

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH STUDIÍ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2022

Veronika Hálová

FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH STUDIÍ

Studijní program: Fyzioterapie B0915P360008

VERONIKA HÁLOVÁ

**SLEDOVÁNÍ VZTAHŮ TIBIOFEMORÁLNÍHO ÚHLU
A PLOCHONOŽÍ U DĚTÍ PŘEDŠKOLNÍHO A MLADŠÍHO
ŠKOLNÍHO VĚKU**

Bakalářská práce

Vedoucí práce: prof. MUDr. Ivo Mařík, CSc.

PLZEŇ 2022

Čestné prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně a všechny použité prameny jsem uvedla v seznamu použitých zdrojů.

V Plzni dne 25. 3. 2022

.....

vlastnoruční podpis

Poděkování:

Děkuji panu prof. MUDr. Ivu Maříkovi, CSc. za odborné vedení, jeho čas a trpělivost. Dále bych ráda poděkovala Ing. Patrice Marek Ph.D. za spolupráci při zpracování dat.

ABSTRAKT

Příjmení a jméno: Hálová Veronika

Katedra: Katedra rehabilitačních oborů

Název práce: Sledování vztahů tibiofemorálního úhlu a plochonoží u dětí předškolního a mladšího školního věku

Vedoucí práce: prof. MUDr. Ivo Mařík, CSc.

Počet stran – číslované: 64

Počet stran – nečíslované: 34

Počet příloh: 17

Počet titulů použité literatury: 41

Klíčová slova: tibiofemorální úhel, kolenní kloub, klenba nožní, podogram, plochá noha

Vlastní text: Práce měří a srovnává hodnoty tibiofemorálního úhlu a plochonoží u dětí ve věku 4–13 let. Otisky nohou byly vytvářeny pomocí podografu a následně vyhodnoceny metodou Chippaux-Šmiřáka. TF úhel byl odečítán z pořízených fotografií a hodnocen v programu SCODIAC. Také jsem měřila základní antropometrické údaje u všech respondentů. Do mého souboru probandů bylo zařazeno 117 zdravých dětí–80 lakrosových hráčů, 25 atletů a 12 jezdců na koni. Sběr dat byl proveden vždy se souhlasem vedení klubu, a především také se souhlasem rodičů každého dítěte, od června 2021 do září roku 2021 ve sportovních oddílech v Praze na Radotíně a dále v Kladrubech u Stříbra, kde jsem měřila atlety ve sportovním klubu Stříbro a jezdce z jezdeckého klubu Pony farm Kladruby.

ABSTRACT

Surname and name: Hálová Veronika

Department: Department of Physiotherapy and Occupational Therapy

Title of thesis: Monitoring the relationship between tibiofemoral angle and flatfoot in preschool and younger school-age children

Consultant: Professor Ivo Marik, MD, Ph.D.

Number of pages – numbered: 64

Number of pages – unnumbered: 34

Number of appendices: 17

Number of literature items used: 41

Key words: tibiofemoral angle, knee joint, arch of the foot

Summary: The work measures and compares the values of the tibiofemoral angle and flat feet in children aged 4–13 years. The footprints were created using a podograph and subsequently evaluated by the method of Chippaux-Šmiřák. The TF angle was subtracted from the photographs taken and evaluated in the SCODIAC program. I also measured basic anthropometric data for all respondents. My group of probands included 117 healthy children – 80 lacrosse players, 25 athletes and 12 horse riders. The data collection was always carried out with the consent of the club management and especially with the consent of the parents of each child from June 2021 to September 2021 in sports clubs in Prague Radotín and then in Kladruby u Stříbra, where I measured athletes in sports club Stříbro and riders from riding club pony farm Kladruby.

OBSAH

SEZNAM ZKRATEK.....	11
SEZNAM TABULEK.....	12
SEZNAM OBRÁZKŮ	13
ÚVOD.....	14
TEORETICKÁ ČÁST.....	16
1 DOLNÍ KONČETINY NOVOROZENCE.....	16
1.1 Auxologie	17
1.2 Funkční adaptace kostí.....	17
1.3 Vývoj kolenního kloubu	19
1.3.1 Dětský kolenní kloub.....	19
1.3.2 Kinetika dětského kolenního kloubu	19
2 KOLENNÍ KLOUB, TIBIOFEMORÁLNÍ ÚHEL.....	21
2.1 Anatomie kolenního kloubu	21
2.1.1 Biomechanika a pohyby kolenního kloubu	23
2.1.2 Poruchy os dolních končetin	24
2.2 Tibiofemorální úhel a jeho význam	25
2.2.1 Tibiofemorální úhel u dětí a jeho vývoj	26
2.2.2 Faktory ovlivňující tibiofemorální úhel.....	27
2.2.3 Metody měření tibiofemorálního úhlu.....	28
3 NOHA	30
3.1 Význam nohy pro člověka.....	30
3.1.1 Kostra nohy	30
3.1.2 Klouby a pohyby akra dolní končetiny	31
3.1.3 Klenba nožní a její rozdělení.....	32
3.1.4 Plošné rozložení hmotnosti nohy.....	32
3.1.5 Patologické zatížení struktur nohy	33

3.1.6	Faktory ovlivňující klenbu nohy	33
3.1.7	Vývoj klenby	34
3.1.8	Dětská plochá noha.....	34
3.1.9	Měření a diagnostika klenby nožní.....	35
4	VÝVOJ PODLE VĚKU	37
4.1	Rozdělení podle věku.....	37
4.1.1	Předškolní věk (4–7 let).....	37
4.1.2	Mladší školní věk (7–13 let).....	38
5	PRAKTICKÁ ČÁST	39
5.1	Cíl a úkoly práce	39
5.2	Hypotézy	40
5.3	Charakteristika sledovaného souboru.....	41
5.4	Metodika práce.....	41
5.4.1	Metody měření.....	41
5.4.2	Postup měření	42
5.4.3	Antropometrie.....	43
5.4.4	Měření tibiofemorálního úhlu z fotografie	44
5.4.5	Podogramy.....	47
5.4.6	Metoda Chippaux-Šmiráka.....	48
5.4.7	Statistické zpracování dat	49
5.4.8	Charakteristiky základních statistik.....	50
5.5	Výsledky.....	51
5.6	Hypotéza 1.....	55
5.7	Hypotéza 2.....	55
5.8	Hypotéza 3.....	58
5.9	Hypotéza 4.....	59
5.9.1	TF úhel dle pohlaví a věkové kategorie	59

5.9.2	TF úhel dle pohlaví.....	61
5.9.3	TF úhel dle věkové kategorie a pohlaví	62
5.10	Hypotéza 5.....	64
5.10.1	Chippaux-Šmiřákův index dle pohlaví a věkové kategorie.....	65
5.10.2	Chippaux-Šmiřákův index dle pohlaví.....	67
5.10.3	Chippaux-Šmiřákův index dle věkové kategorie a pohlaví.....	69
6	DISKUZE	72
	ZÁVĚR	76
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	78
	SEZNAM PŘÍLOH	82
	PŘÍLOHY.....	83

SEZNAM ZKRATEK

atd. – a tak dále

cm – centimetr

DK – dolní končetina

DKK – dolní končetiny

H – hypotéza

Ch-Š – Chippaux-Šmírák (index)

ICD – interkondylární distance

IM – intermaleolární distance

KOK – kolenní kloub

lig. – ligamenta

max. – maximální

min. – minimální

m. – musculus

mm. – musculi

RTG – rentgen

SD – směrodatná odchylka, míra variability nebo rozptylu souboru hodnot

SDS – SD-skóre, standardizované skóre

st. – stupně

TF – tibiofemorální úhel

tzv. – takzvaný

x – aritmetický průměr

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Chippaux-Šmiřákův index	56
Tabulka 2: Ch-Š skóre – pravá strana	56
Tabulka 3: TF úhly	58
Tabulka 4: TF skóre	59
Tabulka 5: Charakteristiky hodnot TF úhlu	60
Tabulka 6: Charakteristiky hodnot TF úhlu	61
Tabulka 7: Charakteristiky hodnot TF úhlu	62
Tabulka 8: Charakteristiky hodnot Chippaux-Šmiřákova indexu	65
Tabulka 9: Charakteristiky hodnot Chippaux-Šmiřákova indexu	67
Tabulka 10: Charakteristiky hodnot Chippaux-Šmiřákova indexu	69

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: TF úhel	46
Obrázek 2: TF úhel – SCODIAC.....	47
Obrázek 3: Chipaux-Šmiřák.....	48
Obrázek 4: Vzorec SD skóre.....	50
Obrázek 5: Charakteristika souboru.....	52
Obrázek 6: Spearmanova korelace.....	55
Obrázek 9: TF úhel – levá.....	63
Obrázek 10: TF úhel – pravá.....	64
Obrázek 11: Ch-Š index – levá	70
Obrázek 12: Ch-Š index – pravá.....	71

ÚVOD

V bakalářské práci se zabýváme sledováním vztahu tibiofemorálního (TF) úhlu a plochonoží, tedy TF úhlu a fyziologického či patologického zatížení plosky nohy hmotností pacienta ve stoje – tj. rozložení tlakových napětí pod ploskou nohy, které hodnotíme podografem. Hlavním cílem je snaha o zmapování vývoje TF úhlu u dětí ve věku 4–6 let a 7–13 let a snaha přispět k získání referenčních hodnot TF úhlu v těchto věkových skupinách. Výsledky výzkumu mohou být využity při klinickém hodnocení fyziologického a patologického vývoje dolních končetin dětí (Mařík, 2010).

Hlavní rovinou, na které jsou založené hodnoty v rámci úhlů, je rovina frontální. Zhodnocení os dolních končetin a růstového vývoje u dítěte patří do praxe pediatrické ortopedie a klinické antropologie. Úhly na dolních končetinách jsou nepostradatelnými činiteli pro stanovení celkových parametrů pro fyziologii nebo naopak patologii, tedy deformit na dolních končetinách (Petrášová, Zemková, Mařík, 2012; Dungl, 2004).

Prvním z úhlů je tibiofemorální úhel, který má střed přímo v kolenním kloubu a druhým, neméně podstatným je úhel paty, který stanovujeme přesně ve středu vnitřního a vnějšího kotníku. Hlavním bodem pro stavbu dalších vyšších pater správný základ, a tím je pro člověka jako bytost chodící bipedální lokomocí právě noha a její správné nastavení při veškerých vlivech na povrchu. Podélné osy tibie, femuru a calcanea, tedy kosti holenní, stehenní a patní, jsou součástí roviny frontální (Dylevský, 2009).

Existuje široká škála deformit neboli patologických změn, které postihují osy dolních končetin u dětských pacientů. Zda se jedná o fyziologický stav nebo o odchylky od normy v daném věku je třeba nechat na specialistech. Kolenní aparát prochází fyziologickými změnami jako všechny části lidského těla, tato fyziologie vede k osovým změnám na dolních končetinách. I z fyziologického vývoje se postupem času mohou rozvinout úhlové deformity, které se promítnou v některých případech jako patologie na epifýze, fýze nebo metafýze, z čehož následně plynou opět druhotné obtíže, jako je bolestivé koleno, degenerativní artritida a nestabilita kolenního aparátu. Avšak je třeba brát v potaz, že lidské tělo se dokáže i s výraznými změnami vypořádat na základě svých schopností vývoje bez jakýchkoliv zásahů v podobě chirurgických operací nebo jiných korekcí. I přes to, že je problematika TF úhlu hojně řešena, dochází v tomto směru ke stálým chybám a omylům v samotném testování, či diagnostice (Morvová, 2018; Salenius a Vankka, 1975).

S určitostí můžeme napsat, že se osa dolní končetiny (DK) charakteristicky vyvíjí do 6-7 let věku. V kojeneckém a batolecím věku je varózní postavení DK zcela přirozený jev.

Varózní kolena jsou fyziologická do 18 měsíců a je zřetelnější ohnutí ve spodní třetině tibie. S růstem se varózní postavení kolen mění ve valgózní, které bývá nejvýraznější u dětí ve 3 letech věku. Dalším růstem se tibiofemorální úhel spontánně koriguje na fyziologický TF úhel, který v 6-7 letech bývá okolo 6 stupňů (Salenius a Vankka, 1975) s rozptylem 3-8 stupňů (Čulík a Mařík, 2002) a s dalším růstem se již výrazněji nemění. Hraniční věk pro spontánní vyrovnání osy dolních končetin ve většině publikací autoři uvádí okolo 6 až 7 let (Salenius a Vankka, 1975). V pozdějším věku jsou osová deformity dolních končetin přidružené k jinému druhu onemocnění. Ať už se jedná o odchylky vrozené nebo získané, klouby v těchto případech dostávají neadekvátní zátěž a dochází tak ke snadnému přetěžování, které nese za následky funkční, později však i strukturální změny nejen přímo v oblasti kolenního kloubu, ale v celém tělesném schématu. Při osových deformitách je těžce postižena biomechanika kolenního aparátu (Larsen et al., 2008). Častým postižením bývá osteoartróza (Tnnavský, 2006). Diagnóza ploché nohy prakticky vždy souvisí s valgózním postavením paty a noha vysoká má souvislost naopak s varózním postavením (Larsen et al., 2008).

Pro určování správné diagnostiky je základním určovacím parametrem stanovení TF úhlu, který lze nejnadhěji zjistit z rentgenových snímků, ale jsou i cesty pro získání tohoto úhlu bez ozařování – za pomoci ručního goniometru u ležícího nebo stojícího dítěte, kdy ale u této metody musíme počítat se zatížením signifikantní chybou. Pro zkvalitnění neinvazivního měření byla autory vymyšlena metoda na základě zkušeností s léčením vad a deformit na DK, která se stala velice významnou a přesnou metodou pro stanovení TF úhlu bez RTG záření. Měření této metody je založeno na předem definovaných svislých a vodorovných vzdálenostech, které byly naměřeny danými pomůckami na stojícím dítěti a dosazeny do matematických vzorců, ze kterých byly následně sestaveny nomogramy pro určování TF úhlu (Čulík, Mařík, 2002).

TEORETICKÁ ČÁST

1 DOLNÍ KONČETINY NOVOROZENCE

Pro novorozence je zřejmá tělesná proporcionalita, kdy je vůči zbylým částem těla výrazněji větší hlava, trup je oproti končetinám delší a končetiny jsou kratší. V období prvních 3–6 měsíců roste trup a končetiny podobně rychle, následně dochází ke zvýšení rychlosti růstu končetin, ale proporcionalita trupu a končetin se stále značně liší od dospělosti (Zemková, Mařík, Hudáková, 2017).

U novorozence dolní končetina tvoří necelých 38 % hmotnosti těla, avšak u dospělého jedince tvoří dolní končetina až 54 % váhy člověka. V celkovém vývoji postnatálním prochází dolní končetina značnými růstovými změnami, a to jak proporčními, tak i tvarovými. Tvar končetin novorozence je dán především rozložením tukových polštářů, které jsou nejvíce výrazné v hýžděové oblasti a na vnitřní straně stehén. Velký význam má i změna prostorové orientace končetiny. V prvních fázích vývoje má DK hlavně senzorickou a úchopovou funkci. Distální část končetiny je do jednoho roku nejrychleji rostoucí částí těla. Narozené dítě má vždy delší stehenní kost než kost bérceovou, ale tento rozdíl se vyrovnává právě již do prvního roka života, kdy se tak koleno dostává do středu dolní končetiny. Dolní končetiny (DKK) u novorozence mají dané postavení, kdy jsou kyčelní klouby v abdukci, flexi a zevní rotaci. Kolenní klouby mají postavení flektované, a naopak nohy jsou v extenzi a supinaci, která přetrvává do té doby, než se dítě začne stavět, tj. období mezi 9. až 12. měsícem (Dylevský, 2017).

Noha má vysoké postavení a má viditelné ohraničení dvěma kožními rýhami. Mediální strana nohy je vyplněna tukovým polštářem a při dosahování vzpřímeného stoje se noha automaticky dává do supinační polohy neboli její hlavní opora se nachází na zevní straně. Novorozenec stojí rozkročený a o povrch se opírá celou ploskou nohy (Dylevský, 2017).

Typickým postavením dětí do tří let je u dolních končetin postavení tzv. varózní. U starších dětí se osy dolních končetin buď srovnají, nebo také může nastat postavení pro tento věk rovněž fyziologické, a to postavení valgózní. Celkový vývoj a růst dolní končetiny a jejich segmentů má velký vliv pro rozvoj budoucí lokomoční schopnosti samotného jedince, a tím tedy na jeho kvalitu života jako takového (Dylevský, 2017; Baruah et al., 2017).

1.1 Auxologie

Základní vlastností pro všechny existující živé organismy je růst, který je geneticky naprogramován, ale také přizpůsoben vnitřním a vnějším podmínkám působících na daného jedince. Auxologie je věda zabývající se růstem jedince a je oborem, který významně zasahuje do mnoha zdravotních odvětví, jako jsou ortopedie, ortopedická protetika nebo fyzioterapie. Na základě hodnocení růstu máme včasné údaje o případných odchylkách u daného jedince a je tak možné zahájit včasné léčení, ať už v oblasti pohybového aparátu, tak i v psychosociální rovině. Důležitá jsou období růstového klidu a období růstu. Růstovou křivku stanovil švédský auxolog J. Karleberg, který ji rozdělil na 3 komponenty, které mají návaznou posloupnost a vzájemně se sčítají a překrývají. Každá kategorie má vlastní hormonální řízení a mají následující rozdělení 1.Komponenta I (infantní komponenta), 2.Komponenta C (dětská komponenta růstu), 3.Komponenta P (pubertální komponenta růstu). Komponenta I navazuje na nitroděložní vývoj a dítě v tomto věku roste nejrychleji. Toto období je do 1 roku. Největší nárůst je však až do 2 let (9 cm/rok), následně je pokles (5 cm/rok) (Zemková, Mařík, Hudáková, 2017).

1.2 Funkční adaptace kostí

Vlastností kostní tkáně je neustálá remodelace neboli přestavba, která probíhá na základě cyklické aktivity osteoblastů a osteoklastů. Doba tohoto cyklu je 6 měsíců. Osteoklasty jsou mnohobuněčné buňky, díky jimž se kostní tkáň odbourává a dochází tak ke složité fázi osteoresorbce. Opačnou funkci plní osteoblasty, které tvoří novou kostní tkáň a dochází tak k 2. fázi, a to je osteoformace. Novotvorba kostní tkáně je složitý metabolický proces kosti. Správná obměna kostní tkáně probíhá celý život různou intenzitou a dochází k ní na povrchu *Hoffshipových lakun*, které jsou na povrchu kostních trámečků, subperiostálně, na kortikoendostálním povrchu i v haverském systému kortikalis (Mařík, 2000).

Korekce kostních deformit je možná díky viskoelastickým vlastnostem kostí a růstových chrupavek v období růstu, a to na základě funkčních mechanismů adaptace kostí. Při procesu funkční adaptace kostí dochází k optimálnímu vývoji vnějších tvarů a vnitřních struktur skeletu. Na remodelaci skeletu mají vliv tři hlavní mechanismy-nadprahové intermitentní zatěžování, růst v oblastech fýz na koncích dlouhých kostí a krycích destiček obratlových těl a periost. Největší uplatnění funkční adaptace kostí má Hüter-Volkmanův zákon. Podle Hüterova (1862) -Volkmannova (1869) zákona růstová epifyza vytváří kostní

tkáň ve směru působícího axiálního tlaku, jehož výslednicí je tah periostu a perichondria, zpětného vektoru svalových tahů, statického zatížení a tahu kloubního pouzdra. Když je tento tlak zvýšen, je tím omezen růst, naopak při odlehčení růstové ploténky dojde k urychlení růstu. Léčebné ortézy v těchto případech působí na deformity právě popsaným Hüter-Volkmanovým zákonem. Léčení má kladné výsledky především u dětí předškolního věku. (Krawczyk, Černý a kol., 2016; Zemková, Mařík, Hudáková, 2017; Dylevský, 2009).

Deformity na osách DK ve fázi růstu, kdy nedochází ke spontánnímu srovnání, je nutné na základě dobře zvolených metod zkorigovat. Předchází se tak možným biomechanickým změnám na DK, jako je pre-osteoartróza. U dětí v růstové fázi je přesné určení doby pro účinný operační zákrok zcela nezbytné. Napomáhá nám k tomu právě auxologická předpověď. Správná a časná korekce os dolních končetin zajistí lepší funkci celého pohybového aparátu. (Petrášová, Zemková, Mařík, 2012).

1.3 Vývoj kolenního kloubu

Kloubní vývoj je závislý na vývoji skeletu. Kloubní disk se vyvíjí v primárním mezenchymu, kde dochází k založení štěrbin, která je základem pro budoucí kloub. Dále se diferencuje synoviální membrána a kloubní pouzdro. Formovaný kloub je od 10. týdne gestačního věku¹. Aby docházelo ke správné morfogenezi kloubu, musí být již správný pohyb plodu v prenatálním vývoji. Svaly na končetinách se vyvíjejí z mezodermu a jejich vývoj není zcela závislý na vývoji skeletu a kloubů. Svalové tkáně jsou diferencované od 5. týdne zárodku a samotné rozdělení svalových skupin nastává 32 dnů po založení končetinového pupenu. K vývoji kloubu tedy významně přispívají po období organogeneze² pohyby HK a DK, které jsou přítomné již na začátku fetální periody (musí být diferencované svalstvo vznikající z mezenchymu (Mařík, 2000).

1.3.1 Dětský kolenní kloub

Kosti, které přímo zasahují do artikulujícího kloubu, jsou u novorozence chrupavčité a patří tam kondyly femuru, kondyly tibie a *facies articularis patellae*. Femorální kondyly jsou dozajista podobné jako u kloubu dospělého, významnější rozdíl je pouze v proporci výběžků, a to ten, že je větší kondyl laterální do věku 3 let, kdy jsou také oba kondyly v jedné rovině. Tibiální kondyly jsou vzhledem k ose u novorozence skloněny výrazněji dozadu a dovnitř. Tento záklon se vrací zpět ve věku 3 let, kdy se tento stav dostává do 10. stupně retroverze. Anatomická stavba kolenního aparátu u novorozence vcelku odpovídá stavbě dospělého kolene, ale je zde nutno brát v potaz, že novorozenecké klouby nejsou zatěžovány vzpřímeným postojem a samotnou chůzí. Tento stav se nejvíce proměňuje do 3 let věku (Dylevský, 2017).

Pouzdro kloubní u novorozence je naopak od dospělého velice tuhé a krátké. Dalo by se říci, že i více napjaté, avšak úpony se nijak neliší od dospělého kloubního pouzdra (Dylevský, 2017).

1.3.2 Kinetika dětského kolenního kloubu

U kolenního kloubu jsou pro nás směrodatné goniometrické parametry pro pasivní pohyby známé u dospělého člověka, jejichž stupně si rozebereme později v dalším textu. Flexe

¹ Gestační věk – délka těhotenství od prvního dne menstrua ce

² Organogeneze – vznik a vývoj orgánů

se v dětském kolenním aparátu téměř nemění. Asi nejzajímavější je poměrně značná přítomnost hyperextenze u novorozenců, kdy během prvních let vývoje dochází k postupné stabilizaci (Dylevský, 2017).

2 KOLENNÍ KLOUB, TIBIOFEMORÁLNÍ ÚHEL

2.1 Anatomie kolenního kloubu

Kloub kolenní dokáže přizpůsobovat délku končetiny a na základě toho je tak umožněné měnit i vzdálenost trupu od povrchu, po kterém se člověk v danou chvíli pohybuje. Kolenní kloub je největším složeným kloubem v lidském těle. Skloubení tvoří tři kosti, jsou to femur, tibia a patela. Zajímavostí je, že se řadí také mezi nejprozkoumanější klouby, díky velkému zájmu odborníků o jeho anatomii a biomechaniku (Dylevský, 2009; Čihák, 2016).

Skládá se ze dvou kloubů, a to z femorotibiálního, tedy plochy nosné a femoropatelního, který přenáší síly vytvářené v extenzorovém aparátu (Nýdrle a Veselá, 1992). Kloubní hlavici femorotibiálního kloubu tvoří *condylus medialis et lateralis femoris*, které zapadají do jamek *facies articularis superior* na *condylus medialis et lateralis tibiae*. Zevní kondyl femuru je menší než mediální, který je mírně vykloněn dopředu. Kloubní plochy na tibií jsou ploché, takže si tyto dvě koncové plochy kostí navzájem tvarem ani velikostí neodpovídají a jejich inkongruenci tak musejí vyrovnávat chrupavčité menisky, které jsou zde dva. *Meniscus medialis et lateralis* jsou lamely, které jsou po svém obvodu utvářeny hustým vazivem a dále potom přecházejí ve vazivovou chrupavku. Menisky jsou rozdílné tvarem i velikostí. Vnitřní meniskus zaujímá větší plochu a jeho tvar je poloměsíčitý. Jeho cípy se upínají na přední a zadní interkondylární plochu. Tento meniskus je srostlý s vnitřním postranním vazem, je méně pohyblivý, a proto také nejvíce často zranitelný. Meniskus zevní neboli laterální je téměř kruhového tvaru, jeho přední cíp se upíná v blízkosti předního zkříženého vazy. Zadní cíp se upíná na zadní interkondylární plochu. Laterální meniskus je značně pohyblivý, zejména při flexi v kolenním kloubu (Dylevský, 2009; Čihák, 2016).

