

Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta tělesné kultury



---

Fakulta  
tělesné kultury

**VLIV VĚKU, POHLAVÍ A TYPU OBUVI NA DÉLKU A ŠÍŘKU  
CHODIDLA U DĚTÍ MLADŠÍHO ŠKOLNÍHO VĚKU**

Bakalářská práce

Autor: Petra Divíšková

Studijní program: Rekreatologie – pedagogika volného času

Vedoucí práce: doc. Mgr. Zdeněk Svoboda, Ph.D.

Olomouc 2024



## **Bibliografická identifikace**

**Jméno autora:** Petra Divíšková

**Název práce:** Vliv věku, pohlaví a typu obuvi na délku a šířku chodidla u dětí mladšího školního věku

**Vedoucí práce:** Doc. Mgr. Zdeněk Svoboda, Ph.D.

**Pracoviště:** Katedra přírodních věd v kinantropologii

**Rok obhajoby:** 2024

### **Abstrakt:**

Tato práce pojednává o vlivu věku, pohlaví a typu obuvi na délku a šířku chodidla u dětí mladšího školního věku. Tvar nohy ovlivňují různé faktory. Těmi mohou být například funkce posturální (zajišťuje stabilitu) a funkce dynamická (chůzový cyklus). Pokud tyto funkce, posturální stabilita a jednotlivé pohyby nohy nefungují správně, tak se chodidla deformují. Dalším faktorem, který hraje roli, je postupný vývoj nohy jedince. Ten v prenatálním období nelze ovlivnit, ale po narození již lze, a to obuví. V našem výzkumu bylo naměřeno 24 dětí ve věku od 7 do 10 let, z toho 10 chlapců a 14 dívek. Ze všech dětí jich 12 pravidelně chodilo v barefoot obuvi a 12 v běžné. V rámci analýzy dat byly využity Shapiro-Wilksův test pro zjištění normality dat, Pearsonův korelační koeficient a dvojvýběrový T-test. Z výsledků vyplynulo, že čím je dítě starší, tím větší má nohu do délky i do šířky. Vztah mezi šířkou a délkou nohy je velmi silný. V porovnání délky, šířky a poměru délky nohy a šířky mezi skupinami nosící barefoot obuv a běžnou obuv nebyl zjištěn žádný významný rozdíl, podobně jako při porovnání délky a šířky nohy dívek a chlapců. Jediný rozdíl mezi těmito dvěma skupinami byl v poměru délky a šířky nohy, ve smyslu užší nohy při stejné délce chodidla u dívek ve srovnání s chlapci.

### **Klíčová slova:**

Dětská noha, minimalistická obuv, barefoot, funkce nohy, parametry nohy, délka nohy, šířka nohy

Souhlasím s půjčováním práce v rámci knihovních služeb.

## **Bibliographical identification**

**Author:** Petra Divíšková  
**Title:** The effect of age, sex and shoe type on the shape of a child's foot

**Supervisor:** Assoc. Prof. Zdeněk Svoboda, Ph.D.  
**Department:** Department of Natural Sciences in Kinanthropology  
**Year:** 2024

### **Abstract:**

This paper describe the effect of age, sex and shoe type on foot length and width in younger school-aged children. Various factors influence foot shape. These may for example include postural function (provides stability) and dynamic function (gait cycle). If these functions, postural stability and the individual movements of the foot do not work properly, the foot becomes deformed. Another factor that plays a role is the gradual development of an individual's foot. This cannot be influenced in the prenatal period, but can be influenced after birth by footwear. In our research, 24 children aged between 7 and 10 years were measured, of which 10 were boys and 14 were girls. Of all the children, 12 were regularly wearing barefoot shoes and 12 were wearing regular shoes. Within data analysis we used Shapiro-Wilk test for verification of normal data distribution, Pearson's correlation and two-sample T-test. The results showed that the older the child, the larger the foot in length and width. The relationship between length and width is very strong. There was no difference in the length, width and foot length to width ratio between children wearing barefoot shoes and regular shoes, neither there was no significant difference between the length and width of the feet in girls and boys. The only difference between the two groups was in the foot length/width ratio, with narrower foot with same foot length in girls compared to boys.

### **Keywords:**

Child's foot, minimalistic shoes, barefoot, foot function, foot parameters, foot length, foot width

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

Prohlašuji, že jsem tuto práci zpracovala samostatně pod vedením doc. Mgr. Zdeňka Svobody, Ph.D., uvedla všechny použité literární a odborné zdroje a dodržovala zásady vědecké etiky.

V Olomouci dne 28. dubna 2024

.....

Zde bych ráda věnovala své poděkování vedoucímu práce doc. Zdeňku Svobodovi za cenné rady, připomínky a čas věnovaný vedení této bakalářské práce.

## OBSAH

Obsah .....	7
1 Úvod .....	9
2 Přehled poznatků .....	10
2.1 Funkce nohy.....	10
2.1.1 Posturální funkce nohy a klenba .....	10
2.1.2 Dynamická funkce nohy při chůzi .....	14
2.2 Růst nohy .....	19
2.2.1 Pozice dolní končetiny v embryonálním stádiu vývoje .....	19
2.2.2 Postupný vývoj .....	20
2.3 Obouvání .....	22
2.3.1 Vliv typu obuvi na chodidla při lokomoci .....	22
2.3.2 Minimalistická obuv .....	25
2.3.3 Materiály .....	26
3 Cíle.....	28
3.1 Hlavní cíl.....	28
3.2 Dílčí cíle.....	28
3.3 Výzkumné otázky případně hypotézy.....	28
4 Metodika .....	29
4.1 Výzkumný soubor .....	29
4.2 Metody sběru dat .....	29
4.3 Statistické zpracování dat.....	30
5 Výsledky a diskuse .....	31
5.1 Vztah věku a tvaru nohy .....	31
5.2 Vztah mezi různými parametry charakterizujícími tvar nohy.....	33
5.3 Porovnání parametrů nohy mezi skupinami dlouhodobě nosící barefoot a běžnou obuv.....	36
5.4 Porovnání parametrů nohy u děvčat a chlapců.....	37
6 Závěry .....	40
6.1 Do jaké míry koreluje věk dětí s jednotlivými parametry nohy?.....	40

6.2	Jaký je vztah mezi jednotlivými parametry nohy? .....	40
6.3	Liší se tvar nohy u dětí, které dlouhodobě využívají barefoot obuv ve srovnání s dětmi využívajícími běžnou obuv? .....	40
6.4	Liší se tvar nohy u děvčat a chlapců? .....	40
7	Souhrn .....	41
8	Summary .....	42
9	Referenční seznam .....	43
10	Přílohy .....	45
10.1	Vyjádření etické komise .....	45



# 1 ÚVOD

Chodidlo hraje v lidském životě zásadní roli, především proto, že je jako první v kontaktu s nerovnostmi povrchů, po kterých chodíme. Jeho receptory neustále musí komunikovat s ostatními segmenty těla, jinak bychom nezvládli udělat ani krok. Dále také nese celou váhu těla a nejen to, například když přenášíme těžké břemeno nebo doskakujeme z výšky, síla, která na segment nohy působí je ještě větší. U těla všechno se vším souvisí a ovlivňuje se, pokud tedy nemáme zdravé nohy, tak se tento problém řetězí a odrazí se to v jiné části našeho pohybového aparátu.

Tvar a zdravý vývoj nohy ovlivňuje mnoho faktorů. V dnešní době se především začíná řešit problém úzké obuvi, ta může zapříčiňovat deformity na článcích prstů, vbočený palec a mnoho dalšího. Kromě toho u běžné obuvi chodidlo nezaregistrovává tolik informací, které jsou tak zásadní, z nichž stěžejní jsou vyhodnocování rovnováhy těla, teploty povrchu, po kterém chodíme, a tlaků, které na nohu působí. Proto se začali hledat alternativy, které by těmto problémům zamezili. Výsledkem toho je obuv minimalistická (v České republice ji nalezneme pod názvem barefoot).

V této práci se zaměříme na vliv věku, pohlaví a typu obuvi na délku a šířku chodidla u dětí mladšího školního věku. Tedy přesněji na posouzení vztahů, které můžeme vidět mezi jednotlivými parametry noh a věkem a mezi parametry mezi sebou. Dále se podíváme na skupinu dětí, která dlouhodobě chodí v minimalistické obuvi, a porovnáme ji se skupinou, která nosí běžnou obuv. Poté ještě porovnáme parametry nohy u děvčat a chlapců.

## 2 PŘEHLED POZNATKŮ

### 2.1 Funkce nohy

Pro chůzi je zapotřebí splnit několik základních požadavků. Zaprvé je třeba zajistit vzpřímení postury a udržení rovnováhy, za druhé je důležitá schopnost volní iniciace, řízení a terminace rytmické tvorby chůzového cyklu k zajištění lokomoce (Englerová, 2019, s. 22; Hlinková, 2008).

Whittle (2007) popisuje čtyři podmínky, které je potřeba splnit, abychom mohli chodit:

- udržení vzpřímené a stabilní postury,
- střídavá opora oběma dolními končetinami pro přenos hmotnosti těla,
- koordinovaný pohyb dolních končetin ve švihové fázi pro možnost plynulého kontaktu chodidla s podložkou,
- přítomnost odpovídající síly pro pohyb těla vpřed. (Neumanová et al., 2015, s. 9; Whittle, 2007).

#### 2.1.1 Posturální funkce nohy a klenba

Jednou z funkcí nohy je funkce posturální, má význam pro posturální stabilitu ve stoji na dvou nohách (neboli bipedálním postoji). Jelikož je noha v přímém kontaktu s podložkou, získává nezbytné informace pro vyrovnávání se s nerovnostmi. Zároveň se sama přizpůsobuje a zachovává rovnováhu těla. Receptory v oblasti nohy jsou velice důležité pro získání exteroceptivních a propioceptivních informací, které se dále přenášejí do centrální nervové soustavy a do celého těla. Tělo na tyto signály okamžitě reaguje.

Pro správné zajištění výše zmíněných funkcí je noha složena ze tří částí: zadní, střední a přední. Tyto části jsou tvořeny mnoha skloubeními, mobilními a polotuhými, díky kterým je noha schopna přizpůsobit se různému povrchu (Englerová, 2019, s.19; Gross et al., 2005).

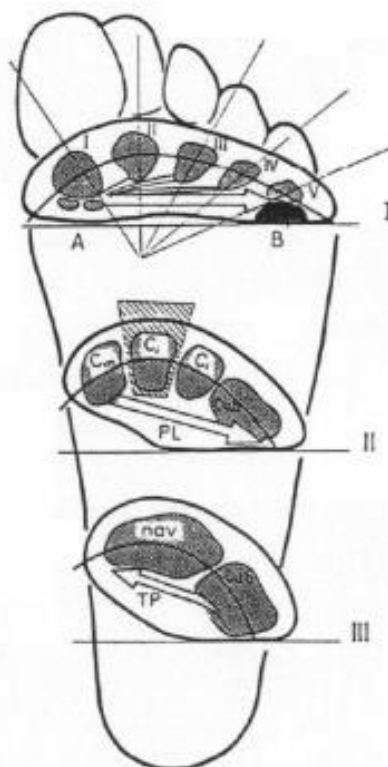
Důležitým nástrojem udržování rovnováhy, který nalezneme na noze, je klenba. Ta, tak jako na architektonických památkách, využívá přenosu síly na pilíře. Na jejím nejvyšším místě nalezneme takzvaný klenák. Popis kostry nohy nám odhaluje, že kosti jsou uspořádané do dvou oblouků, tedy do příčného a podélného. Podélné klenutí hraniční mediální a laterální oblouk a mnoho dalších oblouků, které se zjednodušují do modelu 5 oblouků, kdy první z nich je právě mediální. Ten sahá k nejvyššímu bodu klenby a zaujímá největší úhel s podložkou, ostatní oblouky mají pak úhel menší. Mediální oblouk nebo také paprsek I. metatarzu (1. až 5. kost nártní – os metatarsale I–V) jde právě od hlavičky I. metatarzu až k výběžkům patní kosti (calcaneus),

to jí zaručuje jak nejvyšší, tak i nejdelší dráhu, zároveň s tím je také nejvíce namáhaná ve stoji i při lokomoci. Oblouk je tvořen pěti kostmi, distoproximálně za sebou následující: I. metatarz (podložky se dotýká pouze hlavička), os cuneiforme mediale (nedotýká se vůbec podložky), talus (přenáší síly z vyšších etází na klenbu) a konečně calcaneus (kontaktuje podložku pouze hrbolem patním). Laterální oblouk se klene od V. metatarzu k výběžkům patní kosti, skládá se z os calcaneum, os cuboideum, a V. metatarzu. Oblouk bývá vysoký 3–5 cm. V tomto prostoru jsou svaly, které se většinou dotýkají podložky (Vařeka & Vařeková, 2009).

