

Univerzita Palackého v Olomouci  
Fakulta tělesné kultury



---

Fakulta  
tělesné kultury

## **POSTURÁLNÍ STABILITA U OSOB CHODÍCÍCH V BAREFOOT A BĚŽNÉ OBUVI**

Bakalářská práce

Autor: Petra Hápová

Studijní program: Rekreatologie-pedagogika volného času

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

Olomouc 2023



## **Bibliografická identifikace**

**Jméno autora:** Petra Hápová

**Název práce:** Posturální stabilita u osob chodících v barefoot a běžné obuvi

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

**Pracoviště:** Katedra přírodních věd v kinantropologii

**Rok obhajoby:** 2023

### **Abstrakt:**

Bakalářská práce se věnuje vlivu barefoot obuvi na posturální stabilitu člověka. Hlavním cílem práce bylo porovnání posturální stability stoje u 14 mladých dospělých pravidelně chodících v barefoot obuvi a 14 chodících v běžné obuvi. Dalšími cíli bylo porovnání posturální stability mezi skupinami mužů a žen chodících v barefoot a běžné obuvi a mezi osobami chodícími v barefoot obuvi pravidelně po celý rok nebo pouze od dubna do října. Měření posturální stability probíhalo na silové plošině, na třech podložkách různých vlastností. Součástí byly testy s otevřenými i zavřenými očima. Z výsledků práce vyplývá, že existuje rozdíl v posturální stabilitě osob chodících a nechodících v barefoot obuvi. Statisticky významné rozdíly byly nalezeny na měkké, molitanové podložce, přičemž lepší stabilita byla prokázána u osob chodících v barefoot obuvi.

**Klíčová slova:** barefoot obuv, běžná obuv, chodidlo, posturální stabilita, silová plošina

Souhlasím s půjčováním práce v rámci knihovních služeb.

## **Bibliographical identification**

**Author:** Petra Hápová  
**Title:** Postural stability of barefoot and conventional shoes wearers

**Supervisor:** doc. Mgr. Zdeněk Svoboda, Ph.D.  
**Department:** Department of Natural Sciences in Kinanthropology  
**Year:** 2023

### **Abstract:**

The bachelor thesis focuses on the effect of barefoot footwear on postural stability of humans. The main objective was to compare the postural stability of standing of 14 young adults walking regularly in barefoot shoes and 14 walking in conventional shoes. Other objectives of the work were to compare postural stability between groups of men and women walking in barefoot and conventional shoes and between subjects walking in barefoot shoes regularly throughout the year or only from April to October. Measurements of postural stability were performed on a force platform, on three mats of different characteristics. This included both open and closed eye tests. The results of the work show that there is a difference in the postural stability of people walking and not walking in barefoot shoes. Statistically significant differences were found on a soft, foam mat, with better stability demonstrated in people walking in barefoot shoes.

**Keywords:** barefoot shoes, conventional shoes, foot, postural stability, power platform

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 27. dubna 2023

.....

Ráda bych poděkovala vedoucímu bakalářské práce panu doc. Mgr. Zdeňku Svobodovi, Ph.D. za podnětné rady a odbornou pomoc, kterou mi poskytoval při zpracování bakalářské práce. Dále také Mgr. Lucii Bizovské, Ph.D. za zaučení v laboratoři rovnováhy na Fakultě tělesné kultury Univerzity Palackého v Olomouci.

## OBSAH

Obsah.....	7
1 Úvod.....	9
2 Přehled poznatků.....	10
2.1 Noha.....	10
2.1.1 Funkční anatomie nohy.....	10
2.1.2 Klenba nohy.....	11
2.1.3 Vliv obuvi na nohu.....	12
2.1.4 Bosá chůze.....	13
2.2 Barefoot obuv.....	13
2.2.1 Barefoot x minimalistická obuv.....	14
2.2.2 Historie a vývoj barefoot obuvi.....	14
2.2.3 Parametry barefoot obuvi.....	15
2.2.4 Benefity a rizika barefoot obuvi.....	16
2.2.5 Vliv chůze naboso a barefoot obuvi na chodidlo.....	17
2.2.6 Typy a značky barefoot obuvi.....	18
2.3 Posturální stabilita.....	19
2.3.1 Základní terminologie v oblasti posturální stability.....	21
2.3.2 Posturální stabilita ve vzpřímené poloze.....	22
2.3.3 Posturální kontrola.....	23
2.4 Vyšetření posturální stability.....	24
2.4.1 Funkční testování stability.....	25
2.4.2 Přístrojová vyšetření stability.....	26
2.5 Silové plošiny.....	27
2.5.1 Měření na silových plošinách.....	28
3 Cíle, hypotéza a výzkumné otázky.....	31
3.1 cíle.....	31
3.2 hypotéza.....	31
3.3 Výzkumné otázky.....	31
4 Metodika.....	32

4.1	Charakteristika výzkumného souboru.....	32
4.2	Organizace sběru dat.....	32
4.3	Statistické zpracování dat.....	33
5	Výsledky.....	34
5.1	Výzkumná otázka č. 1.....	34
5.2	Výzkumná otázka č. 2.....	37
5.3	Výzkumná otázka č. 3.....	39
6	Diskuse.....	41
7	Závěry.....	45
8	Souhrn.....	46
9	Summary.....	47
10	Referenční seznam.....	48
11	Přílohy.....	52
11.1	Vyjádření etické komise.....	52
11.2	Informovaný souhlas.....	53



# 1 ÚVOD

Žijeme v době, kdy lidé často touží po něčem neznámém a chtějí zkoušet nové věci. Nebo naopak věci staré několik tisíc let. Díky této potřebě dochází v posledních letech k rozmachu tzv. barefoot obuvi. Jde o „návrat k přirozenosti“ prostřednictvím bot, které napodobují bosou chůzi, ale zároveň chrání chodidlo před prostředím 21. století.

Barefoot obuv je dnes jakýmsi druhem filozofie, kterou vyhledává určitá skupina lidí. Jde o lidi, kteří si chtějí „uvědomit“ svá chodidla, touží po pocitu svobody při chůzi, mají vztah s přírodou nebo věří v pozitivní efekt této obuvi na chodidlo a celé tělo.

Například Katy Bowmanová ve své knize Celým tělem naboso píše, že správnou obuví neovlivníme pouze svá chodidla, ale i své tělo a zdraví. Věří, že přínos barefoot obuvi je pro nás tak velký, jak moc v něj sami věříme.

Kromě svých příznivců mají barefooty samozřejmě i své odpůrce. Velmi diskutovaným tématem jsou například mezi ortopedy a fyzioterapeuty, kde se stále řeší otázka jejich prospěšnosti pro zdraví. Mluví se především o zlepšení či zhoršení problémů s klenbou nebo o jejich vlivu na vbočené palce.

Barefoot obuv se vyznačuje velmi tenkou podrážkou, jejímž úkolem je simulace bosého pohybu. Dále také širokým prostorem pro nohy, díky kterému nedochází ke stlačování prstů a je jim umožněn přirozený pohyb. Dalším podstatným znakem barefoot je nulové vyvýšení paty, které je typické pro běžnou obuv. Díky těmto parametrům se barefoot obuv velmi podobá zdravé bosé chůzi a nám se nabízí otázka, jak velký může mít tato obuv vliv na naše chodidlo.

Této otázce se věnují mnohé studie, které se shodují především ve faktu, že barefoot obuv posiluje krátké svaly nohy a napomáhá ke zlepšení vlastností nožní klenby. Posílením krátkých svalů nohy můžeme docílit i zlepšení posturální stability. Díky tomu dochází, především u starších osob, k menšímu množství pádů.

Tato bakalářská práce je zaměřena na problematiku barefoot obuvi v kontextu s posturální stabilitou člověka. V teoretické části se budeme zabývat otázkou vlivu barefoot obuvi a bosé chůze na chodidlo, dále tu bude vysvětlen pojem minimalistická obuv, historie barefoot obuvi a popsání její parametry, značky a typy. Také se budeme věnovat posturální stabilitě, především její definici a způsobům vyšetření posturální stability stoje. Na závěr se dostaneme k měření na silových plošinách.

Praktická část se zaměřuje na porovnání posturální stability osob chodících v barefoot a běžné obuvi při měření na silových plošinách na podložkách různých vlastností.

Práce tak přispěje nejen k rozšíření povědomí o barefoot obuvi, ale také může nabídnout nová data, která přispějí k poznání v této oblasti.

## 2 PŘEHLED POZNATKŮ

### 2.1 Noha

Noha je jedním z nejzatěžovanějších a zároveň nejtrvanlivějších částí lidského těla. Hlavními funkcemi nohy je funkce statická, dynamická a adaptační. Pod statickou funkcí nohy si představíme oporu vzpřímeného těla, pod dynamickou pak nezbytnost nohy pro chůzi a běh. Adaptační funkce se projevuje především při tlumení nárazů.

Díky téměř neustálému kontaktu s podložkou je noha částí tvořící stabilní základnu lidského těla. Zároveň dokáže zajistit dobré vnímání okolního prostředí, což je schopnost, která už dnes není na takové úrovni jako dříve. Především díky dnešnímu modernímu způsobu života. Křehké a nepružné nohy má na svědomí jejich trvalá „ochrana“ obuví (Howell, 2012).

#### 2.1.1 Funkční anatomie nohy

Pružnost nohy je způsobena tvarem jednotlivých kostí, jejich vzájemnou vazbou pomocí ligament a fixací nožní klenby svalovým aparátem bérce a nohy (Dylevský, 2009).

Noha se skládá z 26 kostí, 19 svalů a 107 vazů. Z 26 kostí je 7 kostí zánártních – ossa tarsi, 5 nártních - ossa metatarsi a 14 článků prstů – phalanges (Čihák, 2011). Velký význam, především pro flexibilitu chodidla, mají kosterní oblouky. Jsou celkem tři, dva podélné klenební oblouky, které se táhnou od prstů až k patě. A jeden příčný klenební oblouk probíhající po šířce chodidla. Oblouky při každém kroku tlumí nárazy na podložku a zároveň plní funkci pružiny při zpětném odrazu.

V chodidle nalezneme 19 svalů, které se nadále dělí do dvou skupin. Jednou ze skupin jsou ohybače, druhou napínače. Funkcemi těchto svalů jsou kromě pohybu, také držení klenby, napínání kůže nebo podpírání chodidla. „Hlavním úkolem vnitřních svalů nohy je zajistit dobrý kontakt nohy s terénem, díky němuž noha doslova přilne k členitému povrchu země“ (Pytlová, 2020, p. 16).

Z funkčního hlediska je noha rozdělena na tři části. Přední část nohy neboli přednoží obsahuje 14 článků prstů a 5 nártních kostí. Do střední části nohy - středonoží patří kost krychlová, člunková a 3 kosti klínové. A poslední, zadní část nohy (zánoží), do které spadá kost patní a kost hlezenní. Zánoží je nejpevnější část nohy, která je uzpůsobena k největšímu zatížení (Vařeka, 2009).

Součástí nohy je také velké množství kloubních spojení. Jedním ze základních kloubů nohy je kloub hlezenní (articulatio talocruralis) neboli horní kloub zánártní. Jedná se o složený kloub spojující fibulu (kost lýtková) a tibií (kost holenní) s talem (hlezenní kost). Během pohybu v tomto kloubu má osa pohybu šikmý průběh, což je důsledek rozdílného zakřivení vnitřního a zevního okraje kloubní plochy. Horní zánártní kloub zajišťuje flexi a extenzi nohy, přičemž stabilnější je v extenzi. Během

flexe dochází k uvolnění vidlice bérceových kostí, díky čemuž je umožněn i mírný pohyb do stran (Kolář, 2009; Dylevský, 2009).

Druhým důležitým kloubem pro pohyblivost nohy je dolní zánártní kloub, který zajišťuje inverzi a everzi. Tyto pohyby umožňují chůzi na nerovném podkladě. Tento kloub obsahuje dvě části (zadní a přední oddíl) a spojuje spodní část hlezenní kosti (tibia) s kostí patní (calcanenus) (Kolář, 2009). Zadní oddíl neboli subtalární kloub je podle Čiháka (2011) válcovitým kloubem, který se vzájemně pohybově doplňuje s horním zánártním kloubem.

Mezi další podstatné klouby nohy patří například příčný zánártní kloub (Chopartův kloub), což je funkční a klinická jednotka dolního zánártního kloubu.

### **2.1.2 Klenba nohy**

Klenba je vzhůru vypouklá část nohy, který je neustále v kontaktu s podložkou. Její hlavní funkcí, společně se svaly, je zajištění rovnovážného stoje a stability. Zároveň chrání měkkou tkáň chodidla a je důležitá pro pružnost nohy a tlumení otřesů při chůzi.

Tvoří ji kosti mezi patou a hlavičkami nártních kostí a jejich kloubní spoje. Udržována je především vnitřními svaly nohy, které slouží primárně ke stabilizaci nožní klenby. Pasivně ji dále podpírá i vazivový aparát.

Klenba nohy se dělí na podélnou a příčnou. Mezi podélné klenby, pro jejichž udržení jsou důležitá ligamenta orientovaná podélně, patří mediální a laterální klenba.

Mediální klenbu tvoří pět kostí: calcaneus, talus, os naviculare, os cuneiforme mediale a 1. metatarz. Laterální klenba se skládá ze tří kostí: calcaneus, os cuboideum a V. metatarz. Platí pro ni, že je nižší než klenba mediální a při zatížení se obvykle po celé své délce dotkne podložky. Příčná klenba je tvořena hlavičkami I.-V. metatarzu a její funkcí je především ochrana měkkých struktur plosky (Hudák, 2013).

Nožní klenba hraje stěžejní roli v procesu udržení a přenosu hmotnosti těla při chůzi (Howell, 2012).