Druhým kloubem, který je součástí kolenního aparátu, je kloub patelofemorální, v němž patela svým *facies articularis* nasedá zepředu na *facies patellaris femoris*. Patela má velký význam pro extenzorový aparát kolena (*m. quadriceps femoris*), který se na ni svou šlachou upíná. Dochází zde k přenosu síly působící na koleno ve větší vzdálenosti od osy rotace, čímž patela zvyšuje otáčivý účinek a snižuje sílu potřebnou k uzamčení kolene. Největších rotačních hodnot je dosaženo při flexi mezi 45–90 stupni (Dylevský, 2009; Čihák, 2016).

Pouzdro u tohoto kloubu je hodně členité a oproti kloubu kyčelnímu nemá takovou schopnost stabilizace samotného kloubu. V tomto kloubu zpevňovací funkci přebírá vazivový aparát. Pouzdro kolenního kloubu je odlišně rozčleněno na vazivové a synoviální vrstvy. Fibrózní, tedy vazivová, vrstva začíná na femuru 1–1,5 cm od okrajů kloubních ploch, na

přední straně se vychlípí proximálně pod šlachy čtyřhlavého stehenního svalu. Na tibií se pouzdro připojuje v těsné blízkosti kloubních ploch a připíná se k bázi středních úseků obou menisků. Na patele lemuje okraje kloubní chrupavky, v přední oblasti je pouzdro kolenního kloubu velmi tenké a zpevňuje se dále až v partiích obou postranních vazů (Dylevský, 2009; Čihák, 2016).

Pouzdro je zesíleno řadou podstatných vazů. Vnitřní postranní vaz je vpředu tvořen vertikálními a vzadu šikmými vazivovými vlákny, které začínají na mediálním epikondylu stehenní kosti a upínají se na kosti holenní zhruba 7 cm pod štěrbinou kloubu. Tento vaz je silný plochý pruh, který svou zadní částí pevně srůstá s kloubním pouzdem a vnitřní s meniskem. Když dojde k uzamčení kolene, tedy extenzi, je napjatý a celý tento úkon kolenního kloubu značně stabilizuje. Zevní postranní vaz je oblý soubor vláken, který směřují od laterálního epikondylu k hlavičce lýtkové kosti, kde je 1 centimetr nad ní místo jeho upnutí. V oblasti kloubní štěrbiny je vaz oddělen od kloubního pouzdra tenkou vrstvou řídkého vaziva a dolní úsek vazů je přichycen do úponové šlachy dvouhlavého stehenního svalu. I tento postranní vaz je při extenzi napjat a řadí se tak mezi stabilizátory kolenního kloubu. Nedílnou součástí složitějšího kolenního aparátu jsou dva nitrokloubní zkřížené vazy. Přední zkřížený vaz má svůj začátek na vnitřní části zevního kondylu femuru a běží do přední interkondylární plochy. Naopak zadní zkřížený vaz jde od zevní plochy vnitřního kondylu do zadní interkondylární části. Zadní zkřížený vaz je nejsilnějším vazem kolenního kloubu (Dylevský, 2009; Čihák, 2016).

Pro shrnutí můžeme říct, že stabilizaci kolenního kloubu zajišťují především tvary kloubních ploch femuru a tibie, statické stabilizátory – vazy, kloubní pouzdro, menisky – a v neposlední řadě také dynamické stabilizátory, které svými úpony vstupují do oblasti kolene. Na těchto komponentech lpí celá stabilita kloubu v různých pohybových situacích. Při řádném studiu anatomie femorotibiálního aparátu si určitě všimáme podstatného detailu, a to takového, že mediální plocha tibie, zahrnutá do kolenního kloubu, je konkávní³ a femorální kondyl do ní zapadá. Vnitřní meniskus potom zajišťuje ještě dokonalejší kongruenci. Opačně je tomu v laterální polovině kloubu, kdy je tibiální plocha konvexní⁴ a pouze meniskus zlepšuje kongruenci kloubních ploch, proto při jeho odstranění dochází k významné nestabilitě v kolenním kloubu (Dylevský, 2009; Čihák, 2016).

³ Konkávní – vydutý

⁴ Konvexní – vypouklý

Mezi statické stabilizátory patří zkřížené vazy, vnitřní vaz a meniskus, posteromediální část pouzdra s úponem *m. semimembranosus* a zadní kloubní pouzdro. Z laterální strany je to potom zevní postranní vaz, laterální meniskus, posterolaterální část pouzdra a *lig. popliteum arcuatum*. Tyto struktury jsou nedílnou součástí celé stabilizace kolene, aniž by musely být ovládány svaly. Všechny popsané vazy stabilizují kloub v nějakém směru. Zjednodušeně se dá říct, že zkřížené vazy zabraňují hlavně posunu tibie vzhledem k femuru v předozadním směru. Na druhou stranu mediální a laterální stabilizátory chrání kolenní kloub před nestabilitou v rovině frontální (Nýdrle a Veselá, 1992; Věle, 2006).

Druhým typem jsou stabilizátory dynamické, mezi které řadíme samotný extenzorový aparát na mediální polovině kloubu *pes anserinus*, skládající se z *mm. sartorius, gracilis, semitendinosus*. *Caput mediale m. gastrocnemii* je též dynamickým stabilizátorem. Na laterální straně je to potom *tractus iliotibialis, m. biceps femoris, caput laterale m. gastrocnemius* a *m. popliteus* (Nýdrle a Veselá, 1992; Věle, 2006).

2.1.1 Biomechanika a pohyby kolenního kloubu

Dvě absolutně opačné, ale nezbytné funkce dokáže tento složitý kloub splnit a těmi jsou vlastní stabilita celého aparátu a mobilita (Věle, 2006).

Stehenní svalstvo je nedílnou součástí pohybu a stabilizace kloubu. Pohyby, které vykonává tibiofemorální skloubení, jsou flexe a extenze. Hlavním extenzorem je *m. quadriceps femoris*, flexory jsou svaly řazené do skupiny hamstringů, kterými jsou *sartorius, gracilis, semitendinosus* a *biceps femoris* (Nýdrle a Veselá, 1992).

Extenze neboli natažení je pohyb, kdy dojde kloub zpět do nulového postavení. Když je tento pohyb přetažen dál než do 0 stupňů, jedná se potom o případ hyperextenze. Ta se pohybuje okolo 10 až 15 stupňů a je častější u žen, což má za vinu zvýšená laxicita⁵ vazů. Flexe je opačný pohyb proti extenzi, ale vychází z jejího nulového postavení. Tento pohyb je možný až do 120 stupňů, ale musí se zde brát v potaz stav zkrácení *rectus femoris* a také objem lýtkového svalu (Nýdrle a Veselá, 1992; Kolář, 2009).

Rotace v koleni je potom zevní, která dosahuje až 30 stupňů. Dále je vnitřní, u které je rozsah až 40 stupňů. Tento pohyb je vykonávaný podélně kolem osy tibie (Věle, 2006). Rotační pohyby při plné extenzi jsou díky napnutí všech komponent kloubu zcela nemožné. Pohyby vznikající v koleni, jako jsou vnitřní rotace tibie, jsou zajištěny *m. popliteus*. Zevní rotaci tibie má na starosti *biceps femoris*. První náznak rotace tibie a tím pádem rotace vnitřní, je při

⁵ Laxicita, hyperlaxicita – rozvolnění vazů, tj. nadměrný rozsah pohybu v kloubu

5 stupních flexe kolenního kloubu, kdy dojde k povolení *lig. cruciatum anterius*. Jedná se o takzvané odemknutí kolene. V této fázi jde osa hlavice femuru do středu laterálního kondylu, ten se otáčí a mediální se naopak posouvá. K největším rotacím v kolenním aparátu dochází při flexi 45–90 stupňů (Nýdrle a Veselá, 1992; Kolář, 2009).

Uvnitř samotného kolenního kloubu se vyskytují kombinace tří pohybů, a to jsou rotace, valivý pohyb a pohyb klouzavý. Valivý pohyb se odehrává posunutím kondylu femuru a tibiálního plata, což uskutečňuje flexi, která následuje po prvotní rotaci. Posuvným pohybem rozumíme pohyb dokončení flexe, k němu dochází v tibiomeniskálním skloubení. Extenční pohyb je zcela protichůdný oproti výše popsané flexi, kdy na závěr dojde k zevní rotaci tibie (Nýdrle a Veselá, 1992; Kolář, 2009).

Rotace femuru k tibii se děje především v krajních pozicích a většinou zde jde o kombinaci valivého a klouzavého pohybu. Kloubní plocha femorálního kondylu má velký obvod, a tak při pohybu po tibiální ploše podkluzuje. Tento složitý pohyb je zajišťován především zkříženými vazy. Osově uspořádání v kloubu kolenním je závislé na vztahu jednotlivých složek extenčního aparátu kolene, tedy na osách tahu staženého čtyřhlavého svalu stehenního, který se stáčí na bérce mírně mediálním směrem. Opačně je odkloněna osa *lig. patellae*, a to na stranu laterální. Tyto dvě osy svírají úhel Q, tedy úhel, který by se měl nacházet v rozmezí 10 až 15 stupňů. Q úhel můžeme měřit pomocí tří antropometrických bodů, které lze snadno vyhmatat. Jsou to obě *spinae iliacae anterior superior*, střed mezi patelou a *tuberositas tibiae*. Když je čtyřhlavý sval stažen, má patela tendenci k laterálnímu posunu, avšak výše popsané struktury tomuto jevu zamezují. Když je Q úhel větší než 20 stupňů, což znamená atrofii vnitřní hlavy čtyřhlavého svalu, dochází k tažení pately silou, která překračuje možnost stabilizátorů česky. Stane se tak následkem ve většině případů subluxece femoropatelního skloubení (Nýdrle a Veselá, 1992).

2.1.2 Poruchy os dolních končetin

Osově deformity v oblasti dolních končetin jsou velice častou záležitostí. V podstatě se jedná o druhy vad, které řadíme do roviny frontální, kdy těmito vadami jsou kolena vbočená (*genua valga*), odpovídající písmenu X, a kolena vybočená (*genua vara*), odpovídající tvaru písmena O. *Genua valga* jsou obvykle spojována s nadváhou nebo obezitou a také s kloubní hypermobilitou. U těchto případů je TF úhel vyšší a hovoříme o tzv. idiopatických deformitách. Po 10. roku života už nedochází ke spontánní korekci, jelikož v průběhu růstového spurtu dochází k zhoršení valgozity kolen (Kubát, 1992; Zemková, Mařík, 2014).

Méně častými jsou deformity v rovině sagitální. Mezi ně řadíme *genua flektorum*, tedy kolena pokrčená a směřující dopředu, opačnou vadou jsou *genua recurvata*, tedy kolena prohnutá silně dozadu (Kubát, 1992).

Důvodů k těmto možným vadám je celá řada a nejčastěji jsou těmito poruchami zasaženi jedinci v raném dětství (Kubát, 1992).

2.2 Tibiofemorální úhel a jeho význam

TF úhel popisuje osy DK ve frontální rovině, přímo tedy popisuje v této rovině axiální vztah kostí stehenní a holenní. Fyziologický TF úhel lze popsat dvěma přímkami. První běží středem hlavice femuru, středy kolenních kloubů, a druhá prochází také středem kolenních kloubů, ale jejím druhým bodem je střed kloubů hlezenních. TF úhel je úhel, který svírají tyto dvě přímky (Čulík a Mařík, 2002). Osa, která se vybočuje vnitřním směrem, je označována pojmem valgózita a osa ubíhající vnějším směrem je nazývána varózita. Určování hodnoty TF úhlu je nezbytnou součástí pro vyšetření osových deformit na dolních končetinách. Tento úhel je velice podstatný u dětských pacientů, u kterých se vyskytují odchylky ve valgózním a varózním postavení v kolenním kloubu, které už se od určitého věku neřadí mezi fyziologické hodnoty (Čulík a Mařík, 2002).

TF úhel je také popisován liniemi, které jsou nakreslené do RTG snímku podél diafýzy femuru a tibie, což je označováno jako anatomická osa. Rozdíl anatomické osy od mechanické u dolní končetiny je na základě linie procházející mezi středem hlavice kyčelního kloubu a středem kotníku. Podélné osy *lig. patellae* a *m. quadriceps femoris* mezi sebou svírají tzv. úhel Q, který je prakticky totožný s TF úhlem (Čulík a Mařík, 2002; Čihák, 2016; Dungal, 2014).

V dospělosti bychom u zdravého jedince měli vidět fyziologický dotyk vnitřních kotníků a mediálních kondylů femuru při stožení s dolními končetinami u sebe. Posun osy, ať už vnitřním nebo vnějším směrem má za následky bolesti kloubů, které mohou mít v pozdějším věku za následek bolesti kolen způsobené předčasně se rozvíjející osteoartrózou kolenních kloubů (gonartrózou). Ta se vytváří artrózou nebo také postupnou degenerací kloubu, která vzniká větším tlakem mezi kloubními plochami na dané polovině kloubu. Tyto osově deformity se pak dále řetězí do vyšších segmentů těla a mohou tak vznikat další přidružené sekundární vady a deformity např. skoliózy páteře, šikmá pánev apod. Při odchylkách varózního a valgózního postavení dochází vždy na příslušné polovině kloubu k přetížení chrupavky, a to platí jak při statických polohách, tak i při lokomoci (Cooke a kol., 1997).

Samotné hodnocení os dolních končetin zakládáme tedy na dvou osách. Mechanická osa je vytvořena přímkou, která je vedena z centra hlavice kosti stehenní do středu hlezenní kosti, tedy k bodu mezi vnějším a vnitřním kotníkem. Anatomickou osu máme popsanou v odstavci výše (Cooke a kol., 1997; Dungal, 2014).

TF úhel může být také vyjádřen nepřímou vzdáleností mezi kondyly (ICD) a vzdáleností mezi kotníky (IM). Když tato vzdálenost nepřesahuje 10 centimetrů, není třeba zásahu (Salenius a Vankka, 1975). U dětí ve věku 3 let s intermaleolární vzdáleností 6 cm se doporučuje sledovat a při progresi je indikováno léčení ortézami s ohybovým předpětím (Čulík a Mařík, 2002).

Znalost fyziologického TF úhlu je napříč věkovými kategoriemi pro diagnostikování patologie zcela zásadní (Morvová, 2018).

2.2.1 Tibiofemorální úhel u dětí a jeho vývoj

Jako všechny části lidského těla se i tato podrobuje postupnému fyziologickému vývoji, při němž dochází k variabilním změnám. Správný vývoj TF úhlu je zajištěn především správným vývojem celé kostry lidského těla. Lidský vývoj jako takový je vždy podmíněn vývojem dané lidské rasy, takže budou rozdílné fyziologické odchylky v TF úhlech mezi odlišnými rasami i mezi populacemi v různém věku. Autoři se shodují, že při vývoji osy dolních končetin lze sledovat následující změnu, kterou je přechod postavení os DK z prvotně varozního do druhotně valgózního postavení (Salenius a Vankka, 1975).

Novorozenci a děti mají fyziologicky vyjádřenou varozitu, kterou většina autorů uvádí do 1. roku života. Růstem se tato varozita srovnává a v období okolo 3 let dochází k fyziologickému valgóznímu postavení. Děti, které se učí chodit, mají tendenci držet chodidla daleko od sebe, aby získaly větší stabilitu. To může být důvodem většího tlaku na vnější stranu kolene a rychlejšího růstu mediální části epifyzární ploténky a tím pádem vývoje pozice holeně ve valgózním postavení. V klinické praxi je ve většině případech zaznamenáváno, že rozvoj TF úhlu u dětí sleduje určitý vzorec, kde je nejdříve výrazná varozita u novorozenců a kojenců a následně extrémní valgozita. Před studií, kterou provedl Pentti Salenius a Eila Vankka (1975) na univerzitě v Helsinkách, nebylo toto stanovení varozity a valgozity statisticky potvrzeno. Jejich studie obsahovala 1480 rentgenografických a klinických vyšetření TF úhlu v různých věkových kategoriích (0-16 let). TF úhel u novorozenců a dětí mladších jednoho roku byl podle výsledků studie ve výrazné varozitě, která se pak s věkem (růstem) snižovala. Ve věku okolo jednoho roku a roku a půl měla kolena tendenci se narovnávat. Během druhého a třetího roku

se úhel změnil do valgózní pozice, která se sama napravila v následujících letech. Rozvoj TF úhlu byl podobný u chlapců a dívek (Salenius a Vankka, 1975). Cahuzac (1994) ve svých studiích zjistil, že po dosažení věku 13 let se úhel naopak lišil podle pohlaví.

Děvčata měla konstantní valgózní úhel 5,5 st., ale u chlapců se valgozita snížila do průměru 4 st. (Cahuzac, Vardon, Sales, 1994).

Podle Trnavského (2006) se fyziologické proměny na osách DK u správně vývíjícího se jedince spontánně upraví samy. K této korekci dochází mezi 6. a 7. rokem, kdy TF úhel bývá okolo 6 stupňů. Přesněji u děvčat je to okolo 8 st. a u chlapců je to 7 st. U dětí má TF velkou výpovědní hodnotu o tom, zda je osa DK ve správném postavení. Hodnota TF úhlu, která nadále přetrvává až do dospělosti jedince, bývá okolo 5–10 st. (Salenius a Vankka, 1975). Podle pilotní studie byl TF úhel u českých dětí ve věku 3-18 let v rozmezí 3-8 st. (Čulík a Mařík, 2002).

Klíčovým bodem, jako pro většinu struktur lidského těla, je bipedální lokomace člověka neboli chůze po dvou končetinách. Jak už bylo zmiňováno výše, ve 3-4 letech je koleno v největším valgózním postavení, kdy je průměrný TF úhel okolo 9,5-12 stupňů. Genua valga, které jsou přítomna u kojenců, mohou přetrvávat až do dospělého věku. Když se kolena dostávají do valgózního postavení v pozdějším věku je to často spojené s druhotnými faktory např. nadváha, hyperlaxicita nebo nerozpoznaná křivice. Deformací je často zasažen dolní konec femuru. Kostní abnormality v oblasti kolenního kloubu by měly být včasné diagnostikovány a náležitě řešeny (Čulík a Mařík 2002; Morvová, 2018). (viz Příloha 1)

2.2.2 Faktory ovlivňující tibiofemorální úhel

Jako na většinu částí lidského těla, tak i na TF úhel působí řada genetických faktorů i jiných dalších vnitřních a vnějších vlivů např. držení těla v nitroděložním prostředí, dodržování správné stravy, hormony, pevnost nebo naopak laxicita vazů stabilizující kolenní aparát. V neposlední řadě jde o anatomické abnormality kostí, které tvoří TF úhel, tedy kostí holenní a stehenní. Tyto kosti se mění s věkem a také zátěží, kdy posléze dochází k adaptaci a následným změnám v kloubu. V odborných studiích je vždy významně zaznamenáván vliv obezity na TF úhel, kdy dochází k jeho zvětšení oproti fyziologickému. Podíl na TF úhlu nese i etnická příslušnost (Mařík, 2010). Pro pohyb tibiofemorálního kloubu je typická trojrozměrnost, důležitá je samotná aktivita v kloubu, a tím pádem i v TF úhlu. Souvislost je i v souhře vazů, kloubní ploch kostí a zatížení, které koleno přenáší (Baruah et al., 2017).

2.2.3 Metody měření tibiofemorálního úhlu

Salenius and Vankka (1975) prováděli radiologická měření pro stanovení TF úhlu. Tato vyšetření jsou však drahá a vystavují zdravé děti radiaci. Výsledky přímo korelovali s klinickými vyšetřeními. Engel and Staheli (1974) měřili úhel formovaný na základě středové osy stehna a holeně. Heath and Staheli (1993) měřili TF úhel na fotografiích a prováděli sledování u amerických dětí bílé pleti (chlapci a děvčata dohromady). U všech těchto studií vycházely TF úhly u stejných věkových kategorií na základě odlišných metod měření bez výrazných rozdílů (Cahuzac, Vardon, Sales, 1994).

V dnešní stále rychleji se rozvíjející a vyspělé době máme mnoho možností, jak stanovit hodnoty TF úhlu. Některá kritéria pro měření TF úhlu jsou zcela nezbytná a je nutno je pro přesné měření co nejlépe dodržovat. Dotyčný je hodnocen většinou ve vzpřímeném stoji, kdy jeho horní končetiny vedou volně podél trupu. Dolní končetiny nesmějí být svým postavením v žádném případě nijak rotovány. Palce směřují dopředu a kolenní a kyčelní klouby jsou narovnané. Nesmějí být prováděny žádné aktivní zásahy ve smyslu korekce, protože to narušuje celkové hodnoty TF úhlu. Dítě neschopné stoje se měří v pozici v leže, kdy je nutná asistence k udržení korigované pozice. I v této pozici jsou opět napnutá kolena a palce u nohou směřují dopředu, tedy ke stropu (Petrášová, 2005; Cahuzac, Vardon, Sales, 1994).

Máme dvě kategorie, do kterých lze samotné měření rozdělit, a těmi jsou invazivní, kdy samotné měření významně zasahuje do lidského těla, a neinvazivní, která je pro lidský organismus výhodnější. Pod pojmem invazivní měření je zahrnuto měření na základě vytvořeného RTG snímku. Toto měření je velice přesné, protože body, ze kterých se samotný TF úhel vyčítá, jsou samotné anatomické útvary na kostech pacienta. Je samozřejmé, že RTG záření není dobré pro časté opakování, a že zásadně ovlivňuje dění v lidském těle. Proto se snažíme měření tímto způsobem nahradit méně náročným pro lidské tělo, ale na druhou stranu co nejvíce efektivním pro konečné hodnoty měření TF úhlu. Odčítání hodnot z RTG snímku se dělá buď pomocí úhloměru nebo se užívá speciálního programu v počítači, který nám hodnoty sám zpracuje. Mezi neinvazivní měření řadíme metody z řad antropometrických, kdy jsou na těle označené body a následně jsou hodnoty vyčtené přímo za pomoci ručního goniometru se dvěma rameny u ležícího nebo stojícího dítěte. U této metody musíme počítat se zatížením kvůli signifikantní chybě. Tyto body jsou označeny nezávadnou fixou na těle pacienta a řadíme mezi ně *spina iliaca anterior superior* anebo střed vzdálenosti mezi *spina iliaca anterior superior* a *trochanterem major*, dále potom *apex patellae* a střed na úsečce mezi *malleolus medialis* a *malleolus lateralis*. Ramena goniometru se přikládají přímo k těmto anatomickým

bodům, což je pro kvalitu měření hodnot lepší, než když je měřidlo přikládáno k anatomickým osám. Avšak neustále jsou v tomto případě na místě mírné či větší nepřesnosti v měření na základě vrstev měkkých tkání lidského těla, které mohou zkreslovat palpovatelné anatomické body, a znehodnotit tak finální hodnoty (Čulík a Mařík, 2002).

Další využívaná metoda měření je založená autory na základě léčby deformit na DK, kdy bylo v této metodě pracováno s definovanými vodorovnými a svislými vzdálenostmi. Tyto definované vzdálenosti jsou na DK zvýrazněny fixem a následně jsou změřeny podle antropometrických postupů. Rovnice, do které jsou změřené hodnoty zadány, je dána vztahem $\alpha = \text{artctg} \frac{0,865a-b211}{c-b212} + \text{artctg} \frac{c-b212}{c-b212}$, kdy **a** je vodorovná vzdálenost trochanterů femuru, **b** je vodorovná vzdálenost mezi středy kolenních kloubů, **c** odpovídá vodorovné vzdálenosti mezi středy hlezenních kloubů, **11** je svislá vzdálenost mezi trochanterem major a středem kolene a **12** je svislá vzdálenost mezi středem kolene a středem hlezenního kloubu. Tato metoda byla porovnána s metodou RTG snímku a její hodnoty vycházely obdobně, což umožnilo relativně rychle proveditelnou a spolehlivou metodu pro měření TF bez zásahu RTG záření, ale s nutností zkušeností pro palpaci anatomických bodů (Čulík a Mařík, 2002; Petrášová, Zemková, Mařík, 2012).

Určování TF úhlu z fotografie se provádí tak, že se na probandovi se označí ty samé body jako pro předchozí měření a následně jsou pacienti foceni za předem jasně stanovených podmínek, jako je vzdálenost a výška fotoaparátu atd. Do samotné fotografie je také možné body doplnit. Samotné focení by mělo probíhat za pomoci stativu, který by měl být ve vzdálenosti okolo 2 metrů, aby se zamezilo zkreslení úhlů. Všechny body na fotografii jsou následně spojeny přímkami ve speciálním programu a jsou změřeny úhломěrem. Údaje vypovídají o velké přesnosti této metody a také jsou zde další klady jako například jednoduché uchování fotografií pro případné pozorování dalších změn v průběhu let (Čulík a Mařík, 2002; Morvová, 2018).

3 NOHA

3.1 Význam nohy pro člověka

Noha je jednou z částí lidského těla, která prošla nejzásadnějšími změnami lidské evoluce. Sloužila od lezení po stromech a uchopování předmětů až k postupnému zajišťování vzpřímené postavy, stání a pohybu vpřed (Véle, 2006).