Když se zaměříme na příčné klenutí, mluvíme o oblouku, který je tažen přes celé chodidlo. Skládá se ze čtyř kostí (Obrázek 1). Oblouk vyplňují především měkké tkáně. Při šlápnutí vytvoříme tlak, který nám určité segmenty nohy roztlačí do různých směrů.

### Obrázek 1

*Příčné oblouky nožní (Kapandji, 1987). Legenda: I – přední oblouk, II – střední oblouk, III – zadní oblouk*



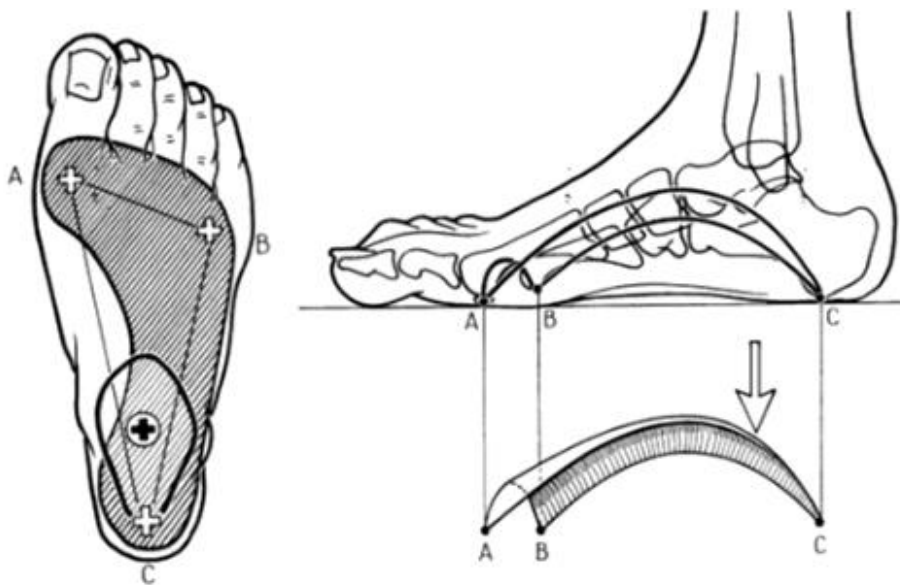
Podíváme-li se na klenbu z pohledu opěrných bodů, můžeme zjistit, že jsou celkem tři. Tím se dostáváme k myšlence takzvaného tripodního modelu klenby. Pokud bychom si tripodní model měli představit, tak si vizualizujeme tři oblouky, které ohraničují klenbu, a to přední oblouk (A-B), zevní oblouk (A-C) a nakonec vnitřní oblouk (B-C). Tyto oblouky tvoří svým

střetnutím pilíře (Obrázek 2). Tato teorie se dnes již považuje za překonanou, využívá se především díky zjednodušenému pohledu pro veřejnost (př. jóga) (Vařeka & Vařeková, 2009).

Při stoji působí polovina zátěže na patní kost a druhá polovina na hlavičky metatarzů, z toho celá jedna třetina připadá na první metatarz (Vařeka & Vařeková, 2003; Hamill & Knutzen, 2009, Kinclová, 2016).

## Obrázek 2

*Tripodní model klenby (Kapandji, 1987, str. 219). Legenda: A – hlavička I. metatarzu, B – hlavička V. metatarzu, C – dorsální část patní kosti A-B přední oblouk, A-C zevní oblouk, B-C vnitřní oblouk*



Učení o tříbodové stojné ploše na patě, základním kloubu palce a malíku, je definitivně překonáno a z fyzikálního hlediska je nelogické. Proč tu už tak malou stojnou plochu zredukovat ještě na pouhé tři body? Přetížení několika málo bodů tlakem vede k nadměrné tvorbě zrohovatělé kůže a bolestem. Správné je rozložit zatížení těla po celé kontraktivní ploše. Těch stojných 120 centimetrů čtverečních tak lze alespoň plně využít (Larsen & Miescher, 2021, s. 248).

Posturální funkce nohy, tedy ta, která nám udává postavení těla, může být narušena plochou příčnou klenbou, propadlou podélnou klenbou nebo naopak vysokým nártem, vybočenou nohou, hallux valgus (vbočeným postavením palce) nebo jinými problémy prstů. Pojdme si nyní specifikovat tato problematická postavení nohy a popsat možná řešení.

Začneme propadlou příčnou klenbou přednoží, strůjcem jsou malé svaly přednoží, které tvoří oblouk ve tvaru písmene C. Tímto tvarem dochází ke tlumení nárazů, když na oblouk působí největší síla, tak se prohne a narovná. Příčná klenba pomáhá při chůzi tím, že rozloží zátěž. Může se deformovat nesprávným doskokem či jiným dopadem, nevhodnou obuví nebo nadměrným

zatěžováním (nadváha). Zátěž, která je na příčnou klenbu vyvíjena, se po jejím poškození nedokáže správně rozložit a tím pádem je velká její část jen na několika málo kůstkách. Tato přetížená místa pak mohou být více citlivá na tlak, někdy se objevuje i velká bolest (metatarzalgie). Může docházet k zraňování a obrušování nervů mezi kůstkami (Mortonova neuraglie). Se spadlou příčnou klenbou mohou souviset i problémy s prsty nebo také diagnóza hallux valgus. Chybějící příčné klenutí způsobuje pokles základních kloubů, prsty tak začnou být drápkovité. Drápkovité prsty se liší od kladívkových v počtu deformovaných kloubů. U kladívkových prstů je ohnutý jen jeden kloub, a to poslední článek, u drápkovitých je zatočený k zemi celý prst. Hallux valgus může být také způsoben nesprávným ukotvením a rozložením zatížení (Larsen & Miescher, 2021).

Cviky, které se používají, jsou velice jednoduché, nejprve si chytíme své chodidlo v oblasti přednoží, poté na nohu tlačíme ze stran tak, aby nám z nohy vznikl oblouk připomínající písmeno C, v následujícím kroku roztáhneme prsty a zároveň s tím přestaneme tlačit, naopak táhneme na opačnou stranu, cvičíme 3 až 5 minut denně. Druhým cvikem je takzvaná "přísavka", k ní potřebujeme půlkouli, tu položíme na podložku, sedneme si a šlápneme na půlkouli tak, aby byla pod příčnou klenbou. Poté se snažíme sebrat ze země onu půlkouli, dáváme si pozor na to, abychom používali jen příčnou klenbu a nedělali drápkovité prsty. Cvičíme 2krát denně 30 opakování (Larsen & Miescher, 2021).

Propadlou podélnou klenbu si můžeme způsobit nesprávným zatěžováním, nadváhou nebo tím, že máme moc uvolněné vazy a málo posílené svaly, častou příčinou může být i nošení bot v příliš raném věku. Pojdme se ale podívat i na opačný problém, a tím je vysoký nárt. Podélná klenba ztratila svou elasticitu, nártem nelze moc pohybovat, netlumí nárazy a omezuje pohyb (Larsen & Miescher, 2021).

Pro zlepšení podélné klenby bychom měli provádět následující cviky. Chytíme si chodidlo jednou rukou za přednoží a druhou v oblasti paty (za hřeben patní kosti), plosku nohy držíme narovnanou v sagitální rovině (bráno v základním anatomickém postavení), naopak ve frontální rovině rotujeme patu lehce směrem ven a špičku směrem dovnitř, dosáhneme tak uvolnění napětí v oblasti podélné klenby. Opakujeme jednou denně po dobu 5 minut. Další cvik také podporuje rotaci. Sedneme si na židli a vezmeme si theraband, ten si namotáme na palec a vedeme ho k vnější straně kolene. Patu necháváme na podložce, noha se přirozeně vytáčí do strany na zevní stranu kvůli odporu therabandu. Zatlačíme tedy proti němu až se dotkneme palcem znovu podložky. Cvik provádíme 2krát denně po 40 opakováních (Larsen & Miescher, 2021).

To, co narušuje posturální funkci nohy samozřejmě ovlivňuje i funkci dynamickou. Lidské tělo je celé propojeno a nelze jednoduše vyčlenit jednotlivé segmenty a jejich funkce.

### **2.1.2 Dynamická funkce nohy při chůzi**

Chůze se u člověka, ale i u jiných živočichů, řadí do základních lokomocí, jde o pohybovou aktivitu, která není fyzicky nějak zvlášť náročná. Můžeme ji rozdělit do tří hlavních fází, a to na fázi zahajovací, cyklickou a v neposlední řadě fázi konečnou. Během fáze cyklické se chodidlo setkává s podložkou v tzv. chůzovém cyklu, který se dále skládá z fáze stojné (stance phase) a fáze švihové (swing phase). Fáze stojná začíná, když se pata (nebo jiná část chodidla) dotkne podložky (počáteční kontakt). Dále pokračuje tím, že se chodidlo postupně zatěžuje až je na podložce celá ploska (fáze přenos zátěže). Potom nastává mezistoj. Celá oporová fáze končí odlepením chodidla od povrchu, koncový stoj a předšvih. Kdy se zvedá špička nohy do vzduchu a navazuje na stojnou fázi fáze švihová. Ta se skládá ze počátečního švihu, z období mezišvihu, a nakonec z období koncového švihu (Vařeka & Vařeková, 2009).

Pokud spojíme tyto dvě fáze a aplikujeme je na chůzový cyklus dvou dolních končetin, tak získáme fázi dvojí opory, na kterou plynule navazuje fáze jedné opory.

Poměr stojné a švihové fáze během chůzového cyklu je při průměrné rychlosti chůze (5 km/h) přibližně 60:40 (Gage, 1991; Rose, Gample, 2006). Podle Sutherlanda, Kaufmana a Moitoy se chůzový cyklus skládá z 62 % z fáze stojné a z 38 % z fáze švihové. Se zvyšující se rychlostí dochází k prodloužení švihové fáze a ke zkrácení stojné fáze. Dvakrát v průběhu chůzového cyklu nastává fáze dvojí opory (double support), každá z nich trvá kolem 10 % celkové doby chůzového cyklu (Neumanová et al., 2015, s. 12).

Obecně v chůzi existují inter-individuální rozdíly. Provedení chůze může ovlivnit funkční typ nohy. Určité odlišnosti však můžeme nalézt také u jednoho člověka v průběhu dne kvůli vnitřním a vnějším faktorům.

#### **2.1.2.1.1 Počáteční kontakt**

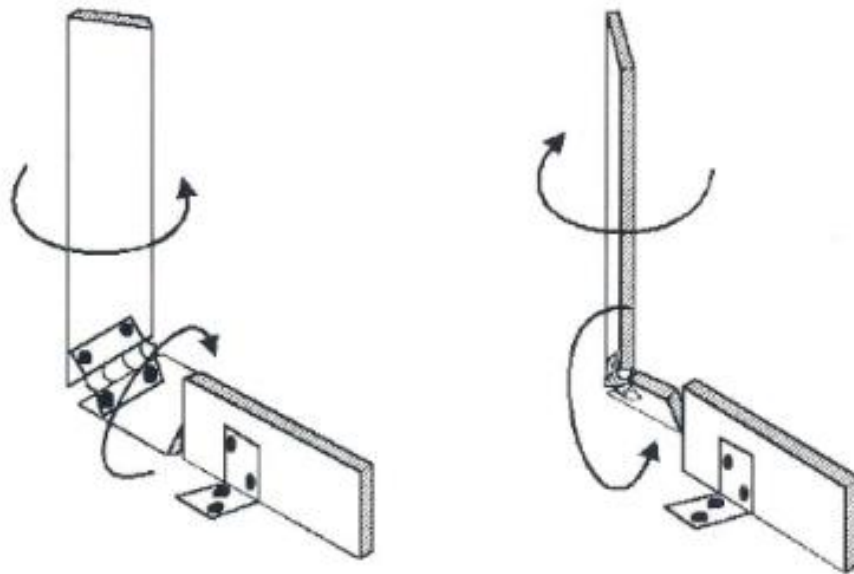
Stojná fáze, jak už bylo řečeno, se dělí do několika fází. Prvním z nich je počáteční kontakt. Hlezenní kloub je na počátku v dorziflexi či neutrální poloze a zahajuje pasivní plantární flexi, při které je na podložku pokládána ploska nohy. V supinovaném subtalárním kloubu dochází k pronaci, která je vyvolána iniciálním kontaktem na laterálním výběžku hrbolu kosti, přičemž vektor reakční síly podložky směřuje zevně od osy subtalárního kloubu. V transverzotálním kloubu naopak probíhá relativní supinace předonoží okolo longitudinální osy vzhledem k výrazně pronujícímu zánoží. Přednoží pronuje, ale ne v takové míře jako zánoží. Tyto pohyby umožňuje transverzotální kloub (Vařeka & Vařeková, 2009, s. 52).