Podle výšky klenby nohy se dělí na normální, ploché a vysoce klenuté. Plochá noha se vyznačuje snížením podélné klenby, pro vysoce klenutou nohu naopak platí, že má podélnou klenbu zvýšenou.

### **2.1.3 Vliv obuvi na nohu**

Charakteristickým rysem obuvi 21. století je pevná podrážka s podpatkem a odpruženou špičkou. Tyto prvky mají při chůzi noze pomoci, opak je ale pravdou. Dnešní běžná obuv je užší než samotné chodidlo, díky čemuž boty stlačují prsty k sobě a oslabují svalstvo chodidla.

Podle Bowmanové (2017) se pojmem podpatek rozumí jakékoli vyvýšení v zadní části boty. Vyvýšená pata obuvi má vliv na postoj celého těla, který se musí přizpůsobit náklonu. Dochází například ke změně zatížení a ke zkracování achillovy šlachy, což oslabuje i lýtkové svaly. Trvale zvednutá pata nad podložku významně omezuje také pružinový efekt nožní klenby, absorpci nárazů a zároveň posouvá hmotnost celého těla dopředu, což má negativní efekt především na prsty nohy a kolena. Obecně se dá říct, že zvednutá pata mění vzpřímený postoj člověka od chodidla až po páteř. Záleží na velikosti zvýšení paty, ale k častým následkům patří například oslabené svaly nohou, bolesti v bederní oblasti zad nebo zborcená nožní klenba. S větší výškou podpatků, se samozřejmě zvyšuje i množství negativních efektů na nohu a celý postoj těla. Velké riziko proto znamenají především dámské boty na podpatcích.

Odpružená špička mění krok na houpavý a zároveň prsty zvedá nahoru, čímž má negativní vliv na klenbu nohy.

Tyto základní prvky konstrukce obuvi mají za následek negativní dlouhodobé vlivy obuvi na nohu a chůzi. Pevná obuv obsahuje příliš mnoho vycpávek ve snaze usnadnit pohyb a zvýšit pohodlí. Tyto vycpávky jsou sice pohodlné, ovšem podle Howella (2012) nám chodidla pouze „ohluší“ a „oslepí“. Obuv nám umožní změnit styl chůze, především výrazně prodloužit krok. Tím se zvyšují nárazy do kloubů končetiny. Současně s tím naše receptory tlaku v chodidle nedokážou posoudit, jak silným nárazům jsou klouby vystavované, protože je celé chodidlo zavřené pevně uvnitř boty. Podle studie Franklina et al. (2015) obuv brání nohám ve vnímání zevních podmínek.

V posledních letech se velmi zkoumá otázka, jaké má obuv dopady na dětské chodidlo při jeho vývoji a zda je to příčina možných problémů s chodidly v dospělosti. Současně s tím se řeší otázka, jestli je lepší dávat dětem pouze minimalistickou obuv či nikoli. Dětská klenba je vyvinutá až kolem 6-8 věku dítěte, proto by se do té doby mělo vyvarovat příliš tvrdým botám se zvednutou špičkou a patou. Dětská bota by měla mít především prostornou špičku a měkkou podrážku. Obouvání malých dětí do příliš pevných bot, může skutečně zabránit správnému vývoji nožní klenby a oslabit měkké tkáně chodidla. Díky tomu pak v dospělosti dochází k různým problémům s chodidly.

Bowmanová (2017) mluví o problematice dětských podpatků u bot. Děti jsou sice menší, zároveň však mají menší chodidla, čemuž jejich boty nejsou přizpůsobené. Často mívají stejně vysoké podpatky jako boty dospělých osob a úhel mezi zemí a chodidlem je tedy daleko větší a problematičtější.

Vlivem obuvi na chodidlo dětí se zabývali ve své studii například Rao a Joseph (1992), kteří se zaměřili na plochost nohy. Ve svém výzkumu zjistili, že plochá noha se objevila u 8,6% účastníků chodících v běžné obuvi a pouze u 2,8% dětí, které chodili běžně bosky.

Základním požadavkem na obuv by tedy měl být fakt, aby se obuv přizpůsobila tvaru lidské nohy, a nikoli naopak.

#### **2.1.4 Bosá chůze**

Chůze naboso je nepřírozenější aktivita pro naše nohy. Zároveň je to nejjednodušší způsob, jak docílit správného vyvinutí lidské nohy, která bude tlumit nárazy těla na zem.

Při bosé chůzi se zkracuje krok oproti chůzi v botách, zároveň také dopadá chodidlo na zem více naplocho. Díky tomu se podle Pytlové (2020) zvětšuje kontaktní plocha mezi nohou a zemí a tím se lépe rozkládá zátěž a snižuje tlak při dopadu. Díky nižšímu tlaku může chůze naboso zlepšit stav všech kloubů, které jsou zatěžovány při chůzi v obuvi. Především může zabránit bolestem v bederní páteři, kolenech a kotnících. Kromě zkrácení kroku dochází při chůzi naboso také ke zkrácení stojné fáze, zvýšení švihové fáze a větší aktivitě svalů v oblasti zad a krku.

Dalším benefitem chůze naboso je větší pohyblivost nohy. Například Wolf et al. (2008) ve své studii potvrdil větší everzi přednoží při bosé chůzi a zároveň její dřívější průběh než v případě chůze v obuvi.

Pohyblivost nohy při chůzi naboso také stimuluje krevní oběh v dolních končetinách, napomáhá očistě látek od toxinů a snižuje otoky kotníků.

Chůzi naboso podporují barefoot parky neboli bosonohé stezky. Dnes už jich existuje velké množství jak v České republice, tak i v dalších státech, především v Rakousku a Německu. Jsou to různě dlouhé stezky, které své návštěvníky pobízejí k sundání bot a procházce po různém povrchu. Příkladem jsou kamínky, štěrk, bahno, rašelina, písek a mnohé další.

## **2.2 Barefoot obuv**

Výraz barefoot pochází z angličtiny a v překladu to znamená „bosý“ nebo „naboso.“ V anglické literatuře neexistuje pojem barefoot jako označení pro boty. Častěji se tu můžeme setkat s názvem minimalistická obuv (minimalist footwear). S tímto pojmem se setkáváme především v zahraniční literatuře, přičemž v českém překladu se rozdíly mezi oběma pojmy mnohdy téměř ztrácejí.

### **2.2.1 Barefoot x minimalistická obuv**

Především v literatuře se setkáme s rozdělením na barefoot obuv a obuv minimalistickou.

Úkolem barefoot obuvi je, co nejvíce imitovat pohyb naboso. Tloušťka jejich podrážky by měla být zhruba od 3 do 6 milimetrů. Barefoot obuv se vyznačuje tenkou, flexibilní podrážkou, nulovým sklonem podrážky, nízkou hmotností a absencí podpěr pro nohu. Cílem je především umožnit nohám pohybovat se přirozeně a reagovat na podklad. Podle Pročkové (2016) poskytuje barefoot obuv dostatek prostoru, vjemů a současně ochranu proti poranění a klimatickým vlivům.

Minimalistická obuv se více podobá klasickým botám. Pojem minimalistický je tu potřeba chápat jako „s minimálním dopadem na přirozený tvar a pohyb člověka“ (Bowmanová, 2017). Coetzee, Albertusa, Tama a Tucker (2018) se pokusili o přesnou definici „minimalist footwear,“ neboli minimalistické obuvi. Definují ji jako obuv s vysoce flexibilní podrážkou, váží do 200 g, výška paty je do 20 mm a sklon chodidla do 7 mm. Podle Coetzee et al. (2018) také nesmí minimalistická obuv obsahovat žádnou podporu klenby ani strukturu měnící interakci boty se zemí.

Minimalistická obuv se dá chápat jako mezistupeň mezi barefoot a běžnou obuví. Podle Pročkové (2016) je hlavní rozdíl mezi barefoot a minimalistickou obuví v síle podrážky a v možnosti lehce vyvýšené paty u obuvi minimalistické.

### **2.2.2 Historie a vývoj barefoot obuvi**

Alternativní obuv jako barefoot či minimalistická obuv začala vznikat až v posledních desetiletích jako reakce na trend návratu k co nejpřirozenějšímu způsobu života.

Počátky obouvání jako takového se odhadují na období cca 40000 let před naším letopočtem, přičemž se předpokládá, že v té době byla obuv především z přírodních, rozložitelných materiálů. První dochované exempláře pocházejí z Oregonu přibližně 12 000 let zpět. Obuv z té doby byla velmi prostá, tvořená především přírodními materiály jako kůže, seno, lýko, kůra a podobných.

Už v těchto dobách můžeme vidět jisté rysy dnešní barefoot obuvi, kdy se neřešil pouze módní vzhled, ale především funkce obuvi, jakožto ochránce před chladem a poraněním.

Během let se obuvnictví neustále vyvíjelo v závislosti na dobovém slohu a vnějších podmínkách. Dříve se boty vyráběly podle potřeb uživatelů, postupem času však získaly navrch módní trendy, což přineslo velký rozmach v obuvnictví.

Jednu věc mají všechny postupné vývoje bot společné. Pomalu se zapomínalo na jejich prvotní funkci a z obuvi se čím dál více stávala „dlaha“ bránící noze v pohybu.

Především z toho důvodu se začaly vyrábět boty, které by se opět navrátily k základní myšlence první obuvi. Jejich cílem je ochrana, ale zároveň umožnění přirozeného pohybu nohy i prstů a vnímání povrchu. U nás se tyto boty označují jako barefoot obuv.

Historie samotných barefoot sahá pouze do roku 2003, kdy Tim Brennan přišel s prvním prototypem barefoot obuvi, který si sám vyrobil. Galahada Clarka jeho nápad a myšlenka nadchla. Společně pak založili první značku prodávající barefoot obuv – VIVOBAREFOOT (vivo – žít, barefoot – naboso). V roce 2008 začala masová produkce bot této značky.

V dnešní době už existuje daleko více značek vyrábějících barefoot obuv, ať už zahraničních nebo českých. Zároveň také existuje mnoho typů barefoot obuvi od městských sandálů až po pohorky. Obojím se budeme zabývat v kapitole typy a značky barefoot obuvi.

### 2.2.3 Parametry barefoot obuvi

Pro zařazení obuvi do kategorie barefoot musí splňovat určité požadavky. Pytlová (2020), Bowmanová (2017) i Ahinsa (2018) se s nepatrnými rozdíly shodují na několika následujících parametrech barefoot obuvi.

Základní podmínkou je dostatečně tenká (cca 1-8 mm) a pružná podrážka. Její flexibilita má za výsledek především vnímání terénu a umožnění předávání zpětné vazby z plošky chodidla do mozku. Napomáhá tím lepšímu udržení rovnováhy a rychlejšímu reagování na změnu terénu.

Dalším klíčovým parametrem barefoot je nulové zvednutí paty, což znamená boty bez jakéhokoli podpatku. Díky tomu je noha neustále v neutrální poloze a je jí umožněn správný rozsah pohybu. Zároveň je v přirozeném postoji i celé tělo.

Správná barefoot obuv se také vyznačuje širokou špičkou, která poskytuje prstům dostatek prostoru a při chůzi nijak neomezuje jejich roztažení. Tím zabraňuje deformacím prstů způsobených běžnou obuví.

Barefoot obuv dále neobsahuje jakoukoli podporu nožní klenby. Jejich horní část by měla být natolik spojena s podrážkou, aby nebylo náročné udržet botu na noze, díky čemuž se nemusí aktivovat svaly bérce. Také má plochou vnitřní vložku a je lehká. Především na základě těchto parametrů je barefoot obuv velmi ohebná (obrázek 1).

#### obrázek 1

*ukázka flexibility barefoot obuvi*



Jak už jsme psali výše, cílem barefoot obuvi je především umožnění nohám pohybovat se přirozeně a reagovat na podklad, po kterém chodíme. Základními benefity může být například snížená bolest v nohách a kloubech, zlepšení rovnováhy nebo zlepšení celkového postoje těla.

Díky zlepšení somatosenzorické zpětné vazby dochází při nošení barefoot obuvi k pomalejšímu a šetrnějšímu došlapu na chodidlo a ke zkrácení délky kroku. Tím se také snižuje náraz na další klouby dolní končetiny jako je koleno.

Podle Petersena et al. (2020) zlepšuje barefoot obuv stabilitu a sílu chodidla, čímž napomáhá správnému chůzovému stereotypu a snižuje riziko pádu. S tím více méně souhlasí i Cudejko,

Gardiner, Akpan a D'Août (2020), kteří u seniorů, chodících v barefoot, zjistili výrazné zlepšení posturální stability, chůze, mobility a celkového držení těla.

Další výhodou je absence podpatku, nebo jakkoli zvýšené paty. Noha je díky tomu v neutrální poloze, nedochází ke zkrácení achillovy šlachy, k přetížení svalů bérce ani ke špatnému rozložení těla vzniklému při větším zatížení prstů nohy.

Barefoot obuv však není obuv pro každého. Jsou jisté kontraindikace jako například akutní patní ostruhy, chronické záněty achillovy šlachy, polyneuropatie, vrozené deformity, nebo rozdílné délky končetin. V případě nošení barefoot v takovém případě, nemusí být jejich efekt pozitivní.

I v případě zdravé nohy jsou jistá rizika spojená s barefoot obuví. Díky tenké podrážce může například dojít ke zranění chodidla při chůzi v terénu. K prvnímu kontaktu s podložkou dochází v barefootech přes středonoží a přednoží, díky čemuž podle Perkinse et al. (2014) dochází ke zvýšení plantární flexe kotníku a časem by to mohlo vést k patologiím achillovy šlachy.

