Name										Jméno / First name									
Datum narození / Date of Birth										Rodné číslo									

CHLAPCI ♂
 Česká republika / Czech Republic
 Percentilový graf BMI
 BMI Chart