V subtalárním kloubu nastává pronace, což vyvolává pantový mechanismus (obr. 3.) addukce talu a vnitřní rotace bérce souhlasící s pohybem v kolenním kloubu (do flexe). Dnes se

již neapeluje na takovou provázanost pohybů v koleni a rotace bérce při chůzi. Může to souviset i s tím, že pohyb kondylů femuru je asymetrický a souvisí s rotací bérce směrem dovnitř (zevní rotací femuru). Kondyl vnitřní se nepohybuje tak dozadu jako ten zevní v průběhu flexe v koleni (Vařeka & Vařeková, 2009).

### Obrázek 3

*Pantový model funkce subtalárního kloubu a čepový model funkce transverzotarzálního kloubu (Vařeka & Vařeková, 2003)*



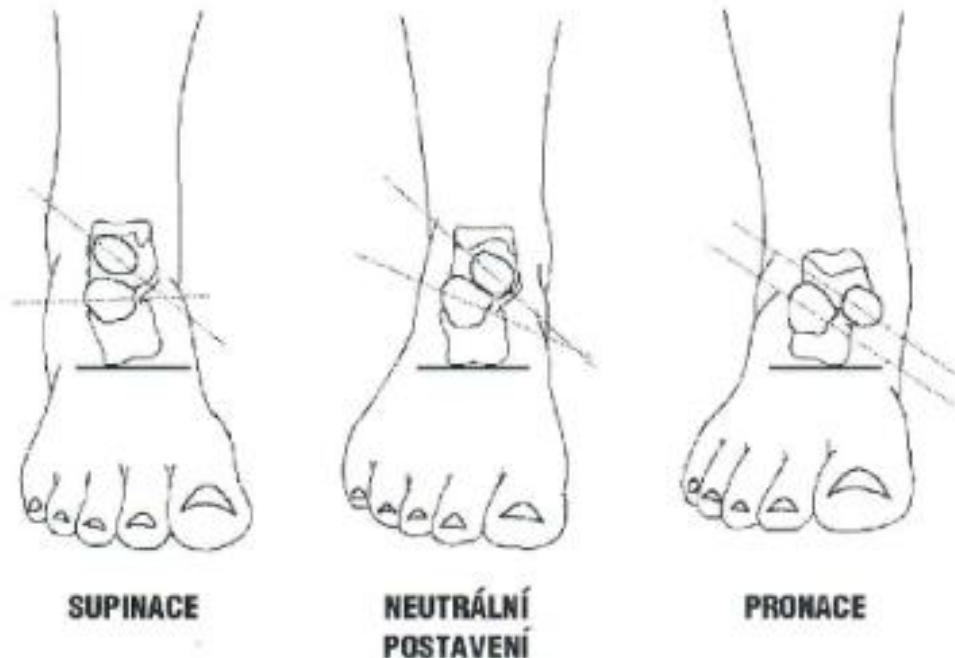
Na rozdíl od kolene se vyskytuje v kyčelním kloubu extenze, kterou dolní končetina zahájí ještě před položením paty na podložku. Pánev se vytáčí do strany, k nové opoře, tím i frontální rovina rotuje (Vařeka & Vařeková, 2009).

Všechny tyto pohyby dolní končetiny začínají u nohy a tlumí nárazy při chůzi a běhu. Pokud máme tedy problémy se stabilitou kloubů nohy, znamená to pro nás značné problémy v řetězení pohybů dolní končetiny. Zároveň s tím jsme každý jiný a máme jinou anatomickou stavbu těla, rotace tedy může být pro každého z nás v jiném rozsahu. Ovlivňuje ji i „dědičnost“ chůze, tedy spíše naučení se a obkroužení různých stereotypů v chůzi od našich rodičů.

Právě pronace, kterou můžeme vidět v subtalárním kloubu a relativní supinace v transverzotarzálním kloubu zapříčiňuje nestabilitu onoho transverzotarzálního kloubu. To pomáhá při vyrovnávání nerovných povrchů při chůzi (Obrázek. 4) (Vařeka & Vařeková, 2009).

#### Obrázek 4

Vliv vzájemného postavení talu a calcaneu v subtalárním kloubu na ostavení os kloubních ploch Chopartova kloubu (Vařeka & Vařeková, 2009)



#### 2.1.2.1.2 Přenos zátěže

Druhá etapa oporné fáze je přenos zátěže, kdy se ploska nohy nachází celá na podložce, dochází k uzamykání v transverzotarzálním kloubu a relativní pronaci, supinaci v subtalárním kloubu a zevní rotaci bérce, která umožňuje extenzi kolene a extenzi v kyčelním kloubu (řetězení samozřejmě nekončí a mění se postavení celého těla). V hlezenním kloubu dále můžeme nalézt dorziflexi a v subtalárním kloubu první známky supinace. Vše je zapříčiněno přesunem těžiště těla, tedy odlehčením paty a zatížením přednoží. Uzamčený (velice dobře stabilizovaný) transverzotarzální kloub dává možnost vzniku páky, kterou používáme při odrazu s pomocí m. triceps surae. Bojsen-Møllera (1979) popisuje, jak dochází při změně zatížení přednoží směrem mediálně k využití tahu m. triceps surae k páce, která vede od paty k hlavičce I. metatarzu (Vařeka & Vařeková, 2009).

#### 2.1.2.1.3 Mezistoj

Období mezistoje je doprovázeno aktivní plantární flexí díky svalům lýtky (m. triceps suae). Postavení chodidla se promítá dále do extenze v koleni. Subtalární kloub supinuje, transverzotarzální kloub pronuje. Zatížení nohy se znovu přesouvá, tentokrát mediálně dopředu. Vzniká akceptace laterálního oblouku, který se tvoří v důsledku supinace patní kosti a kladkovým



mechanismem plantární aponeurózy (vazivová tkáň, která se omotá kolem hlaviček metatarzů, tedy se zkrátí a tím pádem tahem přibližuje calcaneus k přednoží. Znovu zde můžeme najít pevnou páku, kterou mohou využít lýtkové svaly (Vařeka & Vařeková, 2009).

#### 2.1.2.1.4 Koncový stoj a předšvih

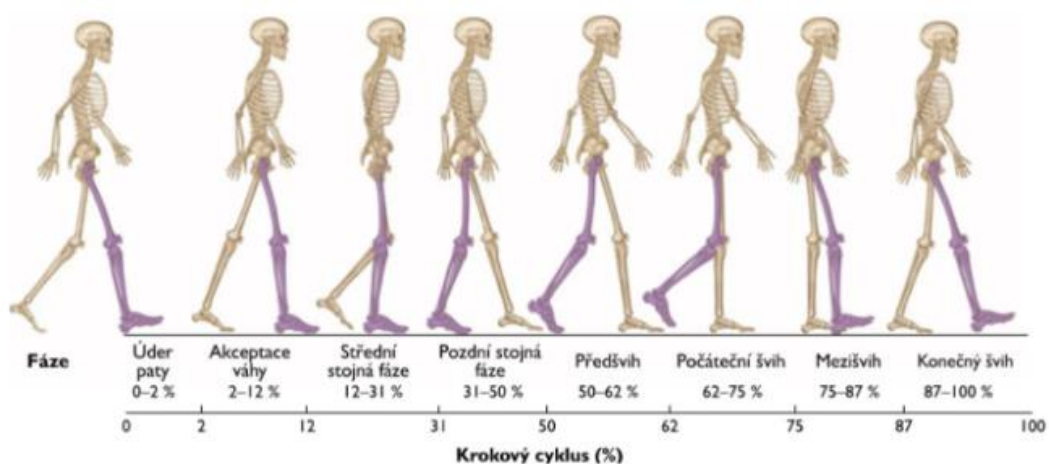
Poslední fáze ve stojné fázi jsou koncový stoj a předšvih, kdy přetrvává plantární flexe v hlezenním kloubu, kloub subtalární dále supinuje a v transverzotarzálním kloubu se vyskytuje pronace (relativní) kolem longitudinální osy. Kolenní kloub vykazuje flexi a kyčelní se dostává do maximální extenze a pokračuje v rychlé flexi. Tím stojná fáze končí a začíná fáze švihová, kde se již noha nedotýká podložky (Vařeka & Vařeková, 2009).

#### 2.1.2.1.5 Švihová fáze

První fází švihové fáze je počáteční švih, druhá fáze se jmenuje mezišvih a konečná se nazývá koncový švih. Kyčelní a kolenní kloub nachází ve flexi. Kolenní kloub pak změní flexi v extenzi (při dotyku paty s podložkou se již nachází v extenzi). Na začátku švihové fáze v hlezenním kloubu můžeme vidět plantární flexi, která ale pokračuje v dorzální flexi (uprostřed švihové fáze tedy nalezneme skoro neutrální postavení tohoto kloubu). Na konci švihové fáze se pak hlezenní kloub nachází v nulovém postavení. Subtalární kloub má otevřený řetězec, patní kost pronuje, poté ještě, než se dotkne podložky, tak začne supinaci. Transverzotarzální kloub se přemísťuje z maximální pronace do supinace během této fáze (Vařeka & Vařeková, 2009).

### Obrázek 5

*Krokový cyklus (Earls, 2021)*



#### 2.1.2.1.6 Kinematika chůzového cyklu

Po to, aby vznikl pohyb, musí na těleso působit síla. Sílu dolních končetin nazýváme silou svalovou nebo šlachovou. Protože tato síla působí do podložky, tak podle zákona akce a reakce

podložka působí na chodidlo silou reakční. Dále můžeme uvažovat ještě setrvačné, třecí a gravitační síly. Obecně zanalyzovat chůzový cyklus se může zdát složité, ale protože se povětšinou jedná o opakující se pohyb, který je ale v každém jeho úseku (cyklu) jiný. Kroky nejsou symetrické a stejně dlouhé, pro udržení rovnováhy je potřeba měnit jednotlivé zatížení chodidla (Vařeka, 2004; Vařeka & Vařeková, 2009).

Jednou ze základních lokomocí člověka je bipedální chůze, kdy jsou k umožnění pohybu zapotřebí svaly dolních končetin, ostatní segmenty jsou zapojeny spíše pasivně. Působí spíše jako hmotnost, která umožňuje zvětšit moment setrvačnosti, a tak využít zákon hybnosti. Dolní končetiny (tedy spíše svaly dolních končetin) nemohou zařídít pohyb jen tak, musí zde existovat vnější síla podložky (reakční), která působí v opačném směru síly svalů. Pro opornou fázi platí, že svaly dolních končetin pracují v uzavřené řetězci. Naopak ve fázi švihové se trochu zapojují do setrvačnosti k trupu a ostatním segmentům lidského těla v otevřeném řetězci. Dolní končetina, která se nachází ve švihové fázi chůzového cyklu se nepodílí na momentu hybnosti těžiště, ale přispívá k udržení rovnováhy těla a ke zvýšení či snížení frekvence kroků (Vařeka & Vařeková, 2009)

Práce svalů uděluje (prostřednictvím reakční síly) těžišti těla určitou *kinetickou energii* a vzhledem k poměrně vysoké poloze trupu nad podložkou má společné těžiště i poměrně velkou *energií potenciální*. Ovšem i tuto potenciální energii získalo díky aktivitě extenzorů pracujících v uzavřeném řetězci (Vařeka & Vařeková, 2009, s. 58).

Tím, že se chůze skládá ze směsice pádů a „vyhoupnutí“, tak se výška těžiště neustále mění. Proměňují se i hodnoty potencionální a kinetické energie. Kvůli ztrátám a nepraktičnosti pádů a návratů do původní polohy si lidské tělo vynalezlo mechanismus rotace pánve ve všech třech rovinách při chůzi. To vede samozřejmě ke koordinovaným pohybům i v kolenním a kyčelním kloubu (Vařeka & Vařeková, 2009).