Noha má významnou schopnost aktivního úchopu jakékoli terénní nerovnosti, a v tom spořívá její umění zajistit člověku potřebnou stabilizaci při lokomoci. O lidských nohou lze říci, že jsou vlastně takovými zprostředkujícími činiteli styku s terénem, na němž se člověk pohybuje, a lidského těla, které je nohami nesené celý život (Véle, 2006).

To, že člověk dokáže pracovat ve vzpřímené bipedální lokomoci, má na svědomí právě noha. Noha je jedním z článků evoluce, který lidskou rasu posunul na post nejvyšší. Od ní se odvíjí kouzlo vzpřímené chůze, běhu a vlastně veškerého pohybu. Noha má, na rozdíl od jiných částí lidského těla, o něco více na starosti přenos a rozložení hmotnosti těla na plochu a udržuje bipedální lokomoci jako takovou, tj. ostatní funkce nohy jsou až jako druhotné. Noha je velice významná pro fyzioterapii, jelikož je to jedno z největších aferentačních středisek. Má velký význam pro propriocepci a ovlivňuje velice zásadně vnitřní orgány lidského těla (Dungl, 2014; Kolář, 2009).

3.1.1 Kostra nohy

Tvoří tři hlavní skupiny kostí, které dohromady čítají 26 samostatných kostí. Kosti tarzální, které čítají celkem 7 kostí, dále potom 5 kostí nártních a 14 článků prstů. Toto rozdělení je na podkladě morfologickém, avšak z kineziologického hlediska je vhodné členit si nohu podle tří oblouků neboli paprsků. Tyto tři pilíře je možno dále rozdělit na následující segmenty (Dylevský, 2017).

Zadní segment – *os talus*, *os calcaneus* – kosti redukující rotaci. Střední segment – *os naviculare*, *os cuboideum*, které mají význam především pro stabilitu nohy. Přední segment – *ossa cuneiforme*, *ossa metatarsi*, *ossa digitorum*, které jsou nezbytné pro orientaci a pohyb v terénu (Dylevský, 2017).

Příznačný je u kostry nohy především poměr jednotlivých skupin kostí vůči sobě, jelikož od tohoto poměru je potom odraženo v samotné délce jednotlivých nožních segmentů. Z těchto hodnot vyplývá to, že noha i jen čistě na skeletální úrovni má velkou rigiditu, stabilitu

a skvěle uzpůsobený tvar na zátěž. Nejzáslušnější část nohy pro samotnou nosnost těla jedince mají kosti zánártí. Lidská noha si zredukovala délku prstů, jelikož u člověka nemá noha funkci úchopovou (Čihák, 2016).

3.1.2 Klouby a pohyby akra dolní končetiny

Pro funkčnost nohy jako celku jsou důležité spoje na akru dolní končetiny. Těmito spoji rozumíme klouby, které zabezpečují správné rozsahy a pohyby nohy při veškerých činnostech. Pohyby vykonávané na akru se odehrávají ve dvou hlezenních kloubech, a to v horním a dolním kloubu. Horní hlezenní kloub je mezi samotným talem a kostí holení a lýtkové. Tyto kosti mezi sebou utvářejí kloub kladkový. Pro zpevnění tohoto kloubu jsou bezpodmínečně nutné postranní kolaterální vazy, které probíhají ve vějířovitém uspořádání od kotníku na talus i calcaneus (Čihák, 2016).

Dolní hlezenní kloub se skládá z více částí. Část je z kloubu subtalárního mezi talem a calcaneem. Dalším skloubením je spojení kostí calcanea, naviculare a talu, spojení mezi patní kostí a kostí krychlovou a spoj mezi kostmi cuneiformia a naviculare. Následují spoje mezi kostmi zánártními a nártními, mezi bázemi nártních kostí a spoje mezi články prstů. Mezi klouby nohy také řadíme Chopartův kloub, kde dochází ke spoji talonavikulární části a calcaneocuboidea, a také Lisfrankův kloub neboli spoj tarzální a metatarzální části, kdy oba tyto klouby běží napříč nohou (Čihák, 2016).

Dorzální flexe je přitážení nohy směrem k přední straně bérce, jednoduše tento pohyb svedeme při pokynu proslápnutí paty nebo přitáhnutí špičky. Rozsah tohoto pohybu činí okolo 20 až 30 st. Opačně fungující pohyb známý pod pojmem „propnout špičku“ je plantární flexe nohy, u které je fyziologický rozsah 30–50 st. Dalšími nepostradatelnými pohyby v oblasti akra dolní končetiny jsou pohyby kolem vertikální osy a těmi jsou addukce, tedy vtočení dovnitř, a proti pohybu abdukce, kdy dojde k vytočení nohy ven. U těchto pohybů jsou rozsahy popisovány okolo 35 až 45 stupňů při extendovaném kolenu, při flexi kolene dojde ke zvýšení rozsahů a při případné rotaci kyčle mohou tyto pohyby u více hypermobilních⁶ osob dosáhnout až 90 st. (Čihák, 2016).

Často řešené pohyby nohou jsou rotační pohyby kolem podélné osy – jde o pohyb laterálně, což je pronace (15 st.), tedy pohyb, kdy se od povrchu odlepuje malíková hrana, naopak palcová hrana je u podložky. V důsledku této souhry pozic dojde ke snížení klenby. Pohyb mediální kolem podélné osy nese označení supinace (35 st.) a jeho provedení je přesně

⁶ Hypermobilní – nadměrná pohyblivost v kloubech

opačný pronaci, což je tedy zvednutí palcové hrany od povrchu, kdy naopak malíková hrana zůstává přilepená při podložce a klenba nožní se tímto postavením zvyšuje. Poslední pohyby jsou inverze a everze, kdy inverze je spojení addukce se supinací, a everze je naopak abdukce spojená s pronací (Véle, 2006).

3.1.3 Klenba nožní a její rozdělení

Rozlišujeme dva typy klenby nožní. Patří tam klenba podélná, která se rozkládá na vnitřní a vnější oblouk, a klenba příčná, jejíž oblouk vede přes hlavičky metatarzů, kdy hlavička II. metatarzu je nejvyšším bodem příčné klenby. Svaly napomáhající klenbě příčné jsou *m. peroneus longus*, *m. tibialis anterior* a *adductor hallucis*. Mediální oblouk podélné klenby je formován I. metatarzem – *os cuneiforme mediale*, *os naviculare*, *os talus* a vnitřní část calcanea. Laterální oblouk je tvořen hlavičkou V. metatarzu, kostí krychlovou a patní. Svaly podpírající podélnou klenbu běží longitudinálně⁷, jsou to *m. tibialis anterior* i *posterior*, *m. flexor hallucis longus*, *m. flexor digitorum longus* a také krátké povrchové plantární svaly, šlašitý třmen probíhající pod chodidlem, některé vazy jako třeba *lig. plantare longum* (Kolář, 2009; Kott, 2018). Při stoji a dalších vertikálních činnostech se podélná nožní klenba za pomoci svalů zvyšuje a tím pádem se délka mezi patou a metatarzem palce naopak krátí (Véle, 2006).

Jako důležitou informaci je potřeba zmínit, že kostra nohy má několik artikulárních spojení, které jsou doplněny kloubními pouzdry a také ligamenty. Těmi nejdůležitějšími, a také hodně často zranitelnými, jsou vazy talokrurálního skloubení spojující tibií a femur s talem. K jejich častému poškození dochází při subluxaci kotníku. Všechny kloubní spoje na noze musejí plnit svou funkci správně, jinak zde hrozí opět komplikace vad a poruch nohy (Véle, 2006).

3.1.4 Plošné rozložení hmotnosti nohy

Klenba je propojený celek svalů, vazů a kostí, které samotnou klenbu formují. Pro stabilitu každého tělesa je nutný následující předpoklad, a to že musí být zajištěno třemi body (pilíři), které ho podpírají. Do této plochy opory musí spadat průměr těžiště. Celá váha lidského těla je také nesena na pilířích a je tedy promítána do hlavních tří bodů. Těmi jsou hlavička I. a IV. metatarsu a vnější část výběžku patní kosti. V tomto seskupení je pro správné zachování stability důležité, aby se těžiště nacházelo právě mezi těmito třemi body, kde dochází k tzv.

⁷ Longitudinálně – rovnoběžně s osou

klenutí nohy (Dylevský, 2009). Rozložení hmotnosti je potom následující - 3/5 jsou neseny na zadní části nohy, která je konstrukčně pro zátěž nejvíce stavěna, a tak má za úkol udržet 50 % celého rozložení. Zatížení hlavičky I. metatrazu potom nese 35 % a V. metatarsu 15 %. Podle Larsena (2008) je uváděna teorie, že při působení tlaku na plosku nohy hmotnosti těla je tento tlak vlastně plošně rozložen do celé plosky nohy (Larsen et al., 2008). Verze čtyřbodové opory je modelem podle Jandy. Tento model rozděluje samotnou patu navíc na vnější a vnitřní bod, tedy na mediální a laterální výběžek patní kosti (Straus, 1997; Kinclová, 2016).

Ideální tvar nohy pro její správnou funkci je však velice těžko definovatelný a v některých případech i na první pohled jasné deformity nedělají svým nositelům během průběhu života žádné výrazné potíže, které by je omezovaly. Dungl (2014) uvádí, že: „normální noha je pružná, s plantigrádním došlapem, vytvořenou podélnou a příčnou klenbu, současně i dostatečně rigidní, udržující tvar v zatížení s fyziologickým rozsahem pohybu v jednotlivých kloubech.“ (Dungl, 2014).

3.1.5 Patologické zatížení struktur nohy

Nejčastějším důsledkem patologického zatížení plosky nohy je propadnutí tibiální strany a její snížení s následně mediálně směřujícím calcaneem. Na tuto změnu je častou odpovědí reakce ve znamení bolesti chodidla při stožení i při chůzi z důsledku patologického rozložení tlaku na plosku nohy. Z toho pramení snížená kvalita samotného stožení i chůze, řetězení bolestí a přetěžování do dalších částí a struktur lidského těla (Dungl, 2014). Každý deficit přirozené klenby chodidel a k tomu přidružené osové postavení dolní končetiny, které je často přetrvávajícím faktorem v ontogenezi, mohou záporně narušit stereotyp chůze. Následně mohou také vytvářet sekundární bolesti, až změny na pohybovém aparátu např. luxaci česky, osteoartrózu nebo nepříjemné bolesti, které plynou z osové nesrovnalosti dolních končetin (Jankowicz-Szymanska a Mikolajczyk, 2016).

3.1.6 Faktory ovlivňující klenbu nohy

Noha je orgán, který se vyvíjí již během nitroděložního vývoje velice rychle a včasně. Někdy je však tento vývoj ovlivněn různými okolnostmi např. špatnou polohou plodu nebo zpomaleným vývojem samotné končetiny, a může tak docházet k dysfunkcím či tvarovým odchylkám nohy (Kubát, 1992; Dylevský, 2014; Larsen et al., 2008). Existuje celá řada faktorů, které postnatálně výrazně formují postavení nohy, a to jak fyziologickým, tak patologickým směrem. Jedná se především o následující činitele, jako je věk, pohlaví, tělesná výška,

hmotnost, BMI, obuv, fyzická aktivita, chůze naboso, nošení těžkých věcí a dlouhé zachovávání statických poloh, což je především stání v dlouhodobějších časových intervalech. K výrazným odlišnostem u výšky klenby patří pohlaví, kdy bývá u chlapců větší výskyt snížení klenby, dochází až k výraznému plochonoží. Naopak dívky mají větší predispozice ke zvýšení klenby. Tyto informace jsou podloženy ve všech věkových kategoriích i v dospělosti (Morvová, 2018).

Novotná (2006) ve své práci řešila souvislosti mezi BMI a klenbou nožní a také vztah výšky s klenbou nožní. Z výsledků vychází, že byl velký rozdíl v hodnotách BMI u probandů s těžkou plochostí nohy a s nohou vysokou. Vztahy výšky a nožní klenby nebyly nijak významné (Novotná, 2006). Správná přiměřená aktivita je pro vývoj a udržení správné stability klenby nožní zcela nezbytná, naopak špatně zvolená aktivita, která má za následek přetěžování, může působit až patologické stavy. Je opět potvrzeno studii, že děti, u kterých docházelo k pravidelné aktivitě, měly nohy bez deformit v normálním rozložení. Na druhé straně děti bez aktivního života měly výrazně vyšší výskyt poruch nohou (Morvová, 2018).

Obuv a chůze na bosu jsou také často zmiňovány v problematice klenby nožní (Morvová, 2018). U obuvi jsou vždy problémem krátké a ostré špičky, které tak deformují krátké svaly nohy (Jankowicz-Szymanska a Mikolajczyk, 2016).

3.1.7 Vývoj klenby

Dítě se fyziologicky narodí s plochou nohou. Pro vývoj samotné klenby je důležité její zatížení, proto se samotná klenba začíná formovat kolem prvního roku, kdy se dítě začíná pokoušet o stoj a chůzi neboli vertikalizaci. Klenba podélná se utváří jako první a je založená již v období novorozeneckém, kdy je však vyplněná pouze tukovým polštářem, který má za úkol chránit vnitřní struktury, jako jsou nervy a cévy. Ve věku okolo 5 let tukový polštář zcela vymizí. S růstem dítěte se noha neustále vyvíjí, s přibývajícím věkem se klenba zvyšuje a plochonoží postupně ubývá. Největší navýšení je mezi 1. a 6. rokem života dítěte. Právě 6 let je hraniční věk pro úspěšnou korekci v oblasti aker DK. V pozdějším věku už nedochází k takovým výsledkům. V období předškolního a mladšího školního věku dochází k nejvyššímu nárůstu změn v oblasti klenby (Morvová, 2018; Dungl, 2014).

3.1.8 Dětská plochá noha

Plochá noha je v procesu růstového věku často pozorována a řešena. Tato dočasná deformita nastává z důvodu laxicity vazů, z kterého následně pramení vnitřní oploštění podélné

klenby a posunutí paty do valgózního postavení. Plochá noha je považována za nejhojnější diagnózu, která se v dětské ortopedické praxi vůbec vyskytuje. Příčina tohoto faktu se v různých názorech liší. Laxicita vazů je do jisté míry vrozená, ale jsou faktory, jimiž se celá tato mechanika problému zvětšuje. Jsou to v první řadě obezita, oslabení při celkových onemocněních, nevhodná obuv a také podvýživa. Podle většiny autorů je tato proměnlivost klenby naprosto nevyhnutelným procesem, který má na svědomí vzpřímený stoj a chůze. Podle dalších je zas považována flexibilnější noha za normální stav, a tedy vlastně za nohu pevnou. V dnešní době má okolo 23 % běžných dospělých jednotlivců pokleslou podélnou klenbu nohy, z toho však 2/3 dospělých mají nadměrně pohyblivou plochou nohu s normální nebo s lehce zvýšenou pohyblivostí subtalárního komplexu. Další čtvrtina plochých nohou u populace je potom spojována s kontrakturami *musculus triceps surae* (Dungl, 2014; Klementa, 1987). Dětské plochonoží se rozděluje na pět komponent, kdy první komponentou je valgózní postavení paty, následuje vnitřní rotace osy hlezenního kloubu a poklesnutí talu plantárně a mediálně, abdukce přednoží a v počáteční fázi supinace a dále pronace prvního paprsku (Dungl, 2014).

Kostěný základ klenby nožní založený již při narození je vyplněn již zmíněným tukovým polštářem, což vizuálně naznačuje případ ploché nohy. Tento jev se však začíná měnit v druhém roce života, kdy se podélná klenba začíná jasně objevovat a při vytvoření otisku můžeme zpozorovat mediokonkávní výklenek. Za patologii se považuje v předškolním věku právě nepřítomnost tohoto vyklenutí. V kojeneckém věku jsou paty ve varózním postavení a souběžně jsou fyziologickým nálezem genua vara. K pronaci paty a valgozitě přednoží dochází na přelomu prvního a druhého roku života. Kolena ve valgózním postavení jsou v tomto věku normou a je jimi zvýrazňována valgozita samotné paty. Po 6. roce nastává postupné srovnávání osy v kolenním kloubu a současně s tím nastává i posupné vymizení valgózního postavení paty. U dospělého člověka je fyziologické postavení ve valgózním postavení do 5 stupňů (Dylevský, 2017; Novotná, 2006; Kubát, 1992).

3.1.9 Měření a diagnostika klenby nožní

Všeobecně je diagnostika ploché nohy velice náročná. Rozhodně nelze říct od pohledu, zda se o plochou nohu jedná, či nikoli. Zde je na místě kvalitní funkční vyšetření. Bezproblémová chůze po špičkách a po patách, dobrý vzpřímený stoj a chůze bez bolesti a únavy nohou znamenají, že jde o zdravé a funkčně schopné nohy. Plochá noha je ve většině

případů bez velkých příznaků a bolestí, většinou dochází k obtížím u starších obézních dětí (Kubát, 1992).

Do vyšetření můžeme zařadit vizuální vyšetření, somatometrii nebo rentgen či ultrasonografii (Morvová, 2018). Plochá noha je podle různých autorů dělena podle odlišných faktorů do kategorií podle stupňů plochosti. Ve většině případů jsou tyto kategorie tři. Hodnocení získáváme na základě otisku nohy na papír, z tzv. plantogramů. Tato metoda je nazývána jako plantografie a vytváří se pomocí plantografu (viz Příloha 13), případně modernějším podoskopem, kdy je noha hodnocena podle zatíženosti jednotlivých částí na skleněné desce (Morvová, 2018). Metoda pomocí plantografu je méně finančně náročná. Podograf má při rozložení dvě části, na jehož jedné straně je natažen gumový rastr, na který se nanáší tenká vrstva inkoustu, jenž se rozetře houbičkou po celé ploše. Druhá strana slouží jako kryt. Pod natřenou část se vloží list papíru, vyšetřovaná osoba si na něj z druhé strany stoupne jednou nohou a druhou si stoupne mimo, ale do vzpřímeného stoje, aby bylo správné zatížení vidět na otisku. Pokud se dělá plantogram v chůzi, provádí se nárok na rastr, jako bychom chtěli předvést celý krokový mechanismus od došlapu po odraz. Podograf je pro svoji velikost, jednoduchý přenos i využití častou pomůckou pro budoucí stanovení hodnot klenby nožní. Další metody sice fungují na stejném principu jako podograf, ale barva je nanášena přímo na plosku nohy, takže dochází k těžko smývatelnému znečištění plantární strany nohy (Hadraba, 2006).

Jiný druh vyšetření může být právě za pomoci podoskopu, což je skleněná deska, na kterou se vyšetřovaný postaví, buď na jednu nebo obě DK. Pod deskou jsou nastavená zrcadla, na kterých dochází k odrazu plosky nohy. Pro lepší odečítání hodnot z podoskopu je skleněná deska vybavena světlem. V dnešní době je také hojně využívaný pedobarogram, u kterého se následně hodnoty zpracovávají podle ztmavnutí pořízené fotografie v programu. Pedobarograf slouží ke zjištění tlaku a k jeho rozložení do plochy plosky nohy (Novotná, 2006; Riegerová a Ulbrichová, 1998).

4 VÝVOJ PODLE VĚKU

4.1 Rozdělení podle věku

Pohlavní rozdíly jsou jedněmi z těch, které výrazně ovlivňují stavbu těla, a to nejen po stránce reprodukčních orgánů muže a ženy, ale také po stránce tvaru a mohutnosti samotné kostry a muskulatury. Velké odlišnosti jsou také v ukládání podkožního tuku, ve velikosti orgánů a v rozdílné velikosti jednotlivých částí těla. Tyto rozdíly jsou ve všech věkových kategoriích u obou pohlaví velice výrazné (Riegerová a Ulbrichová, 1998).

V průběhu dětství se tělesná výška ani rychlost růstu mezi pohlavími nijak významně neliší. Do období puberty přicházejí dříve dívky, kdy se u nich růstový spurt ukazuje hned při počátečních náznacích puberty a často tak dochází k předpubertálnímu růstovému urychlení, aniž by docházelo k výraznému předchozímu zpomalení růstu. V tomto období dívky na chvíli přerůstají chlapce. Růst u dívek končí dříve a v období růstového spurtu je výrazně zpomalen jejich růst, který je ukončen v průměru okolo 15. roku života. Znamky puberty u chlapců jsou opožděny o rok oproti dívkám a nedochází u nich z počátku k růstovému urychlení. Naopak snížení růstové rychlosti před obdobím pubertálního spurtu je výraznější právě u chlapců (Zemková, Mařík, Hudáková, 2017).

4.1.1 Předškolní věk (4–7 let)

V tomto období si tělo nechává dětský ráz, ale nastává ohromný skok v rozvoji centrálního nervového systému a vegetativních funkcí. Ke konci tohoto období, tedy okolo 6. roku, se začínají do proměny dostávat i samotné tělesné proporce dítěte. Jedná se o tzv. první proměnu postavy, kdy se z batolecího dítěte postupně vyžívá ve vytáhlejší dítě s užším trupem a delšími horními i dolními končetinami. Pro zjištění tělesné vyspělosti dítěte se využívá tzv. filipínská míra, jejímž principem je porovnání délky horní končetiny vůči velikosti hlavy. Když jedinec projde změnou postavy, vyjde tento test pozitivní. U zbylých, u kterých k proměně nedošlo, vyjde test negativně. Dítě se v rámci testu pokusí přes temeno hlavy dosáhnout svou rukou k protějšímu uchu (Riegerová a Ulbrichová, 1998).

4.1.2 Mladší školní věk (7–13 let)

Toto období je jedním z nejvíce přívětivých pro rozvoj motoriky. Dítě v této fázi vývoje nese podmínky pro velký rozvoj veškerých pohybových činností, samozřejmě v přiměřené zátěži (Průcha et al., 2009). V této životní fázi probíhá období nazývané jako druhé dětství, kdy dochází k relativnímu vývojovému klidu, kdy je tělesný vývoj ustálen. Tento klid je však ukončen prořezáním druhých stoliček, z čehož vyplývá, že se blíží konec etapy mladšího věku a přijde na řadu období puberty. Adekvátní růst je v dětství založen na co nejlepších podmínkách. Velice rozhodující je také role růstového hormonu a růstových faktorů IGF1 a IGF2. Pro mineralizaci kostí je také důležitý vyrovnaný obsah vápníku a fosforu, což je regulováno vitamínem D, kalcitoninem⁸ a parathormonem⁹ (Riegerová a Ulbrichová, 1998).

Rychlost růstu v dětství je relativně velká, jelikož v tomto období jedinec vyrostе až 5 centimetrů za rok. S přibývajícím věkem a příchodem tzv. prepuberty samotná růstová rychlost výrazně klesá. Mezi pohlavími nejsou velké rozdíly. Po 8. roce je u dívek zřejmý postupně nastupující nárůst tukové tkáně, naopak u chlapců, u kterých je tento děj vrcholovým až kolem 7. a 10. roku, následuje po tomto období pokles tělesného tuku. Rozdíl výšky mezi muži a ženami je v dospělosti okolo 13 cm (Riegerová a Ulbrichová, 1998; Zemková, Mařík, Hudáková, 2017).

⁸ Kalcitonin – hormon pro snížení koncentrace vápníku v krvi, přesun vápníku z krve do kostí

⁹ Parathormon – hormon zvyšující hladinu vápníku v krvi

5 PRAKTICKÁ ČÁST

5.1 Cíl a úkoly práce

Hlavním cílem je snaha o zmapování vývoje TF úhlu u dětí ve věku 4–6 let a 7–13 let, a přispět tak k získání referenčních hodnot TF úhlu v těchto věkových skupinách.

Pro dosažení cíle je nutno splnit následující body:

- Získat teoretické znalosti o dané problematice
- Osvojit si metodiky správného měření a vyhodnocování TF úhlů a podogramů
- Organizace a realizace samotného měření a sběru dat
- Najít soubor dětí, u kterých budu daná měření provádět
- Statistická analýza

Získané výsledky jsou v závěru práce porovnány se studii diplomových prací na podobné zaměření, které budou s mými hypotézami konfrontovány.

5.2 Hypotézy

První hypotéza

U probandů s vyšším BMI bude CH-Š index a TF úhel vůči fyziologickému postavení v daném věku větší než u dětí s adekvátním BMI.

Druhá hypotéza

U probandů se bude lišit hodnota CH-Š indexu mezi pravou a levou stranou.

Třetí hypotéza

U probandů se bude lišit hodnota TF úhlu mezi levou a pravou stranou.

Čtvrtá hypotéza

U probandů bude závislá hodnota TF úhlu na předem definovaných skupinách na věku a pohlaví.

Pátá hypotéza

U probandů bude závislá hodnota CH-Š indexu na předem definovaných skupinách na věku a pohlaví.

5.3 Charakteristika sledovaného souboru

Naměřený soubor tvoří celkem 117 dětí, z toho 50 chlapců a 67 děvčat v rozmezí věku 4 až 13 let. Do mého měření byly zahrnuty děti zdravé, bez chronických potíží a převážně děti sportující. Děti se zdravotními problémy, které by mohly ovlivnit výsledky testování, byly z mého měření vyloučeny. Před samotným měřením byl rodičům zaslán informovaný dopis (viz Příloha 2) a vedoucím klubům informovaný souhlas (viz Příloha 3). Bez těchto náležitostí by měření nebylo provedeno. Všechny děti byly měřeny s plným souhlasem.