Pro předejití některých zdravotních rizik spojených s nošením barefoot je důležité začít postupně. Při začátku může mít negativní vliv především jejich nošení na dlouhé tratě v tvrdém a náročném terénu. Zpočátku je noha více přecitlivělá a je tudíž potřeba, aby si sama zvykla na schopnost vnímat terén a získala zpět svou pružnost a přirozený tvar. Zdravotní problémy jako jsou například záněty šlach nártu, mohou vznikat především díky prudkému začátku s nošením barefoot na tvrdém povrchu. Proto je dobré začít s chozením v barefoot obuvi nejprve na povrchu měkkém a postupně zvyšovat délku nošení a ztěžovat terén.

### **2.2.5 Vliv chůze naboso a barefoot obuvi na chodidlo**

Pro lidi chodící v barefoot obuvi nebo naboso obecně platí, že mají anatomicky širší chodidla. Je to výsledkem volného prostoru v barefoot obuvi, který umožňuje větší roztažení přednoží při zatížení. Zároveň také díky barefoot obuvi dochází ke zlepšení využití chodidla a podélná klenba funguje více jako pružina.

Na noze se nachází mnoho proprioreceptorů, které dávají signály do centrální nervové soustavy. Díky chůzi naboso nebo v barefoot obuvi jsou informace z nohou silnější a tím se zvyšuje i kvalita pohybu a schopnost reagovat na terén. Zároveň se v plosce chodidla nachází mnoho reflexních bodů, které mají přímou souvislost s jednotlivými tělesnými orgány, a díky kterým lze pomoci tělu dostat se do přirozené harmonie. Barefoot obuv má význam na povzbuzení těchto reflexních bodů a tím výrazně napomáhá procitnutí chodidel. Mapa těchto reflexních bodů je znázorněna na obrázku 2.

Existuje množství studií zabývajících se vlivy barefoot obuvi na chodidlo či chůzi. Většina z nich se shoduje hlavně v jedné věci. Především kvůli absenci podpory klenby, klade barefoot obuv větší



nároky na krátké svaly nohy. Například Ridge et al. (2019) potvrdili pozitivní efekt na zvyšování síly krátkých svalů nohy. Ridge ve své studii pomocí dynamometru a diagnostického ultrazvuku zjistila, že barefoot obuv má na posílení krátkých svalů nohy podobný vliv jako pravidelné cvičení na posílení těchto svalů alespoň 5 dní v týdnu.

Dále se vlivem barefoot na svaly chodidla zabýval ve své studii například Nicholas B. Holowka (2018). Měřil pomocí diagnostického ultrazvuku plochu průřezu svalů nohy a to u m. abductor hallucis, m. flexor digitorum brevis a m. abductor digiti minimi. Jen u m. flexor digitorum brevis nebyl patrný vliv barefoot a vyšší plocha průřezu svalu u osob v nich chodících.

Franklin et al. (2018) uvádí, že chůze naboso nebo v barefoot obuvi napomáhá také nižší aktivaci dorsálních flexorů hlezna a k vyšší aktivaci musculus gastrocnemius medialis.

Někteří autoři ve svých studiích také porovnávají rozdíly mezi chůzí v barefoot obuvi a bosou chůzí.

Například Perkins et al. (2014) jsou ve své studii toho názoru, že není možné, aby barefooty plně nahrazovaly chůzi či běh naboso. Jako důvod uvádějí rozdílnou mechaniku a ekonomiku běhu.

Cudejka, Gardiner, Akpana a D'Aoûta (2020) porovnávali stabilitu pomocí hodnocení pohybu COP (centre of pressure) za využití tlakové plošiny. Při posouzení statické a dynamické rovnováhy nebyly nalezeny významné rozdíly mezi barefoot obuvi a chůzí naboso.

Autoři Petersen, Zech a Hamacher (2020) také zkoumali podobnost chůze naboso a v barefoot obuvi, a to u dvou věkových skupin. Potvrdili rozdíl v chůzi naboso a v barefoot obuvi, přičemž lepší výsledky měla chůze v barefoot obuvi, a to u obou věkových skupin.

## Obrázek 2

### Reflexní body na plosce nohy



### 2.2.6 Typy a značky barefoot obuvi

Barefoot obuv je v dnešní době čím dál více rozšířeným trendem, především u mladší populace. Výrobci proto reagují na sílu poptávky a vznikají stále nové a nové značky i typy barefoot.

Nejznámější a celosvětově nejvíce rozšířenou zahraniční značkou, která vyrábí barefoot obuv je Vivobarefoot. Sídlo má v Londýně, odkud také pochází. Tato značka je jakýmsi průkopníkem ve světě barefoot obuvi, přičemž se zaměřuje především na sportovní obuv.

Další zajímavá zahraniční firma je Feelmax. Tato značka pochází z Finska a je podobně stará jako Vivobarefoot. Vyznačuje se především sportovní obuví s ultratenkou podrážkou od 1 do 4 mm.

Za zmínku stojí také Italská značka Vibram Fivefingers neboli obuv s prsty. Dále pak Leguano pocházející z Německa, americká Xero shoes, Sole Runner, Merrell nebo Freet. Ze slovenských značek je nejznámější Be Lenka. Mezi známé české značky patří Ahinsa, Angles Fashion nebo Pathik shoes.

Dětské barefoot boty vyrábí značky Froddo, Filli, Kidofit, Attipas nebo Pediped.

Kromě celoroční barefoot obuvi si dnes můžeme koupit speciální boty na zimu, na léto, společenské, sportovní, pohorky nebo si vyrobit vlastní huarrache sandále. Celoroční sportovní barefooty nabízí například značka Vivobarefoot, městský styl Be Lenka.

Na léto se vyrábějí sandále, které nabízí Xero Shoes nebo baleríny od značek Ahinsa shoes nebo Angles Fashion. Další oblíbenou variantou v posledních letech je vyrábění si vlastních huarrache

sandálů s tloušťkou podrážky obvykle kolem 4 mm. Materiály jsou pro každého snadno dostupné a samotná výroba poměrně jednoduchá.

Hitem posledních let je barefoot obuv na zimu, přičemž se vyrábějí jak kotníčkové šněrovací boty (Leguano, BeLenka), tak dále třeba kozačky (Angles Fashion, BeLenka) nebo pánské zimní boty (Xero shoes, Leguano).

Sportovní boty jsou například od značek Vibram Fivefingers, Feelmax, Merrell, nebo vivobarefoot. Oblíbenou značkou vyrábějící společenskou barefoot obuv je Angles Fashion.

Při výběru pohodlné a bezpečné barefoot obuvi je důležité nesledovat pouze velikost, ale zaměřit se i na podrážku, a především šířku boty.

## 2.3 Posturální stabilita

Pojmem posturální stabilita rozumíme schopnost zajistit stabilní vzpřímenou polohu těla tak, abychom předešli pádu. Jde o stav vyjádřený pomocí míry a formy rovnováhy. Existuje množství různých definic posturální stability, které se od sebe více či méně liší.

Podle Koláře et al. (2020, p.39) se dá posturální stabilita definovat jako „kontinuální zaujímání stále polohy,“ zároveň říká, že jejím základem je, že těžiště těla je nad opěrnou bází, nikoli opěrnou plochou.

Bastlová et al. (2015, p. 9) definuje posturální stabilitu jako „schopnost nejen udržet nejrůznější pozice celého těla, ale i automaticky reagovat na tyto změny pozicí trupu či končetin.“

Posturální stabilitu lze také specifikovat jako pohybový regulační mechanismus těla, který předchází každému pohybu. Po ukončení pohybu se snaží udržet dosaženou polohu těla.

Zároveň je to schopnost udržet vzpřímený postoj a centre of gravity v opěrné bází (Jonsson et al., 2004).

Podle Vařeky (2002a) se udržení posturální stability lidského těla účastní tři hlavní složky, které musí být ve vzájemné interakci – sensorická (zrak, propriorecepce, vestibulární systém), řídicí (centrální nervová soustava) a výkonná (pohybový systém).

Posturální stabilita se dále dělí statickou a dynamickou. Statická posturální stabilita je schopnost udržet stabilní držení těla bez pohybu, tedy beze změny opěrné báze. Podle Dylevského (2009) je zajištěna třemi pilíři.

1. obratle, meziobratlové ploténky a podélné vazy
2. pouzdra intervertebrálních kloubů a vazy, které spojují sousedící obratle
3. kostra hrudního koše a pletenec HK a DK

Dynamická posturální stabilita je „rovnováha v pohybu,“ to znamená schopnost přesunovat a kontrolovat umístění těžiště. Během dynamické rovnováhy dochází ke změně opěrné báze.

Posturální stabilita se vyvíjí a mění během celého života. Novorozenec není schopen propojit několik segmentů těla a na ploše kontaktu nedochází k řízenému pohybu. Až v průběhu růstu dokáže nalézt společné těžiště segmentů, zajistit si opěrnou bázi a tím si umožnit cílený pohyb. Přibližně mezi 6. a 10. rokem života dítěte dochází k velkému vývoji posturální stability, který se dá spojit například s dozráváním mozečkových funkcí. S narůstajícím věkem se posturální stabilita opět mění. Především proto, že u starších osob se začínají více projevovat její poruchy, které se pojí s větším množstvím pádů. Bizovská, Janura et al. (2017, p. 38) uvádí, že „poruchy posturální stability úzce souvisejí s poruchou jednotlivých komponent posturální motoriky.“ Také dochází k úbytku svalové síly, zmenšení rozsahu pohybu v kloubech, zhoršení koordinace nebo poklesu funkcí senzoryckých složek.

Posturální stabilita je ovlivněna především biomechanickými a neurofyziologickými faktory. Mezi biomechanické faktory podle Psotty et al. (2011) patří například hmotnost a poloha těžiště, plocha opěrné báze, hmotnost, výška, způsob kontaktu s podložkou a postavení tělních segmentů. Neurofyziologické faktory ovlivňuje centrální nervový systém a patří sem vestibulární aparát, somatosenzorický systém a zrak.

Véle (2006) je toho názoru, že i přes přednastavení činnosti posturálního systému, dochází k jistému přizpůsobování se prostředí, a to v průběhu celého života.

Důležité pro udržení posturální stability ve statické poloze je udržení těžiště nad opěrnou bází. Rozdílem pojmů opěrná báze a opěrná plocha se budu zabývat v následující kapitole *základní terminologie posturální stability*.

### **2.3.1 Základní terminologie v oblasti posturální stability**

#### **Postura**

Posturu lze chápat jako aktivní držení segmentů těla a potřebujeme ji především na udržení posturální stability.

Slovo postura má původ v latinském slově „ponore,“ neboli „umístit.“ Po rozšíření tohoto slova do Anglie a Francie se název změnil na „positura,“ předchůdce dnešní postury.

Z biomechanického hlediska je postura definována jako orientace tělesných segmentů vzhledem k vektoru tíhové síly (Winter, 1990).

Kolář et al. (2020, p. 38) definuje posturu jako „aktivní držení pohybových segmentů těla proti působení zevních sil, ze kterých má v běžném životě největší význam síla tíhová.“ Kolář zároveň zmiňuje, že postura je nedílnou součástí všech poloh, ve kterých se tělo nachází a pohyb bez ní by nebyl možný.

### **Opěrná plocha (area of support), opěrná báze (base of support), plocha kontaktu (area of contact)**

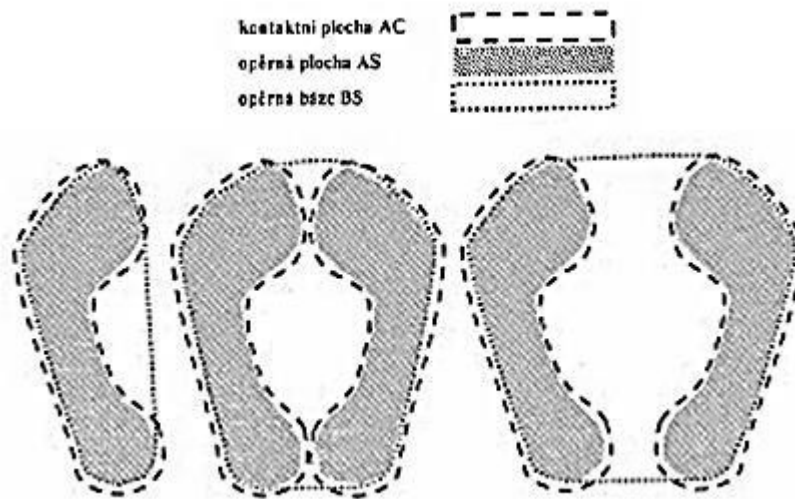
Opěrnou plochu lze definovat jako část podložky, kde dochází ke kontaktu s lidským tělem a na které je realizována aktivní opora (Bizovská, Janura et al., 2017).

Opěrná báze není jen „plocha dotyku,“ ale je to celý prostor ohraničený všemi vnějšími hranicemi opěrné plochy. Obvykle bývá větší než opěrná plocha a v závislosti na její velikosti se mění i schopnost udržet rovnováhu. Zvětšením opěrné báze se zvyšuje stabilita (Vařeka, 2002a).

Plocha kontaktu značí prostor na podložce, který je v kontaktu s tělem.

### **Obrázek 3**

*Znázornění rozdílu mezi opěrnou plochou a opěrnou bází (Vařeka, 2002a, p. 117)*



### **Těžiště (centre of mass, COM)**

Těžištěm rozumíme hypotetický bod, kam je soustředěna hmotnost všech segmentů těla. Lidské tělo dělíme nejčastěji na 14 segmentů (hlava a krk, trup a párové segmenty – paže, předloktí, ruka, stehno, bérec, noha). Podle Bizovské, Janury et al. (2017, p. 21) je těžiště „bod, vzhledem ke kterému je výsledný moment tíhových sil působících na jednotlivé segmenty daného tělesa roven nule.“

Těžiště lidského těla se v základním postoji (stoj spatný, vzpřímená hlava, končetiny podél těla) nachází v malé pánvi ve výšce zhruba 2. – 3. křížového obratle. U žen je posunuto o 1-2 % níže z důvodu rozdílné stavby těla. Se změnami pohybu dochází i ke změně polohy těžiště, přičemž v některých pozicích může být i mimo lidské tělo.