#### 2.1.2.1.7 Důležité svaly dolních končetin při chůzovém cyklu

Důležité svaly při stejné fázi jsou plantární flexory v hlezenním kloubu, které pomáhají natahovat dolní končetinu, a proto zapříčiňují vlastně extenzi. Lýtkové svaly se podílí na odrazu, tedy jsou zapojovány při druhé polovině stejné fáze. Extenzory, které můžeme najít u kyčelního kloubu, se aktivují při dotyku nohy s podložkou. Naopak extenzory kyčelního kloubu se aktivují na začátku švihové fáze a dělají onen švih (zrychlení) dolní končetiny. Což má za důsledek změnu frekvence chůze, pokud bychom neměli tyto svaly, přemýšleli bychom spíše o kyvadle, které by se kývalo určité frekvenci. Nebylo by možné zpomalovat a zrychlovat „krok“ (Vařeka & Vařeková, 2009).

## **2.2 Růst nohy**

Tvar a funkčnost nohy je samozřejmě ovlivněna růstem a vývojem daného jedince. Dobré je zaměřit se na růst již od embryonálního období našeho života. V této etapě totiž může vzniknout celá řada vad, které se již nedají zachránit a ovlivňují po narození jedince nejen chůzi, ale i celý život. Jedná se například o metatarsus adductus (chodidlo připomíná tvarem ledvinu, přednoží se nachází v pronaci), pes calcaneovalgus (noha je v maximální dorzoflexi), pes equinovarus congenitus (kdy jsou chodidla vytočena k sobě), atd (Vymyslický, 2019).

### **2.2.1 Pozice dolní končetiny v embryonálním stádiu vývoje**

U embrya koncem šestého týdne můžeme pozorovat u distálního pupenu prstové ploténky (chondrifikace), a tedy základ pro nohu. Ploténky jsou orientovány kraniálním směrem v důsledku rotace dolních končetin. Postupem osmého týdne (21. stádium) vidíme zářezy a noha se nachází v plantární flexi. Poté (22. stádium) nastává inverze a addukce nohy, kvůli zmenšení plantární flexe. Koncem embryonálního období (23. stádium) jsou nohy naproti sobě (equinus, varus, adductus) (Vymyslický, 2019).

Stupeň ekvinózy, varozity a addukce se během desátého a jedenáctého týdne snižuje. Na konci jedenáctého postovulačního týdne získává noha téměř normální postavení a ve třináctém týdnu dosáhne dospělé orientace (Miedzybrodzka, 2003, s. 39; Uhthoff, 1990, s. 141; O'Rahilly & Gardner, 1975, s. 18).

## Obrázek 6

*Orientace dolních končetin postupem pátého vývojového týdne, sedmého, osmého a dvanáctého týdne (Jahss, 1988).*



### 2.2.2 Postupný vývoj

Po čtvrtém týdnu růstu embrya vidíme pupeny, ty tvoří základ pro budoucí dolní končetinu, a tedy i nohu. Poté se pupen chondrifikuje (vývoj kosti z chrupavky) a v šestém týdnu vývoje se z něj stává hyalinní chrupavka, ze které se během dvanáctého týdne stane osifikační centrum pro růst kostí. Druhým způsobem vzniku kostí je desmogenní nebo endesmální růst z vaziva a z kostní tkáně. Základ kosterních svalů na končetinách můžeme pozorovat kolem sedmého týdne. Ten má svůj původ v myoblastech, které se nacházejí poblíž osifikačních center kostí. V končetinových pupenech tvoří přední a zadní svalový blastém, tedy první morfologicky dobře popsanou vývojovou fázi určité struktury (Dylevský, 2014), který je základem pro jednotlivé budoucí svaly. Z předního blastému vznikají flexory, ze zadního pak extenzory (Vymyslický, 2019).

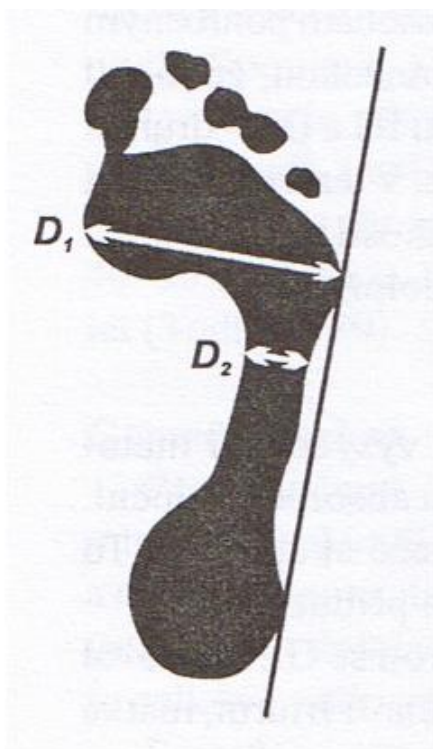
Délka nohy na konci embryonálního období je cca 4,5 mm, poté postupně roste až do délky přibližně 74 mm při narození. Ze studie Bosche (2010), která při výzkumu disponovala 36 zdravými německými dětmi ve věku od  $14,6 \pm 1,8$  měsíců v průběhu devíti let a která zkoumala vývoj, růst a změny tvaru chodidla pomocí plantárního tlaku při chůzi a statického zatížení, vyplívá, že tělesná výška má významný vliv na délku a šířku středu chodidla a tělesná hmotnost má významný vliv na šířku středu chodidla. Mezi pohlavími chlapci vykazovali významně širší

střední část chodidla a menší kontaktní plochu přední části chodidla ve srovnání s dívkami (Bosch et al., 2010).

U dětí, kde je vývoj zrychlen rodičem a není tedy přirozený, se stává, že děti sice umí dříve chodit, ale způsobí si tím deformity na nohou. Dále je také pro vývoj nohy důležité děti neobouvat předčasně. K hodnocení stavby nohy můžeme využít otisk nohy, tedy tzv. plantogram. Kdy se chodidlo obtiskne a poté se hodnotí šířka přednoží a šířka nejužšího místa u podélné klenby (viz Obrázek 7.) a dle stupnice se posuzuje, jestli se jedná o jedince, který má plochou nohu, vysokou klenbu či klenbu v normě.

### Obrázek 7

*Hodnocení podélné klenby nohy (Sztokowska et al., 2005)*



$$\text{Index nohy} = \frac{D_2}{D_1} * 100 (\%)$$

Normálně noha klenutá:

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

Noha plochá:

1. stupeň od 45,1 % do 50,0 % (P1)
2. stupeň od 50,1 % do 60,0 % (P2)
3. stupeň od 60,1 % do 100,0 % (P3)

Noha vysoká:

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

Následný vývoj délky chodidla od 1 roku věku do 6 let nemá lineární charakter. Tempo růstu chodidla v předškolním věku je pomalejší a rovnoměrnější než v prvních třech letech života dítěte.

Studie Vrdoljak et al. (2017) se zabývala růstem dětské nohy a změnou tvaru během let, kdy dítě roste, naměřila a zanalyzovala data od 2745 dětí o celkovém počtu 5490 chodidel, z toho bylo 1375 chlapců a 1370 dívek. Všechny děti měly mezi 2 (1,50-2,49) a 7 (6,50-7,49) let a

vědci je rozdělili do 6 věkových skupin. Tvar nohy se určoval klinicky. Mezi délkou a tvarem levého a pravého chodidla chlapců a dívek nebyl ve všech věkových a pohlavních skupinách zjištěn žádný rozdíl. Nejčastější tvar se naskytl egyptský. Chodidlo roste nejrychleji mezi 2. a 3. rokem. Od 3. do 6. roku roste chodidlo u chlapců přibližně o 1 cm ročně, zatímco u dívek mezi 6. a 7. rokem roste chodidlo o 5 mm (Vrdoljak et al., 2017).

Růst nohy do délky je nepravidelný, střídají se fáze rychlejšího růstu s fázemi pomalejšího růstu. V období prepubertální akcelerace, tj. u chlapců ve věku kolem 11-12 let a u dívek již ve věku kolem 10-11 let nastává další zlomový okamžik ve vývoji nohy, růst se znovu zrychluje a nastávají znovu nejvyšší roční přírůstky. Kolem 16 roku života se růst nohy postupně zastavuje. (Pavlecková, 2006).

## **2.3 Obouvání**

Dalším z mnoha faktorů, které na tvar nohy značně působí je typ obuvi. Tu můžeme rozdělit podle toho, kde se využívá, příkladem může být vycházková, společenská, ortopedická bota a také obuv na doma, do práce, na sport atd., nebo je dělíme podle tvaru na dámské, pánské a dětské, nebo dle materiálu na kožené, textilní atd.

### **2.3.1 Vliv typu obuvi na chodidla při lokomoci**

Nás bude především zajímat obuv, která by mohla působit jako prevence léčby patologií a která by podpořila zdravý vývoj nohy. Studie Cho et al. (2022) se tímto výzkumem zabývala a vyšlo jí následující. Boty s vysokým podpatkem můžeme rovnou vyloučit, a to z mnoha důvodů, prvním a rozhodně ne posledním je malý prostor pro prsty a dále také velký plantární tlak v oblastech I. a II. metatarzu. Tím se tato oblast přetěžuje a vnikají zde patologie. Co se týče „plochých bot“ (to jsou boty s malým nebo skoro žádným podpatkem, např. baleríny), tak ty v této studii také neskončily valně. Výzkum prokázal, že tato obuv vedla k významně vyššímu plantárnímu tlaku v hallux valgus, v prstech a k nejvyššímu tlaku v hlavičce III. – V. metatarzu. Vyšší tlak byl také naměřen v zadní části chodidla. Nejlépe z celé studie dopadly běžecké boty, které dle závěru nezpůsobují tak specifickou zátěž pro chodidlo (která poté způsobuje patologie na noze), a tak jsou z porovnaných bot nejvhodnější k nošení (Cho et al., 2022).

Pokud bychom srovnali barefoot (tedy chůzi a běh naboso) a běžnou běžeckou obuv, zjistili bychom, že většina studií se přiklání k možnosti, že nepoužívat boty k chůzi je prevencí proti úrazům. Rešeršní studie Kaplana et al. (2014) uvádí, že navzdory technologickému vývoji běžeckých bot se každoročně zraní až 79 % běžců. Bohužel i s barefoot obuví jsou spojena potenciální rizika.

Tato studie ukázala, že přibližně 75 % všech běžců v botách má první kontakt s podložkou na špičku, 24 % využívá střed nohy a zbývající 1 % má první kontakt na patě. Na druhou stranu, běžci naboso většinou používají při běhu více kolenní klouby a tlumí náraz nejen nohou (tzv. dopadají na zem přední nebo střední částí chodidla).

Při běhu s obuví lidé častěji dopadají na patu, protože jim boty umožňují rozprostřít náraz do boty. I tak ale pata nese přibližně 2 až 3násobek hmotnosti těla, což vede při neustálém opakování k úrazům. Dále také zůstává noha v jedné linii s kyčlí, a tak se pata zastavuje v pohybu při kontaktu se zemí. Naopak při dopadu na střed nohy a špičku dochází k rozložení síly, a tedy k zapojení tlumičů nárazů (noha, kolena, kyčle a trup.). U běhu po špičkách nastává ještě specifikum dopadu na IV. a V. metatarz. Tělo se při tomto způsobu běhu také méně zastavuje, využívá více setrvačnosti (Obr. 8) (Kaplan et al., 2014).

### **Obrázek 8**

*Biomechanické rozdíly mezi různými došlapy nohou (Lieberman, 2010)*



Biomechanické studie naznačují, že tyto vlastnosti běhu naboso mohou vést ke snížení počtu zranění a mírnějším poraněním. Běžec naboso má schopnost rozptýlit náraz účinněji a vytvářet menší nárazové síly než jedinci, kteří nosí standardní odpruženou obuv. Tato schopnost účinněji tlumit nárazy lze vysvětlit adaptací somatosenzorické zpětné vazby chodidel. Bohužel většina studií ještě nepotvrdila to, že by běhání naboso přispívalo k tomu, aby se jedinec vyhnul zranění. Jde stále spíše o náznaky. Bylo prokázáno, že podrážka boty zvyšuje jak torzní (everze/inverze), tak addukční (přitažení) rozsah pohybu chodidla. Proto je třeba vyvíjet boty, které přispívají k individuální přirozené funkci chodidla. Dále běžci, kteří nepoužívají boty, mají mnohem aktivnější svalstvo chodidla. Tyto svaly umožňují chodidlu tlumit nárazy a mohou odstraňovat napětí z plantární fascie (Kaplan et al., 2014).