5.4 Metodika práce

Otisky nohou byly vytvářeny pomocí podografu a následně vyhodnoceny metodou Chippaux-Šmiřáka. TF úhel byl odečítán z pořízených fotografií. Tato neinvazivní metoda byla v našem případě rozhodně lepší variantou vzhledem k tomu, že našemu měření byly podrobeny děti. Z fotografií byl TF úhel hodnocen v programu SCODIAC. Také jsem měřila základní antropometrické údaje u všech respondentů. Do mého souboru probandů bylo zařazeno 117 zdravých dětí – 80 lakrosových hráčů, 25 atletů a 12 jezdců na koni. Sbíráni dat bylo provedeno vždy se souhlasem vedení klubu, a především také se souhlasem rodičů každého dítěte. Testování probíhalo od června 2021 do září roku 2021 ve sportovních oddílech v Praze na Radotíně a dále v Kladrubech u Stříbra, kde jsem měřila atlety ve sportovním klubu Stříbro a jezdce z jezdeckého klubu Pony farm Kladruby.

5.4.1 Metody měření

Měření dětí pro výstup mé práce probíhalo v průběhu letních prázdnin roku 2021. Z důvodu nepředvídatelné situace v důsledku pandemie Covid-19 jsem raději nečekala na otevírání škol v září a využila jsem dětských letních kempů, táborů a soustředění. Vlastní měření se skládalo ze tří částí, kdy nejprve bylo antropometrické měření, následovala dokumentace fotografií pro vyhodnocení TF úhlu a poslední bylo odebrání podogramů pomocí podografu.

První část měření probíhala v radotínské sokolovně v Praze, kde jsem měla k dispozici 70 dětí hrajících lakros. V měření jsem dále pokračovala v Kladrubech u Stříbra v tamním jezdeckém klubu, kde se mého měření zúčastnilo 15 dětí, které se aktivně věnují ježdění na koních. Následně jsem v rozmezí 14 dnů navštívila 2× atletický stadion v nedalekém Stříbře,

kde jsem dokončila první fázi mojí praktické části práce, a kde mi bylo umožněno změřit 35 dětí, které byly v atletické přípravě.

Pro moji bakalářskou práci bylo třeba získat od respondentů parametry na základě několika metod. Dětem bylo provedeno základní antropometrické měření, a to výška v sedě, výška, hmotnost a rozpětí horních končetin. Pro změření tibiofemorálního úhlu byly pořizovány snímky jednotlivých dětí od pasu dolů ve spodním prádle ve frontální rovině. Následně byly fotografie pro vyhodnocení zpracovány v programu SCODIAC. Na závěr měření byl všem dětem udělán podogram obou nohou.

5.4.2 Postup měření

Místnost pro měření byla vybrána co nejvíce vyhovující, ale především taková, kterou nám na daném místě bylo umožněno využívat. Důležitý byl rovný povrch a přehledná stěna, kolmá k podlaze. V neposlední řadě bylo třeba brát v potaz také osvětlení místnosti – pro pořizování fotografií.

Měření dětí bylo prováděno ve spodním prádle, a hlavně bez obuvi a ponožek. Vždy se tak dělo za přítomnosti pouze mojí osoby jako měřitele, samotného dítěte a pomocné osoby, tou byla moje kamarádka, která byla důsledně obeznámena s postupem měření a pomáhala mi s udržení dětí ve správných pozicích a s celkovou organizací měřených dětí. Probandům byl před započítím měření vysvětlen postup. Účastníci byli měření po jednom.

Nejprve dítěti byly změřené antropometrické hodnoty, a to v pořadí výška, výška v sedě, rozpětí a nakonec hmotnost. Potom byly na dětech označeny vybrané body a byla pořízena fotografie od pasu dolů.

Poslední částí bylo dělán vlastní podogramů, tedy otisků nohou, kdy byl natřen rastr podografu inkoustem a dítě si stouplo na čistý papír, který byl přiložen na rastr.

Důležitá byla systematická a organizovaná v celém průběhu měření. Každý měřený proband měl předem přiřazené číslo, které mu bylo na začátku měření uděleno, a pod tímto číslem měl dotyčný zapsané všechny získané hodnoty. Toto značení pomocí čísel bylo nutné z hlediska zachování anonymity všech měřených dětí. Následně byly pro přehlednost všechny hodnoty pod daným číslem zapsány do předem vytištěné tabulky, která byla následně přepsána do Microsoft Excel.

5.4.3 Antropometrie

Slovem antropometrie rozumíme měření částí těla podle standardizovaných parametrů. Je nutné tedy dodržovat stanovené metody a řídit se pravidly a dohodnutými somatometrickými body na lidském těle (Riegerová a Ulbrichová, 1998).

Využití antropometrického měření je v celé řadě zdravotnických oborů. Jde o různé obory dětského lékařství, léčebnou rehabilitaci, plastickou chirurgii, biomechaniku, rehabilitační inženýrství nebo například sportovní lékařství (Dylevský, 2017). Řada antropometrických měření probíhá právě v dětském věku, kdy nám toto měření pomáhá k diagnostice pacientů (Riegerová a Ulbrichová, 1998).

Antropometrické body tvoří skupinu bodů na lidském těle – bodů, které jsou snadno hmatatelné a viditelné na lidské kostře i přes kožní kryt. Často se k samotnému měření používají speciálně vyrobené pomůcky. Mezi ty základní a nejvíce používané řadíme pelvimetr, posuvné měřítko, kefalometr, antropometr a krejčovský metr. Odchyłka je u měření přípustná pouze 0,5 cm na těle a 0,1 cm na hlavě.

Tělesná výška je definována jako vzdálenost temene hlavy, tedy od vertexu, vertikálně od země. Patu měřidla pokládáme před špičky probanda a posuvným pohybem dostaneme měřící jehlu antropometru na temeno, kam je lehce přiložena (Riegerová a Ulbrichová, 1998). Tělesná výška byla změřena standardně pomocí antropometru s přesností na 1 milimetr, zapůjčeného z ambulantního centra pro vady pohybového aparátu v Praze. Probandi byli měřeni jednotlivě na rovné podložce u stěny, abychom udrželi vzpřímený stoj. Postoj probanda byl zkontrolován. Vnitřní kondyly femuru se dotýkaly. Pokud nebyla osa nohou porušena, dotýkaly se i vnitřní kotníky.

Ze zadu se respondent lehce dotýká rovné stěny, před kterou stojí, v oblastech týlní kosti, hrudní části páteře, hýždí a pat.

Výšku v sedě měříme obdobně ve vertikální ose od vertexu k ploše, na které se sedí. Proband sedí na rovné ploše, hlava a trup jsou narovnány, horní končetiny jsou volně a dolní končetiny jsou flektované v kolenní do 90 stupňů. Stehna jsou celou plochou na podložce, na které je dotyčná osoba posazena. U mých probandů bylo vždy užito dřevěné stoličky, jejíž plochu pro sezení tvořila zcela rovná deska a od níž byl dotyčný měřen k vertexu – opět antropometrem. Nastavení těla bylo ve vzpřímeném sedu, s rovnými záda a hlavou v tzv. frankfurtském postavení. Horní končetiny byly volně položeny v klíně. Stolička byla opět postavena na rovném povrchu.

Hmotnost byla u každého probanda měřena digitální skleněnou váhou Philips, která určovala hmotnost s přesností na 100 gramů. Váha byla vždy umístěna na rovném, pevném podkladu, aby u měřených jedinců nedošlo k odchylkám. Respondent si stoupl na pomyslnou prostřední část váhy oběma nohama a s rozložením těla symetricky na obě dolní končetiny. Horní končetiny nechal volně visící podél těla.

Rozpětí paží je přímka mezi špičkami distálních neboli koncových článků většinou na prstech 3.paprsku, kdy dítě maximálně upaží a kdy je postaveno zády k pevné ploše (Riegerová a Ulbrichová, 1998).

U všech dětí bylo také vypočítáno **BMI**, tedy „body mass index“, což je poměr hmotnosti a výšky na druhou (Riegerová a Ulbrichová, 1998). V našem případě, při velkém věkovém rozmezí, bylo BMI pro lepší porovnatelnost výsledků přepočteno na tzv. SD-skóre.

5.4.4 Měření tibiofemorálního úhlu z fotografie

Fotografování probanda bylo od pasu dolů v celé délce dolních končetin. Obrázky byly zachycovány fotoaparátem Sony CyberShot DSC-HX60 (viz Příloha 12) s rozlišením 20,4 Mpx a optickým zoomem 30×. Respondent byl fotografován pouze zepředu, pro zajištění zálohy fotografie 2×. Fotografie byly pořizovány z 2,5 metru, kde byla udělána značka, aby byly všechny fotografie pořízeny ze stejné vzdálenosti. Fotila jsem z ruky opřené o pevný bod, nastavitelný stůl, který stál na rovném tvrdém povrchu v potřebné vzdálenosti. 2,5 metru je stanovená vzdálenost, aby nebylo možné zkreslit focené úhly na dolních končetinách. Pro různorodé výšky probandů nebylo možné fotit pouze z jedné výšky. U fotografie bylo třeba se zaměřit na celou délku dolní končetiny.

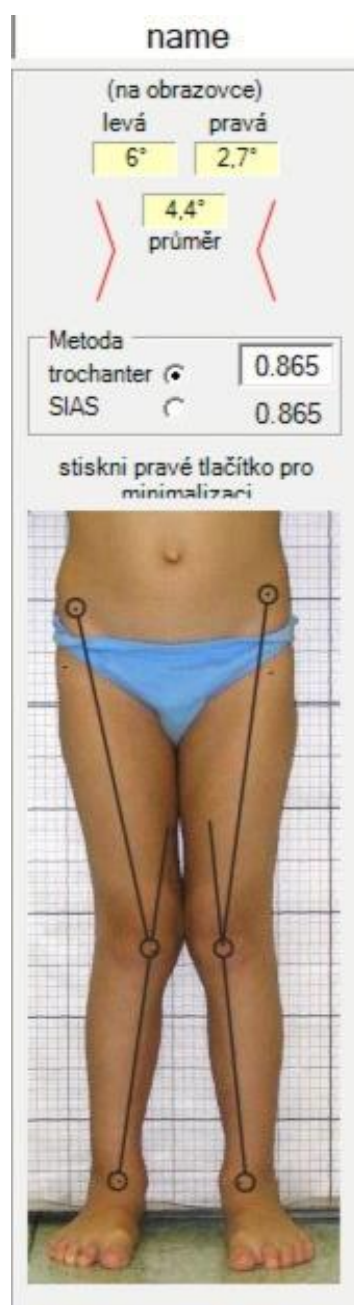
Před samotným vyfocením byl respondent náležitě označen a upraven do správného korigovaného postoje, který představoval vzpřímený stoj zády ke stěně, kdy se paty, hýždě a hrudní segment v oblasti mezi lopatkami lehce dotýkaly stěny. Jeho hlava byla opět v tzv. frankfurtské horizontále (Dylevský, 2009). Špičky nohou byly upraveny tak, aby směřovaly rovně dopředu, kotníky a kolena jsme nechávali ve fyziologickém postavení, v nejlepším případě se oba tyto segmenty vzájemně dotýkaly. Tento korigovaný stoj musel být po celou dobu značení bodů a následného focení hlídán, aby v koncovém hodnocení nebyly nekorektní výsledky.

Body na těle byly pro pozdější vyhodnocování TF úhlu jednotlivcům značeny smývatelnou nezávadnou oční linkou značky Miss Sporty. Tyto body se značily na předem palpovaných bodech, a to na obou stranách těla. Nejdříve se vyznačily *spiny iliaca anetrior*

superior, potom střed *apex patelae* a nakonec střed mezi vnitřním a vnějším kotníkem a byl měřený posuvným měřidlem.

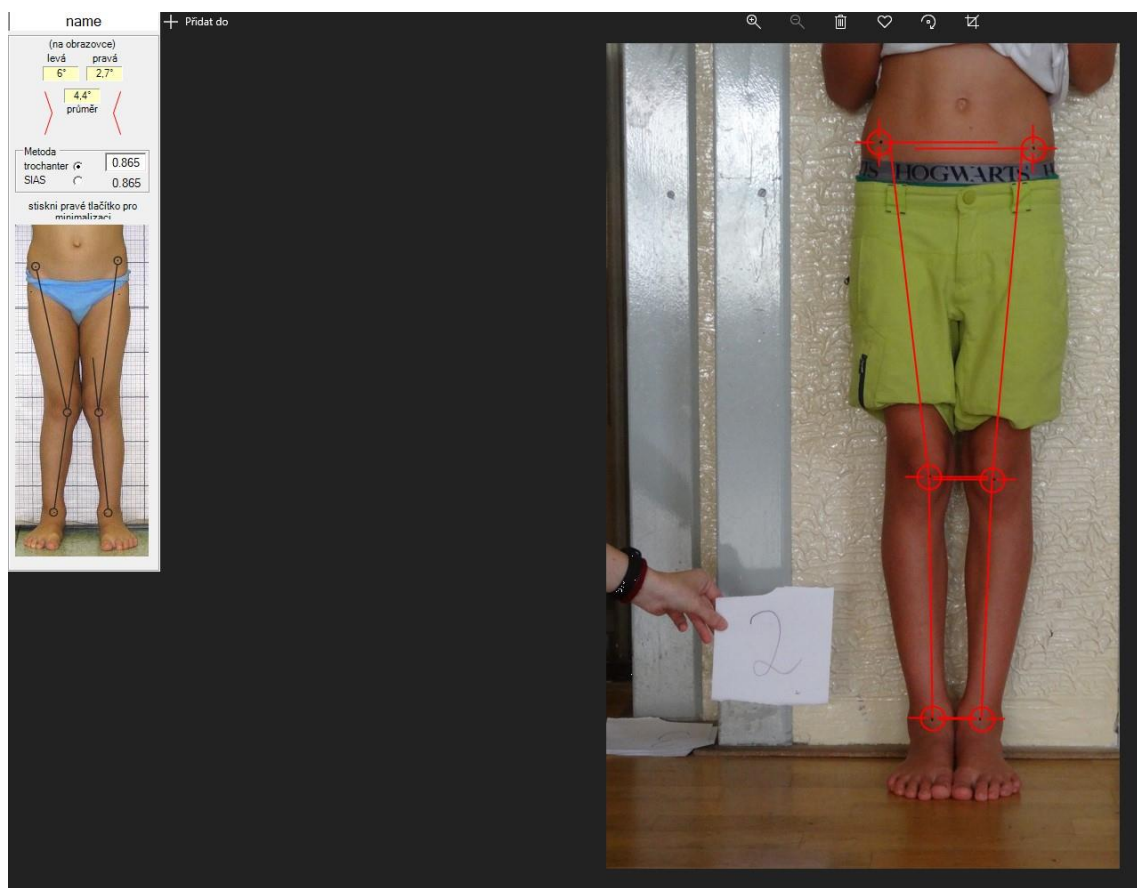
I přes to, že byla snaha fotografie dělat v co nejlepším zaostření i osvětlení, ne vždy byly adekvátní podmínky v dané situaci umožněné, a tak jsem některé fotografie upravovala – především vytahovala světlo, ostrost a zvýrazňovala označené body. To za pomoci programu Lightroom 6. Samotné vyhodnocování TF úhlů z pořízených fotografií bylo děláno v programu SCODIAC (viz Obrázek 2), kdy se pohybem myši na monitoru posouvají předem připravené osy do vyznačených bodů fotografie a program následně sám vyhodnotí velikost pravého i levého úhlu na dolní končetině s přesností na 0,1 stupně.

Obrázek 1: TF úhel



Zdroj: Vlastní

Obrázek 2: TF úhel – SCODIAC



Zdroj: Vlastní

5.4.5 Podogramy

Podogram je zobrazení rozložení tlakových napětí pod ploškou nohy otiskem nohy do plantografu. Odběr otisků byl získáván pomocí plantografu značky Sanomed, do kterého byl vkládán list papíru o velikosti A4 a za pomoci inkoustu, který byl houbičkou rozetřen po celé ploše rastru, byly tvořeny otisky dětských nohou. Bylo třeba dbát na správné rozetření inkoustu, aby otisknuté stopy nebyly rozpité. Měřené děti se postavily vždy jednou nohou na rastr plantografu a druhou nohu postavily do vzdálenosti na šířku pánve tak, aby byl zajištěn rovnoměrný stoj. Noha postavená na plantografu byla obkreslena speciální obrysovou tyčinkou.

U každého dítěte jsem zhotovila jeden otisk pravé i levé nohy a oba papíry byly označeny číslem, které bylo dítěti přiřazeno, a pod kterým probíhalo veškeré měření i vypracování mé práce. Dohromady bylo vytvořeno 234 otisků dětských nohou. Plantogram byl stejně jako ostatní pomůcky umístěn na zcela rovném povrchu. Důležité je tady

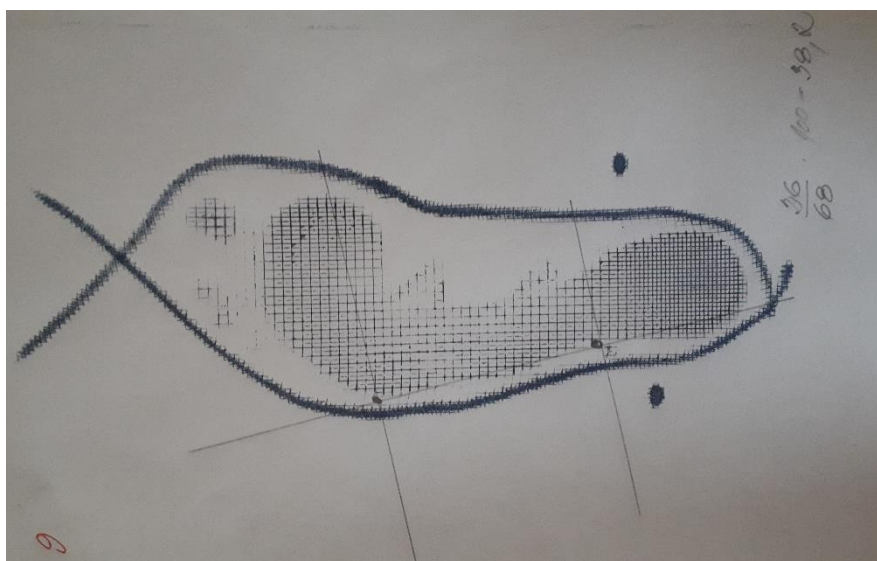
zdůraznit, že samotný otisk může být ovlivněn řadou záporných činitelů, jako je například uhlídání správného postavení dítěte a následné sundání papíru z plantogramu.

5.4.6 Metoda Chippaux-Šmiřáka

Tato metoda byla vybrána z důvodu spolehlivosti, tak i z pohledu poměrné jednoduchosti zpracování takového objemu dat. Jde o poměr mezi nejužší a nejširší částí podogramu, kdy se tyto hodnoty měří na kolmicích k vnější tečně otisku.

Na každý otisk (viz Obrázek 3) jsem narýsovala kolmici k tečně v místech s nejužší a nejširší částí otisku nohy. Nejužší část byla protažena tak, aby se protínala s kolmicí. Tato kolmice byla vztyčena vždy z vnější strany nohy. Samotný výpočet pramenil z naměřeného podílu nejužšího a nejširšího místa nohy a následně byl vynásoben 100. Vyšel nám procentuální výsledek, který jsem nadále zpracovávala podle stanovených kategorií. Kategorie jsou rozděleny následujícím způsobem. První je noha plochá, která se stanovuje nad 45 %, která byla dále dělena na mírně, středně a silně plochou podle rozmezí vycházejících procent. Klement (1987) jednotlivé kategorie popisuje ve své knize následovně – 1. stupeň je od 45,1 % do 50 % a jedná se o nohu mírně plochou, 2. stupeň je od 50,1 % do 60 %, jedná se o nohu středně plochou, a 3. stupeň je od 60,1 % do 100 %, kdy už je to noha silně plochá. Procentuální hodnocení je však i pro nohu vysokou (méně než 10 %), která se u mých probandů nevyskytla, a také pro nohu normálně klenutou, u níž je rozdělení pro 1. stupeň od 0,1 % do 25 %, 2. stupeň je od 25,1 % do 40 % a 3. stupeň od 40,1 % do 45 % (Klementa, 1987).

Obrázek 3: Chippaux-Šmiřák



Zdroj: Vlastní

5.4.7 Statistické zpracování dat

Při testování budeme často využívat párových testů pro srovnání a zjišťovat, zda se liší hodnoty dané charakteristiky ve dvou skupinách (např. vlevo a vpravo u jednoho probanda), nebo je lze považovat za stejné. V případě, že u obou souborů dat nebude zamítnuta normalita dat, budeme využívat párového t-testu (Hendl, 2004), a v případě, že k zamítnutí normality dojde, tak využijeme neparametrického Wilcoxonova testu (Hendl, 2004). U párového t-testu definujeme hypotézy:

- H_0 : Střední hodnota charakteristiky se v obou skupinách neliší.
- H_1 : Střední hodnota charakteristiky se v obou skupinách liší.

Pro Wilcoxonův test je místo střední hodnoty srovnáván medián a hypotézy jsou upraveny na:

- H_0 : Medián charakteristiky se v obou skupinách neliší.
- H_1 : Medián charakteristiky se v obou skupinách liší.

K testování předpokladu normality dat v analyzovaných skupinách budeme využívat Lillieforsova testu (Hendl, 2004).

Pokud se bude jednat o nepárové testy dvou výběrů, budou opět využity zmíněné testy, tentokrát, ale ve variantě pro dva nezávislé výběry to znamená klasický t-test (Hendl, 2004) a Wilcoxonův test pro nezávislé výběry (Hendl, 2004).

Pro případy, kdy bude srovnání zahrnovat více než dvě skupiny, tak při splnění normality dat v rámci srovnávaných skupin a požadavku, že poměr maximální a minimální výběrové směrodatné odchylky skupin nepřesáhne hodnotu 3, bude použita ANOVA (Hendl, 2004). Pokud nebudou požadavky splněny, tak využijeme Kruskal-Wallisův test (Hendl, 2004). U testu ANOVA lze definovat hypotézy takto:

- H_0 : Střední hodnota charakteristiky se ve skupinách neliší.
- H_1 : Střední hodnota charakteristiky se alespoň pro dvě skupiny liší.

Pro Kruskal-Wallisův test by v hypotézách došlo pouze k nahrazení střední hodnoty mediánem. Pokud bude prokázána odlišnost, bude použito post hoc testů pro identifikaci odlišných skupin.

Pro hodnocení vztahu (závislosti) mezi proměnnými budeme využívat Spearmanův koeficient pořadové korelace a bude otestována jeho významnost (Hendl, 2004).

Všechny závěry statistického testování byly činěny na 5 % hladině významnosti a testování bylo provedeno v programu v RStudio (verze 2021.09.2+382, R verze 4.1.2).

5.4.8 Charakteristiky základních statistik

- **Aritmetický průměr (\bar{x})** je podílem součtu všech naměřených hodnot v daném souboru.
- **Medián** je míra polohy, která dělí uspořádané hodnoty na dva stejně početné díly.
- **Minimální hodnota (Min)** je nejnižší naměřená hodnota u hodnoceného souboru.
- **Maximální hodnota (Max)** je nejvyšší naměřená hodnota u hodnoceného souboru.
- **Směrodatná odchylka (SD)** (dále sm. odch.) je míra variability, charakterizuje variabilitu hodnot kolem aritmetického průměru znaku (Hávránek, 1993). Normalizační index neboli SD skóre je pojmem ve statistice, který označuje čísla vzniklá na základě lineární transformace z prvotních získaných hodnot. Výsledné rozložení má tedy předem dané vlastnosti. Nejvíce využívané je Z-skóre, které má průměr 0 a směrodatnou odchylku 1. Pro použití tohoto skóre je nutné normální rozdělení původních hodnot (Hávránek, 1993).

Obrázek 4: Vzorec SD skóre

$$x' = \mu' + \sigma' \frac{(x - \mu)}{\sigma}$$

Zdroj: (Standardizované skóre, 2021)

x' = standardizované skóre, x = původní hrubé skóre, σ = původní směrodatná odchylka
 μ = původní průměrná hodnota, σ' = požadovaná směrodatná odchylka standardizovaných skóre, μ' = požadovaná průměrná hodnota standardizovaných skóre

5.5 Výsledky

Obrázek 5 obsahuje základní výběrové statistiky 117 zkoumaných respondentů, 67 dívek a 50 chlapců. U čtyř charakteristik je využito standardizované skóre (Z-skóre). TF úhly na levé a pravé straně jsou pozitivně korelovány ($r_s = 0.491, p < 0.001$). Pozitivně korelovány jsou i hodnoty Ch-Š indexu na levé a pravé straně ($r_s = 0.992, p < 0.001$). U všech Z-skóre průměr vyšel mírně nad nulu, což znamená, že v mém naměřeném souboru jsou zastoupeni ti, co „v průměru“ mají hodnoty vyšší, než nám udává tabulka – vyšší, těžší, s vyšším BMI a s vyšší hodnotou u poměru hmotnosti k výšce.