### **Centre of gravity (COG)**

Centre of gravity úzce souvisí s těžištěm těla. Jedná se o „přenesení“ těžiště těla do roviny opěrné báze. V případě statických poloh se COG vždy nachází v opěrné bázi (Vařeka, 2002a).

### ***Centre of pressure (COP)***

Centre of pressure nám podle Bizovské, Janury et al. (2017) označuje působíště vektoru výsledné reakční síly. Můžeme ho stanovit například z hodnot získaných na silových plošinách. Polohu COP ovlivňuje, jak poloha těžiště, tak také aktivita svalů bérce.

### ***Rovnováha***

Rovnováhou chápeme stav těla, kdy je působení všech sil vzájemně vyrovnáno a kdy je těleso v klidu. Rovnováhu zajišťuje posturální stabilita.

### ***2.3.2 Posturální stabilita ve vzpřímené poloze***

Za vzpřímenou polohu považujeme držení segmentů proti působení zevních sil. Základní anatomické postavení zahrnuje stoj spatný, díky čemuž je vzpřímené držení spojené s užší opěrnou bází a tím nižší stabilitou. U vzpřímeného držení těla nejde jen o statickou stabilitu, ale součástí jsou i dynamické děje, protože jde o neustálé držení polohy.

Kendall, McCreary a Provance (2005) považují vzpřímené držení těla za stav, kdy jsou segmenty těla vyváženy tak, že je napětí ve svalectech minimální. Nejvíce se na tomto držení podílejí svaly trupu a končetin.

Vzpřímené držení těla ovlivňuje mnoho faktorů, jako je gravitace, hmotnost, opěrná plocha nebo výška. Zajišťuje ho posturální kontrola.

### ***2.3.3 Posturální kontrola***

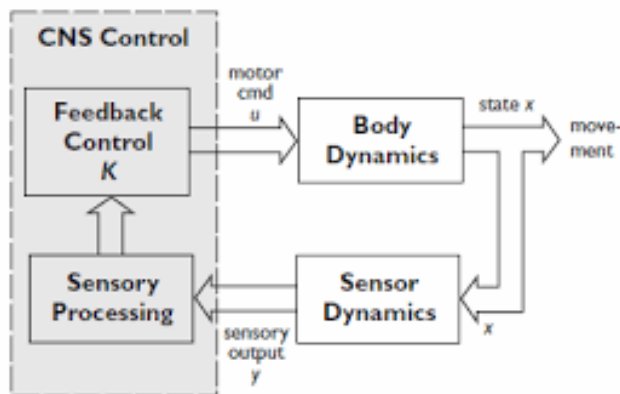
Posturální kontrola je nezbytná pro provedení běžných aktivit denního života, jako je chůze nebo manipulace s předměty. Je to motorická schopnost složená z mnoha dílčích komponent a ovládaná centrální nervovou soustavou. Postupným tréninkem se vyvíjí a stává se efektivnější. „Motorické povely, které řídí dynamiku těla, vedou k pohybu a poloze těla. Receptory pohybu tuto polohu převádějí do podoby sensorických výstupů, které jdou zpět do CNS“ (Kuo, 2005, str. 236) (obrázek 4).

„Posturální kontrolou tedy rozumíme neutrální mechanismy, které jsou zodpovědné za udržení polohy a za umožnění provedení účelného pohybu v gravitačním poli“ (Bizovská, Janura et al., 2017, p. 27).

Cíle posturální kontroly je tedy udržení posturální stability a předcházení pádů. Toho dosáhne přizpůsobením polohy těla v prostoru k zamýšlené činnosti.

#### Obrázek 4

##### Zpětnovazební model posturální kontroly



Poznámka.  $u$  – motorické povely,  $x$  – pohyb, poloha těla,  $y$  – senzorní výstupy

##### Strategie zajištění posturální kontroly

Podle Santose, Kanekara, & Aruina (2010) a Vařeky (2002b) se strategie zajištění posturální kontroly dělí na anticipační, kompenzační, také na statické a dynamické.

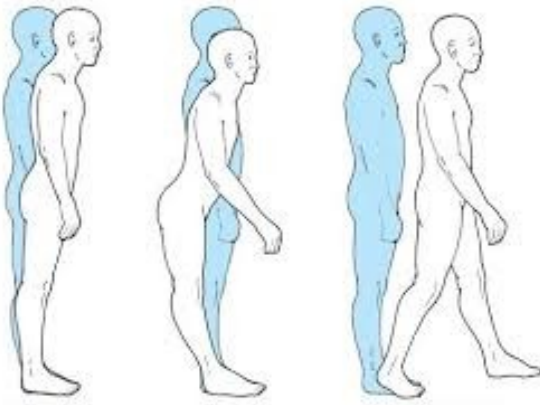
Anticipační neboli proaktivní si zakládají na aktivaci svalů trupu a končetin, díky čemuž se snaží zabránit vychýlení a pádu. Podmínkou této strategie je předešlá zkušenost se situací, abychom zvládli reagovat správně a dostatečně.

Výsledek kompenzační strategie je, na rozdíl od anticipační, obnovení polohy až po vychýlení těla.

Statické strategie mají, při vychýlení těla, za cíl dosáhnout posturální stability bez změny kontaktu s podlahou (tzn. bez pohybu). To znamená například vychýlením těla dopředu či dozadu. Na rozdíl od nich dynamické strategie si napomáhají zvětšením opěrné báze (útok) a tím se snaží dosáhnout stability (obrázek 5).

## Obrázek 5

Ukázka statické a dynamické strategie zajištění posturální kontroly



### 2.4 Vyšetření posturální stability

Jak jsme popsali výše, posturální kontrola je složena z mnoha systémů, díky čemuž neexistuje test, který by vyhodnotil všechny aspekty posturální stability najednou. Poruchy jednotlivých aspektů rovnováhy mohou vést k jiným typům problémů.

Během testování posturální stability je důležité nejen zjistit, zda je porucha přítomna, ale zároveň je potřeba vyhodnotit riziko pádu nebo nutnost léčby (Horak, 1997).

Jako jedno ze základních vyšetření stoji se uvádí Rombergova zkouška. Jde o statické testování rovnováhy, které probíhá ve třech úrovních. Ty postupně zvyšují svou náročnost. 1. úroveň je pouze stoj s chodidly od sebe na vzdálenost ramen, druhá pak stoj spojný a poslední úroveň je stoj se zavřenými očima (Opavský, 2003). Testování může být upraveno například stojem na jedné končetině nebo otočením hlavy. Během této zkoušky se posuzuje „hra šlach“ a míra titubací trupu.

Další možnou statickou variantou vyšetření je Hautantova zkouška, jejímž cílem je zjistit, zda vyšetřovaný udrží horní končetiny stále ve stejné poloze při zavřených očích.

Mezi dynamické testy řadíme vyšetření chůze s různou náročností. Příkladem může být chůze po špičkách, po podložkách různých vlastností nebo člunkový běh.

#### 2.4.1 Funkční testování stability

Funkční testy jsou nejpoužívanější testy pro hodnocení stability a chůze. Mezi velké výhody patří jejich rychlé, jednoduché provedení a vyhodnocení, dále pak malé množství potřebných pomůcek a zaškoleného personálu. Nevýhodou je testování pouze jedné konkrétní úlohy, to znamená že nejsou schopny posoudit posturální stabilitu jako celek. Další nevýhodou je jejich nevhodnost pro část populace, jako jsou například aktivní senioři (Bizovská, Janura et al., 2017).



### ***Single leg stance***

K provedení tohoto testu nám stačí pouze stopky. Během testování stojí pacient na jedné dolní končetině, přičemž horní končetiny jsou v bok nebo překřížené na hrudi. Výsledkem testu je čas, po který testovaný vydrží ve stejné pozici bez pohybu horních končetin. Postupně s věkem se snižuje doba, po kterou pacienti zvládnou stát na jedné končetině bez pohnutí. V případě, že se s otevřenými očima neudrží alespoň 5 vteřin, existuje u nich zvýšené riziko pádu (Bizovská, Janura et al., 2017).

### ***Functional reach test***

V průběhu testu se posuzuje maximální vzdálenost, do které se vyšetřovaný nakloní, bez toho, aby udělal krok vpřed. Test je možné provést ve všech směrech, nejvíce typické je provedení dopředu. Testování začíná s nataženou paží v horizontální poloze, dále se jedinec nakloní do požadované směru tak, daleko, jak se mu to povede bez ukročení. Výsledná měřená hodnota je rozdíl mezi počáteční a konečnou polohou třetího prstu, který je naměřený na délkovém měřidle, připevněném na stěně. Při testování vzad se horní končetina nenatahuje. Riziko pádu se uvádí, v případě, že je naměřená vzdálenost dosahu menší než 15 cm (Bizovská, Janura et al., 2017; Míková, 2006). Jonsson, Henriksson a Hirschfeld (2003) ve své studii považují tento test za slabé měřítko stability, protože výsledek více ovlivňují pohyby trupu než přesun COP.

### ***Five times sit-to-stand***

Potřebnou výbavou pro správné provedení testu je židle s opěrkami. Měření začíná v sedě s opřenými zády a zkříženými končetinami na hrudníku. Cílem testu je změřit čas, po který se testovaný pětikrát zvedne ze židle a posadí zpět. Five times sit-to-stand test není zaměřený pouze na rovnováhu, ale zároveň posuzuje i svalovou sílu dolních končetin. V případě dosažení vyššího času, než je 15 vteřin, hrozí testovanému vyšší riziko pádů (Bizovská, Janura et al., 2017).

### ***Timed Up and Go***

Velkou výhodou tohoto testu je jeho rychlost a reliabilita. Nevýhodou je například neschopnost identifikace konkrétního problému, protože test se zaměřuje na více motorických dovedností najednou. Mezi ty patří otáčení, chůze nebo změna polohy ze sedu do stoje. K průběhu testu je zapotřebí židle s opěrkami a kužel na označení vzdálenosti 3 metrů od židle. Úkolem testované osoby je zvednout se ze židle, obejít kužel, vrátit se zpět a znovu se posadit. V případě doby trvání testu déle než 13,5 vteřin, hrozí zvýšené riziko pádů (Bastlová et al., 2015; Mezey, 2001).

### ***Berg Balance Scale***

Bergova balanční škála obsahuje 14 pozic nebo úkolů, které jsou hodnoceny. K hodnocení každého z nich slouží pětibodová škála, přičemž 0 znamená nejnižší hladinu funkčnosti a 4 nejvyšší. Mezi hodnocené úkoly patří například stoj na jedné končetině, stoj se zavřenými očima, změny poloh

nebo zvednutí předmětu ze země. V případě dosažení maximálně 20 bodů hrozí vysoké riziko pádů (Godi et al, 2013).

### ***Balance Evaluation Systems Test***

Podle Bizovské, Janury et al. (2017) se BESTest řadí do kategorie baterie testů. Jde o soubor různých testů, které hodnotí aspekty potřebné pro rovnováhu. Jedná se o biomechanické omezení, limity stability, přechody a anticipační posturální strategie, posturální reakce, senzory orientaci a stabilitu při chůzi (Horak, Wristley, Frank, 2009). Test je časově náročnější a vyžaduje vyškolený personál společně s poměrně velkým množstvím pomůcek. Celkově obsahuje 27 úloh, kde je každá položka ohodnocena 0 až 3 body.

### ***Tinetti Performance oriented mobility assesment***

Test probíhá v časovém limitu zhruba 15-20 minut a jeho zaměření je jak v oblasti rovnováhy, tak i chůze. Vybavení potřebné k provedení testu se skládá pouze ze židle a stopek. Oblast rovnováhy se skládá z 9 položek a oblast chůze ze 7, přičemž každá z položek je bodována na škále 0-2 body nebo 0-1 bod. Maximální počet bodů v rovnovážné oblasti je 16 a v druhé oblasti 12. V případě dosažení méně než 19 bodů v celkovém součtu, hrozí vysoké riziko pádů (Bizovská, Janura et al., 2017; Mezey, 2001).

## **2.4.2 Přístrojová vyšetření stability**

Při vyšetření stability stoje můžeme využít také moderní přístroje, které umožňují objektivní hodnocení. Na druhou stranu je však měření na přístrojích finančně, prostorově i časově mnohem náročnější. Také je na rozdíl od většiny funkčních testů potřeba vyškolený personál, který přístroje ovládá. Při měření na přístrojích se nejčastěji používají metody, které hodnotí polohu působíště reakční síly (centre of pressure).

### ***3D kinematická analýza***

Během testování má na sobě sledovaný subjekt umístěny značky na vybraných anatomických bodech. Metoda je založená na získání souřadnic těchto bodů, díky čemuž dojde k vytvoření trojrozměrného obrazu. K měření jsou zapotřebí nejméně dvě vysokofrekvenční kamery, které snímají najednou. K hodnocení posturální stability u této metody dochází díky informacím o poloze těžiště (Vařeka, 2002a).

### ***Posturografie***

Posturografie je metoda přístrojového vyšetření, můžeme ji dělit na statickou a dynamickou (Barrato et al., 2002). Jde o měření reakčních sil. Statická posturografie se zabývá měřením při stoji na pevných podložkách, které probíhá na silových plošinách. Při statickém měření na silových plošinách jsou využívány především anticipační strategie. Vyšetření dynamické posturografie

analyzuje reakce na neočekávané stimuly pomocí pohyblivých plošin. Během tohoto měření se využívají především kompenzační strategie posturální kontroly.