## Obrázek 9

*Příklad minimalistické obuvi (Kaplan et al., 2014)*



Kromě chození v běžecké obuvi nebo naboso můžeme taktéž chodit v tak zvaných minimalistických botách (Minimalistic Shoes). V České republice se pro tento typ obuvi používá především pojem barefoot. Oproti běžeckým botám lze nalézt několik benefitů. Běžecká obuv (běžná obuv) neumožňuje, jak již bylo řečeno, zpětnou vazbu od chodidla, tak specifickou a při běhu na bosu si jedinec může poranit plosku nohy, ale i například prsty velice rychle. Proto lidé vymysleli minimalistickou obuv, která chrání chodidlo před poraněním a zároveň stimuluje somatosenzorické receptory na chodidle. Tím si přivlastňuje vše, co nám dává i běh naboso. Další výhodou je oproti běžné běžecké obuvi prostor na prsty a záprstí.

Studie Bonacciho et al. (2013) se snažila zjistit, zda běh v minimalistické obuvi má podobnou mechaniku jako běh naboso. Výsledky ukázaly, že běh naboso vykazuje o 24 % nižší práci v koleni a o 19 % nižší míru práce v hlezenním kloubu v porovnání s kolenem a hlezenním kloubem při běhu s minimalistickou obuví (Bonacci et al., 2013).

Podle další studie (Zhang, 2018) rekreační běžci používající minimalistickou obuv vypracovanější klenbu chodidla než běžci s běžeckou obuví. Běžci používající minimalistickou obuv měli silnější m. abduktor hallucis, měli tenčí proximální plantární fascii a silnější Achillovu šlahu. Také se u nich vyskytuje tenčí patní polštářek než u běžců v běžecké obuvi. Tato studie tedy naznačuje, že morfologie měkkých tkání nohy souvisí s typem běžecké obuvi (Zhang, 2018).



### 2.3.2 Minimalistická obuv

Minimalistická obuv je dnes velice populární mezi veřejností. Proto se začala objevovat určitá doporučení, jak si boty vybrat a co od nich očekávat. Existuje již značné množství a druhů této obuvi.

Pro zvolení správné velikosti je důležité si uvědomit, že chodidlo během dne mění svůj objem. Tento objem se mění také při běhu, nebo jiných namáhavých činnostech. Proto musíme počítat s tak zvaným nadměrkem, ten se pohybuje okolo 5 až 10 mm do délky (u dětí kolem 9 až 12 mm). Každý člověk je naprosto unikátní a má také různou nohu (Naboso, 2024).

Díky tomuto poznatku je zřejmé, že pro dobrý výběr velikosti potřebujeme změřit délku chodidla od paty po nejdelší prst. Dále je potřeba si naměřit šířku záprstí, výšku nártu a mohutnost paty (na tu dost lidí zapomíná). Když máme vše řádně naměřeno, postačí nám jen vyhledat si jednotlivé tabulky výrobců minimalistické (v ČR pod názvem barefoot) obuvi a vyhodnotit naši velikost.

#### Obrázek 11

Velikost minimalistické obuvi (Naboso, 2024)



V internetových obchodech dnes můžeme nalézt spousty značek i druhů minimalistické obuvi. Všechny tyto boty by ale měly splňovat tyto zásadní charakteristiky. Jako první by měly mít rozšířenou špičku, která musí být anatomicky tvarovaná podle nohy. Dále je nezbytné, aby velmi tenké podrážky (cca 3 až 5 mm) byly flexibilní a pružné. To můžeme ověřit například tím, že celou botu smotáme do ruličky (Naboso, 2024).

### **2.3.3 Materiály**

Pokrok jde neustále dopředu, a tak existuje mnoho materiálů, ze kterých se dnes vyrábí obuv. Dříve se tradičně používaly přírodní materiály.

Jedním z nich je kůže (usně). Z té se boty vyrábějí dodnes. Vyznačuje se lesklým, odolným a prodyšným povrchem. Snadno ji lze vyčistit. Jde o materiál, který se využívá díky jeho vlastnostem v oblasti minimalistické obuvi především na výrobu formálních a elegantních bot. Tento materiál také můžeme vidět u některé sportovní obuvi (obuv Ondráček, 2020).

Hlavní fyzikální vlastnosti vyplývají z pevnosti kožních vláken včetně jejich chemického složení a také z třírozměrného propletení těchto vláken. Kůže je spleť navzájem propletených vláken, přičemž spleť těchto vláken je různosměrná. Pevnost v tahu, popřípadě protažení je dále ovlivněno působením různých vlivů, např. závislostí na šířce zkušebního vzorku a na rychlosti posuvu čelisti, závislostí na obsahu vody usně, na druhu a intenzitě činění usní, na mazání, válení, štípaní usní, dále mohou vlastnosti ovlivňovat vlhkost a teplota (Šibová, 2015).

Nubuk (což je typ kůže) se především používá na zimní boty díky jeho dobrým tepelným izolantem. Bohužel se velice špatně čistí a dokáže ji poškodit vlhkost. Dalším z používaných materiálů je velur. Jedná se o druh tkaniny, která se vyrábí z polyesteru nebo z vlny. Většinou se jedná o boty náchylné k oděrkám, mačkání, a především k zašpinění. Dále se využívá textil, semiš, guma, plast, kaučuk, dřevo, korek a mnoho dalších látek (obuv Ondráček, 2020).

Všechny tyto materiály se využívají i pro minimalistické boty, jsou prodyšné a pružné. Pružnost a pevnost v tahu je jednou z nejdůležitějších vlastností materiálů.

Když se podíváme na běžecskou obuv a materiály, ze kterých se vyrábí, nalezneme jednoduché piktogramy (Obrázek 12).

## Obrázek 12

*Piktogramy, které i informují o materiálu, ze kterého je bota vyrobená (obuv Ondráček, 2020)*



Pod pojmem ostatní nebo také syntetické materiály se skrývají pojmy jako plasty (PVC, PU, pryž), koženka nebo také některé tkaniny.

Studie autorů Mcnair et al. (1994) uvedla, že u bot, které se liší materiálem, nepozorovali vědci žádné významné rozdíly v maximálním zrychlení a čase, který běžci potřebovali k tomu, aby maximálního zrychlení při běhu dosáhli. Naproti tomu se ve výsledcích studie objevuje tvrzení, že ve srovnání s během v běžeckých botách se běh naboso v kinematických parametrech liší jen nepatrně (Mcnair et al., 1994).

Co se týče odrazu a rychlosti běhu, mají boty vliv na rychlost (zvýšení), problém ale nastává, když se zaměříme na funkčnost nohy a prevenci před zraněními. Efektivnější pro zdravý vývoj a chůzi jsou boty minimalistické.

## **3 CÍLE**

### **3.1 Hlavní cíl**

Posoudit vliv věku, pohlaví a typu obuvi na tvar chodidla u dětí mladšího školního věku.

### **3.2 Dílčí cíle**

- 1) Posoudit vztah mezi parametry nohy a věkem u dětí mladšího školního věku.
- 2) Posoudit vztah mezi různými parametry charakterizujícími tvar nohy.
- 3) Porovnat tvar chodidla u dětí dlouhodobě chodících v barefoot obuvi a běžné obuvi.
- 4) Porovnat parametry nohy u děvčat a chlapců.

### **3.3 Výzkumné otázky případně hypotézy**

- 1) Do jaké míry koreluje věk dětí s jednotlivými parametry nohy?
- 2) Jaký je vztah mezi jednotlivými parametry nohy?
- 3) Liší se tvar nohy u dětí, které dlouhodobě využívají barefoot obuv ve srovnání s dětmi využívajícími běžnou obuv?
- 4) Liší se tvar nohy u děvčat a chlapců?

## 4 METODIKA

Tento výzkum byl proveden v rámci projektu „Skenování dětských chodidel pro vytvoření podkladů pro výrobu dětské obuvi“, který byl dne 27.6. 2022 schválen Etickou komisí FTK UP v Olomouci, viz Příloha 1.

### 4.1 Výzkumný soubor

Ve zkoumaném souboru bylo 24 dětí mladšího školního věku od 7 do 10 let z toho 10 chlapců a 14 dívek.

### 4.2 Metody sběru dat

K měření byl použit Tiger full foot 3D scanner (RSscan International NV, Paal, Belgie). Tiger full foot 3D scanner umožňuje získat 3D obrázek nohy, ze kterého vygeneruje a vypočítá šířku a délku nohy daného jedince. Velikost chyby měření je  $\pm 0,5$  mm.

Jedinec, po zapnutí a vydezinfikování přístroje, vloží bosou nohu bez ponožky do 3D scanneru a při rovnoměrném rozložení zátěže se snaží nehýbat 5 až 15 s (Obrázek 13), aby snímky nohy byly co nejzřetelnější. Přístroj poté vygeneruje snímek, ze kterého vyhodnotí délku a šířku dané nohy. Další výstupní proměnnou byl poměr délky a šířky nohy. V našem výzkumu jsme každou končetinu změřili dvakrát.

#### Obrázek 13

*Měření na 3D skeneru (Laštovička, 2021)*



### 4.3 Statistické zpracování dat

Data byla statisticky zpracována v programu Statistica (verze 14, Tibco software Inc., Palo Alto, USA). Pro zjištění normality byl využit test Shapiro-Wilks, který potvrdil normální rozdělení. Pro kvantifikaci vztahu mezi proměnnými byl použit Pearsonův korelační koeficient.

Pearsonův korelační koeficient nabývá pouze hodnot z intervalu  $[-1, 1]$  s tím, že hodnota je kladná, když vyšší hodnoty jedné veličiny souvisí s vyššími hodnotami druhé, a naopak je záporná, když nižší hodnoty jedné veličiny souvisí s vyššími hodnotami druhé veličiny (Holčík et al., 2015).

Pro porovnání skupin (typ, obuvi, pohlaví) byl použit dvojitý nepárový T – test. Pro určení statistické významnosti byla stanovena hladina  $\alpha = 0,05$ .

## 5 VÝSLEDKY A DISKUSE

Základních popisných charakteristik celého souboru dat (Tabulka 1). Základními popisnými charakteristikami pak rozumíme aritmetický průměr, minima a maxima a směrodatnou odchylku.

**Tabulka 1**

*Popisné charakteristiky výzkumné skupiny*

	$\bar{x}$ [mm]	Minimální hodnota [mm]	Maximální hodnota [mm]	$\sigma$ [mm]
Délka nohy	211,23	184,00	245,00	17,65
Šířka nohy	82,77	70,50	102,50	7,48
Délka/Šířka nohy	0,39	0,37	0,43	0,02

Poznámka.  $\sigma$  = směrodatná odchylka,  $\bar{x}$  = aritmetický průměr, mm = milimetry

### 5.1 Vztah věku a tvaru nohy

V Tabulce 2 nalezneme korelaci mezi parametry nohy a věkem u dětí mladšího školního věku.

**Tabulka 2**

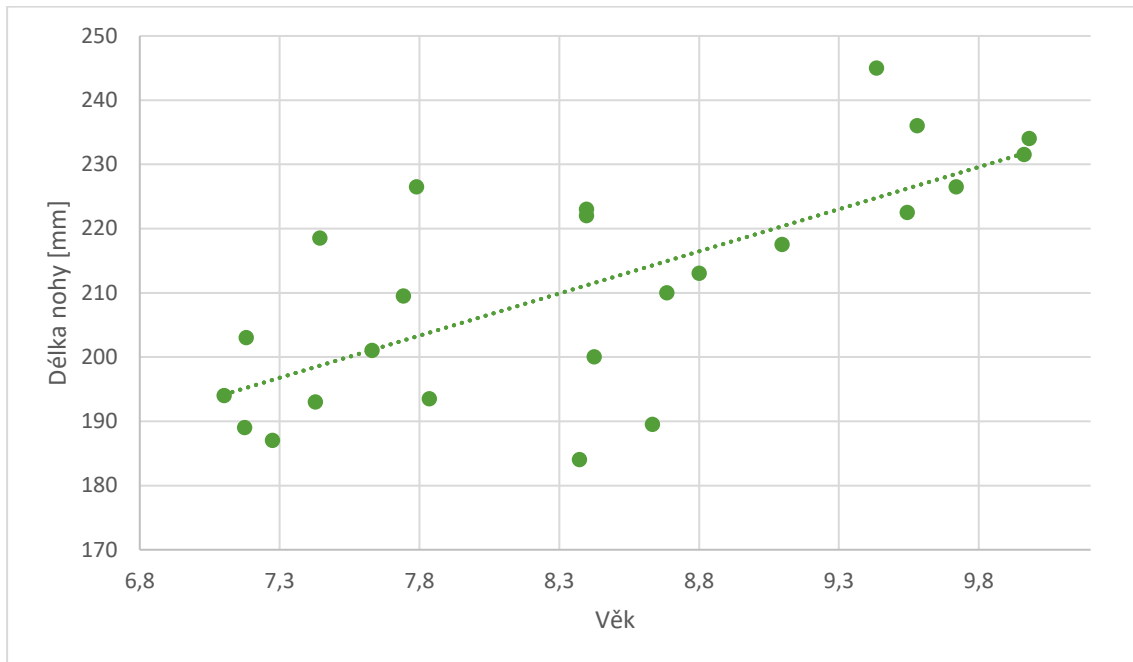
*Korelace mezi parametry nohy a věkem*

	Věk
Délka nohy	0,71
Šířka nohy	0,53
Délka/Šířka nohy	- 0,30

Naše výsledky ukázaly významnou pozitivní korelaci mezi věkem dítěte a délkou jeho nohy ( $p < 0,001$ ) (viz Obrázek 14). Vidíme tedy, že s rostoucím věkem dítěte roste i délka jeho nohy.