Obrázek 5: Charakteristika souboru

	Průměr	Medián	Sm. odch.	Minimum	Maximum
Věk	7.57	7.00	1.97	4.00	13.00
– dívky	7.82	8.00	1.82	4.00	12.00
– chlapci	7.24	7.00	2.13	4.00	13.00
Tělesná výška (z)	0.25	0.25	0.93	-2.19	2.63
– dívky	0.28	0.28	0.93	-2.08	2.42
– chlapci	0.21	0.16	0.93	-2.19	2.63
Hmotnost (z_{01})	0.21	0.02	0.90	-1.21	3.09
– dívky	0.20	0.07	0.87	-1.21	3.09
– chlapci	0.23	-0.02	0.96	-1.02	2.71
BMI (z_{01})	0.36	0.02	1.21	-1.43	5.17
– dívky	0.22	-0.04	1.22	-1.43	5.17
– chlapci	0.53	0.09	1.18	-1.24	4.00
Hmotnost k výšce (z)	0.23	0.12	0.98	-1.84	3.33
– dívky	0.16	0.10	1.06	-1.84	3.33
– chlapci	0.31	0.21	0.87	-1.75	2.42
TF úhel levá	3.76	4.00	2.57	-2.00	11.00
– dívky	4.09	4.00	2.40	-1.00	11.00
– chlapci	3.32	3.00	2.74	-2.00	9.00
TF úhel pravá	2.36	2.50	2.28	-5.00	7.50
– dívky	3.10	3.30	1.89	-3.50	7.30
– chlapci	1.38	1.20	2.41	-5.00	7.50
Ch.-Š. index levá	43.43	41.50	10.92	21.40	77.30
– dívky	40.49	39.50	9.88	21.40	77.30
– chlapci	47.37	46.25	11.09	25.30	73.30
Ch.-Š. index pravá	43.19	41.30	10.53	21.40	77.00
– dívky	40.45	39.50	9.64	21.40	77.00
– chlapci	46.86	45.20	10.64	25.00	73.30

Pozn.: z označuje z skóre dané veličiny (pokud je uvedeno z_{01} , vzniklo skóre na základě tabulek z roku 2001). První uvedené hodnoty charakteristiky jsou bez rozlišení pohlaví, následně jsou uvedeny charakteristiky dle pohlaví. Celkový počet osob je 117, z toho 67 dívek a 50 chlapců.

Zdroj: Vlastní

V hodnocení základních antropologických parametrů bylo zjištěno následující:

Tělesná výška se u probandů pohybovala od -2,19 do 2,63 SD skóre, s průměrem 0,25 SD. Hmotnost se pohybovala v rozmezí od -1,21 do 3,09 SD skóre, s průměrem 0,21 SD. BMI se pohybovalo v rozmezí od -1,43 do 5,17 SD skóre, s průměrem 0,36 SD. Hmotnost k výšce se pohybovala v rozmezí od -1,84 do 3,33 SD skóre, s průměrem 0,23 SD. Antropologické parametry u našeho změřeného souboru vycházely o něco vyšší než hodnoty z CAV 2001 (Vignerová, 2006).

Specifické veličiny měřené na dolních končetinách

Základní charakteristiky TF a Ch-Š indexu jsou uvedeny na Obrázku 6.

Tibiofemorální úhel

U celého souboru byl naměřen průměrný TF úhel na pravé straně $2,4^{\circ} \pm 2,28^{\circ}$ v rozmezí min. -5° , max. $7,5^{\circ}$. Na levé straně byl naměřen průměrný TF úhel $3,8^{\circ} \pm 2,57^{\circ}$ v rozmezí min. -2° , max. 11° . Rozdíl mezi pravým a levým úhlem tedy činil $1,4^{\circ}$. Průměrný TF úhel byl

u dívek vpravo $3,1^\circ \pm 1,9^\circ$ v rozmezí min. $-3,5^\circ$, max. $7,3^\circ$ a vlevo $4,1^\circ \pm 2,4^\circ$ v rozmezí min. -1° , max. 11° . Průměrný TF úhel u chlapců byl vpravo $1,4^\circ \pm 2,4^\circ$ v rozmezí min. -5° , max. $7,5^\circ$ a vlevo $3,32^\circ \pm 2,7^\circ$ v rozmezí min. -2° , max. 9° . Tyto odchylky na pravé a levé DK jsou považovány za fyziologické. TF úhly na levé a pravé straně jsou pozitivně korelovány na 1 % hladiny významnosti ($r_s = 0.491, p < 0.001$). Podle většiny autorů by se varózní postavení kolen po 2. roce života fyziologicky vyskytovat nemělo. U mého souboru dětí vyšlo varózní postavení u pravé DK (největší -5°) u 10 dětí a na levé končetině pouze u 3 dětí, kdy u dvou z těchto dětí vyšel úhel varózní právě na obou končetinách. Jednalo se o dívku a chlapce ve věku 9 let. Zbylé děti, u kterých se vyskytlo varózní postavení, se pohybovaly mezi 5. a 9. rokem, a především se jednalo o chlapce. U dvou sedmiletých a dvou desetiletých chlapců se na levé končetině vyskytovalo nulové postavení vůči končetině pravé, měli tedy postavení varózní. Neutrální TF úhel se u mého souboru vyskytoval u 4 dětí na obou končetinách. Jednalo se o 5, 6 a 8letého kluka a jednu 8letou dívku. Celkem se neutrální úhel v celém souboru vyskytoval na pravé končetině 8× a na levé 12×. Zbylé děti spadaly do kategorie valgózní, kde je pro tento soubor fyziologický faktor, který jsme předpokládali.

Chippaux-Šmiřákův index

Průměrný Ch-Š index na levé noze byl $43,4\% \pm 10,9\%$ v rozmezí min. $21,4\%$, max. $77,3\%$, průměrný Ch-Š na pravé noze se rovnal $43,2\% \pm 10,5\%$ v rozmezí min. $21,4\%$, max. 77% . Z těchto hodnot vyplývá, že hodnoty indexu v celkovém souboru mezi pravou a levou nohu se lišily minimálně. Významnější rozdíly byly mezi pohlavími, kdy u dívek se průměrný pravý Ch-Š index pohyboval na hodnotě $40,5\% \pm 9,6\%$ v rozmezí min. $21,4\%$, max. 77% , levý Ch-Š index byl $40,5\% \pm 9,9\%$ v rozmezí min. $21,4\%$, max. $77,3\%$. U chlapců byl průměrný index vpravo $46,9\% \pm 10,6\%$ v rozmezí min. 25% , max. $73,3\%$ a vlevo $47,3\% \pm 11\%$ v rozmezí min. $25,3\%$, max. $73,3\%$. Čím je vyšší Ch-Š index, tím je nižší nožní klenba. Dá se z předchozích hodnot říct, že u obou pohlaví byl minimální rozdíl mezi indexem na pravé a levé noze, ale hodnoty se lišily mezi levými a pravými stranami mezi pohlavími okolo 6%. Vyšly pozitivní korelace mezi Ch-Š indexem pravé a levé strany, což odpovídá výše popsaným hodnotám. Tento vztah byl významný na 1 % hladině ($r_s = 0.992, p < 0.001$).

Podle rozdělení Chippaux-Šmiřákova indexu na nohu vysokou, normální a plochou můžeme popsat následující. Noha vysoká se u mého souboru respondentů vůbec nevyskytla. Pouze 2 děti měly normální nohu 1. stupně, tedy hodnoty mezi 0,1 % a 25 %. Celkem 51 dětí mělo nohu 2. st, normální, hodnoty 25,1 % – 40 %. Významně početná byla také skupina

3. stupně normální nohy, kde se vyskytovalo 23 dětí a kde hodnoty jsou mezi 40,1 % a 45 %. Zbylí probandi (76) se řadili do kategorie ploché nohy, kdy byl největší počet zastoupení v kategorii 1. (45 % – 50 %) a 2. (50,1 % – 60 %) stupně ploché nohy. Mírně plochá noha byla vyhodnocena u 19 dětí bez výrazných rozdílů levé a pravé. Středně plochá noha byla 18× na pravé a 16× na levé končetině, kdy k mírně ploché noze na pravé straně byla u dvou 6letých chlapců zjištěna silně plochá noha, která se v celkovém souboru vykytovala minimálně, a to na pravé noze 6× a 8× na noze levé. Silně plochá noha vyšla pouze u chlapců, a to především u 5letých a 6letých. Hraniční věk pro plochou nohu nepřekročil 10 let.

Vzájemné vztahy veličin TF úhlu a Ch-Š indexu s dalšími parametry

Pro vybrané dvojice proměnných byl dopočten Spearmanův koeficient pořadové korelace (r_s) a byla otestována jeho významnost. (viz Obrázek 6) Výsledky shrnuje následující tabulka na Obrázku 7. V případech označených alespoň jednou hvězdičkou došlo k zamítnutí hypotézy o nulovosti r_s a přijetí alternativy, že případ je odlišný od nuly.

Nejvyšší hodnotu r_s (téměř 1) jsme zaznamenali mezi Chippaux-Šmiřákovým indexem na levé a pravé straně. Pozitivní korelace nám vyšla také u vztahu BMI s TF úhlem na levé DK, ale na pravé DK nebyla korelace vyhodnocena jako pozitivní. Index BMI kladně koreloval s Ch-Š indexem pravé i levé nohy. Obezita, tedy nezvětšuje nijak významně T-F úhel, ale plochost nohy ano, pravděpodobně v důsledku rozdílů v síle měkkých tkání v dané oblasti, a to jak u kolenního kloubu, tak i měkkých struktur v oblasti nohy (Cahuzac, Vardon, Sales, 1994).

Pozitivně mezi sebou korelovaly TF úhly pravé a levé dolní končetiny. Rozdíly byly mezi korelací věku, kdy na levé DK byl pozitivní vztah, na pravé nikoliv, a přesně naopak tomu bylo u závislosti TF úhlu na pohlaví, kdy u mého souboru došlo ke kladné korelaci pravé DK a u levé pozitivní vztah k pohlaví nevyšel. Ch-Š index koreloval podle Spearmana na obou končetinách kladně jak s pohlavím, tak s věkem. Vzájemný vztah také nevyšel u korelace TF úhlu a Ch-Š indexu ani na jedné DK.

Obrázek 6: Spearmanova korelace

	r_s	p hodnota
BMI (z_{01}) – TF úhel levá	0.196	0.034*
BMI (z_{01}) – TF úhel pravá	0.033	0.722
BMI (z_{01}) – Ch.-Š. index levá	0.227	0.014*
BMI (z_{01}) – Ch.-Š. index pravá	0.235	0.011*
Ch.-Š. index levá – Ch.-Š. index pravá	0.990	<0.001***
TF úhel levá – TF úhel pravá	0.450	<0.001***
Ch.-Š. index levá – TF úhel levá	0.140	0.134
Ch.-Š. index pravá – TF úhel pravá	-0.109	0.243
Věk – TF úhel levá	-0.253	0.006**
Věk – TF úhel pravá	-0.028	0.762
Pohlaví – TF úhel levá	-0.146	0.117
Pohlaví – TF úhel pravá	-0.397	<0.001***
Věk – Ch.-Š. index levá	-0.381	<0.001***
Věk – Ch.-Š. index pravá	-0.377	<0.001***
Pohlaví – Ch.-Š. index levá	0.323	<0.001***
Pohlaví – Ch.-Š. index pravá	0.316	<0.001***

Pozn.: * Statisticky významná odlišnost r_s od nuly na 5% hladině významnosti, ** na 1% hladině významnosti a *** na 0.1% hladině významnosti. V případě testování pohlaví byla pro dívky využita hodnota 0 a pro chlapce hodnota 1.

Zdroj: Vlastní

5.6 Hypotéza 1

H1: U probandů s vyšším BMI bude Ch-Š index a TF úhel vůči fyziologickému postavení v daném věku větší než u dětí s adekvátním BMI indexem.

Odpověď: BMI (z_{01}) je pozitivně korelováno s hodnotami TF úhlu na levé straně a s hodnotami Chippaux-Šmirákova indexu na obou stranách. Platí, že probandi s vyšším BMI (z_{01}) zaznamenávají zpravidla vyšší hodnoty u TF úhlu vlevo a u Chippaux-Šmirákova indexu vlevo i vpravo. Konkrétní hodnoty (viz Obrázek 5) přesně uvedeny v tabulkách.

5.7 Hypotéza 2

H2: U probandů se bude lišit hodnota Ch-Š indexu mezi pravou a levou stranou.

Chippaux-Šmirákův index

Základní přehled o datech je uveden v tabulce (viz Tabulka 1) Na obou stranách došlo k zamítnutí hypotézy o normalitě dat (na levé straně $p = 0.002$ a na pravé straně $p = 0.001$) a k testování případné rozdílnosti byl využit Wilcoxonův test. Na základě tohoto testu není možno zamítnout nulovou hypotézu o shodě hodnot Chippaux-Šmirákova indexu na levé a pravé straně ($p = 0.420$). *Vysvětlení: Pro Chippauxovo-Šmirákovo skóre se normalita na*

obou stranách zamítne, protože p -hodnota testu normality je na obou stranách menší než 0.001, tj. správné použití Wilcoxonova testu.

Tabulka 1: Chippaux-Šmiřákův index

	Průměr	Medián	Sm. odch.	Minimum	Maximum
Ch.-Š. index levá	43.43	41.50	10.92	21.40	77.30
Ch.-Š. index pravá	43.19	41.30	10.53	21.40	77.00

Zdroj: Vlastní

Směrodatná odchylka (dále jen Sm. odch.) je míra variability, charakterizuje variabilitu hodnot kolem aritmetického průměru znaku

Chippaux-Šmiřákovo skóre

Základní přehled o datech je uveden v tabulce (viz Tabulka 2). Jelikož v tomto případě nejde o spojitá data a ani je nelze za blízka spojitým považovat, tak byl k testování případné rozdílnosti rovnou využít Wilcoxonův test bez testování předpokladů normality. Na základě tohoto testu není možno zamítnout nulovou hypotézu o shodě hodnot Chippaux-Šmiřákovo skóre na levé a pravé straně ($p = 0.129$).

Tabulka 2: Ch-Š skóre – pravá strana

Ch.-Š. skóre – levá strana	Ch-Š skóre – pravá strana			
	0	1	2	3
0	74	0	0	0
1	2	15	1	0
2	0	1	16	0
3	0	0	2	6

Zdroj: Vlastní

Závěr

Jak v případě hodnot indexu, tak i v případě jejich převedení na kategorie (skóre) nedošlo k zamítnutí nulové hypotézy o tom, že se hodnoty na levé a pravé straně neliší.

5.8 Hypotéza 3

H3: U probandů se bude lišit hodnota TF úhlu mezi levou a pravou stranou.

TF úhel

Základní přehled o datech je uveden v tabulce (viz Tabulka 3). Na levé straně došlo k zamítnutí hypotézy o normalitě dat ($p = 0.011$) a na pravé straně nebyla normalita zamítnuta ($p = 0.469$). Jelikož došlo alespoň na jedné straně k zamítnutí hypotézy o normalitě, tak byl k testování případné rozdílnosti využit Wilcoxonův test. Na základě tohoto testu je možno zamítnout nulovou hypotézu o shodě a přijmout alternativu, že se hodnoty TF úhlu na levé a pravé straně liší ($p < 0.001$). *Vysvětlení: pro TF skóre se normalita na obou stranách zamítne, protože p -hodnota testu normality je na obou stranách menší než 0.001, tj. správné použití Wilcoxonova testu.*

Tabulka 3: TF úhly

	Průměr	Medián	Sm. odch.	Minimum	Maximum
TF úhel – levá	3.76	4.00	2.57	-2.00	11.00
TF úhel – pravá	2.36	2.50	2.28	-5.00	7.50

Zdroj: Vlastní

TF skóre

Základní přehled o datech je uveden v tabulce (viz Tabulka 4) Jelikož v tomto případě nejde o spojitá data a ani je nelze za blízka spojitým považovat, tak byl k testování případné rozdílnosti rovnou využit Wilcoxonův test bez testování předpokladů normality. Na základě tohoto testu je možno zamítnout nulovou hypotézu o shodě a přijmout alternativu, že se hodnoty TF skóre na levé a pravé straně liší ($p < 0.001$).

V tabulce se odlišnost objevuje nejčastěji ve formě hodnoty skóre 0 na levé straně a hodnoty 2 na pravé straně (celkem 38 probandů).

Tabulka 4: TF skóre

TF skóre – levá strana	TF skóre – pravá strana		
	0	1	2
0	37	0	38
1	4	0	0
2	7	0	31

Zdroj: Vlastní

Závěr

Jak v případě hodnot TF úhlu, tak i v případě jejich převedení na kategorie (skóre) došlo k zamítnutí nulové hypotézy a přijmutí alternativy, že se hodnoty na levé a pravé straně liší.

5.9 Hypotéza 4

H4: U probandů bude závislá hodnota TF úhlu na předem definovaných skupinách věku a pohlaví.

5.9.1 TF úhel dle pohlaví a věkové kategorie

Nejdříve se na problém podíváme vždy z prvního rozměru, tj. otestujeme, zda je možno najít rozdíl z pohledu pohlaví a následně z pohledu věkové kategorie (v kategorii označené jako mladší jsou probandi ve věku 4–6 let a v kategorii označené jako starší jsou probandi ve věku 7–13 let). Ve třetí části pak otestujeme, zda při rozdělení do čtyř skupin:

- mladší dívky (4–6 let),
- starší dívky (7–13 let),
- mladší chlapci (4–6 let),
- starší chlapci (7–13 let),

je možno identifikovat nějaké rozdíly (viz Tabulka 5).

Tabulka 5: Charakteristiky hodnot TF úhlu

Kategorie	Charakteristiky hodnot TF úhlu					
	Počet	Průměr	Medián	Sm. odch.	Minimum	Maximum
Levá						
– mladší	40	4.55	4.50	2.79	0.00	11.00
– starší	77	3.35	3.00	2.36	-2.00	10.00
Pravá						
– mladší	40	2.40	2.35	2.07	-2.70	7.00
– starší	77	2.35	2.60	2.40	-5.00	7.50

Zdroj: Vlastní

Levá strana

U obou věkových kategorií nedošlo k zamítnutí hypotézy o normalitě dat (pro mladší $p = 0.141$ a pro starší $p = 0.097$). Díky nezamítnutí normality dat použijeme t-test pro dva nezávislé výběry. Na základě tohoto testu je možno zamítnout nulovou hypotézu o shodě a přijmout alternativu, že se hodnoty TF úhlu na levé straně liší pro mladší a starší ($p = 0.023$).

Z tabulky je možno závěr interpretovat tak, že u starších probandů byla zaznamenána nižší hodnota TF úhlu na levé straně.

Pravá strana

U obou věkových kategorií nedošlo k zamítnutí hypotézy o normalitě dat (pro mladší $p = 0.799$ a pro starší $p = 0.202$). Díky nezamítnutí normality dat použijeme t-test pro dva nezávislé výběry. Na základě tohoto testu není možno zamítnout nulovou hypotézu o shodě TF úhlu na pravé straně pro mladší a starší ($p = 0.912$).

Závěr

V případě levé strany se podařilo prokázat odlišnost hodnot TF úhlu mezi mladšími a staršími probandy, kdy u starších je hodnota nižší než u mladších. Na pravé straně nebyla odlišnost prokázána.

Závěry jsou obdobné jako na základě Spearmanova koeficientu korelace, kdy na levé straně byla prokázána významnost a koeficient má hodnotu -0.253 ($p = 0.006$) a na pravé straně významnost prokázána nebyla ($p = 0.762$).

5.9.2 TF úhel dle pohlaví

Základní přehled o datech je uveden v tabulce (viz Tabulka 6).

Tabulka 6: Charakteristiky hodnot TF úhlu

Kategorie	Charakteristiky hodnot TF úhlu					
	Počet	Průměr	Medián	Sm. odch.	Minimum	Maximum
Levá						
– <i>dívky</i>	67	4.09	4.00	2.40	-1.00	11.00
– <i>chlapci</i>	50	3.32	3.00	2.74	-2.00	9.00
Pravá						
– <i>dívky</i>	67	3.10	3.30	1.89	-3.50	7.30
– <i>chlapci</i>	50	1.38	1.20	2.41	-5.00	7.50

Zdroj: Vlastní

Levá strana

V případě dívek došlo k zamítnutí hypotézy o normalitě dat ($p = 0.037$) a v případě chlapců nikoliv ($p = 0.228$). Jelikož došlo k zamítnutí normality v alespoň jednom případě, tak použijeme Wilcoxonův test pro nezávislé výběry. Na základě tohoto testu není možno zamítnout nulovou hypotézu o shodě TF úhlu na levé straně mezi dívkami a chlapci ($p = 0.117$).

Pravá strana

U obou kategorií nedošlo k zamítnutí hypotézy o normalitě dat (pro dívky $p = 0.252$ a pro chlapce $p = 0.531$). Díky nezamítnutí normality dat použijeme t-test pro dva nezávislé výběry. Na základě tohoto testu je možno zamítnout nulovou hypotézu o shodě a přijmout alternativu, že se hodnoty TF úhlu na pravé straně mezi dívkami a chlapci liší ($p < 0.001$).

Závěr

Z tabulky je možno závěr interpretovat tak, že u dívek byla zaznamenána vyšší hodnota TF úhlu na pravé straně, zatímco u chlapců byla nižší. Na levé straně nebyla odlišnost prokázána.

Závěry jsou obdobné jako na základě Spearmanova koeficientu korelace, kdy na levé straně nebyla prokázána významnost ($p = 0.117$) a na pravé straně byla významnost prokázána a koeficient má hodnotu -0.397 ($p < 0.001$).

5.9.3 TF úhel dle věkové kategorie a pohlaví

Základní přehled o datech je uveden v tabulce (viz Tabulka 7)

Tabulka 7: Charakteristiky hodnot TF úhlu

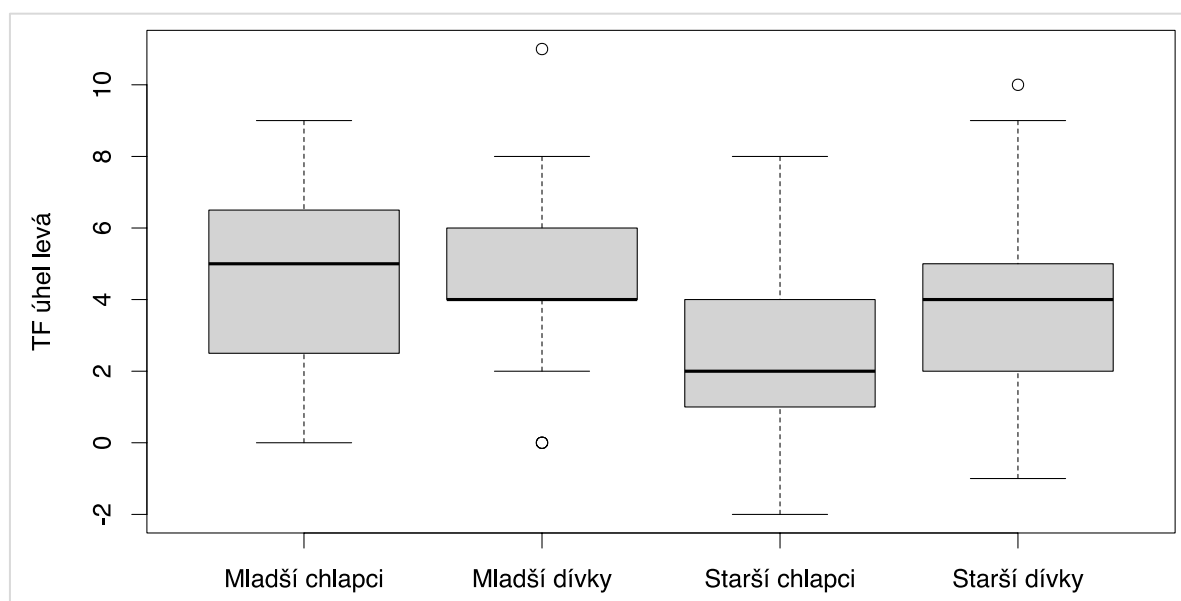
Kategorie	Charakteristiky hodnot TF úhlu					
	Počet	Průměr	Medián	Sm. odch.	Minimum	Maximum
Levá						
– <i>mladší dívky</i>	17	4.65	4.00	2.80	0.00	11.00
– <i>mladší chlapci</i>	23	4.48	5.00	2.84	0.00	9.00
– <i>starší dívky</i>	50	3.90	4.00	2.24	-1.00	10.00
– <i>starší chlapci</i>	27	2.33	2.00	2.27	-2.00	8.00
Pravá						
– <i>mladší dívky</i>	17	3.18	3.30	1.51	-0.10	6.40
– <i>mladší chlapci</i>	23	1.82	1.40	2.25	-2.70	7.00
– <i>starší dívky</i>	50	3.07	3.25	2.01	-3.40	7.30
– <i>starší chlapci</i>	27	1.00	0.70	2.51	-5.00	7.50

Zdroj: Vlastní

Levá strana

Pro lepší představu o datech uvedeme boxplot, který lépe vizualizuje data z předchozí tabulky (viz Obrázek 7).