## 2.5 Silové plošiny

Silové plošiny jsou přístroje obdélníkového tvaru sloužící k měření reakční síly podložky. Změřená reakční síla se nadále využívá k analýze stability a pohybu.

Silové plošiny se dělí na piezoelektrické a tenzometrické. Piezoelektrické plošiny mají větší rozsah a citlivost než tenzometrické, zároveň jsou ale dražší a musí být vybaveny speciální elektronikou. Patří mezi ně například silová plošina Kistler (obrázek 6). Mezi tenzometrické se řadí například silové plošiny Amti nebo Bertec.

### Obrázek 6

*Silová plošina Kistler*



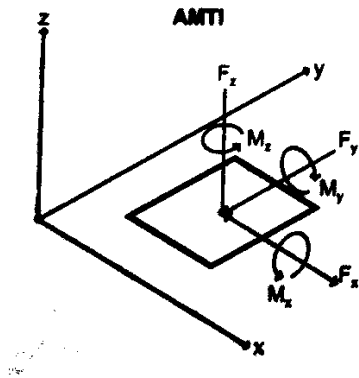
### 2.5.1 Měření na silových plošinách

„Silové plošiny fungují na bázi 3-4 piezoelektrických nebo tenzometrických senzorů, které jsou umístěny v rozích plošiny“ (Bizovská, Janura et al., 2017, p.53).

Měřenými parametry jsou složky reakční síly ( $F_x$ ,  $F_y$ ,  $F_z$ ), a momenty sil ( $M_x$ ,  $M_y$ ,  $M_z$ ). Pomocí těchto parametrů a souřadnic počátku vektoru reakční síly ( $x$ ,  $y$ ,  $z$ ) je určen vektor reakční síly (Janura, Vařeka et al., 2012).

### Obrázek 7

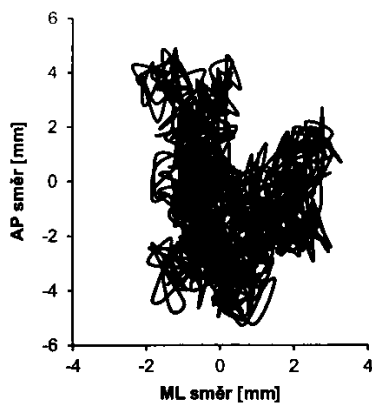
Způsob měření základních parametrů reakční síly na silové plošině AMTI (Janura, Vařeka et al., 2012)



Složky reakční síly mají směr mediolaterální (pohyb do stran), anteroposteriorní (předozadní pohyb) a vertikální. Kromě složek reakční síly zaznamenává silová plošina trajektorii působiště reakční síly (Bizovská, Janura et al., 2017) (obrázek 8). Polohu COP lze vypočítat z hodnot reakční síly naměřených v rozích silové plošiny.

### Obrázek 8

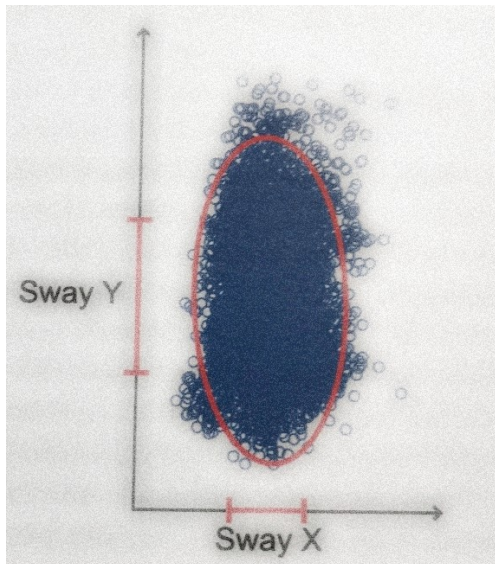
Trajektorie pohybu působiště reakční síly podložky v mediolaterálním (ML) a anteroposteriorním (AP) směru v průběhu stoje (Bizovská, Janura et al., 2017)



„Při určení posturální stability je pomocí analýzy poloh působiště reakční síly (COP) hodnocena titubace těla v různých podmínkách“ (Janura, Vařeka et al., 2012, p. 34). Tzv. konfidenční elipsa je výsledkem záznamu těchto poloh v určitém čase (obrázek 9). Konfidenční elipsa nás informuje o stabilitě jedince. Jejími parametry je například velikost obsahu, délka trajektorie, hodnota směrodatných odchylek nebo rychlost změn (Janura, Vařeka et al., 2012).

### Obrázek 9

*Konfidenční elipsa zobrazující 95% poloh COP v průběhu měření s vyznačením velikosti směrodatných odchylek (Janura, Vařeka et al., 2012)*



Při měření na silových plošinách je úkolem testované osoby stát co nejklidněji a omezit titubace po celý testovací interval. Veškeré titubace se promítají do kontaktní plochy. Nejjednodušší způsob testování na silových plošinách je varianta stoje s otevřenýma očima na pevné podložce, lze však provést měření v různém postavení, za různých vizuálních podmínek a na podložkách různých vlastností (Bizovská, Janura et al., 2017).

### **3 CÍLE, HYPOTÉZA A VÝZKUMNÉ OTÁZKY**

#### **3.1 cíle**

Hlavním cílem práce je porovnat posturální stabilitu osob chodících v barefoot obuvi a posturální stabilitu osob chodících v běžné obuvi.

Dílčí cíle

- porovnat posturální stabilitu mezi muži a ženami chodícími v barefoot obuvi a chodícími v běžné obuvi
- porovnat posturální stabilitu účastníků chodících v barefoot obuvi pravidelně po celý rok a účastníků chodících v barefootech každoročně pouze od dubna do října

#### **3.2 hypotéza**

H1: Nošení barefoot obuvi má pozitivní vliv na posturální stabilitu člověka.

#### **3.3 Výzkumné otázky**

V rámci našeho výzkumu jsme si položili následující výzkumné otázky:

1. Má nošení barefoot obuvi vliv na zlepšení posturální stability člověka?
2. Je rozdíl v posturální stabilitě u mužů a žen chodících v barefoot a běžné obuvi?
3. Má dlouhodobé a pravidelné chození v barefoot obuvi (po celý rok) výraznější vliv na posturální stabilitu člověka oproti nepravidelnému nošení (pouze od dubna do října)?

## 4 METODIKA

### 4.1 Charakteristika výzkumného souboru

Výzkumný soubor tvořilo 28 studentů Fakulty tělesné kultury Univerzity Palackého v Olomouci. Věk probandů byl v rozmezí 19 až 25 let. Průměrný věk účastníků byl 22 let.

V rámci souboru byli probandi rozděleni do dvou skupin. V jedné bylo 14 účastníků pravidelně chodících v barefoot obuvi a v druhé 14 chodících pouze v běžné obuvi. Kritériem pro výběr účastníka do chodící skupiny bylo pravidelné nošení barefoot minimálně 1 rok, přičemž průměrná délka chození v těchto botách byla 2,9 let.

V každé skupině bylo 9 žen a 5 mužů. Všichni testovaní na úvod vyplnili krátký dotazník, týkající se jejich hmotnosti, výšky a věku.

Skupina chodící v barefoot obuvi dále zodpovídala na otázky zaměřené na délku a pravidelnost jejich chození v barefoot obuvi. Z těchto otázek bylo zjištěno, že ze 14 probandů chodí 7 celoročně v minimalistických botách a 7 pouze od dubna do října.

Probandi byli před začátkem seznámení s průběhem měření a s cílem výzkumu. Všichni účastníci souboru podepsali informovaný souhlas o zařazení do studie a mohli od měření kdykoli odstoupit. Vzor informovaného souhlasu je součástí příloh bakalářské práce. Zároveň je v přílohách bakalářské práce uvedeno také vyjádření etické komise k tomuto projektu.

### 4.2 Organizace sběru dat

Měření se uskutečnilo v prostorách laboratoře rovnováhy Fakulty tělesné kultury Univerzity Palackého v Olomouci. Šlo o měření statické posturální stability, což je schopnost zachování posturální stability na neměnné se opěrné bázi bez pohybů. K měření byla využita silová plošina Amti.

Primárním výstupem testu byla trajektorie COP (centre of pressure) v čase (Bizovská, Janura, Míková, Svoboda, 2017).

Sledovanými parametry měření byly směrodatné odchylky v mediolaterálním a v anteroposteriorním směru.

Doba měření každého účastníka byla přibližně 30 minut. Každému měření předcházelo seznámení se s prostorem v laboratoři, pravidly měření a se samotnou silovou plošinou. Na závěr testování vždy probíhalo hodnocení výsledků jednotlivých probandů.

Úkolem každého probanda bylo stát co nejklidněji po celý testovaný interval, který trval 30 vteřin. Měření probíhalo naboso na silové plošině s využitím podložek různých vlastností. Proband si po vyzvání stoupl na silovou plošinu, tak aby měl každou nohu na jiné části. Po každém testovaném

intervalu, proband sestoupil z plošiny a při novém pokusu nastoupil zpět. Měření probíhalo na molitanu, na pevné podložce a na balanční úseči. Na molitanu a pevné podložce probíhalo testování kromě základní varianty s otevřenými očima, také s očima zavřenými. Pořadí jednotlivých modifikací testování se u každého probanda měnilo a na každou variantu měli vždy tři pokusy.

Data byla naměřena a zpracována v programu Matlab (Mathworks, Natick, Massachusetts, USA). Po filtraci signálu byly dopočítány výstupní parametry (tabulka 1).

**Tabulka 1**

*sledované proměnné*

Zkratky sledovaných parametrů	Název sledovaných parametrů	jednotka
SD_x	Směrodatná odchylka COP v mediolaterálním směru	[m]
SD_y	Směrodatná odchylka COP v anteroposteriorním směru	[m]

### 4.3 Statistické zpracování dat

Data byla zpracována v programu Statistica (verze 13, Tibco software, Palo Alto, USA). Nejdříve byla ověřena normalita rozložení dat pomocí testu Kolmogorov-Smirnov. Data měla normální rozdělení. Pro porovnání skupin osob chodících v různém typu obuvi byl použit nepárový t-test. Porovnání mužů a žen a porovnání osob s různou délkou nošení barefoot obuvi bylo vzhledem k menším počtům osob ve skupinách provedeno neparametrickým Mann Whitney U testem. Hladina statistické významnosti byla stanovena na úrovni  $\alpha = 0,05$ .



## 5 VÝSLEDKY

Jak vyplývá z cílů práce, záměrem bylo především porovnání posturální stability mezi různými skupinami. Zajímala nás posturální stabilita na různých typech podložky: měkká, pevná a balanční úseč.

Průměrné hodnoty parametrů výzkumného souboru (věk, tělesný hmotnost a výška) byly u skupin nosících různý typ obuvi téměř shodné (tabulka 2). Tyto parametry by tedy neměly významně ovlivňovat zkoumané proměnné.

**Tabulka 2**

*Základní parametry výzkumného souboru*

	<i>Věk</i>	<i>hmotnost</i>	<i>výška</i>
<i>Běžná obuv</i>	22	66,4	171,5
<i>barefoot</i>	22	63,1	169,9

### 5.1 Výzkumná otázka č. 1

*Má nošení barefoot obuvi vliv na zlepšení posturální stability člověka?*

Výzkumná otázka číslo 1 hodnotí vliv barefoot na posturální stabilitu člověka. V rámci této otázky byli všichni testovaní rozděleni na skupinu chodících v barefoot obuvi a na skupinu nechodících v barefoot obuvi. V každé skupině bylo 14 probandů, z toho 9 žen a 5 mužů.

Tabulka 3 uvádí porovnání parametrů posturální stability osob chodících v barefoot a běžné obuvi. Dle výsledných hodnot hladiny statistické významnosti můžeme říct, že statisticky významné rozdíly byly zjištěny na měkké podložce v mediolaterálním směru, a to jak při testu s otevřenýma, tak se zavřenýma očima. Na obrázcích 10 až 12 jsou znázorněny průměrné hodnoty osob chodících v barefoot a běžné obuvi na všech třech měřených typech podložky.