### Obrázek 14

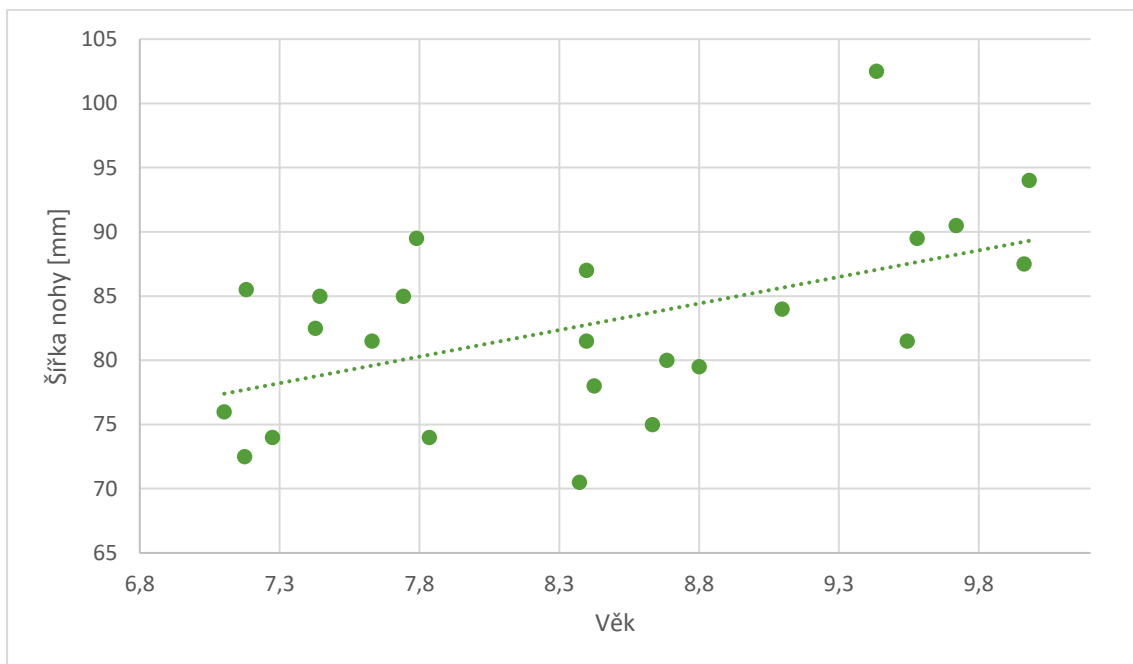
#### Korelace délky nohy a věku



Další významnou pozitivní korelaci nalezneme u šířky nohy a věku a u šířky nohy a věku, kde p hodnota dosahuje 0,008 (viz Obrázek 15). Což znamená, že čím je jedinec starší, tím má širší nohu.

### Obrázek 15

#### Korelace šířky nohy a věku

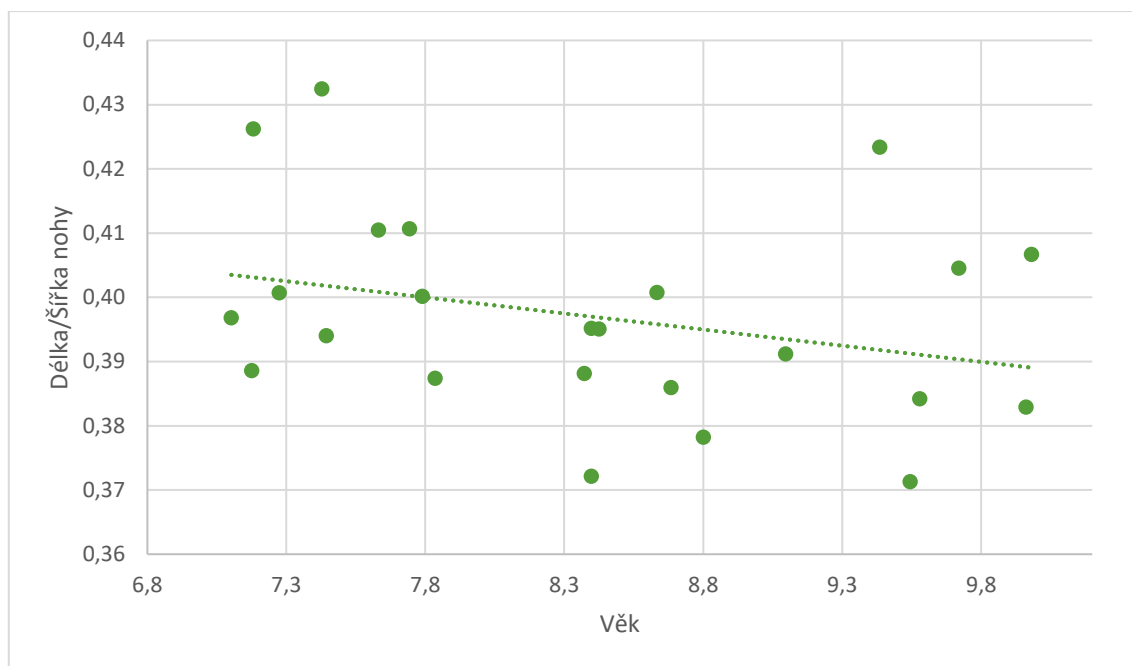




Korelace mezi poměrem délky a šířky nohy a věkem není statisticky významná, protože p hodnota je rovna 0,153 (viz Obrázek 16).

**Obrázek 16**

*Korelace poměru délky a šířky nohy a věku*



Skopalová (2011) ve své diplomové práci uvádí, že čím je dítě starší, tím má delší a širší nohu.

## 5.2 Vztah mezi různými parametry charakterizujícími tvar nohy

V Tabulce 3 nalezneme jednotlivé korelace mezi délkou nohy, šířkou nohy a jejich poměrem.

**Tabulka 3**

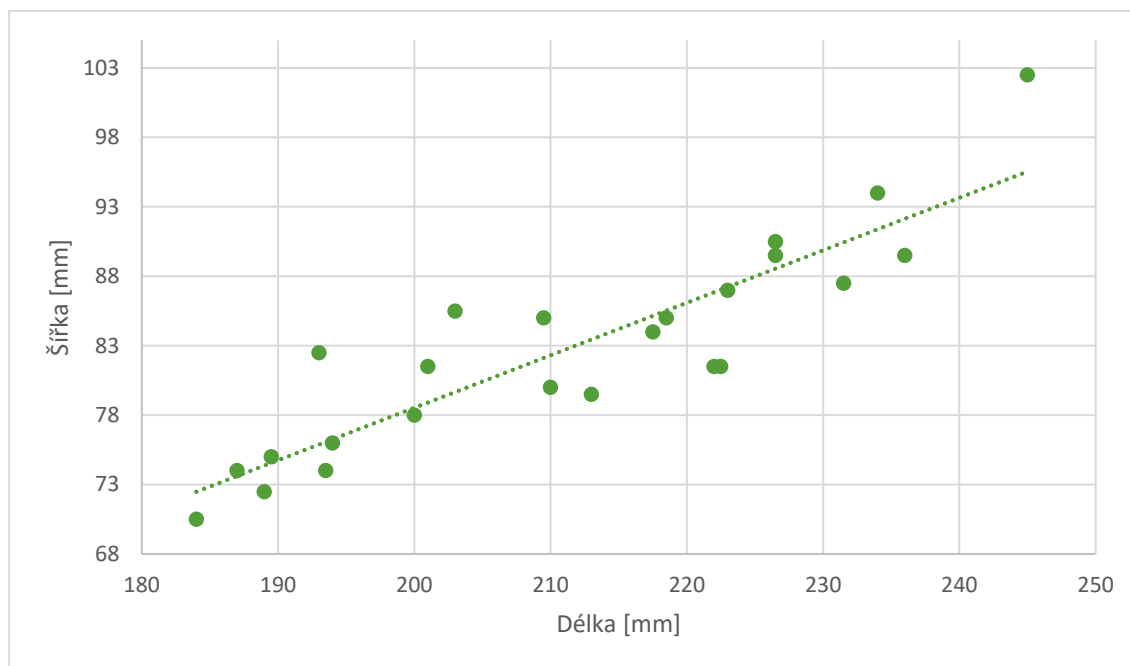
*Korelace mezi parametry nohy*

	Délka nohy	Šířka nohy	Délka/Šířka nohy
Délka nohy		0,89	- 0,09
Šířka nohy	0,89		0,37
Délka/Šířka nohy	- 0,09	0,37	

Statisticky významnou pozitivní korelaci (a to ještě větší než u korelace věku a délky nohy) pozorujeme u délky nohy a šířky s ( $p < 0,001$ ) (viz Obrázek 17). Tudiž čím je noha větší, tím je i širší.

### Obrázek 17

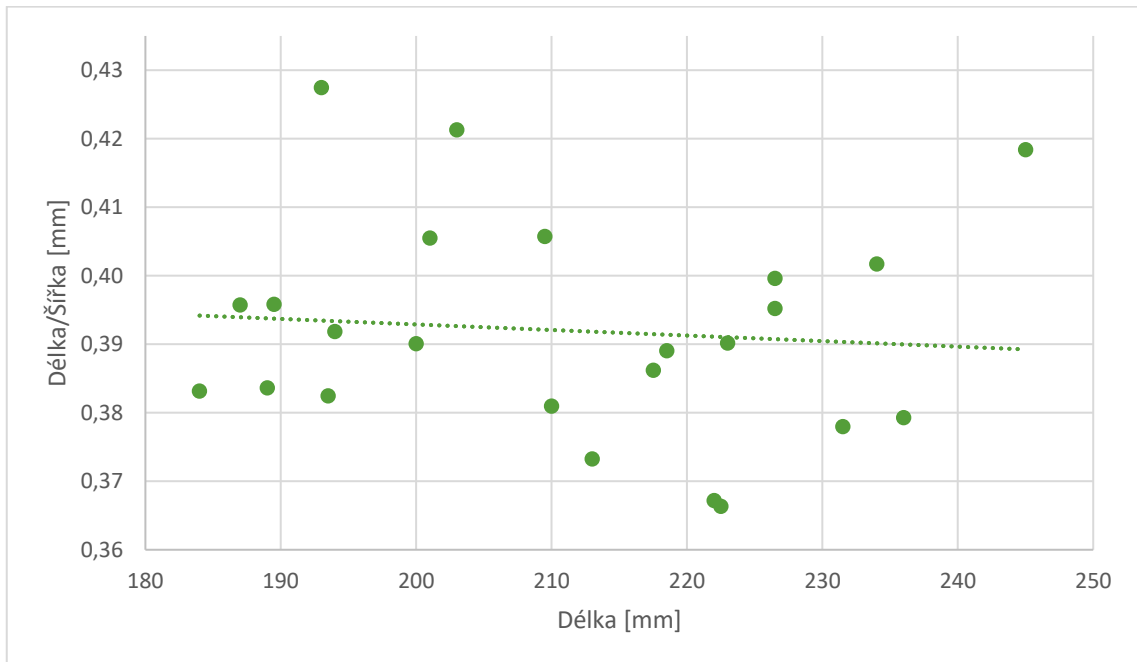
*Korelace mezi délkou a šířkou nohy*



Jinak již korelace nejsou významné, p hodnota se u nich pohybuje nad 0,050. A to přesněji u korelace mezi délkou a poměrem délky a šířky nohy nám vyšla p hodnota 0,077 (viz Obrázek 18).