Obrázek 7: TF úhel – levá



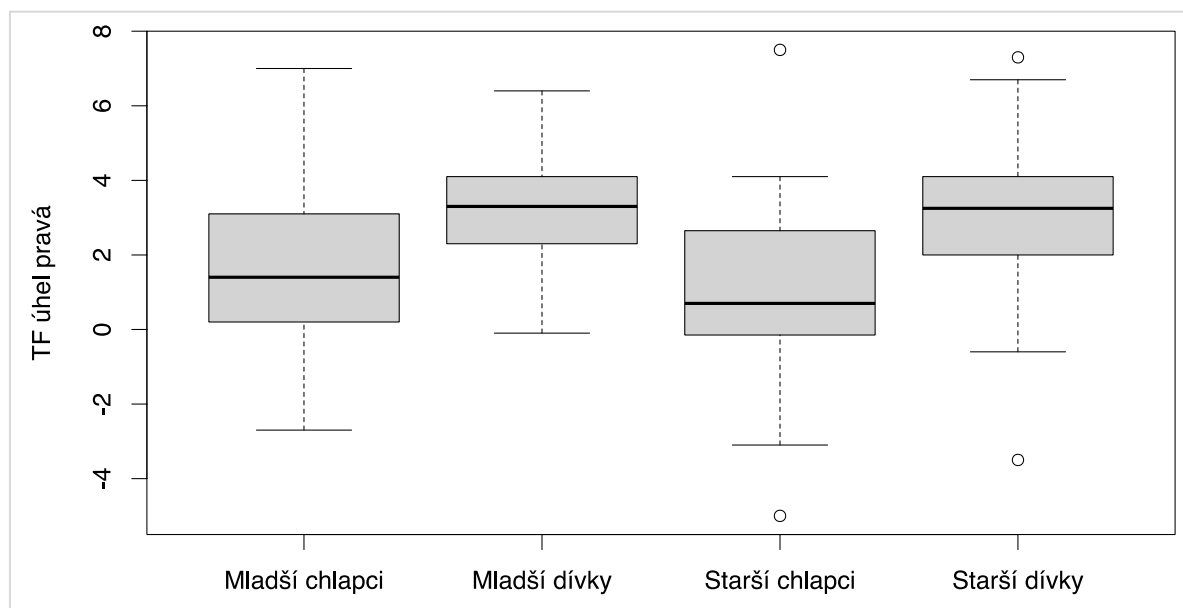
Zdroj: Vlastní

Ani u jedné skupiny nedošlo k zamítnutí normality dat a ani výběrové směrodatné odchylky nevyklučují použití testu ANOVA. Výsledná p hodnota tohoto testu je 0.005, a můžeme tedy zamítnout hypotézu o tom, že data ve skupinách se neliší ve své střední hodnotě. Z provedené post hoc analýzy vyplývá, že statisticky významně se od všech skupin liší *starší chlapci*. Žádná další odlišnost identifikována nebyla a na základě dat můžeme prohlásit, že odlišnost nebyla nalezena mezi skupinami *mladší chlapci*, *mladší dívky* a *starší dívky*. *Starší chlapci* se od všech uvedených skupin liší tím, že hodnoty TF úhlu na levé straně mají nižší.

Pravá strana

Pro lepší představu o datech uvedeme boxplot, který lépe vizualizuje data z předchozí tabulky (viz Obrázek 8).

Obrázek 8: TF úhel – pravá



Zdroj: Vlastní

Ani u jedné skupiny nedošlo k zamítnutí normality dat a ani výběrové směrodatné odchylky nevyklučují použití testu ANOVA. Výsledná p hodnota tohoto testu je menší než 0.001, a můžeme tedy zamítnout hypotézu o tom, že data ve skupinách se neliší ve své střední hodnotě. Z provedené post hoc analýzy vyplývá, že statisticky významně se liší tyto páry:

- starší chlapci – mladší dívky,
- starší chlapci – starší dívky.

Žádná další odlišnost identifikována nebyla a na základě dat můžeme prohlásit, že odlišnost nebyla nalezena mezi skupinami *mladší chlapci*, *mladší dívky* a *starší dívky*. *Starší chlapci* se od všech mladších dívek i starších dívek liší tím, že hodnoty TF úhlu na pravé straně mají nižší.

Závěr

Z charakteru skupin vystupují starší chlapci, u nichž byla v případě levé strany identifikována odlišnost od všech ostatních skupin a v případě pravé strany byla odlišnost od mladších dívek a starších dívek. Ve všech případech byla pro starší chlapce naměřena nejnižší průměrná hodnota.

5.10 Hypotéza 5

H5: U probandů bude závislá hodnota Ch-Š indexu na předem definovaných skupinách věku a pohlaví.

5.10.1 Chippaux-Šmiřákův index dle pohlaví a věkové kategorie

Stejně jako v případě TF úhlu se nejdříve na problém podíváme z jednoho rozměru, tj. otestujeme, zda je možno najít rozdíl z pohledu pohlaví, následně z pohledu věkové kategorie (v kategorii označené jako mladší jsou probandi ve věku 4–6 let a v kategorii označené jako starší jsou probandi ve věku 7–13 let). Ve třetí části pak otestujeme, zda při rozdělení do čtyř skupin:

- mladší dívky (4–6 let),
- starší dívky (7–13 let),
- mladší chlapci (4–6 let),
- starší chlapci (7–13 let),

je možno identifikovat nějaké rozdíly.

Chippaux-Šmiřákův index dle věkové kategorie

Základní přehled o datech je uveden v tabulce (viz Tabulka 8).

Tabulka 8: Charakteristiky hodnot Chippaux-Šmiřákova indexu

Kategorie	Charakteristiky hodnot Chippaux-Šmiřákova indexu					
	Počet	Průměr	Medián	Sm. odch.	Minimum	Maximum
Levá						
– mladší	40	49.45	48.05	13.51	24.60	77.30
– starší	77	40.30	39.70	7.69	21.40	65.30
Pravá						
– mladší	40	48.94	48.05	12.91	26.90	77.00
– starší	77	40.20	39.70	7.56	21.40	64.30

Zdroj: Vlastní

Levá strana

U obou věkových kategorií nedošlo k zamítnutí hypotézy o normalitě dat (pro mladší $p = 0.784$ a pro starší $p = 0.094$). Díky nezamítnutí normality dat použijeme t-test pro dva nezávislé výběry. Na základě tohoto testu je možno zamítnout nulovou hypotézu o shodě a přijmout alternativu, že se hodnoty Chippaux-Šmiřákova indexu na levé straně liší pro mladší a starší ($p < 0.001$).

Z tabulky je možno závěr interpretovat tak, že u starších probandů byla zaznamenána nižší hodnota Chippaux-Šmiřákova indexu na levé straně.

Pravá strana

V případě kategorie starších došlo k zamítnutí hypotézy o normalitě dat ($p = 0.038$), v případě kategorie mladších nikoliv ($p = 0.794$). Jelikož došlo k zamítnutí normality v alespoň jednom případě, tak použijeme Wilcoxonův test pro nezávislé výběry. Na základě tohoto testu je možno zamítnout nulovou hypotézu o shodě a přijmout alternativu, že se hodnoty Chippaux-Šmiřákova indexu na pravé straně liší pro mladší a starší ($p < 0.001$).

Z tabulky je možno závěr interpretovat tak, že u starších probandů byla zaznamenána nižší hodnota Chippaux-Šmiřákova indexu na pravé straně.

Závěr

V případě obou stran se podařilo prokázat odlišnost hodnot Chippaux-Šmiřákova indexu mezi mladšími a staršími probandy, kdy u starších je hodnota nižší než u mladších.

Závěry jsou obdobné, jako na základě Spearmanova koeficientu korelace, kdy na levé straně byla prokázána významnost a koeficient má hodnotu -0.381 ($p < 0.001$) a na pravé straně byla rovněž prokázána významnost a koeficient má hodnoty -0.377 ($p < 0.001$).

5.10.2 Chippaux-Šmiřákův index dle pohlaví

Základní přehled o datech je uveden v tabulce (viz Tabulka 9).

Tabulka 9: Charakteristiky hodnot Chippaux-Šmiřákova indexu

Kategorie	Charakteristiky hodnot Chippaux-Šmiřákova indexu					
	Počet	Průměr	Medián	Sm. odch.	Minimum	Maximum
Levá						
– <i>dívky</i>	67	40.49	39.50	9.88	21.40	77.30
– <i>chlapci</i>	50	47.37	46.25	11.09	25.30	73.30
Pravá						
– <i>dívky</i>	67	40.45	39.50	9.64	21.40	77.00
– <i>chlapci</i>	50	46.86	45.20	10.64	25.00	73.30

Zdroj: Vlastní

Levá strana

V případě dívek došlo k zamítnutí hypotézy o normalitě dat ($p = 0.001$) a v případě chlapců nikoliv ($p = 0.092$). Jelikož došlo k zamítnutí normality v alespoň jednom případě, tak použijeme Wilcoxonův test pro nezávislé výběry. Na základě tohoto testu je možno zamítnout nulovou hypotézu o shodě a přijmout alternativu, že se hodnoty Chippaux-Šmiřákova indexu mezi dívkami a chlapci na levé straně liší ($p < 0.001$).

Z tabulky je možno závěr interpretovat tak, že u chlapců byla na levé straně zaznamenána vyšší hodnota Chippaux-Šmiřákova indexu.

Pravá strana

V případě dívek došlo k zamítnutí hypotézy o normalitě dat ($p = 0.003$), v případě chlapců nikoliv ($p = 0.384$). Jelikož došlo k zamítnutí normality v alespoň jednom případě, tak použijeme Wilcoxonův test pro nezávislé výběry. Na základě tohoto testu je možno zamítnout nulovou hypotézu o shodě a přijmout alternativu, že se hodnoty Chippaux-Šmiřákova indexu mezi dívkami a chlapci na pravé straně liší ($p < 0.001$).

Z tabulky je možno závěr interpretovat tak, že u chlapců byla na pravé straně zaznamenána vyšší hodnota Chippaux-Šmiřákova indexu.

Závěr

V případě obou stran se podařilo prokázat odlišnost hodnot Chippaux-Šmiráková indexu mezi dívkami a chlapci.

Závěry jsou obdobné jako na základě Spearmanova koeficientu korelace, kdy na levé straně byla prokázána významnost a koeficient má hodnotu 0.323 ($p < 0.001$) a na pravé straně byla rovněž prokázána významnost a koeficient má hodnoty 0.316 ($p < 0.001$).

5.10.3 Chippaux-Šmiřákův index dle věkové kategorie a pohlaví (viz Tabulka 10)

Tabulka 10: Charakteristiky hodnot Chippaux-Šmiřákova indexu

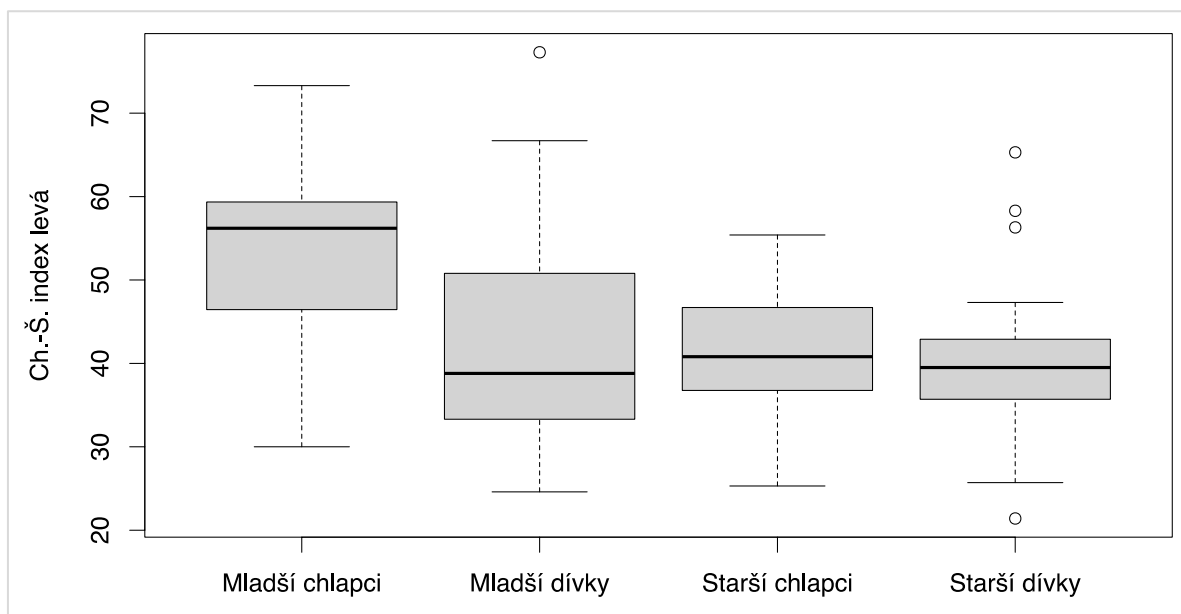
Kategorie	Charakteristiky hodnot Chippaux-Šmiřákova indexu					
	Počet	Průměr	Medián	Sm. odch.	Minimum	Maximum
Levá						
– <i>mladší dívky</i>	17	43.28	38.80	14.33	24.60	77.30
– <i>mladší chlapci</i>	23	54.00	56.20	11.10	30.00	73.30
– <i>starší dívky</i>	50	39.53	39.50	7.79	21.40	65.30
– <i>starší chlapci</i>	27	41.71	40.80	7.44	25.30	55.40
Pravá						
– <i>mladší dívky</i>	17	42.96	39.40	13.76	26.90	77.00
– <i>mladší chlapci</i>	23	53.35	55.60	10.47	30.40	73.30
– <i>starší dívky</i>	50	39.60	39.60	7.77	21.40	64.30
– <i>starší chlapci</i>	27	41.32	40.50	7.16	25.00	56.10

Zdroj: Vlastní

Levá strana

Pro lepší představu o datech uvedeme boxplot, který lépe vizualizuje data z předchozí tabulky (viz Obrázek 9).

Obrázek 9: Ch-Š index – levá



Zdroj: Vlastní

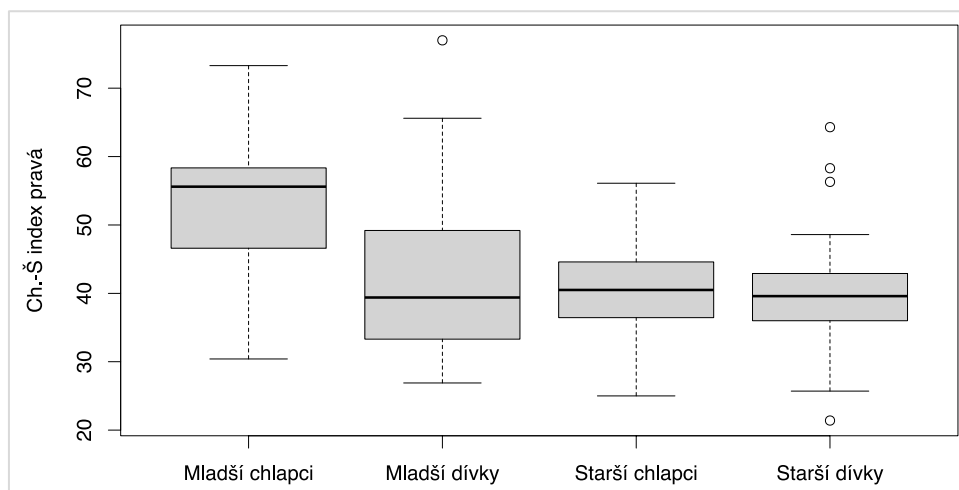
V kategorii *starší dívky* došlo k zamítnutí hypotézy o normálním rozdělení ($p = 0.048$). Jelikož se ale jedná o porušení v jedné skupině a je poměrně hraniční, tak i přes to jsme se, i vzhledem k tomu, že výběrové směrodatné odchylky nevyklučují použití testu ANOVA, rozhodli pro ANOVA test z důvodu vyšší síly pro následné srovnávání skupin v post hoc testech.

Výsledná p hodnota tohoto testu menší než 0.001 (stejný výsledek poskytuje i Kruskal-Wallisův test) a můžeme tedy zamítnout hypotézu o tom, že data ve skupinách se neliší ve své střední hodnotě. Z provedené post hoc analýzy vyplývá, že statisticky významně se od všech skupin liší *mladší chlapci*. Žádná další odlišnost identifikována nebyla a na základě dat můžeme prohlásit, že odlišnost nebyla nalezena mezi skupinami *starší chlapci*, *mladší dívky* a *starší dívky*. *Mladší chlapci* se od všech uvedených skupin liší tím, že hodnoty Chippaux-Šmirákova indexu na levé straně mají vyšší.

Pravá strana

Pro lepší představu o datech uvedeme boxplot, který lépe vizualizuje data z předchozí tabulky (viz Obrázek 10).

Obrázek 10: Ch-Š index – pravá



Zdroj: Vlastní

V kategorii *starší dívky* došlo k zamítnutí hypotézy o normálním rozdělení ($p = 0.040$). Jelikož se ale jedná o porušení v jedné skupině a opět je poměrně hraniční, tak i přes to jsme se, i vzhledem k tomu, že výběrové směrodatné odchylky nevyklučují použití testu ANOVA, rozhodli pro ANOVA test z důvodu vyšší síly pro následné srovnávání skupin v post hoc testech.

Výsledná p hodnota tohoto testu menší než 0.001 (stejný výsledek poskytuje i Kruskal-Wallisův test), a můžeme tedy zamítnout hypotézu o tom, že data ve skupinách se neliší ve své střední hodnotě. Z provedené post hoc analýzy vyplývá, že statisticky významně se od všech skupin liší *mladší chlapci*. Žádná další odlišnost identifikována nebyla a na základě dat můžeme prohlásit, že odlišnost nebyla nalezena mezi skupinami *starší chlapci*, *mladší dívky* a *starší dívky*. *Mladší chlapci* se od všech uvedených skupin liší tím, že hodnoty Chippaux-Šmiřákova indexu na pravé straně mají vyšší.

Závěr

Z charakteru skupin vystupují mladší chlapci, u nichž byla v případě obou stran identifikována odlišnost od všech ostatních skupin. Ve všech případech byla pro starší chlapce naměřena nejvyšší průměrná hodnota.

6 DISKUZE

V první části práce jsem se věnovala teorii, ve které byly popisovány základní anatomické a fyziologické faktory nohy a kolenního kloubu. Dále jsem se v teoretické části zabývala vysvětlením pojmu tibiofemorální úhel, jeho metodami měření a vyhodnocování. Také jsem se věnovala popisu měření pro stanovení výšky klenby nožní pomocí podografu a následné metodě pro její vyhodnocení.

V druhé části práce jsem uváděla přesné postupy měření a hodnocení na mém konkrétním vybraném souboru dětí. Nyní se budu věnovat diskuzi o výsledcích práce vůči mým stanoveným cílům a také budu porovnávat výsledky mé práce s jinými díly, které řešily podobné nebo stejné téma v odlišných věkových skupinách probandů. Práce, se kterými budu svou práci konfrontovat, budou následující. *Charakteristika TF úhlu, úhlu paty a klenby nožní u zdravých dětí ve věku od 6 do 15 let* od autorky Bc. Zuzany Morvové, dále pak práce *Zhodnocení stavu klenby nožní a vybraných parametrů u dětí ve věku 7 až 11 let* od autorky Bc. Evy Novotné, kdy její soubor probandů tvořil 132 dětí. Novotná (2006) ve své práci porovnávala 7 metod pro hodnocení nožní klenby.

V práci Mgr. Zuzany Morvové bylo testováno 120 dětí, což je početně odpovídající soubor méj práci, kdy soubor čítal 117 probandů. Průměrný TF úhel na pravé DK v konfrontované práci vyšel $6,23^\circ \pm 2,19^\circ$ (min. 1° , max. $11,5^\circ$). Průměrný TF úhel levý měl hodnotu $4,79^\circ \pm 2,17^\circ$ (min. -1° , max. 11°). U mého souboru byl průměrný TF úhel na pravé straně $2,4^\circ \pm 2,28^\circ$ v rozmezí min. -5° , max. $7,5^\circ$. Na levé straně byl průměrný TF úhel $3,8^\circ \pm 2,57^\circ$ v rozmezí min. -2° , max. 11° . Salenius a Vankka (1975) na základě radiologických měření dospěli k tomu, že chlapci i dívky mají TF úhel 5° - 6° ve věku mezi 10-12 lety.

V mém souboru se TF úhel na obou DK liší, ale výsledné rozdíly mezi pravým a levým úhlem u souboru naměřených dětí Morvové a mého souboru vycházejí stejně, tedy $1,4^\circ$, což je považováno za fyziologickou odchylku. Hodnoty jsou zaznamenány v tabulce (viz Příloha 14).

Oproti souboru v druhé práci se v mém souboru vyskytlo více varózních postavení (celkem 13), a to jak na levé, tak na pravé končetině (max. -5°). Věkově se tyto děti ale pohybovaly okolo 5. až 9. roku, což se shoduje s jedním chlapcem v souboru Morvové, jehož věk byl 8 let a spadal do tohoto rozmezí. I na neutrálním TF úhlu byly zjištěny odlišné hodnoty v pracích. Neutrální TF levý s hodnotou 0° se vyskytoval v druhé práci v souboru u 2 dívek ve věku 7,9 a 9,7 let a jednoho chlapce ve věku 13,9 let a pouze na levé končetině. Oproti tomu v mém souboru byl výskyt neutrálního TF úhlu na obou DK u dvou 7 letých a dvou 10 letých chlapců na levé končetině a u 4 dětí na obou končetinách. Jednalo se o 5, 6 a 8 letého chlapce,

a jednu 8 letou dívku. Celkem se neutrální úhel vyskytoval na pravé končetině 8× a na levé 12× v celém souboru. Morvová (2018) srovnávala ruční měření s měřením programu SCODIAC, ve kterém jsem vyhodnocovala TF mého souboru úhel, a vyšel jí koeficient reliability hodnot blízkých 100 %. Byl roven 99 % pro TF úhel pravý i pro TF úhel levý (viz Příloha 15).

V rozdílných věkových souborech prací byly značné odlišnosti v Chipaux-Šmiřákově indexu, což bych přisuzovala jinému věkovému složení skupin. V mém souboru jsou děti od 4 do 13 let včetně a v práci autorky Morvové je soubor složen z dětí od 6 až do 15 let věku, což může dělat právě tento rozdíl. V její práci vyšlo následující, a sice že průměrný Ch-Š index pravé nohy byl 29,09 % ± 13,73 % v rozmezí min. 0 %, max. 64 % a průměrný Ch-Š index levé nohy se rovnal 27,81 % ± 15,85 % (min. 0 %, max. 66 %). Rozdíl průměrné hodnoty v Ch-Š indexu pravé byl tedy o 1,28 % větší než u Ch-Š indexu levé. V mojí práci byly výsledné hodnoty odlišné, průměrný Ch-Š index na levé noze byl 43,4 % ± 10,9 % v rozmezí min. 21,4 %, max. 77,3 %, průměrný Ch-Š index na pravé noze se rovnal 43,2 % ± 10,5 % v rozmezí min. 21,4 %, max. 77 %. Rozdíl mezi hodnotami na obou stranách činil zanedbatelný rozdíl 0,2 %, což se tedy významně liší od srovnávané práce (viz Příloha 16).

U mých probandů se nevyskytovala žádná vysoká noha oproti konfrontované práci (7 vysokých nohou pravá a 11 levá) a také mně vycházely totožné nebo minimální rozdíly v procentech Ch-Š indexu mezi levou a pravou nohou, kdy obě nohy – až na pár nepatrných výjimek – spadaly do stejné skupiny. V druhé zmiňované práci autorky Novotné jsou popisovány větší rozdíly plochosti nohou mezi stranami a také tedy rozdílné skupiny pro tyto nohy. V členění do skupin Ch-Š indexu na normální a ploché nohy vplynuly následující rozdíly. V mém souboru v konečných výsledcích vyšlo, že plochou nohu má 41 dětí a normální nohu 76 dětí. 51 dětí mělo nohu normální ve 2. stupni a 23 ve 3. stupni.

Plochá noha měla nejvíce zastoupení v 1. stupni – kategorie mírně ploché nohy. V práci Morvové bylo 100 normálních nohou a pouhých 13 nohou plochých na pravé straně a na levé potom 15 nohou plochých a 94 normálních. Podle Novotné je Ch-Š index nejvhodnější hodnotící metoda pro tento druh výzkumu. V její práci je udáváno snižování ploché nohy mezi 7. a 9. rokem, dětská noha se normalizuje, což odpovídalo i mojí práci, ve které ploché nohy vycházely u dětí do 9 let věku. Takto starých dětí ale bylo minimálně a starší probandi už se řadili do kategorie nohou normálních (viz Příloha 17).

Ve vzájemných korelačních vztazích v konfrontovaných pracích vyšla významná negativní korelace na 1 % hladině významnosti mezi TF pravým a Ch-Š levým ($r = -0,259$, $p = 0,004$). Vztah TF P s Ch-Š P nebyl významný, což v mojí práci vyšlo obdobně, kdy Ch-Š index pravé nohy a TF úhel pravé nohy vyšel negativně korelován ($r_s = -0,109$,

$p = 0,243$), stejně tak méně vyšla negativní korelace u Ch-Š indexu levé nohy a TF úhlu levé nohy ($r_s = 0,140$, $p = 134$). U Morvové TF levý negativně koreloval s Ch-Š indexem P i Ch-Š indexem L, a to na 5 % hladině významnosti ($r = -0,186$, $p = 0,042$ pro Ch-Š index P, $r = -0,204$, $p = 0,025$ pro Ch-Š index L). U TF a Ch-Š indexu byla silnější korelace pro levou nohu. U Novotné také nevyšla žádná signifikantní korelace, která by dokazovala významný vztah nožní klenby a TF úhlu. Statisticky významně však vyhodnotila korelaci mezi CH-Š indexem a BMI na 5 % hladiny, což v mém souboru vyšlo také na hladině významnosti 5 %. Zajímavostí je, že zbylých 6 metod porovnávaných v její práci nijak významně nekorelovalo s BMI. V Morvové práci BMI nekorelovalo s Ch-Š indexem pravé nohy. Na druhou stranu byla nalezena pozitivní korelace s Ch-Š indexem levé nohy, a to na 5 % hladině významnosti. V mojí práci, jak už bylo uvedeno výše, byla pozitivní korelace u obou nohou s BMI (levá: $r_s = 0,227$, $p = 0,014$; pravá: $r_s = 0,235$, $p = 0,011$).

Dále nebyla v práci Morvové prokázána korelace BMI ani BMI SD skóre s TF P ani TF L. Z toho by se dalo předpokládat, že dokud BMI zásadně nepřekročí hranici normy, nemá jeho růst vliv na zvýšení TF. Tento předpoklad v mojí práci vyšel. Při zvýšené hranici BMI indexu u těchto dětí vycházely vyšší hodnoty TF úhlu, avšak vycházely méně kladné korelace i mezi BMI a levým TF úhlem ($r_s = 0,196$, $p = 0,034$). U levé DK byla tato korelace záporná. Stejně nám vyšly korelace mezi tělesnou výškou a TF úhlem, tedy tato korelace vyšla u obou souborů záporně. Také se ani v jedné práci nenašel význam mezi tělesnou výškou a Ch-Š indexem levé a pravé nohy.

V práci jsem zároveň porovnávala rozdílný TF úhel z pohledu pohlaví a z pohledu věkové kategorie, kdy jsem naměřený soubor rozdělila na 4 skupiny-mladší dívky, mladší chlapce, starší dívky, starší chlapce. V případě věkových skupin (4-6 a 7-13) se levý TF úhel lišil a to tak, že hodnota TF úhlu byla ve starší věkové skupině nižší než u mladší věkové skupiny. U pravé DK se to nepotvrdilo. U pohlaví vyšel rozdíl na základě hodnocení dat opět jen pro jednu DK, tentokrát pro pravou. Děvčata měla vyšší hodnotu pravého TF úhlu oproti chlapcům v obou věkových skupinách. Cahuzac a kol. (1994) ve své studii uvádí, že do 13 let neshledal žádný významný rozdíl mezi pohlavími. Po dosažení věku 13 let se TF úhel lišil podle pohlaví (Cahuzac, 1994). Cheng a kol. (1991) shledali, že čínské děti ve věku 9 a 12 let mají valgus 1° v rozsahu $\pm 8^\circ$ u obou pohlaví. Rozdíl mezi průměrnou hodnotou popsanou Chengem a kol. a výsledky Cahuzacových studií může být způsobený odlišnostmi mezi rasami.

Nároky na metody měření a vyhodnocování výsledků pro danou problematiku se neustále vyvíjejí a naším cílem je mít co nejvíce kvalitně naměřená i zpracovaná data, u kterých

bude docházet k co nejmenším odchylkám od skutečnosti, aby pak tato data mohla být užitečná v dalších prováděných studiích.

Důležitými zdroji pro moji práci byly také vědecké články z mnoha čísel časopisů *pohybové ústrojí*. Další informace jsem nejčastěji čerpala z knižních zdrojů. Jsem si vědoma, že měření a testování probandů z důvodů malého manipulačního prostoru a horšího osvětlení neprobíhalo vždy v naprosto vyhovujících podmínkách. Z důvodu nepříznivého počasí v letních měsících, kdy na sluníčku byly vysoké teploty, bylo měření přesunuto do chladnějších prostor uvnitř, kde i přes snahu mohly být horší světelné podmínky. Zásadní by také mohly být velikostně rozdílné prostory, ve kterých jsem měření prováděla, jelikož v jezdeckém klubu mi k měření byla poskytnuta jen menší šatna, kde nebyl dostatečný prostor. Také vím, že by testování probandů bylo objektivnější mimo tréninkové dny celého soustředění, kdy by na výsledky měření neměla vliv únava, nebo naopak rozjaření z předcházejícího tréninku, kdy se pak děti obtížněji udržují v klidu při samotném měření. Dalším limitem byla určitě má nezkušenost s antropologickým měřením. To mohlo znamenat drobné odchylky naměřených hodnot, ke kterým mohlo dojít např. při horší palpaci bodů na těle nebo nepřesné přiložení pomůcky při daném měření. Ke konci testování mi na základě získaných zkušeností šlo měření již přesněji a rychleji, proto si myslím, že získání praxe bylo pro tuto práci zcela nezbytné.

ZÁVĚR

V práci jsem se zabývala sledováním vztahu TF úhlu a plochonoží, tedy TF úhlu a fyziologického či patologického zatížení plosky nohy hmotností pacienta ve stoje neboli rozložením tlakových napětí pod ploskou nohy. To bylo hodnoceno podografem. Měření tibiofemorálního úhlu a plochonoží u dětí je důležité pro zjištění patologických odchylek vůči danému věku a také zde vyplývají kladně korelující hodnoty těchto veličin oproti jiným antropometrickým parametrům na těle. Hlavním cílem bylo zmapování vývoje TF úhlu u dětí ve věku 4–6 let a 7–13 let a snaha získat více referenčních hodnot TF úhlů v těchto věkových skupinách. Výsledky výzkumu by mohly být využity při klinickém hodnocení normálního a patologického vývoje dolních končetin dětí. Můj soubor čítal dohromady 117 dětí daného věku, kdy dětem byly naměřeny základní antropometrické hodnoty, byl udělán podogram a odečten TF úhel z fotografie za pomoci programu.

První hypotézou jsem předpokládala, že při zvýšeném BMI dojde ke zvýšení TF úhlu a Ch-Š indexu na obou DK. Tato hypotéza se potvrdila, platí, že probandi s vyšším BMI mají zpravidla vyšší hodnoty u TF úhlu vlevo a Chippaux-Šmiřákova indexu vlevo i vpravo.

Moje druhá hypotéza vznikla na základě informací z prací jiných autorů – že bude rozdíl jak mezi Chippaux-Šmiřákovým indexem levé a pravé nohy, tak v kategoriích skóre. Jak v případě hodnot indexu, tak i v případě jejich převedení na kategorie (skóre) nedošlo k zamítnutí nulové hypotézy o tom, že se hodnoty na levé a pravé straně neliší.

U třetí hypotézy, ve které byly předpoklady rozdílů mezi stupni mezi pravým a levým TF úhlem, je možno závěr interpretovat tak, že na levé straně jsou hodnoty vyšší než na pravé straně (jak z pohledu průměru, tak i mediánu).

Jak v případě hodnot TF úhlu, tak i v případě jejich převedení na kategorie (skóre) došlo k zamítnutí nulové hypotézy a přijmutí alternativy, že se hodnoty na levé a pravé straně liší.

Znění čtvrté hypotézy bylo, že hodnota TF úhlu bude závislá na předem definovaných skupinách na věku a pohlaví, tedy na skupinách mladších, starších dívek a mladších, starších kluků z definovaných skupin 4–6 let a 7–11 let. Závěr byl, že hodnoty ve věkových kategoriích TF úhlu na levé straně se liší pro mladší a starší pohlaví, a že u starších probandů byl TF úhel na straně levé nižší. Na pravé straně nebyla odlišnost prokázána. Závěry jsou obdobné jako na základě Spearmanova koeficientu korelace. Pro pohlaví může být konečný výsledek řečen tak, že u dívek byla zaznamenána vyšší hodnota TF úhlu na pravé straně. Na levé straně nebyla odlišnost prokázána. V případě pravé strany se podařilo prokázat odlišnost hodnot TF úhlu mezi dívkami a chlapci. I zde vyšly závěry v souladu se Spearmanovou korelací.

Poslední hypotéza byla založená na základu, že bude závislá hodnota Ch-Š indexu na předem definovaných skupinách věku a pohlaví, tedy rozdělení bude obdobné jako u předchozí hypotézy. Zde je možno podle věkových kategorií uzavřít následující verdikt: u starších probandů byla zaznamenána nižší hodnota Chippaux-Šmiřákova indexu na levé straně a také u starších probandů byla zaznamenána nižší hodnota Chippaux-Šmiřákova indexu na pravé straně.

V případě obou stran byla prokázána odlišnost hodnot Chippaux-Šmiřákova indexu mezi mladšími a staršími dětmi, kdy u starších je hodnota nižší než u mladších.

Závěry jsou obdobné jako na základě Spearmanova koeficientu korelace.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- BARUAH, R. K., S., KUMAR a S. V. HARIKRISHNAN (2017). Developmental pattern of tibiofemoral angle in healthy north-east Indian children. *Journal of Children's Orthopaedics*, **11**(5), 339-347. Dostupné z: doi:10.1302/1863-2548.11.170047
- CAHUZAC, J., VARDON, D., SALES DE GAUZY, J. (1994). Development of the clinical tibiofemoral angle in normal adolescents. *J Bone Joint Surg [Br]* 1995:77-B:729-32.
- COOKE, D., A. SCUDAMORE, J. LI et al. (1997). Axial lower-limb alignment: comparison of knee geometry in normal volunteers and osteoarthritis patients. *Journal Osteoarthritis Cartilage*, **5**(1), 39-47. Dostupné z: doi:10.1016/s1063-4584(97)80030-1
- ČIHÁK, R. (2016). *Anatomie*. Třetí, upravené a doplněné vydání. Ilustroval I. HELEKAL, ilustroval J. KACVINSKÝ, ilustroval S. MACHÁČEK. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-3817-8.
- ČULÍK, J. a MAŘÍK, I. (2002). Nomogramy pro určování tibiofemorálního úhlu. *Pohybové ústrojí*; **9**, č.3-4 s. 81–89.
- DUNGL, P. (2014). *Ortopedie. 2., přeprac. a dopl. vyd.* Praha: Grada. ISBN 978-80-247-4357-8.
- DYLEVSKÝ, I. (2009). *Funkční anatomie*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-3240-4.
- DYLEVSKÝ, Ivan. *Anatomie dítěte: nípiaoanatomie*. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2017. ISBN 978-80-01-05094-1.
- HADRABA, Ivan. *Ortopedická protetika*. Praha: Karolinum, 2006. ISBN 80-246-1296-8.
- HAVRÁNEK, T. (1993). *Statistika pro biologické a lékařské vědy*. Praha: Academia. ISBN 80-200-0080-1.
- HENDL, J. (2004). *Přehled statistických metod zpracování dat: analýza a metaanalýza dat*. Praha: Portál. ISBN 80-7178-820-1.
- JANKOWICZ-SZYMANSKA, A. a E. MIKOLAJCZYK (2016). Genu valgum and flat feet in children with healthy and excessive body weight. *Pediatr Physiotheraphie*. Sv. II, **28**. Dostupné z: doi:10.1097/PEP.0000000000000246

JANKOWICZ-SZYMANSKA, A. a E. MIKOLAJCZYK (2016). Genu Valgum and Flat Feet in *Pediatric Physical Therapy*. s. 200-206. Dostupné z: doi:10.1097/PEP.00000000025479

KINCLOVÁ, L. 2016. Využití principů posturální ontogeneze pro aktivaci stabilizační funkce nohy. *Umění fyzioterapie*, 2, 33-37.

KLEMENTA, J. (1987). *Somatometrie nohy: frekvence některých ortopedických vad z hlediska praktického využití v lékařství, školství a ergonomii*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství. Acta Universitatis Palackianae Olomucensis. ISBN neuvedeno.

KOLÁŘ, P. et kol. (c2009). *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha: Galén. ISBN 978-80-7262657-1.

KOLÁŘ, Z. (2012). *Výkladový slovník z pedagogiky: 583 vybraných hesel*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-3710-2.

KOORDYNACJA PLANTOKONTUROGRAF / PODOGRAF. *Medipment* [online]. Nedat. [cit. 2022-03-01]. Dostupné z: <https://www.medipment.pl/produkt/plantokonturograf-podograf-92892>

KOTT, O. (2018). Funkční anatomie nohy. *Pohybové ústrojí*. 25 Suppl. 1, s. 33. 23. 25(1), 33. ISSN 2336-4777.

KRAWCZYK, P., ČERNÝ, P., MAŘÍKOVÁ, A., MYSLIVEC, R., MAŘÍK, I. (2016). Ortoticko-protetické léčení tělesně postižených dětí - komplexní péče. *Pohybové ústrojí*; 1, s.49–79.

KUBÁT, R. (1992). *Ortopedické vady u dětí a jak jim předcházet*. [Praha]: H & H. ISBN 80-85467-13-5.

LARSEN, Ch., MIESCHER, B. a G. WICKIHALTER (2008). *Zdravé nohy pro vaše dítě*. Olomouc: Poznání. ISBN 978-80-86606-82-8.

MALACH, J. (2003). *Základy pedagogiky*. Ostrava: Ostravská univerzita. ISBN 80-7042-293-9.

MAŘÍK, I. (2000). Systémové, končetinové a kombinované vady skeletu – 1. část: diagnostické, terapeutické a biomechanické aspekty. *Pohybové ústrojí*;7, č.2-3, s.111–128.

MAŘÍK I. (2010). Deformity dolních končetin u dětí: diagnostika, monitorování a léčení. *Vox pediatrice*, roč. 10, č. 7, s. 16-20.

MORVOVÁ, Z. (2018). *Charakteristika tibiofemorálního úhlu, úhlu paty a klenby nožní u zdravých dětí ve věku od 6 do 15 let* [online]. Diplomová práce, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Karlova v Praze. Získáno z: <https://dspace.cuni.cz/handle/20.500.11956/102201>

NOVOTNÁ, E. (2006). *Zhodnocení stavu klenby nožní a vybraných parametrů u dětí ve věku 7 až 11 let*. Diplomová práce. Vedoucí práce: Mařík Ivo. Praha. Přírodovědecká fakulta UK.

NÝDRLE, M. a H. VESELÁ (1992). *Jedna kapitola ze speciální rehabilitace poranění kolenního kloubu*. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví. ISBN 80-7013-128-4.

PETRÁŠOVÁ, Š. a kol. (2005). Stanovení tibiofemorálního úhlu a naplánování epifyzeodézy: kazuistické sdělení. *Pojivové ústrojí*; **12**, č. Suppl 1-2, s. 8–14.

PETRÁŠOVÁ, Šárka, Daniela ZEMKOVÁ a Ivo MAŘÍK, (2012). Tibiofemoral Angle Development in Czech Children Aged 4 to 11.9 Years. Anthropometric study. *Pohybové ústrojí*, 19, 1-2, s. 65-73.

PRŮCHA, J., WALTEROVÁ, E. a J. MAREŠ (2009). *Pedagogický slovník*. 6. aktualiz. a rozš. vyd. Praha: Portál. ISBN 978-80-7367-647-6.

RIEGEROVÁ, J. a M. ULBRICHOVÁ (1998). *Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu*. 2. vyd. Olomouc: Vydavatelství Univerzity Palackého. ISBN 80-7067-847-x.

SALENIUS, P. a E. VANKKA (1975). The development of the tibiofemoral angle in children. *Acta Orthopaedica Scand*; **53**, 567–570.

STRAUS, J. (1997). Identifikační hodnota podogramu bosé nohy. *Pohybové ústrojí*; **4**, č. 3-4, s. 37–42.

Standardizované skóre. *WikipediE* [online]. 2021 [cit. 2022-03-01]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Standardizovan%C3%A9_sk%C3%B3re

TRNAVSKÝ, K. a V. RYBKA (2006). *Syndrom bolestivého kolena*. Praha: Galén. ISBN 80-7262-391-5.

VÉLE, F. (2006). *Kineziologie: přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy*. Vyd. 2., (V Tritonu 1.). Praha: Triton. ISBN 80-7254-837-9.

VIGNEROVÁ, J. a kol. (2001). Celostátní antropologický výzkum dětí a mládeže 2001. *Státní zdravotní ústav* [online]. [cit. 2021-12-16]. Dostupné z: <http://www.szu.cz/publikace/6-celostatni-antropologicky-vyzkum-deti-a-mladeze-2001>

YOO JH, Choi IH, Cho T-J, Chung CY, Yoo WJ. 2008. *Development of tibiofemoral angle in Korean children*. J Korean Med Sci 23:714–717.

ZEMKOVÁ D., Petrášová Š, Dirbáková S, Čulík J, Mařík I (2004). Tibiofemorální úhel – metody měření u předškolních dětí. *Pohyb ústrojí*; **11**, Suppl. č. 3-4, s. 278-280.

ZEMKOVÁ, D., MAŘÍK, I., HUDÁKOVÁ, O. (2017). Základy antropometrie a auxologie pro pediatri, dětské ortopedy, ortopedické protetiky, biomechaniky, specialisty v rehabilitaci a fyzioterapeuty. *Pohybové ústrojí*; **2**, s. 170–211.

ZEMKOVÁ, D., MAŘÍK, I. MYSLIVEC, R., ČERNÝ P., PETRÁŠOVÁ Š. (2014). Treatment of knock knees in an obese girl with a mild form of rickets and hypermobility. *Pohybové ústrojí*; **21**, Suppl. č. 3-4, s. 241–248.

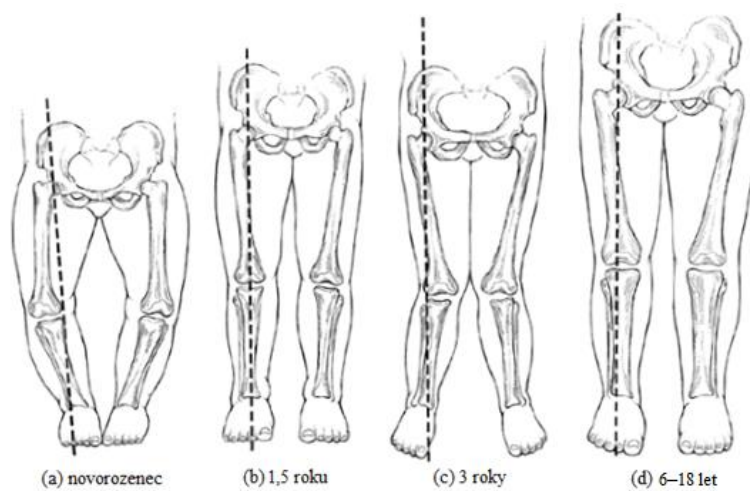
SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1: Vývoj TF úhlu	83
Příloha 2: Souhlas	84
Příloha 3: Informovaný souhlas pro klub	85
Příloha 4: Graf BMI SD.....	86
Příloha 5: Graf hmotnost k výšce.....	87
Příloha 6: Graf TF úhel vlevo	88
Příloha 7: Graf TF levý, dle pohlaví	89
Příloha 8: Graf TF úhel pravý	90
Příloha 9: Graf TF úhel pravý, dle pohlaví	91
Příloha 10: Graf tělesná výška SDS	92
Příloha 11: Graf rozložení věku	93
Příloha 12: Fotoaparát pro dokumentaci probandů.....	94
Příloha 13: Plantograf	95
Příloha 14: Porovnání TF úhlu.....	96
Příloha 15: Porovnání varózní a valgózní úhel	96
Příloha 16: Porovnání Ch.-Š. indexů	97
Příloha 17: Porovnání kategorií nohy v souboru	98

PŘÍLOHY

Všechny přílohy, když není uvedeno jinak, jsou z vlastních zdrojů.

Příloha 1: Vývoj TF úhlu



Zdroj: (Morvová, 2018)

Upraveno podle: <https://musculoskeletalkey.com/the-lower-extremity>

Příloha 2: Souhlas

Vážení rodiče!

Dovoluji si Vás požádat a souhlas se zařazením Vašeho dítěte do sledování českých dětí předškolního a mladšího školního věku. Sledování je součástí mé bakalářské práce, kterou vypracovávám na fakultě zdravotnických studií v Plzni v oboru fyzioterapie. Výsledky výzkumu mohou být využity při klinickém hodnocení fyziologického a patologického vývoje dolních končetin dětí. Hlavním cílem bakalářské práce je snaha o zmapování vývoje tibiofemorálního úhlu u dětí ve věku 4-6 let a 7-13 let a přispět k získání referenčních hodnot TF úhlu v těchto věkových skupinách.

Úhel v oblasti kolen (mezi stehenní a holenní kostí) bude měřen z fotografie ve spodním prádle a tričku, od pasu dolů. Pokud bude někomu nepříjemné být ve spodním prádle, je zde možnost vzít si plavky, nebo elastické šortky, je však potřeba, aby na fotografii byly vidět nezbytné antropometrické body. Kromě osy dolních končetin bude měřena tělesná výška, hmotnost, rozpětí horních končetin a výška vsedě. Charakteristiky dolních končetin budou doplněny rozbořem otisků nohou. K výpočtu přesného věku dítěte bude zjišťováno datum narození.

Děti budou měřeny po jednom, soukromě. V případě zájmu a se souhlasem vedení oddílu, bude možná přítomnost rodiče. Veškerá měření jsou neinvazivní, bezbolestná, jsou provedena citlivou formou a **nepředstavují pro vyšetřované dítě žádnou zátěž, ani riziko.**

Získané údaje o Vašem dítěti budou dále **zpracovány dle zákona o Ochraně osobních údajů se zachováním přísné anonymity** a poslouží výhradně k výše uvedeným účelům. Veškerá data budou uchovávána beze jména dítěte i jeho data narození, pouze s identifikací věku a pohlaví. Fotografie, které slouží pouze k výpočtu výše zmíněných úhlů, nebudou dále nikde zveřejňovány. Data i fotografie budou uchovávány v Ambulantním centru pro vady pohybového aparátu s.r.o. v Praze 3 (které je mým školicím střediskem) a bude s nimi zacházeno jako s lékařským materiálem.

Výsledky vyšetření a fotografie Vašeho dítěte Vám budou, v případě zájmu, poskytnuty. To Vám umožní zjistit, zda má Vaše dítě osu dolních končetin v rámci normy. Použití snímků i dat Vašeho dítěte v rámci studie můžete během výzkumu kdykoliv odmítnout a vyžádat si jejich úplné vymazání. V případě jakýchkoliv dotazů, nebo souhlasu s měřením, mě prosím kontaktujte na následující e-mailové adrese: halovaveronika@email.cz.

Vážení rodiče, děkuji za Váš laskavý souhlas.

Prof. MUDr. Ivo Mařík, CSc.
vedoucí lékař Ambulantního centra pro vady pohybového aparátu s.r.o., vedoucí bakalářské práce

Veronika Hálová
řešitelka

Příloha 3: Informovaný souhlas pro klub

INFORMOVANÝ SOUHLAS

Zaznamenáváno pro účely výzkumného projektu bakalářské práce

SLEDOVÁNÍ VZTAHŮ TIBIOFEMORÁLNÍHO ÚHLU A PLOCHONOŽÍ U DĚTÍ PŘEDŠKOLNÍHO A MLADŠÍHO ŠKOLNÍHO VĚKU

Výzkum probíhá na základě zpracování bakalářské práce vedené na Fakultě zdravotnických studií Západočeské univerzity v Plzni. Bakalářská práce je psána na oboru fyzioterapie studentkou Veronikou Hálovou.

Výsledky výzkumu mohou být využity při klinickém hodnocení fyziologického a patologického vývoje dolních končetin dětí. Hlavním cílem bakalářské práce je snaha o zmapování vývoje tibiofemorálního (TF) úhlu u dětí ve věku 4-6 let a 7-13 let a přispět k získání referenčních hodnot TF úhlu v těchto věkových skupinách.

Výzkumné pracoviště: Atletický a fotbalový stadion TJ Baník Stříbro, 349 01 Stříbro

Děkuji za přečtení informací a žádám Vás tímto o souhlas k poskytnutí prostorů sportovního areálu pro účely měření k výše popsanému výzkumnému projektu.

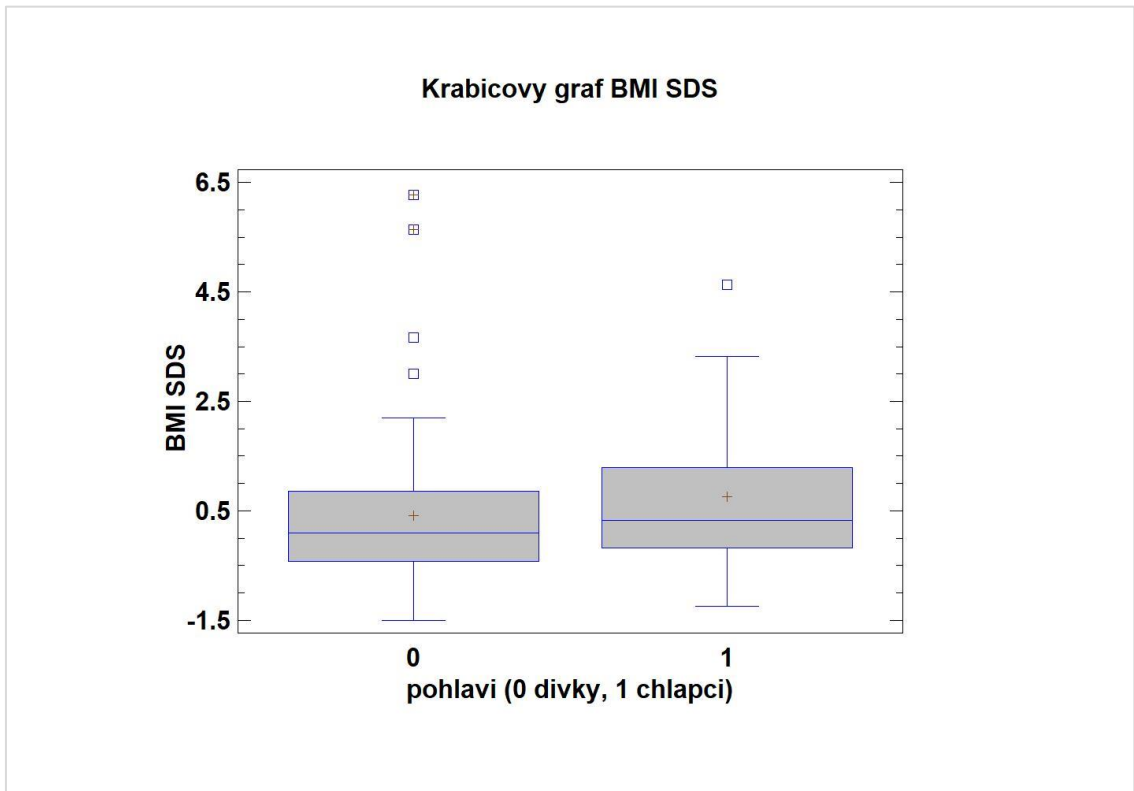
Veronika Hálová

Podpis:

V..... dne.....

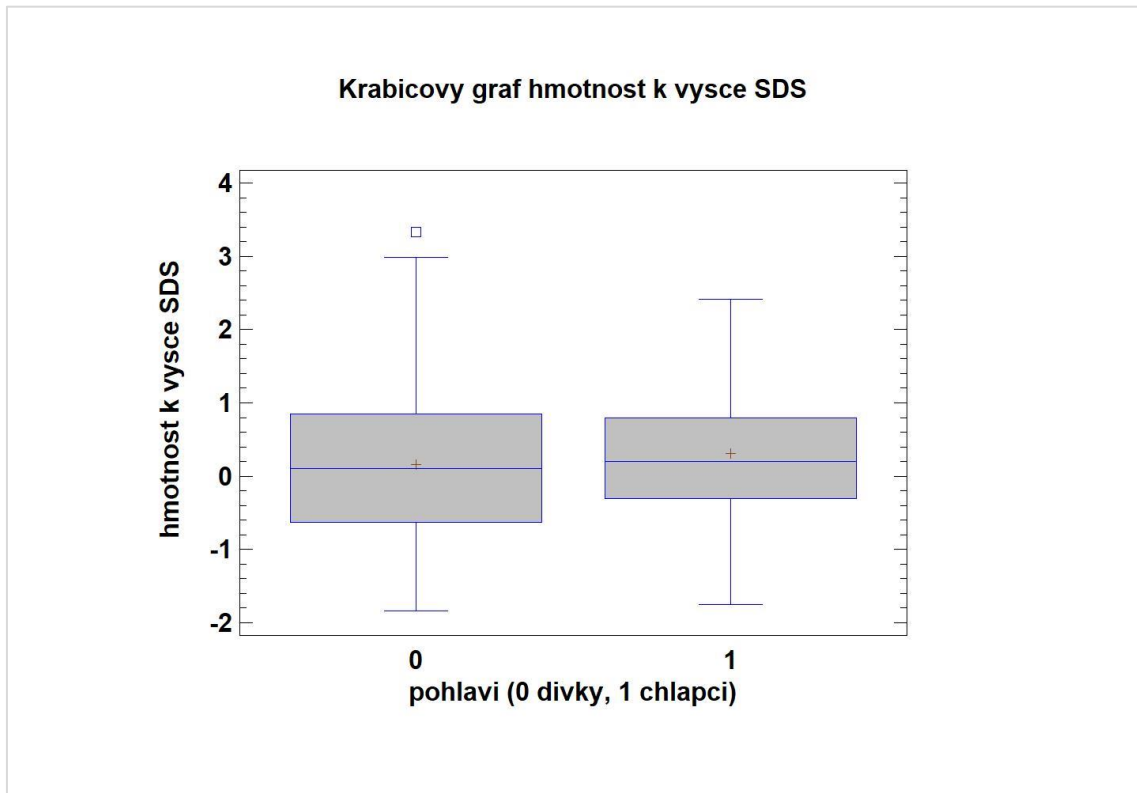
Podpis:

Příloha 4: Graf BMI SD



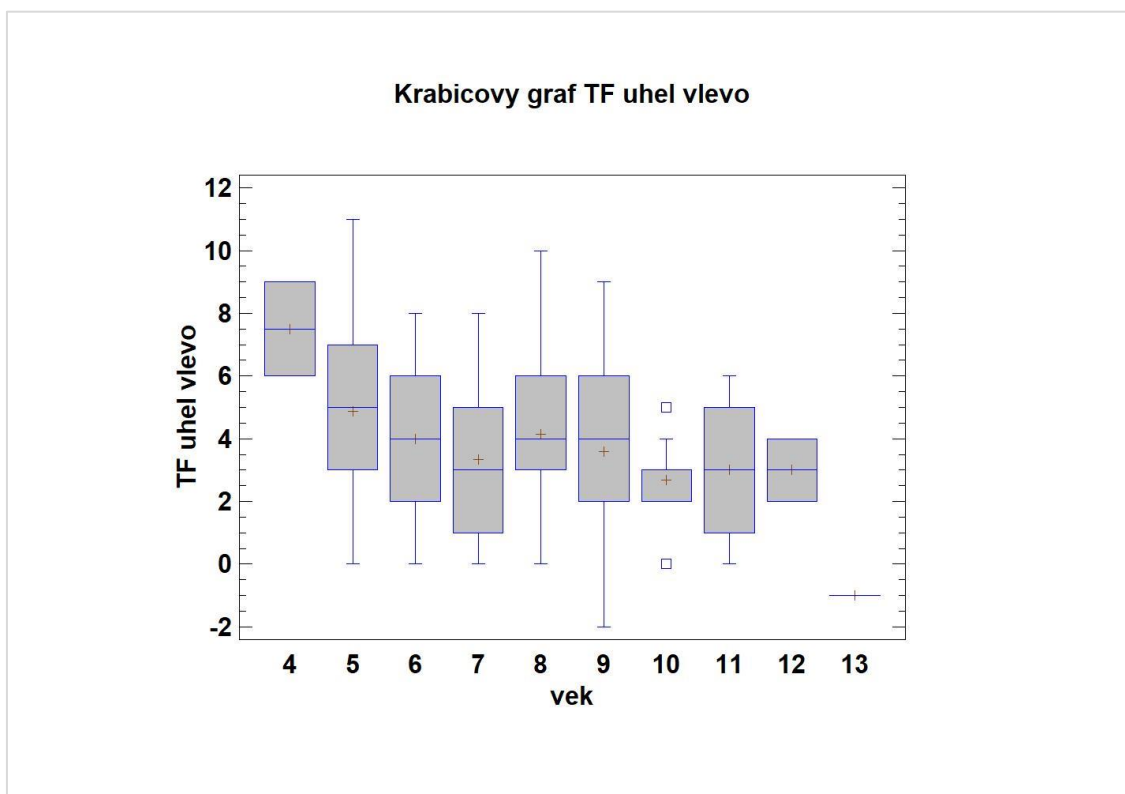
Zdroj: Vlastní

Příloha 5: Graf hmotnost k výšce



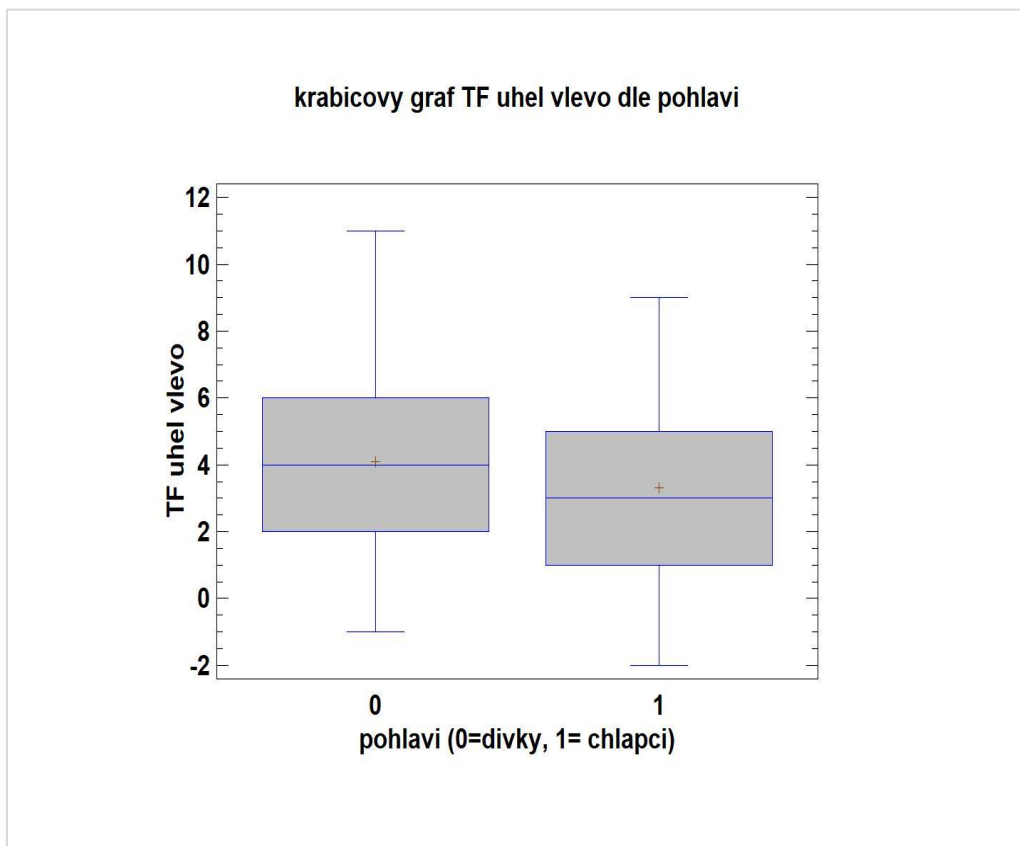
Zdroj: Vlastní

Příloha 6: Graf TF úhel vlevo



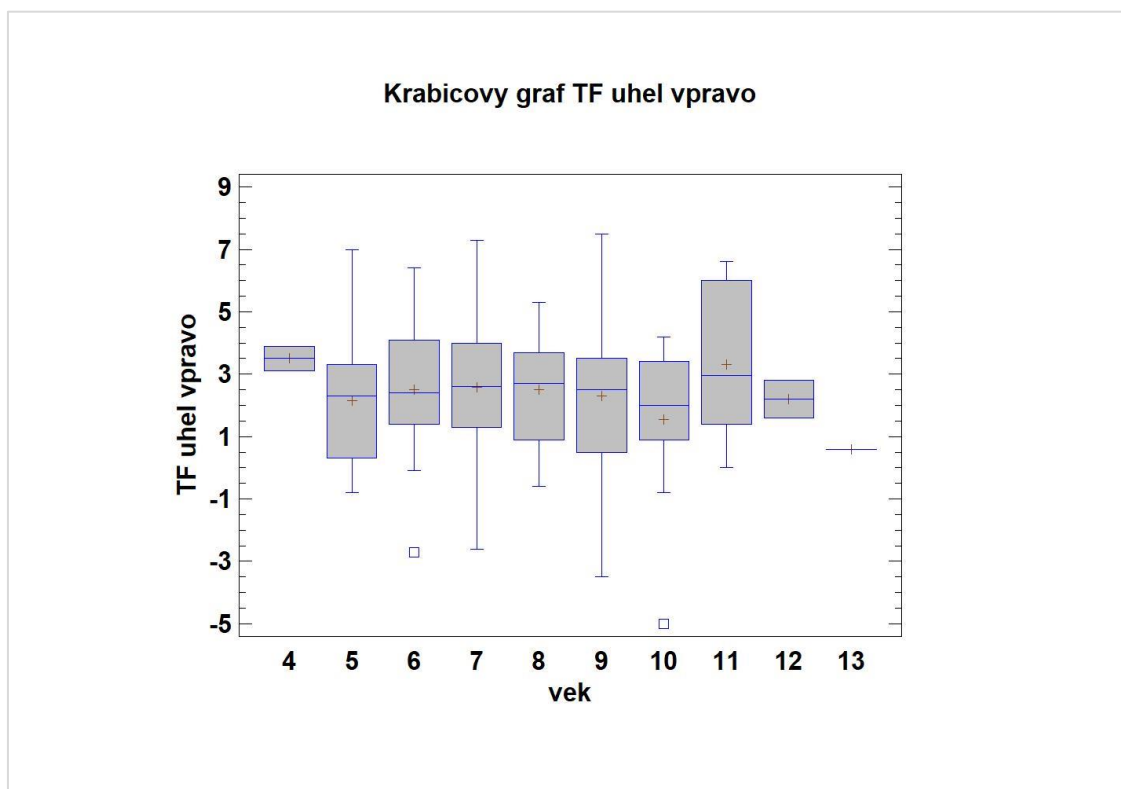
Zdroj: Vlastní

Příloha 7: Graf TF levý, dle pohlaví



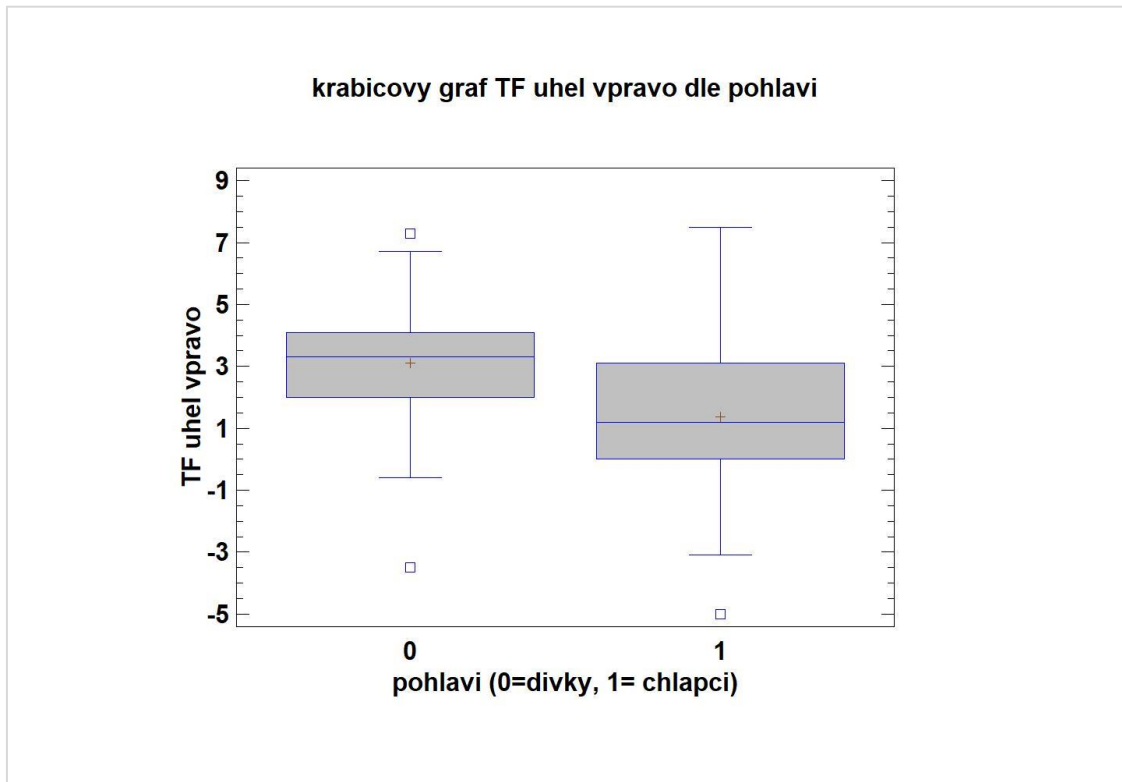
Zdroj: Vlastní

Příloha 8: Graf TF úhel pravý



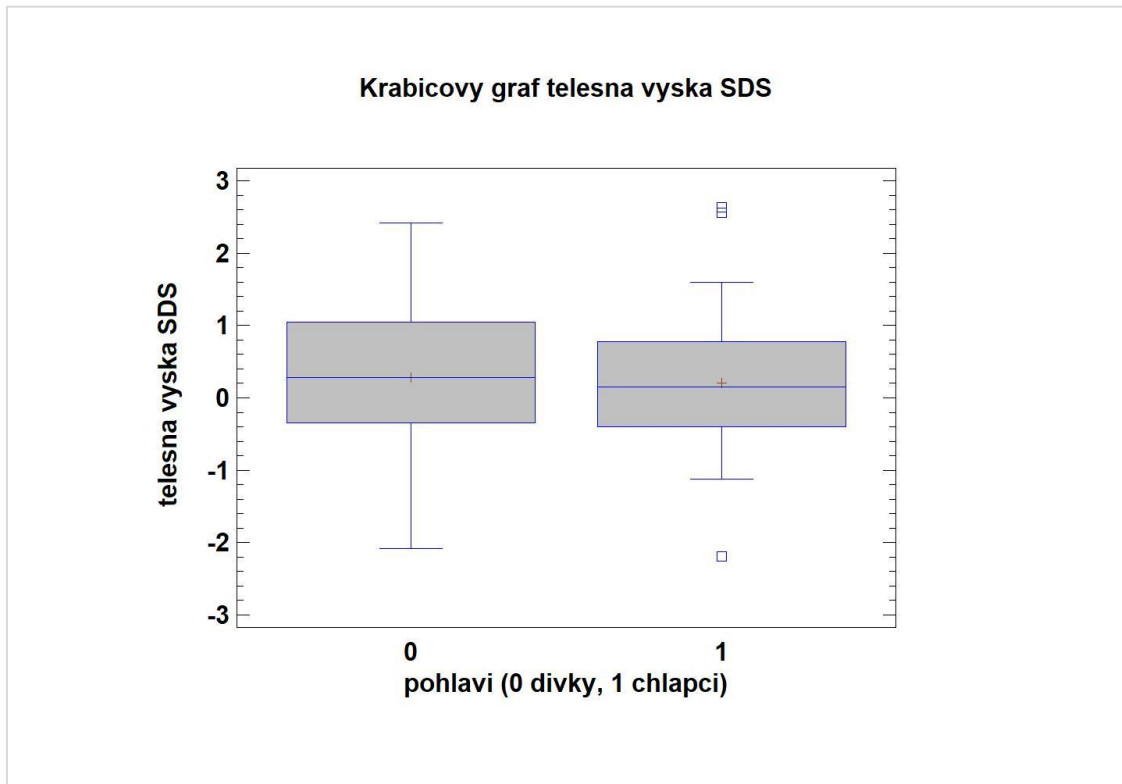
Zdroj: Vlastní

Příloha 9: Graf TF úhel pravý, dle pohlaví



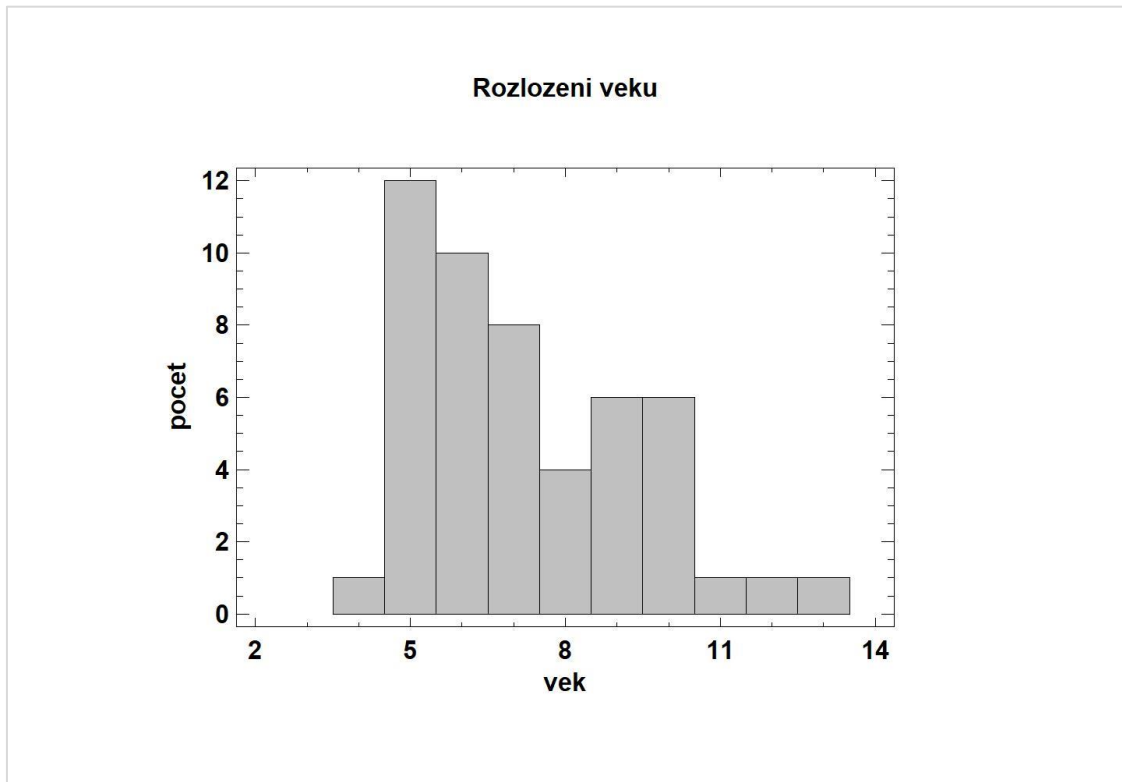
Zdroj: Vlastní

Příloha 10: Graf tělesná výška SDS



Zdroj: Vlastní

Příloha 11: Graf rozložení věku



Zdroj: Vlastní

Příloha 12: Fotoaparát pro dokumentaci probandů



Zdroj: Vlastní

Příloha 13: Plantograf



Zdroj: KOORDYNACJA PLANTOKONTUROGRAF /PODOGRAF. *Medipment* [online].
Nedat. [cit. 2022-03-01]. Dostupné z: <https://www.medipment.pl/produkt/plantokonturograf-podograf-92892>

Příloha 14: Porovnání TF úhlu

Kategorie	Vlastní studie	Srovnání (Morvová)
TF úhel pravá		
– průměr	2.40	6.23
– sm. odch.	2.28	2.19
– minimum	-5.00	1.00
– maximum	7.50	11.50
TF úhel levá		
– průměr	3.80	4.79
– sm. odch.	2.57	2.17
– minimum	-2.00	-1.00
– maximum	11.00	11.00

TF-tibiofemorální úhel

Sm. odch.-směrodatná odchylka

Zdroj: Vlastní

Příloha 15: Porovnání varózní a valgózní úhel

Kategorie	Vlastní studie	Srovnání (Morvová)
Varózní postavení		
– levá	13	1
– pravá	13	1
Neutrální TF úhel		
– levá	12	3
– pravá	8	0

TF-tibiofemorální úhel

Zdroj: Vlastní

Příloha 16: Porovnání Ch.-Š. indexů

Kategorie	Vlastní studie	Srovnání (Morvová)
Ch.-Š. index pravá		
– <i>průměr</i>	43.19	29.09
– <i>sm. odch.</i>	10.53	13.73
– <i>minimum</i>	21.40	0.00
– <i>maximum</i>	77.00	64.00
Ch.-Š. index levá		
– <i>průměr</i>	43.43	27.81
– <i>sm. odch.</i>	10.92	15.85
– <i>minimum</i>	21.40	0.00
– <i>maximum</i>	77.30	66.00

CH.Š. index-Chippaux Šmirák index

Sm. odch.-směrodatná odchylka

Zdroj: Vlastní

Příloha 17: Porovnání kategorií nohy v souboru

Kategorie	Vlastní studie	Srovnání (Morvová)
Vysoká noha		
– <i>levá</i>	0	13
– <i>pravá</i>	0	7
Pločnost levé nohy		
– <i>normální</i>	76	94
– <i>plochá</i>	41	15
Pločnost pravé nohy		
– <i>normální</i>	76	100
– <i>plochá</i>		13

Zdroj: Vlastní