**Tabulka 3**

*Statistické porovnání posturální stability u osob chodících v barefoot obuvi a u osob chodících v běžné obuvi*

parametr	Barefoot		Běžná obuv		hladina p
	Průměr	SD	Průměr	SD	
SDx_BOO	9,1	1,3	9,9	2,4	0,307
SDy_BOO	13,5	1,7	14,6	4,3	0,400
SDx_MOO	3,5	0,6	4,2	0,7	0,010
SDy_MOO	6,7	1,3	6,9	0,8	0,629
SDx_MZO	4,6	1,1	5,6	1,1	0,032
SDy_MZO	9,1	1,6	9,8	1,6	0,239
SDx_POO	1,7	0,7	2,0	0,5	0,116
SDy_POO	3,6	1,0	3,8	1,0	0,632
SDx_PZO	1,9	0,7	2,1	0,4	0,216
SDy_PZO	3,8	0,8	4,3	0,9	0,175

Poznámka. SD – směrodatná odchylka, SDx - Směrodatná odchylka COP v mediolaterálním směru, SDy - Směrodatná odchylka COP v anteroposteriorním směru, BOO – balanční úseč s otevřenými očima, MOO – molitanová podložka s otevřenými očima, MZO – molitanová podložka se zavřenými očima, POO – pevná podložka s otevřenými očima, PZO – pevná podložka se zavřenými očima

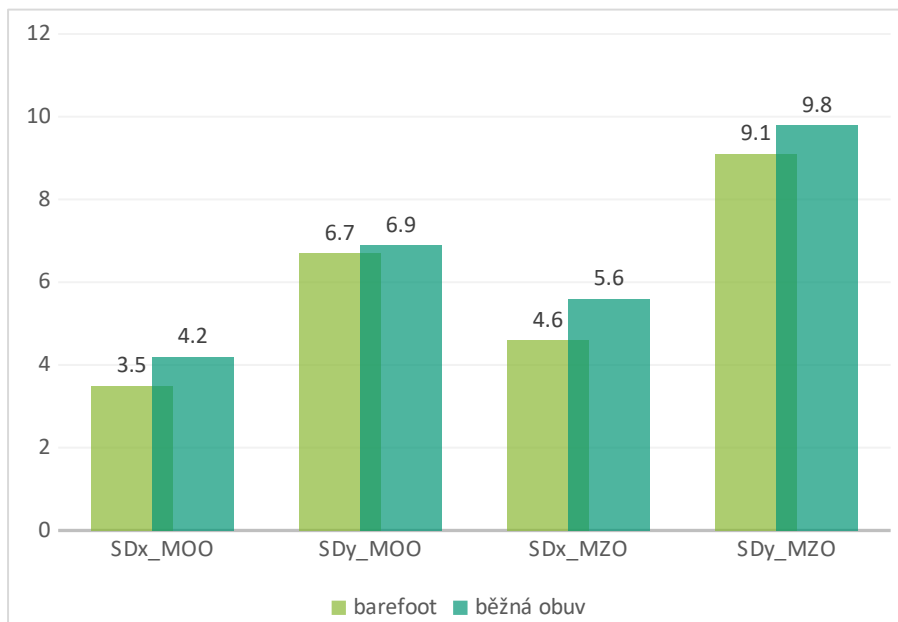
**Obrázek 10**

*Průměrné hodnoty osob chodících v barefoot a běžné obuvi na pevné podložce*



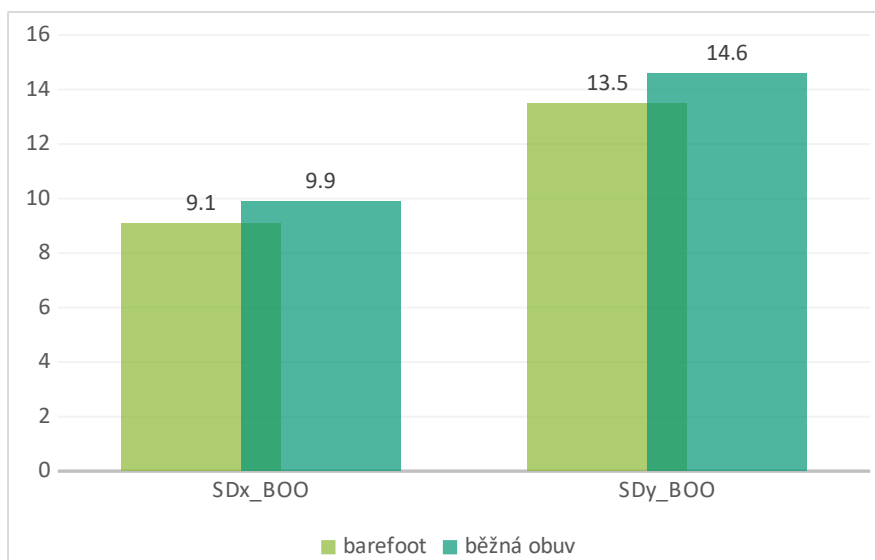
**Obrázek 11**

*Průměrné hodnoty osob chodících v barefoot a běžné obuvi na měkké podložce*



**Obrázek 12**

*Průměrné hodnoty osob chodících v barefoot a běžné obuvi na balanční úseči*



## 5.2 Výzkumná otázka č. 2

*Je rozdíl v posturální stabilitě u mužů a žen chodících v barefoot a běžné obuvi?*

Tato výzkumná otázka se zabývá porovnáním parametrů posturální stability mezi muži a ženami chodícími v barefoot a běžné obuvi. V každé skupině šlo o 14 probandů, z nichž bylo 9 žen a 5 mužů.

V případě skupiny chodící v barefoot obuvi, nejsou mezi muži a ženami výrazné rozdíly v průměrné délce jejich nošení (tabulka 4).

**Tabulka 4**

*Průměrná doba chození v barefoot obuvi u mužů a žen*

*Průměrná délka chození v barefoot*

<i>Muži</i>	2,9 let
<i>Ženy</i>	3 roky

U této výzkumné otázky jsme porovnávali parametry měření pouze na měkké podložce. Dle výsledných hodnot statistické významnosti můžeme říct, že statisticky významné rozdíly nebyly zjištěny u žádné modifikace měření ani u jedné ze dvou měřených skupin (tabulky 5, 6). Na obrázcích 13 a 14 jsou znázorněny průměrné hodnoty mužů a žen chodících v barefoot a běžné obuvi.

**Tabulka 5**

*Porovnání posturální stability mezi muži a ženami chodícími v barefoot obuvi*

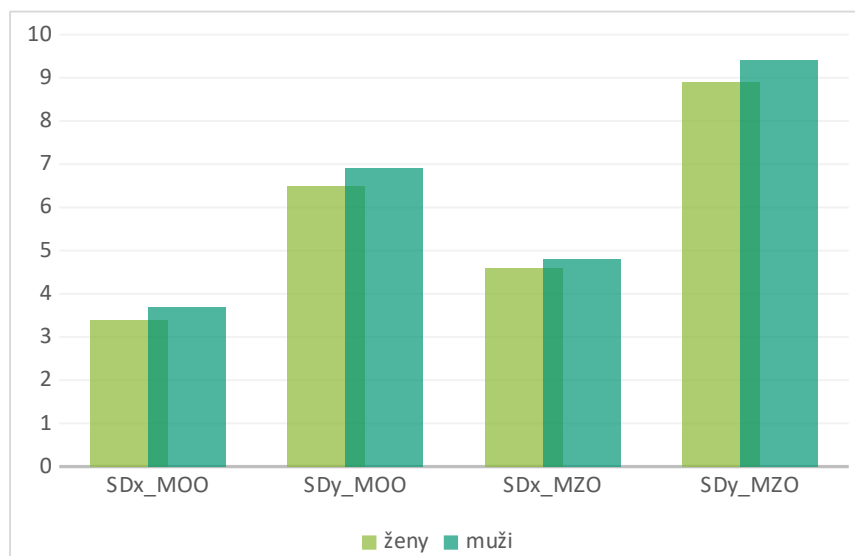
Parametr	Ženy (n = 9)			Muži (n = 5)			Hladina p
	Medián	Dolní kvartil	Horní kvartil	Medián	Dolní kvartil	Horní kvartil	
<b>SDx_MOO</b>	3,3	3,1	3,6	3,5	3,4	3,9	0,438
<b>SDy_MOO</b>	6,1	5,9	6,7	6,9	6,7	7,1	0,147
<b>SDx_MZO</b>	4,5	3,6	5,4	4,9	4,2	4,9	0,606
<b>SDy_MZO</b>	8,3	8,0	9,3	9,3	9,0	9,6	0,240

Poznámka. SDx - Směrodatná odchylka COP v mediolaterálním směru, SDy - Směrodatná odchylka COP v anteroposteriorním směru, BOO – balanční úseč s otevřenými očima, MOO – molitanová podložka s otevřenými očima, MZO – molitanová podložka se zavřenými očima, POO – pevná podložka s otevřenými očima, PZO – pevná podložka se zavřenými očima

**Tabulka 6***Porovnání posturální stability mezi muži a ženami chodícími v běžné obuvi*

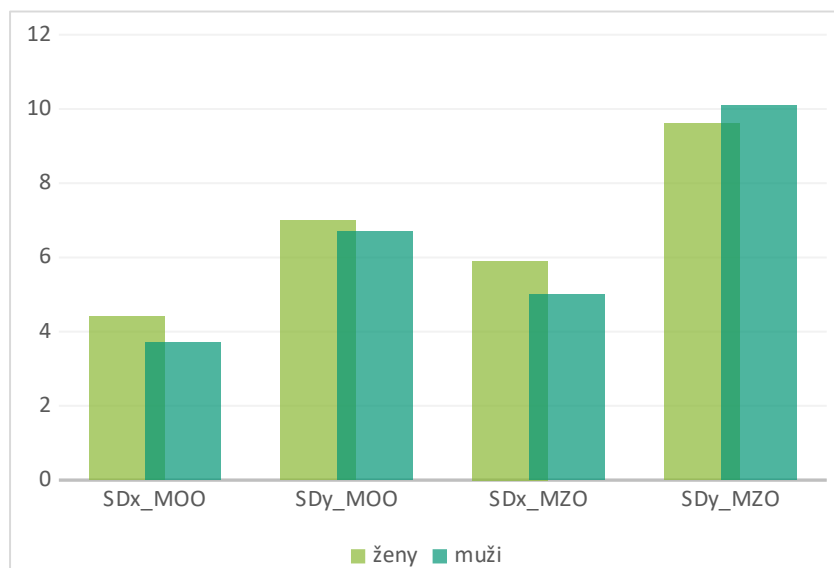
Parametr	Ženy (n = 9)			Muži (n = 5)			Hladina p
	Medián	Dolní kvartil	Horní kvartil	Medián	Dolní kvartil	Horní kvartil	
SDx_MOO	4,2	3,9	5,0	3,6	3,4	3,8	0,042
SDy_MOO	6,9	6,4	7,7	6,6	6,2	6,9	0,518
SDx_MZO	6,4	4,8	6,6	5,2	4,4	5,5	0,190
SDy_MZO	9,2	8,9	10,3	10,6	9,1	11,1	0,699

Poznámka. SDx - Směrodatná odchylka COP v mediolaterálním směru, SDy - Směrodatná odchylka COP v anteroposteriorním směru, BOO – balanční úseč s otevřenými očima, MOO – molitanová podložka s otevřenými očima, MZO – molitanová podložka se zavřenými očima, POO – pevná podložka s otevřenými očima, PZO – pevná podložka se zavřenými očima

**Obrázek 13***Průměrné hodnoty mužů a žen chodících v barefoot obuvi*

## Obrázek 14

Průměrné hodnoty mužů a žen chodících v běžné obuvi



### 5.3 Výzkumná otázka č. 3

*Má dlouhodobé a pravidelné chození v barefoot obuvi (po celý rok) výraznější vliv na posturální stabilitu člověka oproti nepravidelnému nošení (pouze od dubna do října)?*

V rámci výzkumné otázky č. 3 jsme pracovali pouze se skupinou účastníků chodících v barefoot obuvi. Do výsledků byly započítávány hodnoty 14 probandů, z nichž 7 chodí v barefoot obuvi pravidelně po celý rok a 7 pouze v teplejších měsících od dubna do října. Ve skupině chodících v barefoot obuvi po celý rok byli 3 muži a 4 ženy. Ve druhé skupině 2 muži a 5 žen.

V tabulce 7 můžeme vidět průměrnou délku doby chození v barefoot obuvi. U skupiny chodící celoročně to je 2,5 let a u skupiny chodících pouze od dubna do října 3,3 let.

#### Tabulka 7

Průměrná délka doby chození v barefoot obuvi u celoročních a sezónních chodců

průměrná délka doby chození v barefoot	
celoroční chodci	2,5 let
sezónní chodci	3,3 roky

V rámci této výzkumné otázky byly porovnávány parametry pouze na měkké podložce při testu s otevřenými a zavřenými očima. V tabulce 8 vidíme výsledné hodnoty hladiny statistické

významnosti. Statisticky významné rozdíly nebyly zjištěny u žádné sledované modifikace měření. Na obrázku 15 dále vidíme průměrné hodnoty osob chodících v barefoot obuvi pravidelně po celý rok a pouze od dubna do října.

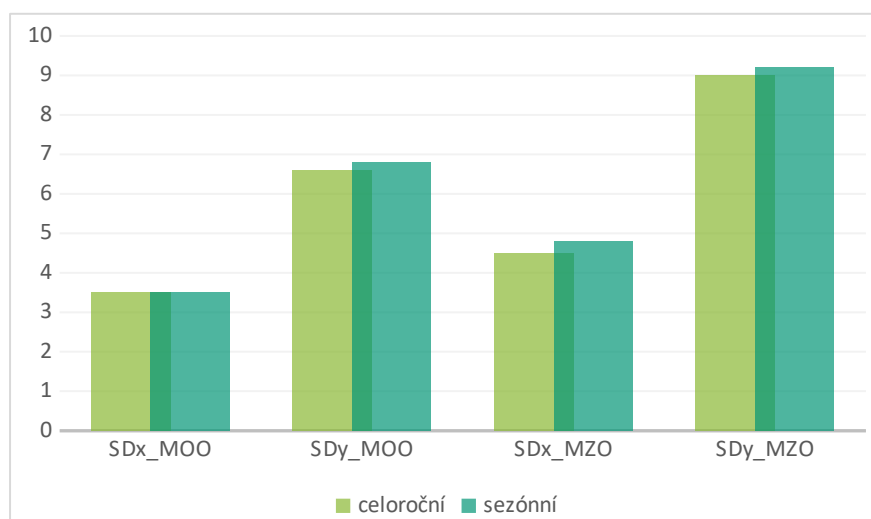
**Tabulka 8**

*Porovnání posturální stability osob chodících v barefoot obuvi celoročně s osobami chodícími v barefoot obuvi od dubna do října*

Parametr	Celoroční (n = 7)			Sezónní (n = 7)			Hladina p
	Medián n	Dolní kvartil	Horní kvartil	Medián	Dolní kvartil	Horní kvartil	
<b>SDx_MOO</b>	3,3	3,1	4,0	3,5	3,3	3,9	0,710
<b>SDy_MOO</b>	6,7	5,9	7,1	6,6	5,9	7,7	1,000
<b>SDx_MZO</b>	4,6	3,6	5,4	4,5	3,7	6,0	0,805
<b>SDy_MZO</b>	9,3	8,0	9,6	8,7	8,1	9,3	0,620

**Obrázek 15**

*Průměrné hodnoty osob chodících v barefoot obuvi pravidelně po celý rok a pouze od dubna do října*



## 6 DISKUSE

Cílem mé bakalářské práce bylo porovnání posturální stability osob chodících v barefoot a běžné obuvi. Měření mi poskytlo odpovědi na výzkumné otázky, kterými jsem se snažila potvrdit nebo vyvrátit výše zmíněnou hypotézu.