### Obrázek 18

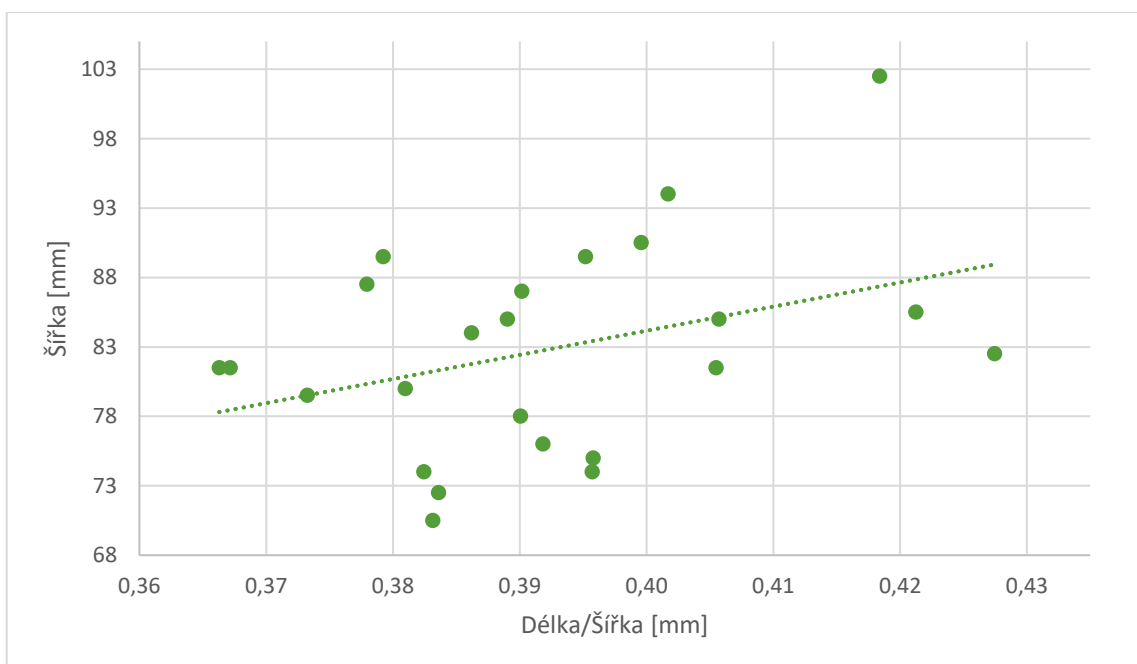
Korelace mezi délkou a poměrem délky a šířky nohy



U korelace mezi poměrem délky a šířky a šířkou nohy se p hodnota rovnala 0,675 (viz Obrázek 19).

### Obrázek 19

Korelace mezi šířkou a poměrem délky a šířky nohy



Pro nedostatek studií, které by odpovídaly této problematice, není možné tyto výsledky srovnat s jinou studií. V důsledku malého vzorku dat je potřeba toto téma dále prozkoumat.

### 5.3 Porovnání parametrů nohy mezi skupinami dlouhodobě nosící barefoot a běžnou obuv

Soubor dětí jsme také rozdělili do dvou skupin, a to podle parametru druhu nošené obuvi. V první skupině nalezneme 12 jedinců, kteří chodili pravidelně v minimalistické obuvi (barefoot skupina), v druhé skupině (kontrolní skupina) bylo také 12 dětí, které nosí běžnou obuv (Tabulka 4 a Tabulka 5).

**Tabulka 4**

*Popisné charakteristiky skupiny barefoot*

	$\bar{x}$ [mm]	Minimální hodnota [mm]	Maximální hodnota [mm]	$\sigma$ [mm]
Délka nohy	211,17	184	245	19,69
Šířka nohy	83	70,5	102,5	8,96
Délka/Šířka	0,39	0,37	0,42	0,02

Poznámka.  $\sigma$  = směrodatná odchylka,  $\bar{x}$  = aritmetický průměr, mm = milimetry

**Tabulka 5**

*Popisné charakteristiky skupiny kontrolní*

	$\bar{x}$ [mm]	Minimální hodnota [mm]	Maximální hodnota [mm]	$\sigma$ [mm]
Délka nohy	211,29	189	234	16,25
Šířka nohy	82,54	72,5	94	6,05
Délka/Šířka	0,39	0,37	0,43	0,02

Poznámka.  $\sigma$  = směrodatná odchylka,  $\bar{x}$  = aritmetický průměr, mm = milimetry

Interval mezi minimem a maximem u délky nohy v daném výběru je 61 mm, když tento interval porovnáme s intervalem z Tabulky 3, který je 45 mm, tak zjistíme, že v Tabulce 2 ho máme větší. Co se týče intervalu minimální hodnoty a maximální hodnoty šířky nohy u dětí ze skupiny barefoot, tak tam nalezneme hodnotu 32 mm. Porovnáním s kontrolní skupinou, u které je tento interval roven 21,5 mm, pak získáme hodnotu 10,5 mm. Mezi intervaly poměru délky a

šířky nohy jsou u Tabulky 2 0,054953788 mm a u Tabulky 3 0,060288606 mm, odečtením těchto hodnot od sebe vznikne rozdíl 0,005334818 mm.

Podíváme se nyní na rozdíl mezi směrodatnou odchylkou u dětí s barefoot obuví a bez ní, který činí u délky nohy 3,4441019 mm, u šířky 2,91503464 mm a u poměru délky a šířky 0,0002512887 mm.

V Tabulce 6 nalezneme hodnoty výpočtu a mezivýpočtů T – testu a F – testu ke skupinám barefoot a kontrolní.

### Tabulka 6

*Porovnání skupin podle nošení obuvi*

	$\bar{x}$ barefoot [mm]	$\bar{x}$ kontrolní [mm]	P hodnota	$\sigma_1$ barefoot [mm]	$\sigma_2$ kontrolní [mm]	F poměr	P rozptyly
Délka nohy	211,17	211,29	19,69	16,25	1,47	0,53	0,99
Šířka nohy	83	82,54	8,96	6,05	2,20	0,21	0,88
Délka/Šířka	0,39	0,39	0,02	0,02	1,03	0,96	0,79

Poznámka.  $\sigma_1$  barefoot = směrodatná odchylka ke skupině barefoot,  $\sigma_2$  kontrolní = směrodatná odchylka ke skupině kontrolní, mm = milimetry,  $\bar{x}$  barefoot = aritmetický průměr ke skupině barefoot,  $\bar{x}$  kontrolní = aritmetický průměr ke skupině kontrolní

Nulovou hypotézu, že rozptyly jsou si rovny, na základě F hodnot, které nám vyšly menší než tabulkové hodnoty, nemůžeme zamítnout. Rovnocennost modelů rovněž nelze zamítnout. To platí u všech sledovaných parametrů. Při analýze rozptylu tedy nenalezneme větší rozdíl mezi skupinou nosící barefoot obuv a skupinou kontrolní, která se obouvá do běžné obuvi.

Studie Puszczalowska-Lizis ve svých výsledcích uvedl, že délka a šířka obuvi ovlivňovala délku a šířku chodidla jak u dívek, tak u chlapců. Čím delší a širší boty, tím nižší byla výška klenby. Delší obuv je doprovázena větší příčnou klenbou a širší, nižší příčnou klenbou nohy (Puszczalowska-Lizis, 2022). V naší studii se vliv obuvi neprokázal, avšak je nutné podotknout, že jsme nesledovali výšku a šířku klenby, ale délku a šířku chodidla. Výsledek mohla ovlivnit také relativně malá velikost našeho souboru.

## 5.4 Porovnání parametrů nohy u děvčat a chlapců

Dále byl výzkumný soubor rozdělen do dvou skupin podle pohlaví bez ohledu na to, jaký typ obuvi dlouhodobě nosí (Tabulka 7 a Tabulka 8).

### Tabulka 7

Popisné charakteristiky skupiny chlapci

	$\bar{x}$ [mm]	Minimální hodnota [mm]	Maximální hodnota [mm]	$\sigma$ [mm]
Délka nohy	212,6	187	245	19,12
Šířka nohy	85,5	74	102,5	8,41
Délka/Šířka	0,40	0,39	0,43	0,01

Poznámka.  $\sigma$  = směrodatná odchylka,  $\bar{x}$  = aritmetický průměr, mm = milimetry

### Tabulka 8

Popisné charakteristiky skupiny kontrolní a barefoot dívky

	$\bar{x}$ [mm]	Minimální hodnota [mm]	Maximální hodnota [mm]	$\sigma$ [mm]
Délka nohy	210,25	184	236	17,20
Šířka nohy	80,82	70,5	89,5	6,34
Délka/Šířka	0,38	0,37	0,42	0,01

Poznámka.  $\sigma$  = směrodatná odchylka,  $\bar{x}$  = aritmetický průměr, mm = milimetry

Měření se zúčastnilo 10 chlapců, jejich výběrový průměr délky nohy byl větší o 2,35 mm oproti dívkám, u šířky nohy pak rozdíl je 4,6785714 mm a u poměru délky a šířky pak 0,017361607 mm.

Velikost intervalů maxima a minima délky, šířky a poměru délky a šířky při porovnání chlapců, u kterých vychází 58 mm, 28,5 mm a 0,041245241 mm, a dívek, u kterých jsou intervaly rovny 52 mm, 19 mm a 0,054953788 mm, vyjdou hodnoty 6 mm, 9,5 mm a 0,013708547 mm.

Rozdíly směrodatných odchylek v délce nohy se rovná 1,9167463 mm, v šířce 2,06806877 mm a v poměru délky a šířky 0,0009292786 mm.

Tabulka 9 nám udává výsledky a mezivýsledky T – testu a F – testu ke skupinám dívek a chlapců.

## Tabulka 9

Porovnání skupin podle pohlaví

	$\bar{x}$ dívky [mm]	$\bar{x}$ chlapci [mm]	P hodnota	$\sigma_3$ dívky [mm]	$\sigma_4$ chlapci [mm]	F poměr	P rozptyly
Délka nohy	210,25	212,6	17,20	17,20	19,12	1,24	0,71
Šířka nohy	80,82	85,5	6,34	6,34	8,41	1,76	0,34
Délka/Šířka	0,38	0,40	0,01	0,01	0,01	1,15	0,86

Poznámka.  $\sigma_3$  dívky = směrodatná odchylka ke skupině dívek,  $\sigma_4$  chlapci = směrodatná odchylka ke skupině chlapci, mm = milimetry,  $\bar{x}$  dívky = aritmetický průměr pro skupinu dívky,  $\bar{x}$  chlapci = aritmetický průměr pro skupinu chlapci

Při pohledu na Tabulku 9 uvidíme, že hodnoty u délky nohy nemůžeme nulovou hypotézu vyloučit, u tohoto parametru je také T hodnota (stupně volnosti 22) menší jak P hodnota, proto výsledek není statisticky významný. Na rozdíl u šířky nohy, kdy je naopak P hodnota menší (je statisticky významná) a nulovou hypotézu nelze zamítnout. Z toho plyne, že délka a šířka nohy u dívek se neliší od délky a šířky u chlapců.

U poměru délky a šířky nohy nalezneme P hodnotu menší jak 0,05, proto zamítáme nulovou hypotézu. Výběry si nejsou rovny. Je zde tedy statisticky významný rozdíl. U dívek je tento poměr výrazně menší jak u chlapců.

V rámci studie Delgado-Abellána z roku 2014, která sesbírala a vyhodnotila data o noze od 497 chlapců a 534 dívek mladšího školního věku, bylo zjištěno, že morfologie chodidel chlapců a dívek se v tomto věku začíná významně lišit. Pokud však analyzujeme normalizovaná měření týkající se délky chodidla rozdíl mezi chlapci a dívkami mizí. Mickle, Steele a Munro (2008) chlapecká chodidla nejsou významně větší, pokud jde o délku chodidla, obvod nártu, obvod chodidla a šířku chodidla (Delgado-Abellán, 2014).

Tato studie tedy potvrzuje výsledky této výzkumné otázky.

## 6 ZÁVĚRY

### 6.1 Do jaké míry koreluje věk dětí s jednotlivými parametry nohy?

Z výsledků vyplývá, že korelace věku a šířky nohy a věku a délky nohy jsou statisticky významné. Tedy starší jedinec bude mít delší a širší nohu oproti mladšímu u dětí mladšího školního věku.

### 6.2 Jaký je vztah mezi jednotlivými parametry nohy?

Byla nalezena statisticky významná korelace mezi délkou a šířkou nohy. Jedinec s delší nohou, ji má i širší.

### 6.3 Liší se tvar nohy u dětí, které dlouhodobě využívají barefoot obuv ve srovnání s dětmi využívajícími běžnou obuv?

Mezi skupinami dětí, které jsou obouvány do barefoot obuvi a dětmi, které chodí v běžné obuvi, nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi parametry nohy.

### 6.4 Liší se tvar nohy u děvčat a chlapců?

Bylo zjištěno, že u délky a šířky nohy se děvčata od chlapců neliší, rozdíl ale nastává u poměru délky a šířky nohy. Poměr šířky a délky chodidla je u děvčat významně menší než u chlapců.



## 7 SOUHRN

U nohy rozlišujeme dvě základní funkce, a to funkci posturální a dynamickou. Funkce posturální nám zajišťuje rovnováhu pomocí klenby příčné a podélné. Klenby pomáhají tělu tlumit nárazy a rozkládají zatížení. Podélná klenba se skládá z pěti oblouků, které vedou od os metatarsale I–V až k os calcaneus. Příčné klenutí můžeme rozdělit do tří oblouků, a to předního (v oblasti os metatarsale I–V), středního (uprostřed chodidla) a zadního (před calcaneus).

Funkce dynamická zajišťuje pohyb, kterým je např. chůze. Chůze se skládá z několika částí, zahajovací, poté cyklické a konečné. Zaměříme se především na fázi cyklickou, která se dále dá rozdělit do fáze stojné (stance phase), ta začíná kontaktem paty s podložkou, a fáze švihové (swing phase). Fáze stojná se skládá z počátečního kontaktu, přenosu zátěže, mezistoje, koncového stoje a předšvihu. Při švihové fázi dochází k počátečnímu švihu, mezišvihu a koncovému švihu.

Již v embryonálním období se mohou vyskytovat různé vady a změny v tvaru chodidla. Postupný růst dolní končetiny se začíná odehrávat koncem čtvrtého týdne, kdy se vše chystá k formování kostí, svalů, kloubů a všech struktur dolních končetin. S rostoucím věkem se mění i tvar dětské nohy.

Dalším důležitým faktorem ovlivňujícím tvar nohy je obuv. Např. minimalistická obuv může snižovat negativní práci v koleni a hlezenním kloubu a aktivovat svalstvo nožní klenby. Při výběru musíme, podobně jako u běžné obuvi, dbát na velikost a šířku boty.

Cílem této práce bylo odpovědět na otázky, zda věk a pohlaví ovlivňuje tvar nohy u dětí mladšího školního věku a zda je tvar nohy ovlivněn typem obuvi, kterou dlouhodobě nosí.

Výzkumný soubor zahrnoval 24 dětí ve věku od 7 do 10 let, z nichž bylo 10 chlapců a 14 dívek. Tato skupina zahrnovala 12 dětí, které nosily minimalistickou obuv, a 12, které nosily běžnou obuv.

Pro statistické zpracování dat byly využity Shapiro-Wilkův test pro ověření normality dat, Pearsonův korelační koeficient pro kvantifikaci vztahu mezi proměnnými a T-test pro porovnání dat mezi skupinami.

Z výsledků vyplývá, že s rostoucím věkem dítěte roste i délka nohy. Mezi skupinou nosící minimalistickou obuv a skupinou, která se obouvá do běžné obuvi, nebyl zjištěn významný rozdíl v délce a šířce nohy. Mezi skupinou dívek a chlapců se objevil rozdíl v poměru délky a šířky nohy.

## 8 SUMMARY

In the foot, we distinguish two basic functions, postural and dynamic. The postural function provides us with balance through the transverse and longitudinal arches. The arches help the body absorb shock and distribute the weight of the body. The longitudinal arch consists of five arches that running from the metatarsal I-V axis to the calcaneus. The transverse arch can be divided into three arches, the anterior (in the region of the metatarsal axes I-V), the middle (midfoot) and posterior (in front of the calcaneus).

The dynamic function provides movement such as gait. Gait consists of several parts, an initiation, cyclic and a terminal one. We will focus mainly on the cyclic phase, which can be subdivided into the stance phase, which begins with the contact of the calcaneus with the ground, and the swing phase. The stance phase consists of initial contact, loading response, midstance, terminal stance and preswing. During the swing phase there are initial swing. Mid-swing and terminal swing phases.

Already in the embryonic period, various defects, and changes in the shape of the foot can occur. Gradual growth of the leg to take place at the end of the fourth week, when everything is ready to form the bones, muscles, joints and all the structures of the leg. As they grow older, the shape of the child's leg changes.

Another important factor influencing the shape of the foot is footwear. E.g. minimalist shoes can reduce negative work in the knee and the ankle joint and activate the muscles of the foot arch. When choosing, we must pay attention to the size and width of the shoe, similarly as in regular shoes.

The aim of this study was to answer the questions whether the age and sex affect the shape of the foot in children of younger school age, and whether the shape of the foot is influenced by the type of footwear.

The research sample consisted of 24 children aged from 7 to 10 years, of which 10 were boys and 14 were girls. This group included 12 children who wore minimalist footwear and 12 who wore regular ones.

For the statistical processing of the data, we used Shapiro-Wilk test for verification of normal data distribution, Pearson correlation coefficient to quantify the relationship between parameters and T-test for comparison of the groups.

The results show that with the increase of the child's age increases their foot length. Among the minimalist group and the group wearing regular shoes, there was no significant difference in the length and width of the foot. There was a difference between the group of girls and boys for length/width ratio.

## 9 REFERENČNÍ SEZNAM

- Bedáňová, I., & Linhart, P. (2015). *Biostatistika: Multimediální výukový text pro studenty VFU* Brno. Retrieved 18.4. 2024 from the Worl Wide Web: <https://cit.vfu.cz/statpotr/index.htm>
- Bonacci, J., Saunders, P. U., Hicks, A., Rantalainen, T., Vicenzino, B. G. T., & Spratford, W. (2013). Running in a minimalist and lightweight shoe is not the same as running barefoot: a biomechanical study. *British journal of sports medicine*, 47(6), 387-392.
- Bosch, K., Gerß, J., & Rosenbaum, D. (2010). Development of healthy children's feet—nine-year results of a longitudinal investigation of plantar loading patterns. *Gait & posture*, 32(4), 564-571.
- Delgado-Abellán, L., Aguado, X., Jiménez-Ormeño, E., Mecerreyes, L., & Alegre, L. M. (2014). Foot morphology in Spanish school children according to sex and age. *Ergonomics*, 57(5), 787-797.
- Earls, J. (2021). *Zrozeni k chůzi: proč a jak chodíme po dvou: myofasciální výkonnost a tělo v pohybu*. Praha: Grada Publishing.
- Englerová, B. (2019). *Hallux valgus a jeho vztah k postuře* [Bakalářská práce]. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni.
- Gross, J. M., Fetto, J., Supnick, E. R., Zemanová, M., & Vacek, J. (2005). *Vyšetření pohybového aparátu: překlad druhého anglického vydání* Praha: Triton.
- Hlinková, Z. (2008). *Vliv palce nohy na stabilitu stoje a chůze* [Diplomová práce]. Praha: Univerzita Karlova v Praze.
- Holčík, J. (2015). *Matematická biologie: e-learningová učebnice*. Retrieved 18.4. 2024 from the Worl Wide Web: <https://portal.matematickabiologie.cz/>
- Cho, Y. J., Lee, D. W., Shin, H. S., Hwang, Y. B., Lee, D. O., Kim, D. Y., & Lee, D. Y. (2022). Change of In-Shoe Plantar Pressure According to Types of Shoes (Flat Shoes, Running Shoes, and High Heels). *Clinics in Orthopedic Surgery*, 14(2), 281.
- Kapandji, I. A. (1987). *The physiology of the joints: Volume Two Lower Limb (5.vyd)* New York: Churchill Livingstone.
- Kincová, L. (2016). *Diagnostika a terapie dětské ploché nohy* [Disertační práce]. Brno: Masarykova univerzita.
- Lieberman, D. E., Venkadesan, M., Werbel, W. A., Daoud, A. I., D'andrea, S., Davis, I. S., & Pitsiladis, Y. (2010). Foot strike patterns and collision forces in habitually barefoot versus shod runners. *Nature*, 463, 531-535.

- McNair, P. J., & Marshall, R. N. (1994). Kinematic and kinetic parameters associated with running in different shoes. *British journal of sports medicine*, 28(4), 256-260.
- Naboso. (2024). Výběr velikosti. Retrieved 18.4. 2024 from the Worl Wide Web: <https://www.naboso.cz/Stranky/Vyber-velikosti>
- Neumannová, K., Janura, M., Kováčiková, Z., Svoboda, Z., & Jakubec, L. (2015). *Analýza chůze u osob s chronickou obstrukční plicní nemocí*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.
- Obuv Ondráček. (2020). *Materiály a piktogramy*. Retrieved 18.4. 2024 from the Worl Wide Web: <https://www.oboty.cz/materialy-a-piktogramy/>
- Puszczalowska-Lizis, E., Lizis, S., Prusak, M., & Omorczyk, J. (2022). Impact of length and width of footwear on foot structure of preschool-aged children. *PeerJ*, 10, 13403.
- Skopalová, I. (2011). *Růst a vývoj dětí mladšího školního věku* [Diplomová práce]. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.
- Szotkowská, J., Riegerová, J., Přidalová, M., & Rýznarová, Š. (2005). Analýza morfologie nohy u seniorek–studentek U3V na FTK UP. *Česká antropologie*, 55, 122-124.
- Šibová, B. (2015). *Tvarové změny nohou a možnosti jejich ovlivňování obuví* [Disertační práce]. Zlín: Univerzita Tomáše Bati.
- Vařeka, I. (2004). Pronace/everze v subtalárním kloubu vyvolaná flexí v kolenním kloubu v uzavřeném kinematickém řetězci. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 11(4), 163-168.
- Vařeka, I., & Vařeková, R. (2009). *Kineziologie nohy. 1. vyd.* Olomouc: Univerzita Palackého.
- Vařeka, I., & Vařeková, R. (2003). Klinická typologie nohy. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 10(3), 94-102.
- Vlachová, E. (2021). *Validita výstupů 3D skeneru RS Scan Tiger v porovnání s konkurenčními antropometrickými metodami při vyšetření nohy* [Diplomová práce]. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.
- Vrdoljak, O., Kujundžić Tiljak, M., & Čimić, M. (2017). Anthropometric measurements of foot length and shape in children 2 to 7 years of age. *Periodicum biologorum*, 119(2), 125-129.
- Vymyslický, P. (2019). *Morfologické a funkční změny nohy během vývoje jedince* [Bakalářská práce]. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.
- Zhang, X., Delabastita, T., Lissens, J., De Beenhouwer, F., & Vanwanseele, B. (2018). The morphology of foot soft tissues is associated with running shoe type in healthy recreational runners. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 21(7), 686-690.

## 10 PŘÍLOHY

### 10.1 Vyjádření etické komise



Fakulta  
tělesné kultury

#### Vyjádření Etické komise FTK UP

**Složení komise:** doc. PhDr. Dana Štěrbová, Ph.D. – předsedkyně  
Mgr. Ondřej Ješina, Ph.D.  
Mgr. Michal Kudláček, Ph.D.  
Mgr. Filip Neuls, Ph.D.  
prof. Mgr. Erik Sigmund, Ph. D.  
doc. Mgr. Zdeněk Svoboda, Ph. D.  
Mgr. Jarmila Štěpánová, Ph.D.

Na základě žádosti ze dne 7. 6. 2022 byl projekt aplikovaného výzkumu

autora /hlavní řešitel/: **Doc. Mgr. Zdeněk Svoboda, Ph.D.**  
spolurešitelé: **Mgr. Tomáš Klein, Mgr. Lenka Murínová**

s názvem **Skenování dětských chodidel pro vytvoření podkladů pro výrobu dětské obuvi**

schválen Etickou komisí FTK UP pod jednacím číslem: **62/2022**

dne: **27. 6. 2022**

Etická komise FTK UP zhodnotila předložený projekt a **neshledala žádné rozpory** s platnými zásadami, předpisy a mezinárodními směrnici pro výzkum zahrnující lidské účastníky.

**Řešitelé projektu splnili podmínky nutné k získání souhlasu etické komise.**

za EK FTK UP  
doc. PhDr. Dana Štěrbová, Ph.D.  
předsedkyně

Univerzita Palackého v Olomouci  
Fakulta tělesné kultury  
Komise etická  
třída Míru 117 | 771 11 Olomouc

Fakulta tělesné kultury Univerzity Palackého v Olomouci  
třída Míru 117 | 771 11 Olomouc | T: +420 585 636 009  
[www.ftk.upol.cz](http://www.ftk.upol.cz)