Z výsledků testování je patrné, že statisticky významné rozdíly byly zjištěny pouze na měkké podložce v mediolaterálním směru, a to jak při testu s otevřenýma, tak se zavřenýma očima. Hodnoty proměnných byly vždy nižší u skupiny nosící barefoot obuv, tedy jsme potvrdili hypotézu ve znění „nošení barefoot obuvi má pozitivní vliv na posturální stabilitu člověka.“

Ve výsledných průměrech jednotlivých skupin však můžeme vidět určité rozdíly ve všech variantách měření, přičemž lepší hodnoty má vždy skupiny chodící v barefoot obuvi.

Je tedy zřejmé, že nošení barefoot obuvi pozitivně ovlivňuje posturální stabilitu člověka, avšak zejména na měkkém povrchu v mediolaterálním směru. Měkká podložka je na udržení stability podstatně náročnější než podložka tvrdá, a tudíž se dá předpokládat, že právě tady budou rozdíly výrazné. Zároveň jde o směr mediolaterální, při kterém se musí více zapojit krátké svaly nohy než při pohybu anteroposteriorním.

V případě testování na tvrdém povrchu a na balanční úseči, rozdíly v naší studii nebyly statisticky významné. Důvodem může být, že na tvrdém povrchu nemusí být svaly chodidla tak aktivní jako na povrchu měkkém.

Dalším vysvětlením je nízká náročnost úlohy, což může mít za následek nízkou schopnost testu rozlišit mezi osobami s lepší a horší posturální stabilitou. Zvláště, když se jedná o mladé, zdravé jedince. U úlohy na balanční úseči by mohla být absence významného rozdílu zapříčiněna skutečností, že úloha je specifická a je ovlivněna jinými faktory.

Barefoot obuv je novým trendem především posledního desetiletí, tudíž její vlivy na rovnováhu nejsou zcela jednoznačné. V této práci jsme se tedy pokusili přispět ke stavu poznání v této oblasti. Za velký benefit tohoto měření můžeme považovat fakt, že probíhalo v průběhu listopadu, tedy na konci letní barefootové sezóny. Pokud by měření proběhlo před letní sezónou, nemusely by být rozdíly ve výsledcích tak patrné.

K této domněnce nás vedou úvahy týkající se svalů chodidla. Domníváme se, že právě chození v minimalistické obuvi může mít za následek posílení svalů chodidla do takové míry, že jsou tyto osoby schopné nejen více vnímat povrch, ale zároveň lépe udržovat stabilitu.

Naše závěry podporují i mnohé studie. Holowka (2018) v rámci své studie měřil pomocí diagnostického ultrazvuku plochu průřezu vybraných svalů nohy. Pouze u jednoho ze svalů (flexor digitorum brevis) neměli muži chodící v barefoot významně vyšší plochu průřezu svalu ve srovnání



s muži chodícími v běžné obuvi. Zároveň tento autor zjistil větší výšku podélné klenby u probandů chodících v barefootech a to o 9%.

Krátké svaly chodidla u osob chodících v barefoot a běžné obuv porovnávali také Campitelli et al. (2016) nebo Ridge et al. (2018). Campitelli se ve své studii, pomocí diagnostického ultrazvuku, zaměřil na efekt barefoot obuvi na m. abductor hallucis, přičemž k největšímu posílení svalu došlo u skupin chodících v barefoot obuvi.

Pomocí diagnostického ultrazvuku měřili plochu průřezu svalů nohou také Ridge et al. (2018), kde zároveň hodnotili sílu krátkých svalů nohy na dynamometru. Jejich studie rovněž podpořila teorii o pozitivním vlivu barefoot obuvi na tyto svaly.

Další studie se zabývaly vlivem krátkých svalů nohy a nožní klenby na posturální stabilitu ve stoji. Například Anzai (2014), který se ve svém výzkumu zabýval vztahem mezi tvarem nožní klenby a posturální stabilitou u seniorů. Ve svých výsledcích potvrdil vztah mezi nožní klenbou a posturální stabilitou hodnocenou pomocí výchylek COP.

Dalším z cílů práce bylo porovnat posturální stabilitu mladých mužů a žen chodících v barefoot a běžné obuvi. Především díky výsledkům první výzkumné otázky považujeme měkkou podložku za nejrelevantnější způsob zjištění rozdílů v posturální stabilitě. Proto jsme zpracovávali pouze výsledné hodnoty z testování na této podložce.

Při porovnávání nebyly zjištěny žádné statisticky významné rozdíly mezi skupinami mužů a žen. V průměrech naměřených hodnot však můžeme vidět jisté rozdíly. V případě skupiny chodící v barefoot obuvi mají vždy hodnoty nižší ženy, zatímco u druhé skupiny nejsou výsledné hodnoty tak jednoznačné.

Zároveň jsou patrné rozdíly v průměrech výsledných hodnot mezi skupinami chodícími a nechodícími v barefoot obuvi, kde muži i ženy nosící barefoot obuv mají hodnoty téměř vždy nižší než muži a ženy z druhé testované skupiny. Při tomto porovnání se objevil zajímavý fakt. Mezi průměrnými hodnotami žen chodících a nechodících v barefoot obuvi byl patrný výraznější rozdíl než mezi muži. Z tohoto faktu vyplývá, že barefoot obuv by mohla mít větší efekt na posturální stabilitu žen.

Limitem výzkumu byl především počet testovaných. Mužů v každé skupině bylo 5, zatímco žen 9. Vysvětlením, proč nebyly zjištěny významné rozdíly mezi muži a ženami v obou skupinách, může být fakt, že v obou případech mluvíme o poměrně malé testované skupině. Díky tomu existuje možnost nižší schopnosti testu rozlišit mezi osobami s lepší a horší posturální stabilitou.

U porovnání posturální stability mezi muži a ženami jsme vycházeli z domněnky, že ženské hodnoty u sledovaných proměnných budou nižší než mužské. Především díky odlišným antropometrickým parametrům obou pohlaví. Podle Kejonena (2002) je možné hledat příčinu rozdílné posturální stability mezi muži a ženami například i v rozdílných pohybových strategiích.

Naši domněnku potvrdily studie zabývající se právě rozdíly v posturální stabilitě mezi muži a ženami.

Některé, jako například Hageman, Leibowitz a Blanke (1995), ve svých studiích nezjistili žádné zřejmé rozdíly v naměřených parametrech na silových plošinách. Na druhé straně však existují studie, které prokazují rozdíl v posturální stabilitě obou pohlaví.

Agaberg, Zätterström, Fridén a Moritz (2001) ve své studii poukazují na rozdíly v hodnotách průměrné rychlosti pohybů COP mužů a žen, přičemž vyšší naměřené hodnoty mají muži. Era, Sainio, Koskinen, Haavisto, Vaara a Aromaa (2006) ve svých výsledcích také popisují rozdíly mezi muži a ženami. Poukazují na výraznější výchylky COP u mužů a zároveň vyšší rychlost pohybů COP u stejné skupiny. V obou zmíněných studiích probíhalo měření na silových plošinách stejně jako v našem případě.

Posledním z cílů bakalářské práce bylo porovnání posturální stability na měkké podložce mezi mladými dospělými chodícími v barefoot obuvi pravidelně po celý rok nebo pouze od dubna do října.

Při porovnávání nebyly zjištěny žádné statisticky významné rozdíly mezi testovanými skupinami.

U této výzkumné otázky jsme vycházeli z domněnky, že pravidelné a dlouhodobé chození v barefoot obuvi může mít větší vliv na posturální stabilitu člověka. K domněnce nás vedou informace, že noha si musí na barefoot obuv postupně zvykat a při pravidelném celoročním nošení této obuvi dochází ke zvyšování citlivosti chodidla a posílení krátkých svalů nohy. Ke stejným účinkům sice dochází i při krátkodobém chození v barefoot obuvi, posílené svaly chodidla však přes zimu částečně opět ochabují.

Hollander et al. (2017) tvrdí, že u osob pravidelně a dlouhodobě chodících v barefoot obuvi jsou chodidla širší, díky čemuž dochází k rovnoměrnějšímu rozložení hmotnosti na chodidlo. Podle něho se tělo na chození v barefoot obuvi adaptuje, ale vyžaduje čas, který je u každého jiný. I Bowmanová (2017) mluví ve své knize o tom, že přechod na barefoot obuv je postupný proces a vlivy této obuvi na chůzi a tělo přicházejí až s dlouhodobým a pravidelným nošením.

Vysvětlením pro absenci statisticky významných rozdílů u této výzkumné otázky může být období měření. To probíhalo v průběhu listopadu, na konci letní sezóny, během které chodí všichni probandi v barefoot obuvi podobně. I přes neoptimální období měření jsou patrné rozdíly v průměrech výsledných hodnot, a proto se dá předpokládat, že v případě testování před sezónou nebo na jejím počátku, mohly by být zřejmé statisticky významné rozdíly mezi oběma skupinami.

Dalším vysvětlením může být fakt, že znovu mluvíme o poměrně malých skupinách pro porovnání, což může snížit schopnost testu rozlišit mezi osobami s lepší a horší posturální stabilitou.



## 7 ZÁVĚRY

Na základě výsledků byl stanoven závěr týkající se hlavního cíle bakalářské práce. Posturální stabilita osob chodících v barefoot a běžné obuvi se výrazně liší jen na měkké podložce v mediolaterálním směru. Významné rozdíly mezi oběma skupinami byly zjištěny jak v případě stoje s otevřenými očima, tak s očima zavřenými. Nižší hodnoty proměnných byly vždy u skupiny chodící v barefoot obuvi. Stanovená hypotéza ve znění „nošení barefoot obuvi má pozitivní vliv na posturální stabilitu člověka“ byla potvrzena.

V rámci dílčích cílů práce nebyly zjištěny žádné výrazné rozdíly v posturální stabilitě testovaných osob. Tyto testované skupiny však čítaly poměrně malé množství probandů.

V případě hlavního cíle bakalářské by mohlo být pro ucelenější závěry užitečné přidat například testování ve více pozicích na měkké podložce, tedy na podložce s významnými rozdíly mezi testovanými skupinami. Zároveň by bylo přínosné analyzovat i dynamickou posturální stabilitu.

Bakalářská práce přispěla k rozšíření povědomí o barefoot obuvi a jejich vlivu na posturální stabilitu člověka.

## 8 SOUHRN

Teoretická část bakalářské práce se zabývala objasněním pojmu barefoot obuv, jejím vlivem na chodidlo, parametry, typy a historií. V porovnání s barefoot obuví jsme se také zaměřili na vliv bosé chůze a běžné obuvi na chodidlo. Dále jsme se věnovali posturální stabilitě člověka, především její definici a způsobům vyšetření posturální stability stoje. Konkrétně jsme rozebrali testování na silových plošinách, které se týkalo i naší praktické části.

V té jsme se zabývali porovnáním posturální stability osob chodících v barefoot a běžné obuvi na podložkách různých vlastností. Dále také porovnáním posturální stability mezi muži a ženami chodícími i nechodícími v barefoot obuvi a probandů chodících v barefoot obuvi pravidelně po celý rok s probandy chodícími pouze od dubna do října. Měření probíhalo na silové plošině Amti v laboratoři rovnováhy. Součástí praktické části byla také charakteristika výzkumného souboru, dále metodika sběru dat a jejich analýza. Na základě získaných byly popsány dosažené výsledky ve vztahu k naší hypotéze ve znění „nošení barefoot obuvi má pozitivní vliv na posturální stabilitu člověka.“ Tu jsme následně potvrdili.

Přínos práce vidíme v jejím zabývání se oblastí barefoot a vlivem této obuvi na posturální stabilitu člověka. Barefoot obuv je dnes velmi populárním a diskutovaným tématem, ke kterému stále není publikováno dostatek studií.

## 9 SUMMARY

The theoretical part of the bachelor thesis dealt with the explanation of the concept of barefoot footwear, its effect on the foot, parameters, types and history. We also looked at the effect of barefoot walking and conventional footwear on the foot in comparison to barefoot footwear. We also discussed human postural stability, especially its definition and methods of examining postural stability in standing. Specifically, we discussed force platform testing, which was also concern our practical section.

In this we dealt with the comparison of postural stability of people walking in barefoot and conventional shoes on mats of different characteristics. We also compared postural stability between male and female subjects wearing and not wearing barefoot shoes and subjects wearing barefoot shoes regularly throughout the year with subjects wearing these shoes only from April to October. Measurements were taken on the Amti force platform in the balance laboratory. The practical part also included a characteristic of the research group, as well as data collection methodology and analysis. On the basis of the data obtained, we described the results obtained in relation to our hypothesis in the wording "wearing barefoot footwear has a positive effect on postural stability in humans." We subsequently confirmed this.

We see the benefit of this work in her treatise about the area of barefoot shoes and their effect on the postural stability of humans. Nowadays, barefoot footwear is a very popular and debated topic for which there are still not enough studies published.

## 10 REFERENČNÍ SEZNAM

- Agaberg, E., Zätterström, R., Fridén, T., & Moritz, U. (2001). Individual factors affecting stabilometry and one-leg hop test in 75 healthy subjects aged 15-44 years. *Scandinavian Journal of Medicine Science in Sport*, *11*, 47-53.
- Ahinsa shoes: Fyzioterapie a barefoot [online]. 2018 [cit. 2023-03-25]. Dostupné z: <https://ahinsashoes.cz/barefoot-obuv>
- Baratto, L., Morasso, P. G., Re, Ch., & Spada, G. (2002). A new look at posturographic analysis in the clinical context: sway-density vs. other parameterization techniques. *Motor Control*, *6*, 246-270.
- Bastlová, P., Jurutková, Z., Tomsová J., Zelená A. (2015). *Výběr klinických testů pro fyzioterapeuty*. Univerzita Palackého v Olomouci. 1. vydání. ISBN: 978-80-244-4640-0.
- Bizovská, L., Janura, M., Míková, M., Svoboda, Z. (2017). *Rovnováha a možnosti jejího hodnocení*. Univerzita Palackého v Olomouci. 1. vydání. ISBN: 978-80-244-5260-9
- Bosonožka-barefoot boty a bosoboty pro děti a dospělé. [online]. Dostupné z: <https://www.bosonozka.cz/jak-zacit/typy-chodidel/>
- Bowman, K. (2017). *Celým tělem naboso: zdárný přechod na minimalistickou obuv*. Praha: DharmaGaia. ISBN 978-80-7436-069-5.
- Campitelli, N. A., Spencer, S. A., Bernhard, K., Heard, K., & Kidon, A. (2016). Effect of Vibram FiveFingers Minimalist Shoes on the Abductor Hallucis Muscle. *Journal Of The American Podiatric Medical Association*, *106(5)*, 344-351. <https://doi.org/10.7547/14-084>
- Coetzee, D. R., Albertusa, Y., Tama, N., & Tuckerb, R. (2018). Conceptualizing minimalist footwear: an objective definition. *Journal of Sports Sciences*, *36(8)*, 949–954. <https://doi.org/10.1080/02640414.2017.1346816>
- Cudejko, T., Gardiner, J., Akpan, A., & D'Août, K. (2020). Minimal shoes improve stability and mobility in persons with a history of falls. *Scientific Reports*, *10(1)*, 1–10. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-78862-6>
- Čihák, R. (2011). *Anatomie 1* (3rd ed.). Praha: Grada.
- Dylevský, I. (2009). *Speciální kineziologie*. Praha: Grada Publishing.
- Dylevský, I. (2009). *Funkční anatomie*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-3240-4.
- Era, P., Sainio, P., Koskinen, S., Haavisto, P., Vaara, M., & Aromaa, A. (2006). Postural Balance in a Random Sample of 7,979 Subjects Aged 30 Years and Over. *Gerontology*, *52*, 203-213.

- Franklin, S., Grey, M. J., Heneghan, N., Bowen, L., & Li, F. X. (2015). Barefoot vs common footwear: A systematic review of the kinematic, kinetic and muscle activity differences during walking. *Gait and Posture*, 42(3), 230–239. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2015.05.019>
- Franklin, S., Li, F. X., & Grey, M. J. (2018). Modifications in lower leg muscle activation when walking barefoot or in minimalist shoes across different age-groups. *Gait & Posture Elsevier*, 60, 1–5. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2017.10.027>
- Godi, M., Franchignoni, F., Caligari, M., Giordano, A., Turcano, M.A., Nardone, A. (2013). Comparison of reliability, validity, and responsiveness of the Mini-BESTest and Berg Balance Scale in patients with balance disorders. *Physical Therapy*, 93(2), 158-167. <https://doi.org/10.2522/ptj.20120171>
- Hageman, P. A., Leibowitz, J. M., & Blanke, D. (1995). Age and gender effects on postural control measures. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 76(10), 961-965.
- Holowka, B. N., Wallace J. I., & Lieberman E. D. (2018) Foot strength and stiffness are related to footwear use in a comparison of minimally - vs. conventionallyshod populations. *Scientific Reports* 8(1). ISSN 2045-2322. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-21916-7>
- Horak, F. B. (1997). Clinical assesment of balance disorders. *Gait & Posture*, 6, 76-84. [https://doi.org/10.1016/S0966-6362\(97\)00018-0](https://doi.org/10.1016/S0966-6362(97)00018-0)
- Horak, F. B., Wrisley, D. M., & Frank, J. (2009). The Balance Evaluation Systems Test (BESTest) to Differentiate Balance Disorders. *Physical Therapy*, 89(5), 484-498. <https://doi.org/10.2522/ptj.20080071>
- Howell, D., (2012). *Naboso: 50 důvodů, proč zout boty*. Praha: Mladá fronta. ISBN 978-80-204-2637-6
- Hudák, R., & Kachlík, D., (2013) *Memorix anatomie*. Vyd. 2. Praha: Triton. ISBN 978-80-7387-712-5.
- Janura, M., Vařeka, I, Lehnert, M. & Svoboda, Z. (2012). *Metody Biomechanické analýzy pohybu*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.
- Jonsson, E., Henriksson, M., & Hirschfeld, H. (2003). Does the functional reach test reflect stability limits in elderly people? *Journal of Rehabilitation Medicine*, 35, 26-30. <https://doi.org/10.1080/16501970306099>
- Jonsson, E., Seiger, Å. & Hirschfeld, H. (2004). One-leg stance in healthy young and elderly adults: a measure of postural steadiness? *Clinical Biomechanics*. Vol. 19, no. 7p. 688 – 694. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2004.04.002>
- Kejonen, P. (2002). *Body movement during postural stabilization*. Oulu: Oulu University Press
- Kendall, F. P., McCreary, E. K., & Provance, P. G. (2005). *Muscles: Testing and Function* (5th ed.). Philadelphia: Williams & Wilkins.
- Kolář, P. (2009). *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha: Galén. ISBN 978-80-7262-6571.
- Kolář, P. et al., (2020). *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha: Galén. ISBN: 978- 80-7492-500-9.



- Kuo, A. D. (2005). An optimal state estimation model of sensory integration in human postural balance. *Journal of Neural Engineering*, 2, 235-249. <https://doi.org/10.1088/17412560/2/3/s07>
- Mamadodeste.cz | Inspirativní magazín pro rodiče [online]. Copyright © 2023 Máma do deště [cit. 08.04.2023]. Dostupné z: <https://mamadodeste.cz/vse-co-potrebujete-vedet-o-barefoot-botach/#znacky-barefoot-obuvi-and8211-pro-deti>
- Mezey, M. D. (2001). *The Encyclopedia of Elder Care*. New York: Springer Publishing Company. Dostupné on-line: [books.google.cz](https://books.google.cz).
- Míková, M. (2006). *Posturografie – význam a uplatnění ve výzkumu a klinické praxi*. Dizertační práce, Univerzita Palackého v Olomouci, Fakulta tělesné kultury, Olomouc.
- Miller, E. E., Whitcome, K. K., Lieberman, D. E., Norton, H. L., & Dyer, R. E. (2014). The effect of minimal shoes on arch structure and intrinsic foot muscle strength. *Journal Of Sport And Health Science*, 3, 74-85. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2014.03.011>
- O chodidlech. *Kořenové koberce pro zdravý vývoj (nejen) nohou | RootyRUG* [online]. Dostupné z: <https://www.rootyrug.cz/O-chodidlech-b6473.htm>
- Opavský, J. (2003). *Neurologické vyšetření v rehabilitaci pro fyzioterapeuty*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.
- Perkins, K. P., Hanney, W. J., & Rothschild, C. E. (2014). The Risks and Benefits of Running Barefoot or in Minimalist Shoes: A Systematic Review. *Sports Physical Therapy*, 6(6), 475–480. <https://doi.org/10.1177/1941738114546846>
- Petersen, E., Zech, A., & Hamacher, D. (2020). Walking barefoot vs. with minimalist footwear – influence on gait in younger and older adults. *BMC Geriatrics*, 20(88). <https://doi.org/10.1186/s12877-020-1486-3>
- Pročková, P. (2016). Život naboso. *Umění Fyzioterapie*, 2016(2), 54-59. ISSN 2462-6784
- Psotta, R., Hátlová, B., Kokštejn, J. (2011). Vizuální diferenciacie jako faktor posturální stability u prepubescentů. *Česká kinantropologie*. vol. 15, č. 4, s. 76- 84. ISSN 12119261.
- Pytlková, L. (2020). *Barefoot: Žij naboso!: vše o chůzi naboso a v barefoot obuvi*. Praha: Alferia
- Rao, U. B., & Joseph, B. (1992). The influence of footwear on the prevalence of flat foot: A survey of 2300 children. *The journal of bone and joint surgery*, 74(4). <https://doi.org/10.1302/0301-620x.74b4.1624509>
- Ridge, S. T., Olsen, M. T., Bruening, D. A., Jurgensmeier, K., Griffin, D., Davis, I. S., & Johnson, A. W. (2019). Walking in Minimalist Shoes Is Effective for Strengthening Foot Muscles. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 51(1), 104–113. <https://doi.org/10.1249/mss.0000000000001751>

- Rixe, J. A., Gallo, R. A., & Silvis, M. L. (2012). The barefoot debate: Can minimalist shoes reduce running-related injuries? *Current Sports Medicine Reports*, 11(3), 160–165. <https://doi.org/10.1249/jsr.0b013e31825640a6>
- Santos, M. J., Kanekar, N., & Aruin, A. S. (2010). The role of anticipatory postural adjustments in compensatory control of posture: 1. Electromyographic analysis. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 20(3), 398-405. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2010.01.002>
- Splichal, E. (2021). *Barefoot strong: silní naboso: objevte tajemství pohybové dlouhověkosti*. Praha: Move Lab.
- Vangara, S. V., Gopichand, P. V., Bedi, M., & Puri, N. (2016). Effect of barefoot walking on foot arch structure in Tribal children. *Asian Journal Of Medical Sciences*, 7(5), 108. <https://doi.org/10.3126/ajms.v7i5.15241>
- Vařeka, I. (2002a). Posturální stabilita (I. část), Terminologie a biomechanické principy. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 9(4), 115-121.
- Vařeka, I. (2002b). Posturální stabilita (II. část), Řízení, zajištění, vývoj, vyšetření. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 9(4), 122-12
- Vařeka, I., & Vařeková, R. (2003). Klinická typologie nohy. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 10(3), 94-102.
- Vařeka, I., & Vařeková, R. (2009). *Kineziologie nohy*. 1. vyd., Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, Fakulta tělesné kultury.
- Véle F. (1995). *Kineziologie posturálního systému*. Praha: Karolinum. ISBN 80-7184-100-5.
- Véle, F. (1997). *Kineziologie pro klinickou praxi*. Praha: Grada Publishing.
- Véle, F. (2006). *Kineziologie: přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy*. Vyd. 2., Praha: Triton. ISBN 80-7254-837-9.
- Winter, D. A. (1990). *Biomechanics and motor control of human movement* (2nd ed.). New York, NY: John Wiley and sons.
- VIVOBAREFOOT - sportovní a společenské barefoot boty - eshop [online]. Copyright © 2012 [cit. 08.04.2023]. Dostupné z: <https://www.vivobarefoot.cz/>
- Wolf, S., Simon, J., Patikas, D., Schuster, W., Armbrust, P., & Doerlein, L. (2008). Foot motion in children shoes—A comparison of barefoot walking with shod walking in conventional and flexible shoes. *Gait & Posture*, 27(1), 51–59. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2007.01.005>



## 11 PŘÍLOHY

### 11.1 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 **23. 03. 2023** byl projekt bakalářské práce

Autor /hlavní řešitel/: **Petra Hápová**

s názvem **Posturální stabilita u osob chodících v barefoot a běžné obuvi**

schválen Etickou komisí FTK UP pod jednacím číslem: **37 / 2023**  
dne: **11. 4. 2023**

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

Řešitelka projektu splnila podmínky nutné k získání souhlasu etické komise.

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

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

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

## 11.2 Informovaný souhlas

### Informovaný souhlas

**Název studie (projektu):** Posturální stabilita u osob chodících v barefoot a běžné obuvi

Jméno:

Datum narození:

Účastník byl do studie zařazen pod číslem:

1. Já, níže podepsaný(á) souhlasím s mou účastí ve studii. Je mi více než 18 let.
2. Byl(a) jsem podrobně informován(a) o cíli studie, o jejích postupech, a o tom, co se ode mě očekává. Beru na vědomí, že prováděná studie je výzkumnou činností. Pokud je studie randomizovaná, beru na vědomí pravděpodobnost náhodného zařazení do jednotlivých skupin lišících se léčbou.
3. Porozuměl(a) jsem tomu, že svou účast ve studii mohu kdykoliv přerušit či odstoupit. Moje účast ve studii je dobrovolná.
4. Při zařazení do studie budou moje osobní data uchována s plnou ochranou důvěrnosti dle platných zákonů ČR. Je zaručena ochrana důvěrnosti mých osobních dat. Při vlastním provádění studie mohou být osobní údaje poskytnuty jiným než výše uvedeným subjektům pouze bez identifikačních údajů, tzn. anonymní data pod číselným kódem. Rovněž pro výzkumné a vědecké účely mohou být moje osobní údaje poskytnuty pouze bez identifikačních údajů (anonymní data) nebo s mým výslovným souhlasem.
5. Porozuměl jsem tomu, že mé jméno se nebude nikdy vyskytovat v referátech o této studii. Já naopak nebudu proti použití výsledků z této studie.

Podpis účastníka:

Podpis osoby pověřené touto studií:

Datum:

Datum: