

Univerzita Karlova

1. lékařská fakulta

Studijní program: Fyzioterapie



Lucie Macháčková

Pohled fyzioterapie na bosou chůzi

Perspective of physiotherapy on barefoot walking

Bakalářská práce

Vedoucí závěrečné práce: Ing. Eva Kejhová

Praha, 2024

PODĚKOVÁNÍ

Chtěla bych poděkovat vedoucí bakalářské práce paní Ing. Evě Kejhové za vedení, cenné poznámky, odborné připomínky a podněty.

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracovala samostatně a že jsem řádně uvedla a citovala všechny použité literární zdroje. Současně prohlašuji, že práce nebyla využita k získání jiného nebo stejného titulu.

Souhlasím s trvalým uložením elektronické verze mé práce v databázi systému meziuniverzitního projektu Theses.cz za účelem soustavné kontroly podobnosti kvalifikačních prací.

V Praze, 17. 3. 2024

Lucie Macháčková

.....

IDENTIFIKAČNÍ ZÁZNAM

MACHÁČKOVÁ, Lucie. *Pohled fyzioterapie na bosou chůzi. [Perspective of physiotherapy on barefoot walking]*. Praha, 2024. 61 s. Bakalářská práce (Bc.). Univerzita Karlova, 1. lékařská fakulta, Klinika rehabilitačního lékařství. Vedoucí bakalářské práce Ing. Eva Kejhová.

ABSTRAKT BAKALÁŘSKÉ PRÁCE V ČJ

Jméno, příjmení: Lucie Macháčková

Vedoucí práce: Ing. Eva Kejhová

Název bakalářské: Pohled fyzioterapie na bosou chůzi

Abstrakt bakalářské práce:

Tato teoreticko-rešeršní bakalářská práce se zabývá vlivem bosé chůze na pohybový aparát z hlediska fyzioterapie.

V teoretické části bakalářské práce je představen aktuální přehled problematiky bosé chůze. Je zde zkoumán vliv obuvi na nohu, rozdíly mezi chůzí v běžné obuvi a bosou chůzí, přechod k bosé chůzi a s ní spojená pozitiva, rizika a kontraindikace. Práce se také věnuje problematice tzv. barefoot obuvi.

Bosá chůze je považována za jeden z nejefektivnějších způsobů, jak posílit svalstvo nohou a zlepšit jejich schopnost absorpce nárazů. Dále přispívá k udržení správné morfologie nohy, k vyšší senzomotorické kontrole a ke snížení rizika vzniku deformit a infekcí nohou.

Výstup speciální části práce má charakter systematické rešerše, do které bylo zahrnuto celkem dvacet klinických studií. Cílem bylo zjistit vliv bosé chůze na různé oblasti pohybového aparátu, aby bylo možné komplexně vyvodit její přínosy i možná rizika.

Velká část zahrnutých studií prokázala pozitivní vliv bosé chůze, a to na svaly dolních končetin a pánevního dna, svaly zad a krku, dále na klenbu nohy a plantární zatížení chodidla s ostruhou na patě. Vliv bosé chůze na zatížení kyčelního a kolenního kloubu a na rovnováhu při chůzi je sporný.

Široké zaměření práce umožnilo lépe porozumět celkovému dopadu bosé chůze na lidské tělo. K výběru zařazení bosé chůze do fyzioterapeutického plánu je nutno přistupovat s ohledem na individuální zdravotní stav a fyzické schopnosti každého pacienta.

Klíčová slova: bosá chůze, minimalistická obuv, sval, rovnováha, postura

ABSTRAKT BAKALÁŘSKÉ PRÁCE V AJ

Author: Lucie Macháčková

Supervisor: Ing. Eva Kejhová

Title: Perspective of physiotherapy on barefoot walking

Abstract:

This theoretical-research bachelor thesis focuses on the impact of barefoot walking on the musculoskeletal system from a physiotherapy perspective.

The theoretical part of the thesis presents a current overview of the issue of barefoot walking. It examines the impact of footwear on the foot, differences between walking in regular shoes and barefoot walking, the transition to barefoot walking and its associated positives, risks, and contraindications. The work also addresses the issue of so-called barefoot shoes.

Barefoot walking is considered one of the most effective ways to strengthen the leg muscles and improve their shock-absorbing capacity. It also contributes to maintaining the proper morphology of the foot, to higher sensorimotor control, and to reducing the risk of foot deformities and infections.

The result of the special part of the thesis is in the format of a systematic review, which included a total of twenty clinical studies. The goal was to determine the impact of barefoot walking on various areas of the musculoskeletal system, to be able to comprehensively assess its benefits and possible risks.

A large part of the included studies showed positive impact of barefoot walking, on the muscles of the lower limbs and the pelvic floor, the muscles of the back and neck, as well as on the arch of the foot and plantar loading of the foot with heel spur. The impact of barefoot walking on the load on the hip and knee joints and on balance during walking is disputable.

The broad focus of the work allowed for a better understanding of the overall impact of barefoot walking on the human body. The decision to incorporate barefoot walking into a physiotherapeutic plan must be approached with consideration of the individual health status and physical abilities of each patient.

Key words: barefoot walking, minimalist footwear, muscle, balance, posture

Obsah

1	Úvod.....	1
2	Postupy zpracování bakalářské práce	3
3	Noha.....	6
4	Bosá chůze	9
4.1	Vliv obuvi na nohu	9
4.2	Rozdíly mezi bosou chůzí a chůzí v běžné obuvi.....	10
4.3	Barefoot obuv	12
4.4	Přechod na barefoot obuv/ bosou chůzi.....	13
4.5	Kontraindikace barefoot obuvi/ bosé chůze	14
4.6	Bosochůze v moderním prostředí	15
4.7	Pozitiva a negativa bosochůze	16
5	Rešerše klinických studií	18
6	Diskuze	38
7	Závěr	44
8	Seznam použité literatury.....	45
9	Seznam obrázků	52
10	Seznam použitých zkratk.....	53

1 ÚVOD

Účelem této teoreticko-rešeršní bakalářské práce je podání výstižného a aktuálního přehledu problematiky bosé chůze, a to na základě analýzy relevantní literatury. V rámci rešerše ve speciální části práce bylo záměrem vyhledat studie zaměřující se na odlišné oblasti pohybového aparátu. Cílem práce je zjistit vliv bosé chůze na různé oblasti pohybového aparátu, aby bylo možné komplexně vyvodit její přínosy i možná rizika.

V současnosti je chůze naboso stále více populárnější a stává se aktuálním a oblíbeným tématem nejen v oblasti fyzioterapie. S rostoucím zájmem se však objevují v publikacích různé, navzájem se neshodující názory. Ty diskutují vhodnost a benefity bosé chůze, ale i možné problémy pohybového aparátu, které může chůze bez obuvi způsobit.

Objevuje se tedy nesoulad v postojích mezi zastánci klasického obouvání a zastánci barefoot obouvání. První skupina prosazuje názor, že noha potřebuje pevné vedení botou, podepření oblouků nožní klenby a tzv. anti-shock funkce. Druhá skupina je názoru, že noha je sama o sobě dokonalým výtvořem přírody a žádnou pomoc ke svému zdraví nepotřebuje (Pročková, 2016). V současnosti se však jen málo lidí pohybuje výlučně naboso. Většina lidí tráví většinu dne v obuvi (Pytlová, 2020). Důvodem může být fakt, že chození naboso je v rozporu s kodexem kulturního chování (Howell, 2012).

Díky evolučnímu vývoji se vzhled lidské nohy a její vlastnosti stále mírně mění. Člověk se v moderním světě často pohybuje obutý po rovných, uměle vytvořených površích. Avšak noha byla uzpůsobena na bosý pohyb po nepravidelně hrbolatém, přírodním terénu (Pytlová, 2020). Chůze naboso byla původní formou pohybu člověka v přírodě. Boty se využívají pouze v řádu deseti tisíc let (Kračmar et al., 2016). Vzniká zde tedy rozpor mezi původním účelem nohy a jejím dnešním využitím (Pytlová, 2020). Chůze naboso je lidskou přirozeností a nohy jsou k ní evolučně přizpůsobené, tedy dokážou zvládnout ve zdraví i ty nejtvrďší podmínky (Pročková, 2016).

Hlavním problémem se zdá být fakt, že konstrukce boty pohlcuje vibrace, otřesy a stimuly vznikající při interakci nohy se zemí. Tím nám boty odebírají důležité informace z proprioreceptorů na plošce nohy, které by byly v centrální nervové soustavě zpracovány a využity pro řízení pohybu. Takto mohou vznikat různé patologie nohou, které jsou známy hlavně u obutých civilizací (Pročková, 2016).

Různé terapeutické postupy zaměřené na cvičení kloubní stability mají za cíl posílit svaly v oblasti kotníků. Tímto způsobem by měly kotníky lépe zvládat nerovnosti, chůzi po písku, kamenech nebo kořenech v lese. Tato cvičení se obvykle provádějí pouze po krátkou dobu terapie, zatímco zbytek času je člověk v botách, které brání zapojení jednotlivých částí chodidla. Tato nápravná cvičení pro správné fungování celého těla jsou mnohdy nedostatečná (Bowman, 2017). Řešením v této oblasti fyzioterapie se může jevit právě bosá chůze, která má pro člověka velmi významné pozitivní účinky na zdraví. Bosému člověku se může zlepšit tělesná i duševní kondice, rovnováha i imunita (Slouka, 2018).

Vzhledem k aktuálnímu zájmu o bosou chůzi a množství protichůdných informací z různých zdrojů je podle mého názoru důležité a užitečné vytvořit stručnou a objektivní rešerši k tomuto tématu. Doposud neexistují jednoznačné závěry týkající se bosé chůze. Tato práce by mohla posloužit jako podklad pro zájemce o bosou chůzi a nabídnout jim odborný pohled na toto téma bez náklonnosti k variantě ať už pro, nebo proti. Tím může také pomoci zájemcům odolat potenciálním nástrahám reklamních tahů firem vyrábějících barefoot obuv.

2 POSTUPY ZPRACOVÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Bakalářská práce má formu teoretickou (rešeršní). Mezi hlavní metody zpracování této bakalářské práce patří analýza relevantní literatury, vypracování stručného přehledu problematiky bosé chůze a následně kritická diskuze. Výstup práce má charakter systematické rešerše. Cílem bylo odpovědět pomocí následujícího rešeršního postupu na stanovenou výzkumnou otázku: Jak ovlivňuje bosá chůze pohybový aparát?

K literární rešerši byl v září 2023 využit Discovery systém UKAŽ.cz, který poskytuje přístup k dalším databázím, jako je například MEDLINE, Web of Science či Scopus. Pro vyhledávání v uvedené vyhledávací platformě byla použita následující klíčová slova v anglickém jazyce: *"barefoot walking"*, *"minimalist footwear"*, *"muscle"*, *"balance"* a *"posture"*. Pro specifikaci vyhledávání byly přidány booleovské operátory AND a OR.

Na základě vybraných klíčových slov a s využitím booleovských operátorů byl sestaven následující vyhledávací dotaz: (*"barefoot walking"* OR *"minimalist footwear"*) AND (*"musc*"* OR *"balance"* OR *"posture"*). Pro vyhledávání různých termínů souvisejících se svaly, jako jsou *"muscle"*, *"muscles"*, *"muscular system"*, *"musculoskeletal system"* nebo *"muscle activity"*, jsem použila zástupný znak (*), který mi umožnil najít všechny výrazy začínající na *"musc"*.

Následně bylo přidáno časové omezení s cílem zahrnout pouze studie publikované po roce 2015. Vyhledávání dále bylo zúženo na studie v anglickém jazyce.

Jelikož takto bylo vyhledáno velké množství záznamů, bylo v druhé fázi vyhledávání zadáno další kritérium pro vyhledávání dotyčných klíčových slov. Konkrétně ke klíčovým slovům *"barefoot walking"* a *"minimalist footwear"* bylo přidáno omezení, aby slova byla vyhledávána pouze v názvech článků. Zbývající tři klíčová slova byla vyhledávána ve všech polích bibliografického záznamu.

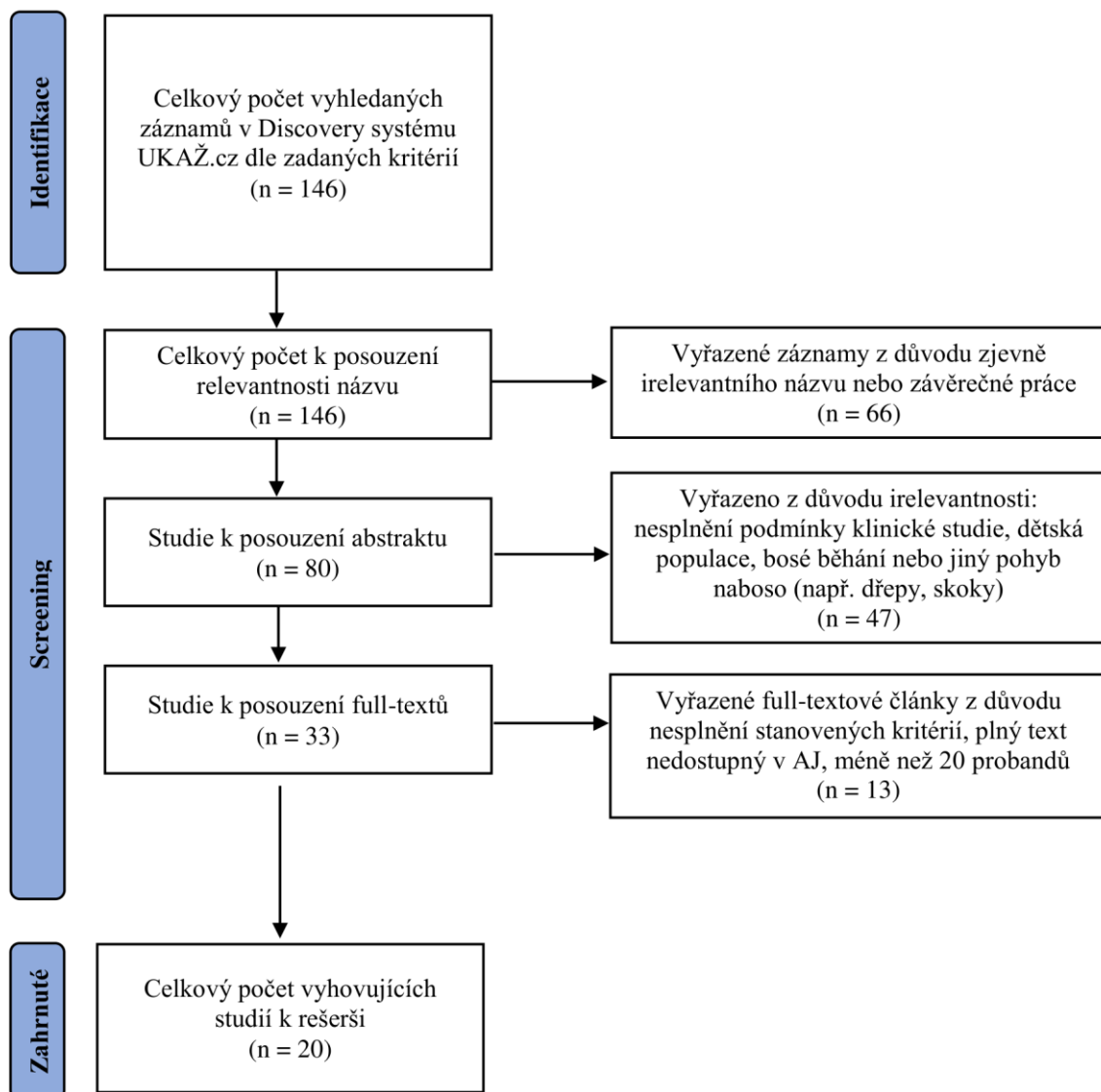
Ve třetí fázi vyhledávání byly vybírány pouze recenzované články, které zajišťují vysokou kvalitu, spolehlivost a důvěryhodnost publikovaných informací. Nebylo potřeba odstraňovat duplicitní články, neboť Discovery systém UKAŽ.cz sám identifikuje a eliminuje více verzí téhož článku, čímž se zajistí, že každý obsah je v databázi reprezentován pouze jednou. Po zadání těchto kritérií bylo vyhledáno celkem 146 záznamů.

Následně byly vybrané studie podrobněji zkoumány. Články byly nejprve tříděny dle názvů a následně dle abstraktů. V počátku vyhledávání bylo vyloučeno 66 studií kvůli zjevně irelevantním názvům nebo proto, že se jednalo o závěrečné práce. Poté byl posouzen abstrakt

u výsledných 80 studií, z nichž 47 bylo vyloučeno kvůli nedostatečné relevance. Důvody pro vyloučení zahrnovaly nesplnění kritérií klinické studie, zapojení dětské populace do výzkumu, zkoumání bosého běhání nebo jiného pohybu naboso, než je chůze, jako např. testování dřepů a skoků naboso. U zbývajících 33 studií byla posouzena relevantnost celých textů, přičemž 13 studií bylo vyloučeno kvůli nesplnění stanovených kritérií, z důvodu nedostupnosti v anglickém jazyce nebo proto, že do studie bylo zapojeno méně než 20 účastníků. Nevylučovaly se studie z důvodu pohlaví či státní příslušnosti probandů. Kritéria splňovaly také studie, které zkoumají vliv minimalistické nebo barefoot obuvi na pohybový aparát.

Nakonec bylo na základě relevance vybráno 20 studií, které splňovaly požadovaná kritéria. K prezentaci výsledků rešeršní činnosti byl využit PRISMA diagram, který poskytuje stručný přehled o počtu identifikovaných, zahrnutých a vyloučených zdrojů.

Obr. č. 2.1 PRISMA diagram



3 NOHA

V lidském těle tvoří kosti nohy dohromady čtvrtinu kostí celého těla. V jedné noze je 28 kostí. To znamená, že dohromady je v obou nohách 56 kostí z celkového počtu 206 kostí v lidském těle. Kosti tvoří základní pevnou konstrukci nohy. Kosti spolu artikulují v kloubních spojeních, kterých je v noze celkem 37. V jedné noze je také 28 svalů, díky kterým se kosti a klouby pohybují. Klouby jsou zpevňovány více než 100 vazy. V kloubech je tuhá tkáň chrupavky, která pomáhá tlumit nárazy (Čihák, 2015). Noha se dále skládá z podélné a příčné klenby, pomocí kterých chodidlo získává pevnost a flexibilitu. Při došlapu tyto oblouky absorbují energii a tlumí nárazy, které by poškozovaly klouby od nohy až k páteři (Howell, 2012).

Noha je kontaktním článkem mezi zemí a tělem, nese váhu celého těla a přenáší velké síly vznikající při pohybu (Kračmar et al., 2016). Pokud všechny komponenty nohy nepracují správně, může dojít k patologickým změnám a funkčním poruchám nohy (Levinger et al., 2010). Porucha funkce nohy může být příčinou i následkem řetězení funkčních poruch (Wrona, 2019). Dysfunkce nohy může působit bolesti ve vyšších etážích pohybového aparátu nebo být konečným článkem v řetězci funkčních poruch (Maršálková a Pavlů, 2012).

Správný pohyb nohou závisí na mnoha faktorech (Čihák, 2015). Zdravá noha se vyznačuje pružností, obratností a dostatečnou silou. Klíčové období pro rozvoj pružné a pevné nohy je v dětství, kdy dítě začíná samostatně stát a chodit. Pokud je v tomto období noha zpevněna botou, vlastnosti zdravé nohy se rozvinou jen částečně (Pytlová, 2020). Správně fungující noha by měla mít pevné a pružné vazy, aktivní svaly a nezablokované klouby (Lewitová, 2016). Vnitřní svaly nohou pomáhají kontrolovat změny napětí a tvaru klenby chodidla (Venkadesan et al., 2020). Tyto svaly jsou velmi důležité pro udržení rovnováhy pomocí jemných pohybů v chodidle (McKeon et al., 2015). Nesprávná funkce svalů a vazů může způsobit zablokování kloubů. Noha pak není dostatečně pružná a neumožňuje optimální nastavení pozice nohy (Lewitová, 2016). Slabé vnitřní svaly nohou mohou být také spojeny s častějším výskytem deformit nohou (Soysa et al., 2012). Vady nohou ovlivňují stoj i chůzi a mohou být predispozicí ke zranění pohybového aparátu, zejména dolních končetin (Levinger et al., 2010).

V oblasti přední části nohy je klíčový volný pohyb prstců do všech stran. Prstce mají mířit rovně dopředu, nikam neuhýbat a při klidném stoji být uvolněné. V přední a střední části nohy je důležité, aby nártní kosti byly lehce vyklenuté a aby byla viditelná jak podélná, tak

příčná klenba nohy. Střední část nohy je tužší část nohy, která se podílí na tlumení nárazu při dopadu nohy na zem a pomáhá nést váhu těla. Zadní část nohy je nejpevnější část nohy a je přizpůsobena k největšímu zatížení váhou těla (Čihák, 2015; Pytlová, 2020).

Zdravé nohy mají značný význam pro správnou funkci pohybového aparátu (Kolář, 2020). Správné fungování nohy je podstatné pro ochranu pat, kotníků, kolen, kyčlí i páteře před nárazy přicházejícími zdola (Lewitová, 2016). Správná aktivita nohy ulevuje přetěžovaným plantárním strukturám, což má další pozitivní následky promítající se do celého těla. Pročková (2016) uvádí ústup bolestí krční a bederní páteře, hlavy, kloubů dolních končetin, lepší stabilitu hlezenních a kolenních kloubů, lehkost pohybu, větší otužilost a odolnost organismu.

Hlavní funkcí nohy je vytvářet pevnou základnu a rovnoměrně rozkládat zatížení, které na nohu působí při stoji i při pohybu (Maršálková a Pavlů, 2012). Předpokladem stabilní pozice těla na zemi je právě správné přilnutí bosé nohy k terénu (Pytlová, 2020). Postavení jednotlivých segmentů nohy a výška podélné klenby má vliv na postavení kloubů dolních končetin i na celkovou posturu (Levinger et al., 2010). Nohy tvoří základní oporu vzpřímeného držení těla a při nesprávné opoře není možné zajistit napřímění páteře. Stabilizační funkce nohy je důležitá pro stabilizační funkci páteře. Naopak, pro cílenou funkci nohy je předpokladem správná trupová stabilizace a aktivita hlubokého stabilizačního systému páteře. Na aktivitu svalstva nohy reaguje i bránice a hrudník změnou postavení a dýchání (Kolář, 2020). Po stimulaci a lepším nastavení nožní klenby při zatížení dochází ke změně postavení pánve i k aktivaci hlubších vrstev svalů pánevního dna (Kinclová, 2016).

Dle Splichal (2021) ploska nohy aktivuje hlubokou stabilizaci kyčle, což je důležité pro fungování dolní končetiny v uzavřeném kinematickém řetězci. Svaly zahajující hlubokou kyčelní stabilizaci jsou zevní rotátory kyčelního kloubu. Aktivace těchto svalů vede ke koaktivaci svalstva pánevního dna, což zapojí bránici, musculus iliopsoas a nakonec gluteální svaly. Tato kaskáda vede k optimální stabilizaci kyčlí a středu těla. Jednou z příčin vedoucí k opoždění této aktivační kaskády je nošení obuvi.

Součástí nohy je velké množství nervových zakončení umožňující vnímání okolního terénu (Kračmar et al., 2016). Noha získává pomocí proprioreceptorů aferentní informace pro centrální nervovou soustavu (Maršálková a Pavlů, 2012). Tyto receptory zpracovávají různé informace, jako například protažení kůže, vnímání povrchu, vibrace či hluboký tlak. Jsou to stimuly, které umožňují vzpřímený stoj, přizpůsobení nerovnému terénu a absorpci dopadových sil (Splichal, 2021). Tyto informace jsou společně se zrakovými a taktilními stimuly a informacemi z rovnovážného ústrojí důležité k řízení pohybu (Maršálková a Pavlů, 2012).

Mozek využívá sensorické informace z chodidel k úpravě kroků při chůzi, což je klíčové pro ochranu kloubů těla před nárazy během chůze (Howell, 2012).

4 BOSÁ CHŮZE

Chůze představuje sérii pádů do stoje na jedné noze, při kterých je kontakt nohy následován nárůstem reakční síly země. K zachování maximálního množství energie tělo využívá dopadové síly jako zdroj potenciální energie pro další krok. Tyto dopadové síly jsou nejprve vnímány ploskou nohy, a to ve formě vibrací. Až 80 % receptorů na plosce nohy je citlivých na vibrace a noha díky této modalitě vnímání kontroluje pohyb. Vibrace prostupují svalovými kompartmenty nohy a bérce. Na to svaly zareagují izometrickou svalovou kontrakcí, čímž absorbují vibrace a chrání kosti nohy a bérce před nadměrnou zátěží (Splichal, 2021).

Při opakovaných pohybech při chůzi dochází jen k malým změnám v délce svalových vláken. K většině změn délky při chůzi dochází ve fasciálních tkáních, které reagují na napnutí a vracejí se do své klidové délky podobně jako pružina. Typickým znakem efektivní chůze je minimalizace svalové práce a maximalizace efektivity pružného návratu fasciálních tkání. To poskytuje energii pro pohyb a sval si může zachovat ideální vztah síly a délky (Earls, 2021).

4.1 VLIV OBUVI NA NOHU

Podle Howella (2012) je obuv nepřirozeným lidským vynálezem, který mění vzhled nohy a brání jejímu přirozenému fungování. Konstrukce obuvi je často ovlivněna módou a dlouholetými tradicemi, nikoli anatomickou stavbou a funkcí nohou. Lieberman a Vicari (2016) mluví o tzv. evolučním nesouladu, neboli onemocnění, které vzniká nebo se zhoršuje v důsledku rychlé změny životních podmínek. Týká se to např. nových podmínek moderního života, kterým se tělo nedokáže přizpůsobit. Příkladem této situace je vynález dnešní tuhé obuvi s úzkou špičkou, která vytváří abnormální tvar nohy včetně hallux valgus (Rapi, 2016). Nošení obuvi může způsobit řadu dalších problémů, včetně kladívkových prstů, plantární fasciitidy, bursitidy, Mortonovy neuralgie, artrózy kolene, zarůstání nehtů, puchýřů a mozolů. Mezi další problémy patří oslabení lýtkových svalů, snížená odrážecí schopnost prstů a změněná pozice kloubů od chodidla po páteř (Howell, 2012). Aby se člověk těchto problémů zbavil, musel by pochopit jejich podstatu. To by vyžadovalo změnu návyků a chování, vylepšení obuvi či snížení míry jejího nošení (Lieberman a Vicari, 2016). Kromě fyzických deformací obuv zapříčiňuje také četné bakteriální a plísňové infekce nohou. Na rukou jsou taková onemocnění vzácná, jelikož jsou téměř neustále odhalené, což neprospívá životu mikroorganismům. Mikrobům stejně tak nesvědčí bosé nohy (Howell, 2012).

Je známo, že obuv poskytuje ochranu nohám před chladem a poraněním. Nicméně běžná moderní obuv často obsahuje tuhý podrážku, tlumení, pružení a úzký tvar, který neodpovídá

anatomii nohy (Pročková, 2016). Obuv s podporou nožní klenby zabraňuje její přirozené funkci, zatímco odpružená špička obuvi omezuje pohyb prstů. Tuhá podrážka také omezuje drobné vyrovnávací pohyby chodidla. Tato omezení mohou vést k otokům chodidel a kotníků v důsledku sníženého průtoku krve a lymfy (Howell, 2012). Nohy postupně ztrácejí pružnost, pevnost, mobilitu a schopnost tlumit nárazy i generovat silný odraz (Pročková, 2016).

Moderní obuv zvedá prsty i patu do výšky, což jim brání v plném kontaktu se zemí (Sandler a Lee, 2011). Podpatek způsobuje dorsální flexi v metatarsofalangových kloubech, což vede k prodloužení chodidla a snížení aktivity svalů chodidla (Lewitová, 2016). Zvýšená pata v botě omezuje plné protažení Achillovy šlachy, což vede ke zkrácení svalu triceps surae a ke ztrátě jeho síly (Howell, 2012). Podpatek neumožňuje plný rozsah pohybu v mnoha kloubech, včetně kyčlí a kolen (Bowman, 2017). Zvýšený podpatek obuvi mění rozložení váhy na chodidle, přičemž zvednutí paty přesouvá váhu dopředu. To zvyšuje zátěž na prsty a kolena (Howell, 2012; Pytlová, 2020). Kvůli podpatkům musí tělo upravit náklon pánve a páteře, aby udrželo vzpřímený postoj (Bowman, 2017).

Konstrukce boty tlumí vibrace, otřesy a stimuly, které vznikají při interakci nohy se zemí. Člověku jsou odepřeny důležité informace z proprioreceptorů na chodidle. Receptory přestávají být stimulovány, tudíž se zpomalí senzitivita a nervy začnou slábnout a atrofovat (Splichal, 2021). Porušená aferentace z chodidla vede ke zhoršení řízení pohybu i rovnováhy (Maršálková a Pavlů, 2012). Pokud jsou impulsy směřující k malým nervům nohy zablokované nebo zastřené, organismus se více spoléhá na větší nervy v oblasti spodní části dolní končetiny. I takováto malá změna v propriocepci negativně ovlivní schopnost absorpce dopadových sil během pohybu (Lunga, 2018).

4.2 ROZDÍLY MEZI BOSOU CHŮZÍ A CHŮZÍ V BĚŽNÉ OBUVI

Mezi lidmi, kteří tráví většinu času v běžných botách, a těmi, kteří chodí převážně bosí, je patrný značný rozdíl (Pročková, 2016). V obou případech působí na pohybový aparát odlišné podněty. Každá obuv, a to i minimalistická, mění funkci nohy. Změna funkce jakékoli části těla ovlivní také aktivitu jeho ostatních částí. Následkem nošení obuvi může být změna pohybové aktivity celého těla (Pytlová, 2020).

Bosá noha či noha obouvaná do barefoot obuvi je silná, pružná, ohebná a dobře prokrvená (Pročková, 2016). Kůže na nohou se stává odolnější při intenzivní mechanické zátěži, která je typická při bosé chůzi, během níž je ploska nohy vystavena tlaku, smyku a ohybu (Pytlová, 2020). Tato zesílená kůže nohu chrání a současně umožňuje člověku citlivě vnímat

terén, po kterém chodí (Sandler a Lee, 2011). U pravidelně bosé nohy jsou klouby centrované, podélná i příčná klenba je správně klenutá, prstce jsou široce rozprostřeny a palec plní svou samostatnou funkční roli. Chůze je lehká, tichá a svižná a noha se aktivně přizpůsobuje terénu (Pročková, 2016). Noha, která je pravidelně obuta v klasické obuvi, se nemůže správně přizpůsobit terénu a často je slabá, hypotonická, tuhá a rigidní (Kračmar et al., 2016). Kůže chodidla je jemná a málo odolná. Často se objevuje decentrované nastavení kloubů, plochonoží, neaktivní prstce a palec, který ztrácí svou opěrnou i odrazovou funkci. Chůze v obuvi bývá hlučnější (Pročková, 2016).

Nošení současné obuvi může zvýšit riziko zranění nohou (Sandler a Lee, 2011). V současné obuvi bývají svaly nohy méně aktivní, což může vést k horší stabilizaci nohy, její snazší rotaci a potenciálně k distorzi kotníku. Během bosé chůze svaly nohy pracují intenzivněji, což vede k větší stabilizaci nohy a odolnosti proti nežádoucím pohybům (Pytlová, 2020). Pokud jde o rozdíly v aktivitě dalších svalů, Wirth et al. (2011) zjistili, že některé svaly v oblasti zad a krku, konkrétně m. iliocostalis, m. sternocleidomastoideus a hluboké extenzory krční páteře, jsou při bosé chůzi aktivnější než při chůzi v tradiční obuvi.

Způsob, jakým noha dopadá na zem, je ovlivněn jak typem obuvi, tak povahou terénu, po kterém se člověk pohybuje. Na tvrdém terénu člověk dopadá více přes přednoží, které lépe ztlumí náraz na zem, zatímco na měkkém terénu dopadá více přes paty. Obuv omezuje senzorickou zpětnou vazbu z chodidla, což vede k nepřírodně dlouhým krokům a k většímu úhlu dopadu paty na zem (Howell, 2012). Moderní vyměkčená obuv tedy snižuje schopnost vnímat nárazové síly při dopadu (Bowman, 2017; Pytlová, 2020). Patní vazivově-tukový polštářek není v botách příliš stlačen, což vede k silnějšímu došlapu nohy na zem bez ochranné bolesti z oblasti paty (Wearing et al., 2014). Tyto faktory významně zvyšují nárazy na klouby hlezenní, kolenní, kyčelní i klouby páteře. Chůze v obuvi tak může vést k bolestem bederní páteře nebo k artróze kolenního kloubu (Howell, 2012).

Bosá noha lépe využívá potenciál svalově-vazivových tlumičů při došlapu než noha v tradiční obuvi. Při odrazu je navíc schopna generovat větší sílu nejen vertikálně, ale i směrem dopředu (Zahutová et al., 2018). Chůze naboso umožňuje hlezenním kloubům a kloubům chodidla pohybovat se v plném rozsahu (Howell, 2012). Proměnlivý pohyb nohy při bosochůzi v přírodním terénu předchází jejímu přetížení a zvyšuje rovnováhu i zdraví celého pohybového aparátu (Pytlová, 2020). Při chůzi naboso je krok kratší, frekvence kroků vyšší a celková rychlost chůze je pomalejší než v obuvi. Klenba nohy je při dlouhodobé chůzi naboso obvykle

vyšší. Přední část nohy je širší a vyvíjí se nižší tlak na oblast paty a přední část nohy, protože bosá chodidla našlapují větší plochou (Franklin et al., 2015).

4.3 BAREFOOT OBUV

V posledních letech vzrůstá oblíbenost barefoot obuvi, která je využívána jak při sportovních, tak rekreačních aktivitách (Petersen et al., 2020). Tato obuv napodobuje přirozenou chůzi naboso a zároveň poskytuje ochranný povrch (Zahutová et al., 2018). Barefoot obuv byla původně navržena pro chůzi po měkkých přírodních terénech, přičemž její zastánci vycházeli z evolučních teorií o přirozeném pohybu nohy (Koliba, 2019). Zatímco barefoot obuv umožňuje noze maximální rozsah pohybu, neumožňuje noze stimulaci nerovnostmi a teplotou terénu jako chůze naboso (Pytlová, 2020). Podle Rybové (2019) je barefoot obuv přínosnější s vloženou individuální stélkou než bez ní.

Lewitová (2016) považuje za vhodné ty boty, které jsou lehké, ohebné, poskytující prstům dostatek prostoru a které nemají tvarovanou stélku, tuhou patu, podpatek či zvednutou špičku. Dále by měly mít podrážku, která umožňuje vnímání terénu a podporuje přirozený pohyb nohy. Pročková (2016) uvádí, že tyto vlastnosti splňují jak barefoot boty, tak i minimalistické boty. Mezi touto obuví je rozdíl v tloušťce podrážky. Barefoot boty mají podrážku tenkou v rozmezí 1,5-8 mm, zatímco minimalistické boty mají podrážku o tloušťce cca 1 cm a často také mírně zvednutou patu (tzv. drop).

Minimalistická podrážka přispívá k větší flexibilitě boty, což podporuje přirozenou schopnost nohy efektivně vstřebávat a přenášet dopadové síly. Tenká podrážka podporuje lepší vnímání dopadových sil, což vede k uvědomělejším pohybovým vzorcům a k rychlejší reakci na zátěž. Malý výškový rozdíl mezi patou a špičkou snižuje napětí v Achillově šlase a pomáhá udržovat subtalární kloub v mírné inverzi, což přispívá ke zvýšené stabilitě nohy (Splichal, 2021).

Pro úplnost je třeba podotknout, že obuv typu žabky, ačkoliv se zdají být minimalistické, nespĺňují charakteristiku spojení s nohou pro přirozený způsob chůze. Člověk musí nepřirozeně zapojovat svaly, aby obuv udržel na nohou. Zatínání prstů je nezbytné rovněž u bot s volnou patou, jako jsou sandály či pantofle. Zatínání prstů může vést ke zkrácení jejich svalů, což může ovlivnit rovnováhu i sílu nožní klenby a v krajních případech to může vyústit v kladívkové prsty (Bowman, 2017).

4.4 PŘECHOD NA BAREFOOT OBUV/ BOSOU CHŮZI

Vzhledem k tomu, že člověk po celý život chodí po umělých površích, tělesná muskulatura se již na tento typ povrchu adaptovala. Chce-li člověk přestat chodit v obuvi, je třeba nejdříve eliminovat nevhodné návyky, jako je celoživotní adaptace na boty, velmi časté sezení a obecně málo chůze či chůze po nepřirozeném terénu. Všechny tyto návyky mohou způsobovat potíže s chodidly (Bowman, 2017). Podle Wrona (2019) by rozhodnutí o přechodu k bosochůzi mělo být založeno na podrobném kineziologickém rozboru, odběru anamnézy a případném přístrojovém měření. Je důležité poučit člověka o principu nošení, včetně frekvence nošení, terénu a možných vedlejších účincích. Zejména v prvních týdnech je vhodná cílená péče o chodidlo, které je vystaveno zvýšené zátěži.

Na samém začátku je potřeba postupovat v adaptaci pozvolna, s vysokou opatrností a najít místo s bezpečným a pestrým přírodním terénem (Pročková, 2016). Howell (2012) doporučuje nejprve začít chodit naboso doma a na zahradě, řídit auto bosí a zouvat se při sezení. Dále se doporučuje pozorně vnímat nerovnosti terénu pomocí plosky nohy, soustředit se na techniku chůze a experimentovat s různými druhy došlapu (Pročková, 2016). Čas strávený chůzí by měl být postupně prodlužován, neboť slabé nohy se při bosé chůzi snadno přetížují (Howell, 2012). Je vhodné začínat po kratších úsecích a navyšovat vzdálenost postupně.

Dále je vhodné postupně navyšovat náročnost terénu ve smyslu přechodu z přírodního terénu do městského prostředí (Pročková, 2016). Nejdříve je vhodné vybrat méně náročný terén, jako je trávník na zahradě nebo lesní cesta, a poté postupně přecházet k náročnějším terénům, jako je louka nebo pohyb mimo vyšlapané cesty (Howell, 2012). K tréninku bosochůze se může přidat balancování na kamenech a kládách, skákání či proběhnutí (Pročková, 2016). Slouka (2018) tvrdí, že při přechodu na bosou chůzi, zejména na tvrdém povrchu, je zapotřebí změnit lokomoční stereotyp. To zahrnuje kratší kroky s měkkým došlapem naplocho nebo nejprve na špičku, nikoli dlouhé kroky s tvrdým dopadem na patu. Městský povrch by měl být zvolen jako poslední, kdy už člověk získal základy pro bosou chůzi na přírodním terénu (Pytlová, 2020).

Bowman (2017) doporučuje nejprve alespoň měsíc denně provádět nápravné cviky a změny návyků, a to při stálém nošení normálních bot. Cvičení by mělo cílit na posílení oslabených svalů nohou. Později by bylo vhodné postupně přecházet na boty s nižšími podpatky (Pytlová, 2020). Pokud člověk nosí po většinu svého života tradiční obuv s jakýmkoli podpatkem, struktura jeho nohy se adaptuje jinak, než je ideální pro chůzi s patami přímo na

zemi. Rychlý přechod na boty bez podpatku proto může zvýšit riziko poranění (Bowman, 2017). Čím více je člověk zvyklý na chůzi v tuhé moderní obuvi, tím déle může přechod na chůzi v barefoot obuvi trvat (Pročková, 2016). Barefoot obuv může sloužit jako přechodná fáze před chůzí naboso, nebo může být konečným řešením směřujícím k přirozenějšímu pohybu celého těla (Pytlová, 2020).

Během prvních dnů nošení barefoot obuvi může dojít k hypersenzitivitě během každé fáze, kdy noha přichází do kontaktu se zemí (Lewitová, 2016). Může také dojít ke snížení rychlosti chůze, zkrácení délky kroku i k bolestem pat z plantární strany. Někdy se mohou objevit také pozátěžové úponové bolesti v oblasti kyčelních kloubů, nespecifické bolesti v bederní oblasti či potíže tvořící klinický obraz calcar calcanei či plantární fasciitidy (Wrona, 2019). Rychlý přechod k bosé chůzi s využitím barefoot obuvi může přinést riziko únavových zlomenin metatarzů či zánětů šlach. Navíc může dojít k lokálnímu přetížení plosky nohy nebo k dekompenzaci dlouhodobě fixovaného postavení v kolenních a kyčelních kloubech či v bederní a křížové oblasti páteře (Krawczyk, 2019).

4.5 KONTRAINDIKACE BAREFOOT OBUVI/ BOSÉ CHŮZE

Barefoot obuv není vhodná pro každého. Jsou známy diagnózy, u kterých není barefoot obuv žádoucí. V těchto případech je pevná ortopedická obuv a protetické pomůcky zcela vyhovující (Pročková, 2016).

U pacientů s těžkými neurologickými a ortopedickými onemocněními, jako je např. dětská mozková obrna, nebo u pacientů po cévní mozkové příhodě, bývá bosá chůze riziková a nohu je zde potřeba zpevnit botou. Bosou chůzi mohou tyto pacienti využívat příležitostně jako rehabilitační cvičení (Pytlová, 2020). Bosá chůze také není vhodná pro osoby se sníženou citlivostí nohy (Krawczyk, 2019). Osoby s polyneuropatií či diabetem mellitem by měly nosit boty, aby si chránily nohy před úrazy, jako jsou řezné rány (Howell, 2012). Koliba (2019) rovněž nedoporučuje bosochůzi lidem s revmatoidní artritidou, lidem s poškozením nervů dolních končetin bez ohledu na příčinu či vážněji nemocným lidem.

U dětí s vrozenými vývojovými vadami nohou či ostatních částí pohybového aparátu může barefoot obuv jejich zdravotní stav ještě zhoršit (Mayerová, 2019). Krawczyk (2019) tvrdí, že pro děti s výraznou hypermobilitou a flexibilní plochou nohou není nošení barefoot obuvi na tvrdých površích vhodné. Noha kavózního typu, charakterizovaná abnormálně vyklenutou, tuhou a rigidní podélnou klenbou, která nesprávně pruží, je kontraindikací pro barefoot obuv a bosou chůzi (Mayerová, 2019). Lidem s výraznou poruchou držení dolních

končetin, kteří se věnují výkonnostním aktivitám, se obvykle nedoporučuje využívat barefoot obuv na tyto činnosti (Rybová, 2019).

Pro obézní osoby je důležité efektivní tlumení nárazů při kontaktu s terénem, protože kombinace vyšší váhy a tvrdého dopadu může způsobovat zdravotní komplikace. Ačkoliv chození naboso pro lidi s nadváhou nebo obezitou není absolutní kontraindikací, měli by být obzvláště opatrní a měli by rozdělit bosochůzi do kratších intervalů během dne v porovnání s osobami normální váhy (Pytlová, 2020).

Krawczyk (2019) uvádí, že vzhledem k omezenému množství studií ohledně optimálního povrchu pro používání barefoot obuvi se rychlá chůze nebo běh po asfaltu a betonu považuje za relativní kontraindikaci. Navíc kvůli nedostatečné pevnosti barefoot obuvi je autor nedoporučuje kombinovat s korekčními a podpůrnými ortopedicko-protetickými pomůckami. Podle Rybové (2019) může být omezením pro nošení barefoot obuvi intenzita, vzdálenost nebo doba vykonávaného pohybu.

4.6 BOSOCHŮZE V MODERNÍM PROSTŘEDÍ

V moderním světě není chůze naboso vždy přirozená. Důvodem je přítomnost mnoha tvrdých a rovných umělých povrchů, které mohou na tělo vyvíjet nepřirozenou zátěž. V takovém prostředí boty fungují jako tlumiče, které chrání tělo před možným zraněním způsobeným opakovaným dopadem (Bowman, 2017). Při výběru typu obutí by mělo být zohledněno, po jakém povrchu se osoba bude pohybovat (Franklin et al., 2015). Vhodnost bosé chůze po tvrdých površích v urbanizovaném prostředí nezávisí z čistě mechanického hlediska pouze na tvrdosti povrchu, ale i na způsobu dopadu chodidla. Nicméně lidský pohyb není jen otázkou biomechaniky. Zda bude bosá chůze ve městě pro konkrétního člověka přínosná, závisí na jeho strukturální stabilitě nohy a na kvalitě pohybového vzoru chůze (Pročková, 2016).

Chůze naboso po umělém chodníku představuje pro tělo určité výzvy. Na rovném umělém povrchu se vazy a svaly podepírající klenbu nohy více zatěžují, neboť zde chybí přirozené nerovnosti, které by klenbu nohy podepíraly jako v přírodě. Navíc dopad bosé nohy na tvrdý chodník je silný a musí být efektivně ztlumen (Pytlová, 2020). Nepřirozené zatížení chodidel vyrovnává člověk nepřirozeně zvětšenou flexí kolenních kloubů, aby došlo ke zmírnění nárazů do chodidel. Chůze po rovných umělých površích bez stoupání či klesání také může oslabit kyčelní klouby, což může způsobit vychýlení dolní končetiny z její přirozené osy (Bowman, 2017).

Nohy, které jsou od dětství zvyklé na bosou chůzi v urbanizovaném prostředí, často dokážou takovouto zátěž zvládnout ve zdraví. Větší riziko se však vyskytuje u lidí s hypotonií a hypermobilitou. Pro tyto jedince mohou být užitečné měkké ortopedické vložky, které jsou vyrobeny přímo do barefoot obuvi (Pytlová, 2020).

4.7 POZITIVA A NEGATIVA BOSOCHŮZE

Bosá chůze je považována za jeden z nejefektivnějších způsobů, jak posílit nohy a optimalizovat jejich schopnost tlumit nárazy při kontaktu s podložkou (Pytlová, 2020). Lieberman (2014) tvrdí, že barefoot obuv může ovlivnit nejen sílu a velikost vnitřních svalů nohou, ale také morfologii chodidla. Dle Hollandera et al. (2017) populace, které jsou zvyklé chodit naboso nebo v barefoot obuvi, mají obecně širší chodidla. Holowka et al. (2018) popisují, že vnitřní svaly chodidla, konkrétně m. abductor hallucis a m. abductor digiti minimi, byly silnější u osob, které nosí běžně barefoot obuv, ve srovnání s těmi, kteří preferují tradiční obuv. Bosá chůze nejenže pomáhá fyzicky, ale také zvyšuje citlivost chodidel, což umožňuje jedinci vnímat různé struktury a teplotu země (Slouka, 2018). Neporušená citlivost, tedy dobrá sensorická zpětná vazba z chodidla, společně se zvýšenou silou chodidla, zlepšují rovnováhu při stožení a chůzi, a jsou proto významnými faktory v prevenci pádů především u starších osob. Proto chůze naboso může mít příznivé účinky na senzomotorickou kontrolu (Machado et al., 2017).

Rybová (2019) upozorňuje na význam barefoot obuvi s dobře navrženou špičkou, která poskytuje dostatek prostoru pro prsty. Takový design je obzvláště vhodný pro lidi po chirurgických zákrocích, jako je odstranění nehtu nebo jiné operace na nohou. Howell (2012) zdůrazňuje, že chůze bez obuvi může snižovat riziko vzniku deformit a infekcí nohou.

Noha je složená z řady reflexních zón, z nichž každá je spojena s určitým orgánem v těle. V místě klenby nohy se nachází reflexní zóna páteře. Pokud má člověk trvale sníženou klenbu nohy, může to ovlivnit i osu páteře. Působením na reflexní zóny, např. akupunkturou či akupresurou, lze stimulovat regeneraci těchto orgánů a podpořit tak jejich léčbu (Bubeníčková, 2016). Nerovnosti terénu vyvíjejí při bosochůzi tlak na různé části chodidel, což stimuluje tyto reflexní zóny a podporuje aktivitu chodidel. Díky tomu se bosá chůze může pro moderního člověka nabízet jako přirozená akupresura chodidel (Pytlová, 2020).

Jak uvádí Splichal (2021), během prvních několika kroků chůze tvoří nervosvalový systém podvědomé pohybové vzorce, které vyrovnávají dopadové síly. Toto je možné díky anticipační nervosvalové reakci, kdy svaly "předpovídají" míru dopadových sil a tvoří

izometrické kontrakce, aby tyto síly zpracovaly. Bosá chůze podporuje tento proces, protože přímý kontakt nohy se zemí bez tlumící vrstvy obuvi poskytuje přímější zpětnou vazbu a stimulaci těchto nervosvalových pohybových vzorců. Díky tomu je tělo schopno rychleji a efektivněji zpracovávat dopadové síly, což může přispět k lepší stabilitě, koordinaci a prevenci zranění.

Z pohledu ortopeda Krawczyka (2019) má chůze naboso příznivý vliv na pohybový aparát, avšak měla být provozována pouze po přírodním terénu. Mayerová (2019) dodává, že bosochůze by měla být provozována jen po krátkou dobu každý den. Mnoho umělých povrchů v moderním prostředí nevede k efektivnímu přenosu vibrací. Místo toho jsou tyto vibrace absorbovány tělem. To zvyšuje riziko zranění z přetížení, jako je kompartment syndrom, zánět Achillovy šlachy či únavové zlomeniny (Splichal, 2021). Celodenní bosochůze po tvrdých městských površích může vést také k artróze nosných kloubů a k problémům s páteří (Mayerová, 2019). Mohou se tedy vyskytovat případy, kdy došlo následkem bosého pohybu ke vzniku nových obtíží. Tyto obtíže se častěji objevují u rychlé chůze až běhu, což má v porovnání s chůzí vyšší nároky na strukturální stabilitu nohou a správnou techniku pohybu (Saxby, 2011).

Příčinou vzniku obtíží při bosochůzi může být fakt, že lidé jsou zvyklí chodit po patách. Avšak barefoot obuv a bosá chůze vyžadují jiný styl chůze s dopadem na přednoží (Mayerová, 2019). Na rozdíl od běžné obuvi barefoot obuv netlumí náraz nohy na zem. Tuto tlumící funkci přebírá noha a zbytek těla, které si tomu v moderní obuvi odvykly. Pokud člověk nezmění svůj styl chůze při používání barefoot obuvi, vyskytne se riziko poškození nohy či přetížení jiných kloubů těla (Pytlová, 2020). Mayerová (2019) dále uvádí, že nošení barefoot obuvi, která není dostatečně zateplená a má tenkou podrážku, může vést v zimním období k podchlazení nohou. Následně může dojít k revmatickým a artrotickým změnám.

5 REŠERŠE KLINICKÝCH STUDIÍ

Tato kapitola obsahuje slovní analýzu jednotlivých klinických studií. Bylo vybráno celkem 20 klinických studií na základě přesně definovaných kritérií. Cílem bylo vyhledat studie, které splňují zadaná kritéria, ve kterých se měly shodovat. Zároveň se však měly tyto studie lišit v oblastech pohybového aparátu, na které se zaměřují. Záměrem bylo vyhledat studie zaměřující se na co největší počet odlišných oblastí pohybového aparátu. Výsledným cílem bylo komplexně mapovat různé oblasti pohybového aparátu, na které může mít bosá chůze vliv. Jelikož minimalistická a barefoot obuv má za cíl napodobovat bosou chůzi, zařadila jsem ji také do kategorie bosé chůze, a proto je zahrnuta mezi následující studie.

Nebylo reálné zahrnout studie zaslepené nebo placebem kontrolované. Vypracování takovýchto studií v oblasti bosé chůze není standardní. Specifika bosé chůze a jejího vlivu na pohybový aparát znemožňují použití těchto metodologických přístupů v praxi. Proto bylo možné zařadit do rešerše pouze klinické studie, přičemž některé z nich byly randomizované, prospektivní nebo průřezové. Přestože různé studie hodnotí vliv bosé chůze odlišně, každá se zaměřuje především na převažující efekt na pohybový aparát.

Daily activity in minimal footwear increases foot strength

Curtis et al. (2021) ve své klinické studii zkoumají vliv šestiměsíčního pravidelného nošení minimalistické obuvi na sílu a morfologii chodidla u dospělých.

Tento článek kombinuje metodiku prospektivní a průřezové studie. V rámci prospektivní studie byla zkoumána první skupina probandů. Tuto skupinu tvořilo 22 účastníků bez zkušeností s nošením minimalistické obuvi, kteří běžně nosili konvenční obuv. Minimalistickou obuv měli nosit alespoň 70 % času, kdy byli obuti, a to 6 dní v týdnu po dobu 6 měsíců. Minimálně 6 měsíců před zahájením studie u nich neměly být zjištěny žádné patologie dolních končetin.

Druhá skupina byla zkoumána v rámci průřezové studie. Tuto skupinu tvořilo 20 účastníků, kteří měli průměrně 2,5letou zkušenost s nošením minimalistické obuvi. Byla zapojena také kontrolní skupina s 24 účastníky, kteří pokračovali v nošení své běžné obuvi.

Měřila se klenba nohy a síla chodidel, konkrétně maximální plantární flexe v metatarsofalangových kloubech, a to jak před, tak po intervenci. K měření síly flexe prstů na noze byl využit dynamometr.

Podle výsledků se po intervenci relativní výška klenby významně nelišila mezi kontrolní a intervenční skupinou. Oproti tomu v druhé skupině s 2,5letou zkušeností byla výška klenby nohy významně vyšší. V žádné ze skupin se nepotvrdilo očekávané zvětšení šířky chodidla.

Výsledky studie dále ukazují, že se síla chodidla zvýšila o průměrných 57,4 % po 6 měsících každodenního nošení minimalistické obuvi. Skupina s 2,5letou zkušeností měla srovnatelnou sílu chodidla jako skupina po 6 měsících. To naznačuje, že 6 měsíců pravidelného nošení minimalistické obuvi může být dostatečné k dosažení maximální síly. Také to naznačuje, že po uplynutí 6 měsíců již není výrazný nárůst síly svalů. Zvýšená síla chodidel přináší důležité zdravotní výhody a může minimalizovat riziko deformací, jako jsou hallux valgus, drápkovité nebo kladívkové prsty. Kromě toho je síla vnitřních svalů chodidla spojena s lepší stabilitou, což může snížit riziko pádů, zejména u starších osob.

Foot strength and stiffness are related to footwear use in a comparison of minimally- vs. conventionally-shod populations

Holowka, Wallace a Lieberman (2018) ve své klinické studii zkoumají, zda je používání bot s prvky, které omezují pohyby nohy (omezující či odpružené špičky, podpatky a podpůrné stélky), spojeno se slabšími svaly chodidla a sníženou tuhostí klenby nohy. Mnoho lidí ve vyspělých zemích má ploché nohy, a tedy sníženou tuhost podélné klenby, což může mít dopad na chůzi.

Ve studii byla sbírána data od 75 mužů nosících minimalistickou obuv a od 26 mužů, kteří běžně nosí konvenční obuv. Vylučovací kritéria zahrnovala nedávnou bolest nohou, předchozí zranění nohy a patrnou odchylku v chůzi. Účastníci chodili naboso přes pedografickou platformu, přičemž byli snímáni dvěma kamerami. Během chůze byla pomocí kinematických a kinetických dat měřena dynamická tuhost podélné klenby. Dále byly ultrazvukem zkoumány příčné průřezy tří vnitřních svalů chodidla: abductor hallucis (AH), flexor digitorum brevis (FDB) a abductor digiti minimi (ADM).

U účastníků nosících minimalistickou obuv byla výška a dynamická tuhost podélné klenby vyšší o 9 % a 27 % ve srovnání s účastníky nosícími konvenční obuv. Dostatečná dynamická tuhost klenby může mít vliv na prevenci patologií spojených s plochou nohou. Mezi patologie se řadí plantární fasciitida, osteoartritida kolene a zlomeniny kůstek střední části nohy.

Nízkou klenbu nohy mělo 31 % účastníků nosících konvenční obuv, zatímco mezi účastníky nosícími minimalistickou obuv to bylo pouze 1 %. Účastníci nosící konvenční obuv měli v průměru o 12 % delší nohy a o 7 % vyšší rychlost chůze než ti v minimalistické obuvi.

Plochy příčného řezu AH a ADM u účastníků nosících minimalistickou obuv byly průměrně o 0,2 cm² a 0,1 cm² větší než u účastníků nosících konvenční obuv. Plochy příčného řezu FDB u účastníků nosících minimalistickou obuv byly o trochu větší, ale výsledky nebyly statisticky významné. Dále bylo zjištěno, že velikost svalu abductor hallucis je pozitivně korelována s tuhostí podélné klenby při chůzi.

Studie naznačuje, že nošení konvenční obuvi souvisí se slabostí vnitřních svalů chodidla. Toto může zvyšovat riziko snížené tuhosti chodidla a potenciálně vést k vývoji plochých nohou.

Walking in Minimalist Shoes Is Effective for Strengthening Foot Muscles

Cílem klinické studie od Ridge et al. (2019) bylo určit vliv chůze v minimalistické obuvi a cvičení zaměřeného na posílení svalů chodidla na jejich velikost a sílu.

Studie se zúčastnilo 57 běžců ve věku od 18 do 34 let. Pro zařazení do studie bylo nutné, aby účastníci vykazovali průměrnou týdenní běžeckou vzdálenost 24 km alespoň 6 měsíců před začátkem studie. Vyřazovací kritéria zahrnovala zranění dolních končetin v průběhu posledních 3 měsíců před začátkem studie nebo běhání naboso či v minimalistické obuvi během předchozích 3 měsíců.

Probandi byli náhodně rozděleni do tří skupin: chůze v minimalistické obuvi (MSW), cvičení na posílení chodidla (FS) a kontrolní skupina (C). Účastníci skupiny MSW postupně každý týden navyšovali počet svých kroků, dokud nedosáhli cílového počtu 7000 kroků denně alespoň 5 dní v týdnu. Skupina FS prováděla sérii cvičení na posílení vnitřních a vnějších svalů chodidla alespoň 5 dní v týdnu.

Síla svalů chodidla se měřila pomocí speciálních dynamometrů a velikost svalů se měřila ultrazvukem. Měření probíhala na začátku (0. týden), v polovině (4. týden) a na konci (8. týden) studie výzkumníkem, který nebyl během celého sběru dat informován o tom, do jaké skupiny byl jednotlivec přiřazen.

Velikost a síla svalů významně vzrostly od 0. týdne do 8. týdne ve skupinách FS a MSW. Průměrná změna velikosti svalů ve skupině FS byla $11,32 \pm 2,86$ %, zatímco skupina MSW prokázala průměrnou změnu $7,05 \pm 2,92$ %. V kontrolní skupině nebyly zaznamenány žádné

změny ve velikosti svalů (průměrná změna byla $-0,08 \pm 1,35 \%$). Průměrné procentuální změny v síle svalů chodidla byly následující: C = $4,98 \pm 2,94 \%$, FS = $58,48 \pm 33,91 \%$, MSW = $41,11 \pm 12,55 \%$. Rozdíl ve zvýšení síly mezi skupinami FS a MSW nebyl statisticky významný. Bylo však pozorováno, že členové skupiny FS dosáhli zvětšení velikosti svalů dříve než ti ve skupině MSW.

Ačkoliv ve skupinách FS i MSW došlo ke zvětšení všech svalů, svaly flexor hallucis brevis, quadratus plantae a flexor digitorum brevis vykázaly větší nárůst ve skupině FS než v MSW. Specifičnost některých cviků ve skupině FS pravděpodobně způsobovala vyšší aktivaci flexorových svalů než chůze ve skupině MSW. Nicméně chůze také vedla ke značnému zvětšení velikosti a síly svalů, a navíc se jedná o funkčnější aktivitu. Vzhledem k tomu, že většina lidí během dne chodí, může být chůze účinnější a praktičtější metodou oproti cvičením, která vyžadují více času a energie k provedení.

Výsledky studie naznačují, že obě intervence poskytují dostatečný podnět pro významné zvýšení svalové síly. Chůze v minimalistické obuvi má srovnatelný účinek s cvičením na posílení chodidla, pokud jde o zvětšení velikosti a síly svalů chodidla. Posílení svalů chodidla, ať už prostřednictvím chůze v minimalistické obuvi či cíleným cvičením, může zlepšit funkci chodidla a snížit riziko jeho zranění.

Effect of Vibram FiveFingers Minimalist Shoes on the Abductor Hallucis Muscle

Campitelli et al. (2016) ve své klinické studii zkoumali účinek minimalistických bot Vibram FiveFingers Bikila (VFF) na vnitřní svalstvo nohy. Zabývali se otázkou, zda postupný přechod na minimalistickou obuv zvýší tloušťku svalu abductor hallucis.

Ve studii bylo rozděleno 48 zdravých jedinců do čtyř skupin. Kontrolní skupina nosila tradiční obuv. Druhá skupina měla omezený čas, po který mohla chodit v botách VFF. Třetí skupina běhala v botách VFF. Poslední skupina chodila v botách VFF bez omezení. Tloušťka svalu abductor hallucis byla měřena pomocí ultrazvuku na začátku, po 12 týdnech a po 24 týdnech. Osoby v obou skupinách chůze byly instruovány, aby chodily normálním tempem každý den v botách VFF.

Ultrazvuková měření ukázala statisticky významný nárůst tloušťky svalu abductor hallucis ve skupinách s omezenou i neomezenou chůzí i v běžecké skupině. Avšak skutečný maximální nárůst od začátku studie se pohyboval mezi 0,9 a 1,5 mm. Je třeba poznamenat, že vliv zvětšení průřezové plochy svalu abductor hallucis na získání síly zatím není jasný.

Tloušťka svalu abductor hallucis byla v této studii měřena pouze v jednom rozměru a průřezová plocha nebyla vypočítávána.

U kontrolní skupiny nebyly rozdíly v průměrné tloušťce svalu mezi časovými obdobími významné. Toto však bylo očekáváno, protože jedincům v kontrolní skupině bylo dovoleno nosit jakýkoli typ obuvi kromě minimalistické. Navíc nebyly kladeny žádné omezení na jejich běhání či chůzi.

Tato studie prokázala, že nošení bot VFF významně zvýšilo tloušťku svalu abductor hallucis. Tento sval hraje klíčovou roli v podpoře mediální podélné klenby nohy. Posílení této klenby může pomoci lépe kontrolovat pronaci a potenciálně snížit riziko zranění nohy. Nadměrná pronace chodidla, často spojená se slabostí klenby, může totiž vést ke zraněním. Navíc zvýšení tloušťky a předpokládané posílení svalu abductor hallucis by mohlo pomoci předcházet patologickým změnám nohy spojených se svalovou atrofií.

Modifications in lower leg muscle activation when walking barefoot or in minimalist shoes across different age-groups

Cílem klinické studie od autorů Franklin, Li a Grey (2018) bylo zjistit, zda chůze naboso nebo v minimalistické obuvi vyvolává zvýšenou aktivaci svalů bérce ve srovnání s chůzí v konvenční obuvi.

Do studie bylo zapojeno 70 zdravých dospělých ve věkovém rozmezí od 20 do 87 let. Účastníci byli rozděleni do tří věkových skupin: MLADÍ (méně než 40 let, n = 20), STŘEDNÍ (40 až 70 let, n = 30) a STARŠÍ (více než 70 let, n = 20).

Všichni účastníci měli chodit po 7m dlouhé dráze ve čtyřech různých podmínkách obuvi: naboso (BF), v minimalistické obuvi (MSH), v jejich vlastní obuvi (SH) a v kontrolní obuvi (CON). Během chůze byla pomocí elektromyografie zaznamenána svalová aktivita svalů tibialis anterior (TA), gastrocnemius medialis (GCM) a peroneus longus (PL).

Výsledky této studie ukázaly, že při chůzi v obuvi CON u skupiny MLADÝCH došlo ke snížení aktivity svalu GCM ve srovnání se všemi ostatními typy obuvi. U skupiny STŘEDNÍCH byla aktivita GCM snížena ve srovnání s podmínkami MSH a SH. U STARŠÍCH však mezi jednotlivými typy obuvi rozdíl v aktivitě GCM zaznamenán nebyl. Díky značné velikosti podrážky poskytuje obuv CON vestavěnou podporu. Proto se i předpokládalo, že bude tato obuv klást menší důraz na aktivitu svalu GCM při kontrole rovnováhy.

U skupin MLADÍ a STŘEDNÍ byla při chůzi naboso zaznamenána nižší aktivita svalu TA ve srovnání s obuví MSH, CON a SH. Chůze v MSH také vykazovala nižší aktivitu TA než v podmínkách CON a SH. Chůze naboso vedla k nižší aktivaci svalu PL ve srovnání s obuví CON a SH. U skupiny STARŠÍ nebyly mezi jednotlivými typy obuvi zaznamenány žádné rozdíly.

Sval PL hraje zásadní roli v zachování laterální stability nohy při chůzi. Zvýšená aktivita svalu PL v případě nošení konvenční obuvi (CON a SH) může být zapotřebí jako kompenzace za zvýšenou laterální nestabilitu, kterou nošení takové obuvi může způsobovat, čímž dochází k intenzivnějšímu zapojení tohoto svalu.

Pokles aktivity svalu TA je v souladu se snížením dorzální flexe, která je pozorována při počátečním kontaktu paty s podložkou v podmínkách BF a MSH. Změna v pozici chodidla během tohoto kontaktu je pravděpodobně výsledkem nižší rychlosti chůze v případě chůze naboso či v minimalistické obuvi. Toto zpomalení může sloužit k redukci sil vyvíjených při kontaktu paty s podložkou.

Ve všech věkových skupinách byla rychlost chůze naboso pomalejší, avšak rozdíl mezi BF a CON narůstal s věkem. U STARŠÍCH byl tento rozdíl více než třikrát větší ve srovnání s MLADÝMI. Nicméně je důležité zdůraznit, že celkové rozdíly v rychlosti chůze mezi jednotlivými podmínkami byly menší než 5 %.

Back and neck muscle activity in healthy adults during barefoot walking and walking in conventional and flexible shoes

Wirth, Hauser a Mueller (2011) si dali za cíl v této klinické studii porovnat aktivitu svalů zad a krku, stejně jako kinematické parametry chůze při chůzi naboso, v konvenční obuvi a v minimalistické obuvi.

Studie se zúčastnilo celkem 30 zdravých osob v průměrném věku 31,4 let. Osoby neměly mít bolesti zad ani krku. Účastníci chodili ve svém běžném tempu po 12m speciálním chodníku vybaveném měřicími senzory, a to naboso, ve své běžné obuvi i v minimalistické obuvi. Pro měření aktivity svalů byla využita elektromyografie (EMG), a to konkrétně ze svalů iliocostalis lumborum (LIC), longissimus lumborum (LL), multifidus lumborum (LMF), trapezius - pars descendens (TD), svalů extenzorů krku (NE) a svalu sternocleidomastoideus (SCM).

Svaly zad vykazovaly průměrně vyšší maximální aktivitu při chůzi než svaly krku. Během chůze naboso byla průměrná amplituda EMG signifikantně vyšší pro svaly LIC, NE a

SCM ve srovnání s chůzí v konvenční obuvi. Dále byla průměrná aktivita svalu SCM během chůze naboso signifikantně vyšší ve srovnání s chůzí v minimalistické obuvi. Autoři zaznamenali stejnou tendenci u svalů LL, LMF a NE. Co se týče svalů LIC a TD, oba prokazovaly vyšší aktivitu při chůzi v minimalistické obuvi, avšak tato zjištění nebyla statisticky signifikantní.

V konvenční obuvi byla rychlost chůze vyšší a délka kroku větší než při chůzi naboso, zatímco kadence byla snížena. Na druhou stranu, v minimalistické obuvi byla délka kroku výrazně delší a kadence nižší v porovnání s chůzí naboso, zatímco rychlost chůze se signifikantně nelišila. Je důležité poznamenat, že i přes lehkost a jednoduchost minimalistické obuvi došlo k významné změně ve vzoru chůze. Mohlo by to být vysvětleno pocitem ochrany, který tyto boty poskytují, což by mohlo vést k větší rychlosti chůze a delšímu kroku.

Výsledky studie ukazují, že snížená citlivost chodidla v konvenční obuvi mohla ovlivnit aktivitu svalů, a to jak v oblasti zad, tak v oblasti krku. Předpokládá se, že minimalistická obuv s tenkou a pružnou podrážkou by mohla mít menší vliv na snížení citlivosti chodidla než konvenční obuv.

Pelvic floor muscles after birth: Do unstable shoes have an effect on pelvic floor activity and can this be measured reliably? – A feasibility study

Graf, Borner a Pehlke (2019) si dali za cíl ve své klinické studii zjistit, zda dochází ke změnám v aktivitě svalů pánevního dna u žen po porodu v závislosti na tom, zda chodí naboso či v nestabilní obuvi. Ženy po porodu často trpí močovou inkontinencí. Trénink svalů pánevního dna je ověřenou intervencí, která slouží k prevenci močové inkontinence a ke zlepšení jejích symptomů.

Do studie bylo zapojeno celkem 20 žen v průměrném věku $32 \pm 2,7$ let, které byly 8 týdnů až 6 měsíců po porodu. Mezi vylučovací kritéria patřila závažná inkontinence, infekce močových cest, chronická onemocnění nebo zranění, která by mohla ovlivnit chůzi.

Účastnice měly za úkol chodit, stát po dobu 15 sekund s aktivním pánevním dnem (stání aktivní) a stát po dobu 15 sekund bez aktivace pánevního dna (stání pasivní). Účastnice měly při stání udržovat vzpřímenou pozici. Během aktivního stání měly kontrahovat pánevní dno co nejsilněji. Aktivita pánevního dna byla měřena pomocí vaginální elektrody.

Aktivita pánevního dna při chůzi v nestabilních botách nebo naboso měla dva vrcholy, a to přibližně kolem 20 % a 70 % krokového cyklu. Krovový cyklus je definován tak, že 0 % cyklu představuje počáteční kontakt nohy se zemí a 100 % cyklu představuje následující

kontakt téže nohy se zemí. Maximální aktivita pánevního dna byla signifikantně vyšší při chůzi naboso než při chůzi v nestabilních botách (112 % oproti 90 % maximální kontrakce). Mezi aktivním a pasivním stáním nebyly pozorovány signifikantní rozdíly v maximální ani střední aktivitě svalů pánevního dna.

Nestabilní boty ve studii jsou charakterizovány měkkou elastickou podrážkou se vzduchovým polštářem uprostřed. To by mohlo poskytovat větší tlumení při dopadu nohy na zem než při chůzi naboso. Toto větší tlumení pak může způsobovat menší aktivitu pánevního dna, a to i přes nestabilitu způsobenou obuví.

Autoři studie zvolili tento přístup s předpokladem, že bosé nohy nejlépe reprezentují situaci v domácím prostředí u žen po porodu. Nicméně není jasné, jak je aktivita pánevního dna ovlivněna nošením běžné obuvi ve venkovním prostředí.

Effectiveness of mechanical treatment with customized insole and minimalist flexible footwear for women with calcaneal spur: randomized controlled trial

Ribeiro, Souza a João (2022) se zaměřili v této randomizované kontrolované klinické studii na hodnocení účinnosti individuálních ortopedických vložek do bot a minimalistické obuvi během chůze u žen s ostruhou na patě (PCS). Dále chtěli podpořit fakt, že nevhodná obuv může přispívat k progresi tohoto onemocnění.

Do studie, ve které bylo použito utajené přidělování a zaslepení hodnotitelů, bylo zapojeno 43 žen. Pacientky ve věku mezi 30 a 55 let byly rozděleny do tří skupin, z nichž každá podstoupila tréninkový program chůze. První skupina podstoupila program chůze s minimalistickou obuví (MFG; n = 15), druhá skupina s individuálními ortopedickými vložkami v minimalistické obuvi (COIG; n = 14) a třetí kontrolní skupina pokračovala v nošení své standardní obuvi (CG; n = 14). Během studie nebylo pacientkám povoleno podstoupit jiné léčby, jako například terapii rázovou vlnou či akupunkturu.

Pacientky byly hodnoceny na začátku studie (T0), dále po třech (T3) a po šesti měsících (T6). Intervence trvala celkem 6 měsíců, 6 hodin denně a 7 dní v týdnu. Hlavní výstupní ukazatel byla bolest chodidla měřená vizuální analogovou škálou. Dále se hodnotila funkčnost chodidla pomocí nástrojů, jako je Index funkce chodidla (FFI), Dotazník o zdravotním stavu chodidla (FHSQ-Br) a test chůze na 6 minut (6MWT). Druhotným výstupním ukazatelem bylo rozložení plantárního tlaku během chůze pomocí tlakové plošiny. K získání dat o chůzi byly pacientky vedeny 20m chodbou, v jejímž středu byla umístěna tlaková plošina.

U žen s PCS vedly obě intervence (MFG i COIG) ke snížení bolesti a zlepšení funkčnosti chodidel. Po šesti měsících bylo u FFI a FHSQ-Br zaznamenáno zlepšení při použití MFG a COIG. Mezi skupinami bylo MFG účinnější ve zlepšení funkčnosti chodidel ve srovnání s COIG a CG. V testu 6MWT bylo zaznamenáno zlepšení při použití COIG a MFG, avšak pouze s mírným efektem.

Během šestiměsíčního tréninkového programu pro ženy s ostruhou na patě vedly individuální ortopedické vložky a minimalistická obuv ke snížení bolesti paty, zlepšení funkčnosti a zdraví chodidel a také ke snížení zatížení plantární plochy chodidla. Použití pouze MFG bylo účinnější než v kombinaci s individuálními ortopedickými vložkami. Lepší funkčnost chodidel a rozložení plantárního zatížení při nošení minimalistické obuvi může být důsledkem zvýšené síly svalů nohou, jež tato obuv podporuje.

Autoři studie doporučují minimalistickou obuv jako alternativu, která napodobuje chůzi naboso, a může tak pomoci snížit zatížení paty u žen s patní ostruhou. Tato obuv by mohla být cenově dostupnější a efektivnější alternativou ke klasickým léčebným metodám pro tyto pacientky.

Foot Motion Character During Forward and Backward Walking With Shoes and Barefoot

Sun et al. (2020) si dali za cíl ve své klinické studii zkoumat kinematické rozdíly chůze a rozdíly mezi plantárními tlaky nohy při chůzi vpřed (FW) a vzad (BW) v obuvi a naboso.

Jsou známy přínosy chůze vzad jak pro fyzickou kondici, tak i v rehabilitaci. Absence vizuálních informací během BW vede k tomu, že se člověk více spoléhá na propriocepční vnímání z chodidel. BW se využívá k posílení rovnováhy a zlepšení motorických funkcí po cévní mozkové příhodě. BW působí menší zatížení na kolenní kloub, což se v rehabilitaci využívá k posílení a zlepšení svalové síly m. quadriceps femoris.

Studie se zúčastnilo 16 zdravých mužů splňujících kritéria pro zařazení, což zahrnovalo absenci abnormálních nálezů na nohou na rentgenovém snímku a žádnou historii zlomenin nebo operací dolních končetin. Účastníci provedli 15 pokusů o chůzi vpřed a vzad rychlostí, kterou si sami zvolili, jak naboso (BF), tak v botách (SH), na 15m dlouhém rovném chodníku.

Bylo zjištěno, že chůze vzad je charakterizována kratším krokem a vyšší frekvencí kroků při chůzi naboso oproti chůzi v obuvi, což může naznačovat lepší stabilitu BW v podmínkách BF. Kvůli absenci vizuální zpětné vazby došlo při BW ke snížení rychlosti chůze ve srovnání s FW. Vyšší frekvence kroků a zkrácená délka kroků pravděpodobně souvisí s tím,

že tělo přijímá více informací z plantárního senzorického systému, čímž se kompenzuje omezený vizuální vstup.

Studie prokázala, že chůze v SH je charakterizována větším maximálním úhlem dorzální flexe a menším maximálním úhlem plantární flexe oproti BF v obou směrech chůze. Dorzální flexe se zdá být ještě omezenější během chůze vzad, což způsobuje menší napětí plantární aponeurózy v porovnání s chůzí vpřed.

Při chůzi v SH byl maximální plantární tlak při BW signifikantně vyšší v oblasti palce a v přední části chodidla ve srovnání s FW. Naopak signifikantně nižší maximální tlaky na ostatních prstech a v oblasti paty byly zaznamenány při BW ve srovnání s FW. Chůze naboso je charakterizována vyšším plantárním tlakem v přední části chodidla a v oblasti paty pro oba směry chůze.

Ve studii bylo pozorováno zvýšení everze nohy během chůze vzad i vpřed v podmínkách BF ve srovnání s SH. Tato zvýšená everze spolu s plantárním tlakem směřujícím k mediální straně nohy umožňuje dostatečný kontakt mezi chodidlem a povrchem pro zachování rovnováhy.

Na základě výsledků této studie je silně doporučeno provádět rehabilitaci nebo trénink chůze vzad s bosými nohama pro zlepšení propriocepce.

Effects of barefoot vs. shod walking during indoor and outdoor conditions in younger and older adults

Hollander et al. (2022) ve své randomizované klinické studii zkoumali vliv obuvi na parametry stability a variability chůze ve srovnání s chůzí naboso. Dále hodnotili rozdíly v těchto parametrech ve vnitřních a venkovních podmínkách u mladších a starších dospělých.

Studie zahrnovala 32 mladších dospělých (mladších 35 let) a 42 starších dospělých (starších 65 let). Každý účastník absolvoval 25 metrů dlouhou trasu chůze, jednou naboso a následně se standardizovanou obuví, a to jak v interiéru, tak v exteriéru. Venkovní prostředí představovalo hrubý, nerovný a chladný povrch. Hlavní kritérium pro zařazení do studie byla schopnost účastníků chodit nepřetržitě 5 minut bez potřeby podpory. Kromě toho nesměli účastníci mít motorické poruchy, které by mohly ovlivnit chůzi.

Na nohy účastníků byly připevněny měřicí jednotky, s jejichž pomocí byly zaznamenávány parametry jako lokální dynamická stabilita (LDS), rychlost chůze, minimální výška průchodu špičky (MTC), délka kroku a doba kroku včetně jejich variability. MTC

vyjadřuje minimální vzdálenost mezi nejnižším bodem přední částí chodidla a zemí během střední fáze kroku. LDS vyjadřuje schopnost chodce udržovat nepřetržitou chůzi i přes vnější či vnitřní rušivé faktory.

Studie ukazuje, že stabilita chůze je ovlivněna věkem a prostředím, ve kterém jedinec chodí. Nižší hodnota LDS se vyskytuje u starších dospělých a ve venkovních podmínkách, což ukazuje na zvýšenou náchylnost k nestabilitě a vyšší riziko pádu.

Délka a doba kroku se lišila v závislosti na vnějších nebo vnitřních podmínkách, typu obuvi a věku účastníků. Délka kroku byla větší u jedinců s obuví, v exteriéru a u mladších dospělých. Doba kroku byla delší u jedinců s obuví, v interiéru a rovněž u mladších dospělých.

Variabilita MTC byla vyšší u jedinců v obuvi a ve venkovních podmínkách. Variabilita MTC je důležitá při hodnocení rizika pádu. Větší variabilita v MTC může znamenat, že jednatel nemá konzistentní krokový vzor, což by mohlo znamenat vyšší riziko zakopnutí a následného pádu. Chůze naboso by proto mohla být účinnou strategií k redukci tohoto rizika.

Účastníci chodili rychleji v obuvi a uvnitř. Chůze naboso vedla ke snížení délky kroku, doby kroku, rychlosti chůze a variability minimální výšky průchodu špičky. Snížená rychlost může souviset s opatrnějším způsobem při chůzi naboso. Během chůze naboso se mírně zhoršila lokální dynamická stabilita chůze.

Výsledky naznačují, že u starších a mladších dospělých jedinců je stabilita a variabilita chůze ovlivněna jak obuví a chůzí naboso, tak vnitřními a venkovními podmínkami. Z terapeutického hlediska je důležité využívat různé podmínky chůze pro její zlepšení.

Influence of Barefoot, Minimalist, and Standard Footwear Conditions on Gait and Balance in Healthy Older Adults

Broscheid a Zech (2016) se ve své klinické studii zabývali otázkou, jak se během života mění rovnováha a vzory chůze a jak na ně působí různé interní a externí faktory. Ve vyšším věku se objevují degenerativní procesy v neuromuskulárním systému, což vede ke zhoršení rovnováhy. Jedním z externích faktorů ovlivňujících vzory chůze a rovnováhu ve stáří je volba obuvi. Hlavním cílem této studie bylo prozkoumat účinky minimalistické obuvi a chůze naboso na vzory chůze a rovnováhu u starších dospělých.

Studie se zúčastnilo 28 fyzicky aktivních starších dospělých. Účastníci byli testováni ve třech různých podmínkách: naboso, v minimalistické obuvi a v konvenčních botách. V každé z těchto podmínek proběhlo testování rovnováhy a byla provedena analýza chůze na běžecském

pásu s tlakovou plošinou pod povrchem. Byly analyzovány maximální vertikální úderové síly působících na zem (GRF), délka kroku, doba kroku, stojná fáze a kadence. Vše bylo měřeno během všech cyklů chůze v rámci 30sekundového testu na běžeckém pásu.

Při nošení minimalistické obuvi a při chůzi naboso byla kontrola rovnováhy významně horší než při nošení konvenčních bot. Při nošení minimalistické obuvi bylo GRF při dopadu nohy nejvyšší, zatímco při chůzi naboso bylo nejnižší. Největší rozdíly v ostatních parametrech chůze byly pozorovány mezi chůzí naboso a chůzí ve standardních botách. Účastníci při chůzi naboso vykazovali kratší délku kroku, dobu kroku a stojnou fázi a vyšší kadenci, než když nosili standardní boty. Při nošení minimalistické obuvi se významně snížila doba kroku a stojná fáze, zvýšila se kadence, ale délka kroku nebyla ovlivněna.

Použití minimalistické obuvi nebo chůze naboso může ovlivnit pohybové vzory během chůze a snížit kontrolu rovnováhy. Pozorované rozdíly mezi různými typy obuvi mohou pramenit z pocitu nestability nebo nejistoty při chůzi bez konvenční obuvi.

Studie dospěla k závěru, že starší dospělí by neměli náhle přecházet z klasických stabilních bot na minimalistickou obuv či chůzi naboso. Tato změna může vést ke snížené kontrole rovnováhy a ke změnám ve vzorech chůze. Nicméně s postupem času by mohlo pravidelné nošení minimalistické obuvi přispět ke zlepšení kontroly rovnováhy a chůze.

Effects of supportive and minimalist footwear on standing balance and walking stability in older women

Azhar, Munteanu a Menz (2023) provedli klinickou studii, ve které porovnávali schopnost starších žen udržet stabilitu při chůzi v závislosti na typu obuvi. Zkoumali dva typy obuvi: robustní podpůrnou obuv a minimalistickou obuv. V rámci studie také zkoumali názory účastnic na pohodlí, snadnost použití a pocit bezpečí při nošení obou typů obuvi.

Dvacet starších žen ve věku mezi 66 a 82 lety se zúčastnilo série laboratorních testů. Byla testována jejich rovnováha při stoji s otevřenýma a zavřenýma očima a při tandemovém stoji. Stabilita při chůzi byla hodnocena na běžeckém trenažéru a na rovném i nepravidelném povrchu. Všechna měření byla prováděna s využitím nositelného senzorického systému pro analýzu pohybu. Účastnice byly testovány ve dvou typech obuvi. První byla obuv s pevným podpatkem a pevnou gumovou podrážkou o tloušťce 20 mm pod patou a 10 mm pod přední částí chodidla. Druhý typ byla minimalistická obuv s podrážkou o tloušťce 10 mm pod patou a 5 mm v přední části chodidla. Nakonec bylo vnímání účastnic ohledně obou typů obuvi

zaznamenáno prostřednictvím dotazníků. Účastnice měly být schopné chůze o vzdálenosti přes 50 metrů bez kompenzační pomůcky.

Co se týče subjektivního hodnocení, účastnice vnímaly podpůrnou obuv jako atraktivnější i snazší na obutí a svlékání. Na druhou stranu byla podpůrná obuv vnímána jako těžší v porovnání s minimalistickou obuví. Co se týče komfortu, oba typy obuvi byly hodnoceny podobně. Nicméně podpůrná obuv se jevila být pohodlnější v oblastech paty a přední části chodidla. Co se týče stability, 90 % účastnic uvedlo, že se v podpůrné obuvi cítí stabilněji. Dále 85 % z nich uvedlo, že by zvažovaly nošení těchto bot jako prevenci pádů.

Byla zaznamenána lepší rovnováha v minimalistické obuvi v porovnání s podpůrnou obuví při testu rovnováhy ve stoji jak s otevřenýma, tak zavřenýma očima. To bylo pozorováno také při testu tandemového stání. Naopak v testech stability chůze, ať už na běžecím trenažéru, rovném či nepravidelném povrchu, byla zaznamenána lepší rovnováha u podpůrné obuvi.

Minimal footwear improves stability and physical function in middle-aged and older people compared to conventional shoes

Cudejko et al. (2020a) ve své klinické studii zkoumali vliv minimalistické obuvi na posturální a dynamickou stabilitu a na fyzickou funkci starších lidí, v porovnání s tradiční obuví. Kromě toho se studie zaměřovala na srovnání minimalistické obuvi s chůzí naboso.

Aby se minimalizovalo zkreslení výsledků, účastníci nebyli informováni o konkrétních vlastnostech bot ani o hypotéze studie. Studie se zúčastnilo 22 osob ve věku nad 45 let. Kritéria pro vyloučení ze studie zahrnovala přítomnost cévního nebo neuromuskulárního onemocnění, chůze s kompenzační pomůckou a operace kotníku, kolene nebo kyčle v posledních 3 měsících.

Účastníci byli testováni v různých podmínkách obuvi: naboso, v konvenční obuvi a v minimalistické obuvi. Měřenými výstupy byly: posturální stabilita vyjádřená pohybem těžiště (CoP – center of pressure) během stání, dynamická stabilita vyjádřená pohybem CoP během chůze a fyzická funkce hodnocená testem Timed Up and Go (TUG).

Pohyb CoP byl měřen pomocí tlakové desky vybavené senzory. Při měření posturální stability účastníci stáli na desce se zavřenýma očima. K hodnocení dynamické stability měli přejít přes desku rychlostí, kterou si sami zvolili. Nižší hodnoty pohybu CoP signalizovaly lepší posturální nebo dynamickou stabilitu.

Účastníci měli stabilnější stoj v minimalistické obuvi a naboso v porovnání s konvenčními botami s výjimkou dvou případů. Dále byli účastníci stabilnější při chůzi v

minimalistické obuvi a naboso v porovnání s konvenční obuví. Účastníci absolvovali test TUG rychleji v minimalistické obuvi a naboso než ti v konvenční obuvi. Tento efekt lze vysvětlit zlepšenými sensorickými informacemi z receptorů na plosce nohy.

Ve studii nebyly nalezeny žádné rozdíly v posturální a dynamické stabilitě, ani ve fyzické funkci mezi podmínkou naboso a minimalistickou obuví. To podporuje názor, že chůze v minimalistické obuvi se v mnohém podobá chůzi naboso. Lze usoudit, že pro starší osoby může být nošení minimalistické obuvi z hlediska stability a tělesné funkce příznivější než nošení konvenční obuvi.

Minimal shoes improve stability and mobility in persons with a history of falls

Cudejko et al. (2020b) si dali za cíl ve své klinické studii prozkoumat vliv různých typů obuvi na stabilitu a mobilitu u jedinců se zvýšeným rizikem pádu. Dále zjišťovali, zda absence vizuálního vstupu nebo dodatečná kognitivní úloha může změnit vliv obuvi na stabilitu.

Studie se zúčastnilo 30 jedinců v průměrném věku 68 let se zvýšeným rizikem pádu. Účastníci absolvovali testy stání a chůze ve 3 podmínkách obutí: konvenční obuv, minimalistická obuv a naboso. Hodnotila se následující kritéria: posturální stabilita vyjádřená pohybem těžiště (CoP – center of pressure) během stání, stabilita při běžné chůzi a při dual-task chůzi, mobilita testovaná pomocí Timed Up and Go (TUG) a Star Excursion Balance (SEB) testů.

Při stoji v minimalistické obuvi a naboso byly zaznamenány signifikantně nižší hodnoty pohybu těžiště (CoP), což svědčí o lepší posturální stabilitě, než při nošení konvenční obuvi. Dále se ukázalo, že stabilita při chůzi byla lepší v minimalistické obuvi než v konvenční obuvi nebo při chůzi naboso. Účastníci dosáhli kratší doby dokončení testu TUG a větší vzdálenosti dosahu nohy v testu SEB, což značí lepší mobilitu při použití minimalistické obuvi, než když byli naboso nebo měli konvenční obuv. Účastníci byli stabilnější při stoji a chůzi v minimalistické obuvi v porovnání s konvenční obuví, a to bez ohledu na vizuální podmínky či podmínky chůze.

Bylo předpokládáno, že různé druhy obuvi budou mít odlišné dopady na stabilitu během stání a chůze s dodatečnou kognitivní úlohou nebo omezeným vizuálním vstupem. Avšak výsledky studie tento předpoklad nepodporují. Druh obuvi ovlivňuje stabilitu při stání a chůzi, a to nezávisle na vizuálních podmínkách (otevřené či zavřené oči) či podmínkách chůze (normální chůze či dual-task chůze).

Nošení minimalistické obuvi a chůze naboso je pro posturální stabilitu výhodnější než nošení konvenční obuvi. To je v souladu s dřívějším výzkumem těchto autorů zaměřeným na zdravé starší jedince, přičemž tato studie je dále rozšířena na jednotlivce se zvýšeným rizikem pádu.

Walking barefoot vs. with minimalist footwear - influence on gait in younger and older adults

Petersen, Zech a Hamacher (2020) ve své randomizované klinické studii zkoumali, zda je chůze v minimalistické obuvi srovnatelná s chůzí naboso z hlediska parametrů stability a variability chůze.

Do studie bylo zapojeno 31 zdravých mladších dospělých ve věku 29 ± 4 let a 33 zdravých starších dospělých ve věku 71 ± 4 let. Probandi měli být schopni chodit po dobu 5 minut bez nutnosti zastavit se nebo využít kompenzační pomůcky. Kromě toho neměli mít žádné zkušenosti s pravidelnou chůzí naboso nebo s chůzí v minimalistické obuvi.

Pro zaznamenání kinematických dat byly použity bezdrátové senzory, které byly připevněny páskou na nohu účastníků v oblasti přední části chodidla. Účastníci byli požádáni, aby chodili po 25m trati umístěné na rovném povrchu ve svém tempu chůze. Účastníci chodili po dobu 3 minut naboso a 3 minut v minimalistické obuvi.

Měřila se variabilita chůze, konkrétně variabilita minimální výšky průchodu prstců (MTC), což je z hlediska pádů klíčovým parametrem, jelikož nedostatečné zvednutí nohy nad zem může vést k zakopnutí a k pádu. Dále byla analyzována délka kroku, doba kroku a dynamická stabilita při chůzi.

Výsledky obou věkových skupin poukazují na zvýšenou dynamickou stabilitu při chůzi a sníženou variabilitu chůze při použití minimalistické obuvi než při chůzi naboso. Nižší variabilita MTC poukazuje na to, že má jednatlivec téměř neměnný vzor chůze, což by mohlo znamenat nižší riziko zakopnutí a následného pádu. Nebyly zaznamenány žádné rozdíly v délce a době kroku mezi chůzí naboso a v minimalistické obuvi.

Konvenční obuv může zvyšovat variabilitu MTC tím, že je v ní chodidlo vyvýšené, a tak může měnit biomechaniku chůze. Mnoho moderních bot má vyvýšenou patu, což může měnit způsob, jakým osoba zvedá nohu během chůze.

Tato studie potvrzuje, že chůze v minimalistických botách má ve srovnání s chůzí naboso významně odlišné účinky na parametry chůze, zejména co se týče stability a variability

chůze. Změny byly pozorovány u obou věkových skupin. Chůze v minimalistické obuvi byla obecně hodnocena jako lepší než chůze naboso. Toto zjištění tak zdůrazňuje potenciál minimalistické obuvi v prevenci pádů.

Four weeks minimalist shoe walking improves measures of foot posture and balance in healthy young adults – a randomized controlled trial

Gabriel et al. (2023) se ve své klinické studii zaměřili na zkoumání dopadů čtyřtýdenního programu chůze v minimalistických botách (MSW) na dospělé osoby.

Této randomizované kontrolované klinické studie se zúčastnilo 28 zdravých dospělých v průměrném věku $25,3 \pm 5,3$ let. Pro zahrnutí do studie měli účastníci splnit průměrně 5 až 10 tisíc kroků denně. Účastníci byli ze studie vyloučeni, pokud během průměrného týdne nachodili méně než 5 000 kroků denně, pravidelně nosili MSW nebo byli profesionálními sportovci.

Účastníci byli náhodně rozděleni do kontrolní nebo intervenční skupiny. Intervenční skupina absolvovala 4týdenní program chůze v MSW. Začínali s denním cílem 3 000 kroků v prvním týdnu a postupně zvyšovali svůj cíl na 5 000 kroků denně během následujících tří týdnů. Kontrolní skupina nadále chodila ve svých konvenčních botách.

Ve studii bylo zkoumáno postavení nohy pomocí Indexu polohy nohy (FPI), který hodnotí orientaci nohy a rozlišuje mezi více pronovaným, supinovaným nebo neutrálním postavením. Dále byl měřen rozsah pohybu (ROM) v prvním metatarsofalangovém kloubu a v hlezenním kloubu, a to pomocí goniometru. Zkoumána byla také schopnost udržet statickou rovnováhu při stání na jedné noze. Celková síla svalů dolních končetin byla měřena pomocí Bunkieho testu.

Čtyřtýdenní intervence chůze v MSW měla pozitivní vliv na postavení nohy a schopnost udržení rovnováhy. Ve skupině s MSW došlo ke zlepšení skóre FPI o 16,5 %, což naznačuje posun směrem k ideální neutrální pozici nohy. V kontrolní skupině došlo ke zlepšení FPI pouze o 4,1 %. Žádné další měření týkající se parametrů chodidla neprokázalo významné rozdíly mezi skupinami. Stejně tak srovnání rozsahu pohybu v prvním metatarsofalangovém kloubu a hlezenním kloubu mezi skupinami neprokázalo žádné významné rozdíly.

Ve studii byl zaznamenán pozitivní dopad minimalistických bot na rovnováhu při stání na jedné noze. Ve skupině s MSW bylo zjištěno snížení pohybu těžiště o 15,5 %, což naznačuje lepší stabilitu. V kontrolní skupině došlo k mírnému zvýšení této hodnoty o 4,4 %, což však nebylo statisticky významné. Skupina s MSW prokázala větší zvýšení síly svalů dolních končetin v Bunkieho testu než kontrolní skupina.

Chůze v MSW vedla k modifikaci vzoru chůze, což se projevilo změnou dopadu chodidla, zkrácením délky kroku a zvýšením kadence. To způsobilo přirozenější pohyby v oblasti nohy, které sekundárně ovlivňují funkci a svalovou aktivaci v proximálních oblastech dolních končetin, jako jsou kolenní a kyčelní klouby. Dále se předpokládá, že dlouhodobé nošení minimalistických bot může pozitivně ovlivnit sílu svalů zadní části dolních končetin, včetně hamstringů a lýtkových svalů.

Minimalistické boty mohou představovat užitečný prvek v rehabilitaci i v rámci prevence onemocnění souvisejících s nohou. Dále mohou být užitečné pro pacienty s poruchami rovnováhy a mohou přispět k prevenci pádů. Je však důležité upozornit na to, že nekontrovaný nebo příliš rychlý přechod na chůzi v MSW může vést k bolestem svalů nebo ke zraněním v důsledku nezvyklého zatížení. Proto je klíčové přecházet na chůzi v MSW postupně a pod odborným dohledem.

Effects of flat-flexible shoes on lower limb joint kinetics and kinematics in gait

Ogaya et al. (2022) si dali za cíl v jejich klinické studii prozkoumat účinky minimalistické obuvi na kinematiku a kinetiku hlezenního kloubu.

Do studie se zapojilo celkem 21 zdravých mladých dospělých v průměrném věku $21,8 \pm 4,6$ let. Účastníci nosili buď minimalistickou obuv, nebo standardní sportovní obuv, na které byly připevněny reflexní značky. K zaznamenání pohybu při chůzi byly využity infračervené kamery spolu s běžeckým pásem vybaveným silovými deskami. Po dobu 30 sekund se měřila kinetická a kinematacká data chůze. Analýza zahrnovala výpočet úhlu a síly v hlezenním kloubu.

Hlavní zjištění ve studii bylo, že chůze v minimalistické obuvi vykazovala větší úhel dorzální flexe a větší sílu v hlezenním kloubu na konci stojné fáze ve srovnání se sportovními botami. Tyto parametry poukazují na generaci energie v hlezenním kloubu během chůze. Rozdíl v úhlu hlezenního kloubu je primárně ovlivněn malým sklonem minimalistické obuvi, což mělo dopad na rozdíl ve výkonu mezi oběma typy obuvi. Naměřený rozdíl v úhlu hlezenního kloubu mezi oběma typy obuvi činil 3° . Tento rozdíl odpovídá úhlu náklonu, který vzniká v důsledku rozdílu ve výšce podrážek obuvi. Dále byl zaznamenán významně snížený maximální úhel plantární flexe hlezenního kloubu při chůzi v minimalistických botách.

Díky jedinečným vlastnostem, jako je nízký sklon a flexibilita, mohou minimalistické boty zvyšovat energii v hlezenním kloubu a výkonnost chůze. Minimalistické boty lze využít pro trénink chůze v iniciální fázi rehabilitace osob s omezenou dorzální flexí nohy a s cílem

posílit hlezenní kloub během chůze. Nicméně je třeba poznamenat, že zvýšená generace síly v hlezenním kloubu může znamenat větší zatížení Achillovy šlachy, což by mohlo zvyšovat riziko zranění hlezenního kloubu při nošení těchto bot.

Analysis of hip joint loading during walking with different shoe types using instrumented total hip prostheses

V této klinické studii Palmowski et al. (2021) zjišťovali vliv různých typů obuvi na zatížení kyčelního kloubu během chůze u pacientů s totální endoprotézou kyčelního kloubu. Cílem bylo zjistit, jaké typy obuvi jsou vhodné pro pacienty, kteří trpí osteoartrózou kyčelního kloubu, a také pro pacienty během rehabilitačního období po totální náhradě kyčelního kloubu.

Do této studie se zapojilo šest pacientů s instrumentovanou kyčelní endoprotézou. Měření chůze bylo provedeno mezi 9 a 25 měsíci po operaci. Pacienti chodili na běžecském treňažeru rychlostí 4 km/h v různých typech obuvi: barefoot obuv, sportovní obuv s tlumíci prvky a obuv s plochou gumovou podrážkou. Všichni pacienti, kteří byli vybráni do studie, podstoupili totální kyčelní endoprotézu kvůli osteoartróze.

Ve studii byla použita instrumentovaná kyčelní endoprotéza pro tzv. in vivo měření zatížení kloubu. Instrumentované totální endoprotézy jsou typy kyčelních náhrad, které obsahují senzory nebo měřicí zařízení pro sběr dat o zatížení, pohybu nebo jiných biomechanických parametrech kloubu. Tato zařízení poskytují informace o fungování protézy během různých činností, jako je chůze nebo běh.

Nejvyšší hodnoty zatížení kyčelního kloubu naměřené in vivo byly zaznamenány při nošení standardní obuvi. Nejnižší nárůst zatížení kloubu byl naměřen u barefoot obuvi, která se vyznačuje velmi flexibilní podrážkou. Tento jev může být dán tím, že chůze naboso přirozeně zvětšuje plantární flexi, což může zlepšovat fyziologické tlumící vlastnosti klenby nohy a kotníku. To znamená, že místo toho, aby byla síla dopadu nohy přenesena přímo na kyčelní kloub, je absorbována strukturou nohy.

Výsledky studie naznačují, že barefoot obuv by mohla být přínosnější než standardní obuv pro pacienty s osteoartrózou kyčelního kloubu. Také může být vhodnější pro minimalizaci zatížení na ortopedické implantáty a jejich kostní rozhraní. Mohlo by to také pomoci snížit riziko pooperačních komplikací, jako je např. aseptické uvolňování implantátů. Zjištěné biomechanické změny chůze a změny ve způsobu absorpce síly mohou potenciálně vést k nižšímu celkovému zatížení kyčelního kloubu.

Ověření platnosti výsledků této studie na větších populacích by byla žádoucí, avšak její realizace je komplikovaná kvůli náročnosti metodologie.

Long-term use of minimal footwear on pain, self-reported function, analgesic intake, and joint loading in elderly women with knee osteoarthritis: A randomized controlled trial

Cílem klinické studie od autorů Trombini-Souza et al. (2015) bylo zhodnotit terapeutický účinek minimalistické obuvi u starších žen s osteoartrózou kolenního kloubu.

Této randomizované kontrolované klinické studie se zúčastnilo 56 pacientek ve věku 60 až 80 let s mediální osteoartrózou kolenního kloubu. Následně byly náhodně rozděleny do intervenční skupiny (n = 28) a kontrolní skupiny (n = 28). Intervence zahrnovala nošení minimalistické obuvi minimálně 6 hodin denně, 7 dní v týdnu, po dobu 6 měsíců. Byly vybrány pacientky, které udávaly bolest v koleni v rozmezí 3 až 8 bodů na vizuální analogové stupnici bolesti a doposud nepodstoupily chirurgický zákrok kolene, hlezna nebo kyčle. Dále měly být schopné chodit samostatně bez kompenzační pomůcky.

Hlavním výstupním ukazatelem bylo subjektivní zhodnocení bolesti podle speciální škály určené pro osteoartrózu. Dále se hodnotilo zlepšení funkce kolene, tedy schopnost provádění pohybů v koleni bez pocitu nestability, slabosti, diskomfortu, únavy či pocitu tuhosti. Zhodnocen byl také otok a výpotek kolene, zatížení kolene a užívání paracetamolu.

U intervenční skupiny bylo prokázáno významné zlepšení v několika oblastech ve srovnání s kontrolní skupinou. Intervenční skupina udávala znatelnější snížení bolesti, větší zlepšení funkce kolene během každodenních aktivit včetně zmírnění tuhosti kolenního kloubu a snížení zatížení kolene. Příjem analgetik v intervenční skupině zůstal po celou dobu nezměněn a byl významně nižší než u kontrolní skupiny. V oblasti klinických aspektů, jako jsou otok a výpotek, nebyly v průběhu studie u žádné skupiny pozorovány změny.

Výsledky studie potvrzují, že dlouhodobé nošení minimalistické obuvi může u starších žen s osteoartrózou kolene zmírnit bolest, zlepšit funkci, snížit zatížení kolene a omezit potřebu analgetik. Tato metoda by tak mohla být považována za konzervativní léčbu osteoartrózy kolene.

The Effect of Flat Flexible Versus Stable Supportive Shoes on Knee Osteoarthritis Symptoms

Paterson et al. (2021) se ve své klinické studii zaměřili na porovnání účinků minimalistické obuvi a stabilní podpůrné obuvi na symptomy osteoartrózy kolene.

Této randomizované studii se zúčastnilo 164 pacientů s mírnou až těžkou mediální osteoartrózou kolene. Účastníci byli starší 50 let. Kritériem pro výběr do studie byla bolest kolenního kloubu po většinu dnů v předchozím měsíci hodnocená stupněm 4 nebo více na 11bodové numerické škále bolesti (NRS). Dále měli účastníci diagnostikované tibiofemorální osteofyty.

Probandi byli rozděleni do dvou skupin. První skupina (n = 82) nosila minimalistickou obuv (MSW), zatímco druhá skupina (n = 82) nosila stabilní podpůrnou obuv (SP). Přidělenou obuv měli nosit alespoň 6 hodin denně po dobu 6 měsíců. Hlavním cílem studie bylo vyhodnotit po 6 měsících změny v bolesti při chůzi, která byla kvantifikována pomocí NRS, dále změny ve funkčnosti kolene a celkovou kvalitu života probandů.

Nošení SP vedlo k většímu zlepšení kvality života související s kolenem ve srovnání s nošením MSW. Přibližně o 12 % více účastníků nosících SP zaznamenalo celkové snížení bolesti při chůzi a o 11 % více účastníků prokázalo zlepšení ve funkci kolene ve srovnání s účastníky nosícími MSW. Co se týče nežádoucích účinků, méně účastníků nosících SP hlásilo nově vzniklé problémy, jako je například bolest nohou, ve srovnání s těmi, kteří nosili MSW.

Je známo, že zvýšené zatížení vnitřní části kolena souvisí s vývojem bolesti při osteoartróze, dále s fyzickými dysfunkcemi a s vyšším rizikem postupu strukturálních změn v důsledku osteoartrózy. Biomechanické důkazy naznačují, že minimalistické boty mohou snižovat zatížení vnitřní části kolenního kloubu ve srovnání s konvenční obuví. Přesto výsledky této studie naznačují, že nošení MSW nevede ke zlepšení symptomů osteoartrózy kolene. Jedním z možných vysvětlení by mohlo být to, že i když MSW snižují zatížení kloubu, toto snížení nemusí být dostatečně velké, aby mělo významný vliv na zmírnění bolesti nebo zlepšení funkčnosti kolene při osteoartróze.

Autoři studie nepotvrdili předpoklad, že by minimalistické boty představovaly lepší volbu pro pacienty trpící mírnou až těžkou formou osteoartrózy kolenního kloubu než stabilní podpůrná obuv.

6 DISKUZE

Bosá chůze je téma, u kterého je zásadní mluvit o funkci samotné nohy, neboť noha je při tomto způsobu chůze bezprostředně vystavena různým povrchům a stimulům. Navíc správná funkce nohou je nezbytná pro udržení zdraví celého pohybového aparátu (Kolář, 2020). Správně pracující noha zásadně přispívá k ochraně kloubů dolních končetin i páteře před nárazy přicházejícími zdola (Lewitová, 2016).

Ke správné funkci nohou přispívá právě bosá chůze. Bosá chůze účinně pomáhá podporovat optimální výšku klenby nohy, posílit vnitřní svaly nohou i zvýšit citlivost chodidel. Tyto faktory mohou pomoci zlepšit rovnováhu, schopnost pohlcovat nárazy a poskytovat efektivní odrazovou sílu (Pročková, 2016; Machado et al., 2017; Pytlová, 2020). Při chůzi naboso lze pozorovat kratší kroky, vyšší frekvenci kroků, pomalejší rychlost chůze a plný rozsah pohybu v kloubech dolních končetin (Franklin et al., 2015). Bosá chůze pomáhá snižovat riziko vzniku problémů, jako je hallux valgus, kladívkové prsty, plantární fasciitida, bursitida, Mortonova neuralgie, zarůstání nehtů, puchýře a mozoly, infekce nohou či snížená odrážecí schopnost prstů (Howell, 2012). Dále může bosá chůze přispět k redukci bolesti bederní páteře, snížení rizika vzniku artrózy kolene a zachování plné síly svalu triceps surae (Howell, 2012; Lewitová, 2016; Bowman, 2017).

Účelem této teoreticko-rešeršní bakalářské práce je podání výstižného a aktuálního přehledu problematiky bosé chůze, a to na základě analýzy relevantní literatury. V rámci rešerše ve speciální části práce bylo záměrem vyhledat různé studie zaměřující se na odlišné oblasti pohybového aparátu. Cílem tak bylo komplexně mapovat různé oblasti pohybového aparátu, na které může mít bosá chůze vliv. Jelikož minimalistická a barefoot obuv má za cíl napodobovat bosou chůzi, zařadila jsem ji také do kategorie bosé chůze, a proto jsou zahrnuty do rešerše.

Dosáhla jsem úspěchu v nalezení relevantních studií, které se zabývají různými oblastmi pohybového aparátu. Klinických studií, které splňují veškerá předem stanovená kritéria, je zahrnuto celkem 20. Studie porovnávají bosou chůzi nebo chůzi v minimalistické či barefoot obuvi s chůzí v konvenční obuvi. Do rešerše byly zahrnuty celkem 4 oblasti pohybového aparátu, na které může mít bosá chůze vliv: svalová síla, ploska nohy, klouby dolní končetiny a parametry chůze.

Bosá chůze může mít pozitivní vliv na svalovou sílu, na čemž se shoduje mnoho autorů (Wirth, Hauser a Mueller, 2011; Campitelli et al., 2016; Franklin et al., 2018; Holowka, Wallace a Lieberman, 2018; Graf, Borner a Pehlke, 2019; Ridge et al., 2019; Curtis et al., 2021; Gabriel

et al., 2023). Největší vliv má bosá chůze na aktivaci a zvýšení síly vnitřních svalů nohou (Campitelli et al., 2016; Holowka, Wallace a Lieberman, 2018; Ridge et al., 2019; Curtis et al., 2021). Dále také přispívá ke zvýšení síly svalů dolních končetin (Gabriel et al., 2023), přičemž Franklin et al. (2018) konkrétně udávají sval gastrocnemius medialis. Dále se podílí na zvýšené aktivaci svalů zad a krku (Wirth, Hauser a Mueller, 2011) a pozoruhodně také svalů pánevního dna (Graf, Borner a Pehlke, 2019). Campitelli et al. (2016) tvrdí, že dostatečná síla svalu abductor hallucis je klíčová pro podporu mediální podélné klenby nohy. Posílení této klenby může pomoci lépe kontrolovat pronaci a potenciálně snížit riziko zranění nohy. Podobné zjištění přinesli Holowka, Wallace a Lieberman (2018), kteří zdůrazňují souvislost slabých vnitřních svalů chodidla s následným vývojem plochých nohou. Dostatečná síla vnitřních svalů chodidel může minimalizovat riziko deformací, jako je hallux valgus, drápkovité nebo kladívkové prsty. Kromě toho je síla chodidla spojena s lepší stabilitou, což může snížit riziko pádů, zejména u starších osob (Ridge et al., 2019; Curtis et al., 2021).

Ploska nohy zahrnuje mnoho parametrů, které lze snadno ovlivnit bosou chůzí (Holowka, Wallace a Lieberman, 2018; Curtis et al., 2021; Ribeiro, Souza a João; 2022; Gabriel et al., 2023). Curtis et al. (2021) konstatují, že u osob s 2,5letou zkušeností s nošením minimalistické obuvi byla výška klenby nohy významně vyšší. Toto je v souladu s autory Holowka, Wallace a Lieberman (2018), kteří zjistili u osob nosících minimalistickou obuv, že výška a dynamická tuhost podélné klenby byly vyšší ve srovnání s osobami nosícími konvenční obuv. Dostatečná dynamická tuhost klenby nohy může mít velký vliv na prevenci patologií spojených s plochou nohou, jako je plantární fasciitida, osteoartritida kolene nebo zlomeniny kůstek střední části nohy. Gabriel et al. (2023) k tomu dodávají, že minimalistická obuv vede k ideální neutrální pozici nohy, a tedy k nižšímu riziku vzniku zmíněných patologií. Ribeiro, Souza a João (2022) tvrdí, že chůze v minimalistické obuvi u žen s ostruhou na patě vede ke snížení bolesti paty, zlepšení funkčnosti chodidla a také ke snížení zatížení plantární plochy chodidla.

Významný dopad bosé chůze je patrný také na kloubech dolních končetin (Trombini-Souza et al., 2015; Franklin, Li a Grey, 2018; Sun et al., 2020; Palmowski et al., 2021; Paterson et al., 2021; Ogaya et al., 2022; Gabriel et al., 2023). Autoři Trombini-Souza et al. (2015) a Palmowski et al. (2021) se shodují v názoru, že barefoot obuv by mohla být velice užitečná pro pacienty s osteoartrózou nosných kloubů. Změna ve způsobu absorpce síly při chůzi v barefoot obuvi může vést k nižšímu zatížení kyčelního i kolenního kloubu a následně ke zmírnění bolesti při osteoartróze. Avšak v rozporu s těmito autory je studie od autorů Paterson et al. (2021), ve

kteřé výsledky potvrzují snížení bolesti a zlepšení funkce kolene s osteoartrózou v klasické obuvi, nikoli v barefoot. Ogaya et al. (2022) ve své studii zjistili, že chůze v minimalistických botách způsobuje větší úhel dorzální flexe v hlezenním kloubu, což může zvýšit energii v hlezenním kloubu a výkonnost chůze. Uvádějí, že minimalistické boty tak lze využít pro trénink chůze u osob s omezenou dorzální flexí nohy s cílem posílit hlezenní kloub během chůze. V rozporu s tím jsou však 3 studie, ve kterých bylo prokázáno snížení dorzální flexe při počátečním kontaktu paty při bosé chůzi (Franklina, Li a Greye, 2018; Sun et al., 2020; Palmowski et al., 2021). Nakonec studie od autorů Gabriel et al. (2023) neprokázala žádné rozdíly v úhlu hlezenního kloubu při bosé chůzi a chůzi v běžné obuvi.

Bosá chůze má podstatný vliv na parametry chůze (Wirth, Hauser a Mueller, 2011; Broscheid a Zech, 2016; Franklin, Li a Grey, 2018; Ridge et al., 2019; Cudejko et al., 2020a; Cudejko et al., 2020b; Petersen, Zech a Hamacher, 2020; Sun et al., 2020; Curtis et al., 2021; Hollander et al., 2022; Azhar, Munteanu a Menz, 2023; Gabriel et al., 2023). Celkem 3 z 12 studií se shodují, že při chůzi v minimalistické obuvi nebo naboso byla rovnováha významně horší než při nošení konvenčních bot (Broscheid a Zech, 2016; Hollander et al., 2022; Azhar, Munteanu a Menz, 2023). Studie dospěly k závěru, že není doporučen rychlý přechod z konvenčních bot na minimalistickou obuv či chůzi naboso, což podporuje také Gabriel et al. (2023). Tato změna může vést ke zhoršené rovnováze a k akutním změnám ve vzorech chůze. V rozporu s těmito studiemi je 7 z 12 studií, ve kterých autoři zaznamenali stabilnější chůzi v minimalistické obuvi a naboso (Ridge et al., 2019; Cudejko et al., 2020a; Cudejko et al., 2020b; Sun et al., 2020; Curtis et al., 2021; Hollander et al., 2022; Gabriel et al., 2023). Petersen, Zech a Hamacher (2020) se shodují s těmito autory, až na to, že chůzi v minimalistické obuvi hodnotili jako stabilnější než chůzi naboso. Chůze naboso vedla ke kratší délce a době kroku, pomalejší chůzi a vyšší kadenci (Wirth, Hauser a Mueller, 2011; Broscheid a Zech, 2016; Franklin, Li a Grey, 2018; Sun et al., 2020; Hollander et al., 2022; Gabriel et al., 2023). Tyto parametry také mohou naznačovat lepší stabilitu chůze. Gabriel et al. (2023) k tomu dodává, že tato modifikace chůze vede k přirozenějším pohybům nohy, což sekundárně ovlivňuje funkci a svalovou aktivaci v proximálních oblastech dolních končetin, jako jsou kolena a kyčle.

Z analýzy a rozboru hlavních výsledků rešerše vyplývá, že bosá chůze může mít pozitivní účinky na svaly dolních končetin a pánevního dna, svaly zad a krku, dále na klenbu nohy a plantární zatížení chodidla s ostruhou na patě. Avšak co se týče vlivu bosé chůze na klouby dolních končetin a na rovnováhu při chůzi, objevuje se mezi autory značný nesoulad názorů.

Při psaní bakalářské práce jsem se zaměřila na pečlivé stanovení klíčových slov. Vybraná klíčová slova nejenže výstižně reprezentovala hlavní témata práce, ale také mi usnadnila efektivní vyhledávání v literatuře. Co se týče hodnocení mého postupu zpracování práce, myslím, že jsem obecně zvolila správný přístup. Zvolené metody byly vhodně přizpůsobeny cílům práce a umožnily mi dosáhnout požadovaných výsledků.

Každý zahrnutý literární zdroj byl pečlivě zvážěn z hlediska jeho přímého vztahu k tématu. Vybrané studie, jako například ta od autorů Azhar, Munteanu a Menz (2023), poskytují nejnovější data a analýzy, což je nezbytné pro zachování aktuálnosti a relevance mé práce v rychle se vyvíjejícím oboru. Například studie od autorů Petersen, Zech a Hamacher (2020) a Ogaya et al. (2022) nabízí odlišné pohledy na bosou chůzi a odráží tak rozmanitost perspektiv a přístupů k tématu. Zahrnutím studií od autorů Palmowski et al. (2021) a Trombini-Souza et al. (2015) jsem získala hlubší porozumění aspektům zatížení nosných kloubů při bosochůzi, které by mohly být opomenuty při jednostranném pohledu práce na konkrétní oblast pohybového aparátu. Autoři Wirth, Hauser a Mueller (2011) přispívají neobvyklým výzkumem, který se zabývá aktivací svalstva zad a krku prostřednictvím bosochůze, a tím obohacují výsledky rešerše. Každý zdroj tak nabízí své specifické perspektivy, které pomáhají k lepšímu a ucelenějšímu pochopení tématu mé práce.

Studie zahrnuté do rešerše se potýkají s určitými nedostatky. Vyhledané studie například posuzují pouze krátkodobý terapeutický účinek bosé chůze. Mnoho výzkumníků se soustředí na krátkodobé efekty bosé chůze nejspíš proto, že dlouhodobé efekty jsou obtížněji měřitelné. Myslím si, že je zásadní hodnotit dlouhodobý účinek bosé chůze, neboť změny v pohybovém aparátu mohou vyžadovat delší čas na projevení.

Porovnávání účinnosti bosé chůze mezi jednotlivými studii mohlo být komplikované kvůli individuálním rozdílům mezi osobami. Zastávám názor, že je v klinických studiích důležité, aby výzkumníci vytvořili co nejhomogennější skupiny probandů.

Dalším nedostatkem rešerše bylo, že studie, které jsem zahrnula, nebyly prováděny za stejných podmínek. I přesto, že barefoot a minimalistická obuv napodobuje bosou chůzi a řadí se do této kategorie, může mít odlišné biomechanické a fyziologické dopady na lidské tělo, jak naznačují studie od mnoha autorů (Wirth, Hauser a Mueller, 2011; Broscheid a Zech, 2016; Cudejko et al., 2020b; Petersen, Zech a Hamacher, 2020). Kromě toho, různé studie byly prováděny v různých prostředích, což může významně ovlivnit způsob, jakým je chůze prováděna. Jsem si vědoma toho, že rozdílná metodologie jednotlivých studií mohla ovlivnit porovnatelnost jejich výsledků a mít vliv na celkové závěry mé práce.

Jedním z hlavních omezení, které jsem si určila, bylo zaměření na aktuální studie. Podle mého úsudku rostoucí popularita bosé chůze může vést k většímu množství studií v posledních letech zaměřených na tento fenomén. Ačkoliv studie od autorů Wirth, Hauser a Mueller (2011) nespádala do časového rámce stanoveného pro rok publikace a byla starší, rozhodla jsem se ji přesto zahrnout do rešerše kvůli jejímu ojedinělému a nezvyklému zaměření na aktivitu svalů zad a krku. Přestože další studie od autorů Sun et al. (2020) a Palmowski et al. (2021) nedosáhly stanoveného počtu probandů, který jsem si určila, rozhodla jsem se je do rešerše zařadit kvůli výjimečnému zaměření a způsobu provedení výzkumu.

Dalším značným omezením byla také specifická orientace výzkumu výhradně na dospělé účastníky. Mnoho studií o vlivu bosé chůze se zaměřují na probandy dětského věku. Důvodem může být fakt, že ovlivnění pohybového aparátu dospělých prostřednictvím bosé chůze může být složitější. V dospělosti jsou struktury pohybového aparátu již plně vyvinuté a méně ovlivnitelné než u dětí.

Podarilo se mi nalézt pouze malý počet studií, které se soustředí na účinky bosé chůze přímo na pohybový aparát. Většina dostupných studií zkoumá především parametry chůze a rovnováhy. S přihlédnutím k metodologii zahrnutých studií mohu vyvodit, že parametry chůze a rovnováhy jsou obecně snadněji měřitelné pomocí technologií, jako jsou tlakové platformy a pohybové snímání. Lze očekávat, že svalová aktivita a zatížení kloubů vyžaduje složitější a nákladnější metody měření, jako je elektromyografie, magnetická rezonance nebo ultrazvuk.

Co se týče zvyšování aktivity a síly svalů, studie zkoumají vliv chůze naboso hlavně na svalstvo nohou. Při bosé chůzi je právě samotné chodidlo v přímém kontaktu s terénem. Svaly nohou a oblast kotníků jsou první, které reagují na různé stimuly terénu, což může být důvodem, že se přirozeně stávají primárním zájmem studií. I když se studie často zaměřují na oblast nohou, je důležité si uvědomit, že změny ve svalové aktivitě v oblasti nohy se mohou řetězit do celého těla.

Do rešerše jsem se rozhodla začlenit i studie zkoumající barefoot a minimalistickou obuv, přičemž hlavní důvod byl především nedostatek studií přímo souvisejících s bosou chůzí. Tento přístup je podpořen poznatkem, že barefoot a minimalistická obuv je navržena tak, aby co nejvíce imitovala přirozenou bosou chůzi. Proto tato obuv může poskytovat relevantní data, která mohou odhalit klíčové aspekty bosé chůze. Tato obuv poskytuje určitou ochranu nohou před potenciálně nebezpečnými objekty na zemi. Vycházím z předpokladu, že to umožňuje vědcům zkoumat účinky bosé chůze bez rizika zranění účastníků studie. Další možné vysvětlení by mohlo spočívat v tom, že výzkumníci mohou usilovat o to, aby jejich studie byly maximálně

přínosné a uplatnitelné pro širokou veřejnost. Mnozí mohou být ochotní nosit barefoot či minimalistickou obuv, avšak mohou odmítat chodit zcela naboso.

Problematika bosé chůze se zdá být obtížná a představuje pro vědecký výzkum výzvu, což má za následek omezenou dostupnost tzv. evidence based literatury. Bohužel jsem nebyla schopna zařadit všechny oblasti pohybového aparátu ovlivněné bosou chůzí, o kterých se zmiňují autoři literatury v teoretické části práce. Domnívám se, že zejména vliv bosé chůze na redukci rizika vzniku hallux valgus nebo na zmírnění bolesti bederní páteře, by byly obzvlášť vhodnými tématy pro výzkum. Často jsem se setkávala s tím, že autoři literatury o bosé chůzi sami metodu propagují. Z těchto důvodů zastávám názor, že k tématu bosé chůze je důležité přistupovat obzvlášť kriticky. Jsem přesvědčena, že je velice důležité v této oblasti porovnávat různé zdroje, aby si člověk mohl vytvořit vyvážený názor založený na široké škále důkazů.

Ve své bakalářské práci jsem se zaměřila na zkoumání potenciálních vlivů bosé chůze na různé části pohybového aparátu. Hlavním cílem bylo vytvořit komplexní přehled o možných dopadech bosé chůze na jednotlivé oblasti pohybového aparátu. Doporučila bych však navázat na můj výzkum a provést další rešeršní práce, které by se konkrétně zaměřily na jednotlivé oblasti pohybového aparátu ovlivněné bosou chůzí. Tento cílený přístup a podrobnější zkoumání by mohlo poskytnout více konkrétních důkazů o vlivu bosé chůze na jednotlivé anatomické a fyziologické aspekty. Dle mého názoru by také bylo užitečné věnovat další výzkumné úsilí specifickým populacím, jako jsou děti, sportovci, senioři nebo jedinci s konkrétním zdravotním problémem, jako je např. plochonoží či chronické bolesti zad. Mohlo by to pomoci ve zjištění, zda existují skupiny osob, pro které je bosá chůze obzvlášť prospěšná nebo naopak nevhodná.

Na základě výsledků bakalářské práce se domnívám, že tato zjištění by mohla být vhodná pro návrh vzdělávacích materiálů, které by informovaly zájemce o různých aspektech bosé chůze. Mohlo by to pomoci například snížit pravděpodobnost vzniku degenerativních změn spojených s nevhodnou obuví. Dále vyvozují, že by výsledky mohly být použity k vývoji cílených fyzioterapeutických programů, které by využívaly bosou chůzi jako metodu k posílení svalů nohou, k podpoře zdraví nosných kloubů či správného vzoru chůze. V rámci toho může vzniknout zvlášť kategorie programů pro seniory, které by cílily na zlepšení rovnováhy, snížení rizika pádů a podporu nezávislého pohybu.

7 ZÁVĚR

Ve své bakalářské práci jsem na základě nastudování relevantní literatury vytvořila aktuální přehled problematiky bosé chůze. Záměrem bylo zjistit vliv obuvi na nohu, rozdíly mezi chůzí v běžné obuvi a bosou chůzí, přechod k bosé chůzi a s ní spojená pozitiva, rizika a kontraindikace.

Bosá chůze je považována za jeden z nejefektivnějších způsobů, jak posílit svalstvo nohou a zlepšit jejich schopnost absorpce nárazů. Dále přispívá k udržení správné morfologie nohy, k vyšší senzomotorické kontrole a ke snížení rizika vzniku deformit a infekcí nohou.

Výstup speciální části práce má charakter systematické rešerše, do které bylo zahrnuto celkem dvacet klinických studií. Cílem bylo zjistit vliv bosé chůze na různé oblasti pohybového aparátu, aby bylo možné komplexně vyvodit její přínosy i možná rizika. Toto široké zaměření práce umožnilo lépe porozumět celkovému dopadu bosé chůze na lidské tělo.

Velká část zahrnutých studií prokázala pozitivní vliv bosé chůze, a to na svaly dolních končetin a pánevního dna, svaly zad a krku, dále na klenbu nohy a plantární zatížení chodidla s ostruhou na patě. Vliv bosé chůze na klouby dolních končetin a na rovnováhu při chůzi zůstal sporný, jelikož některé studie naznačují pozitivní dopad, zatímco jiné přinášejí důkazy o negativních účincích.

Je důležité podotknout, že pro některé jedince může bosá chůze představovat ideální metodu léčby nebo prevence, zatímco pro jiné může být nevhodná či dokonce kontraindikovaná. Proto je nutné přistupovat k výběru zařazení bosé chůze do fyzioterapeutického plánu s ohledem na individuální zdravotní stav a fyzické schopnosti každého pacienta.

Přestože nebylo možné vyvodit jednoznačné závěry o vlivu bosé chůze, tato rešerše by mohla posloužit jako podklad pro další výzkumy, které by se konkrétně zaměřily na jednotlivé oblasti pohybového aparátu ovlivněné bosou chůzí. Tento cílený přístup by umožnil podrobnější zkoumání, což by mohlo poskytnout hlubší pochopení účinků bosé chůze.

8 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

AZHAR, Ameer Nor, Shannon E. MUNTEANU a Hylton B. MENZ, 2023. Effects of supportive and minimalist footwear on standing balance and walking stability in older women. *Journal of foot and ankle research* [online]. **16**(1), 38-38 [cit. 2023-10-05]. ISSN 1757-1146. Dostupné z: <https://doi.org/10.1186/s13047-023-00634-y>.

BOWMAN, Katy, 2017. *Celým tělem naboso: zdárný přechod na minimalistickou obuv*. Praha: DharmaGaia. ISBN 978-80-7436-069-5.

BROSCHEID, Kim-charline a Astrid ZECH, 2016. Influence of Barefoot, Minimalist, and Standard Footwear Conditions on Gait and Balance in Healthy Older Adults. *Journal of the American Geriatrics Society (JAGS)* [online]. **64**(2), 435-437 [cit. 2023-10-05]. ISSN 0002-8614. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26889847/>.

BUBENÍČKOVÁ, Klára, 2016. Nohy a v nich ukryté reflexní zóny. *Umění fyzioterapie*. ISSN: 2464-6784.

CAMPITELLI, Nicholas A., Scott A. SPENCER, Kaitlyn BERNHARD, Kristen HEARD a Alan KIDON, 2016. Effect of Vibram FiveFingers Minimalist Shoes on the Abductor Hallucis Muscle. *Journal of the American Podiatric Medical Association* [online]. **106**(5), 344-351 [cit. 2023-10-05]. ISSN 8750-7315. Dostupné z: <https://doi.org/10.7547/14-084>.

CUDEJKO, Tomasz, James GARDINER, Asangaedem AKPAN a Kristiaan D'AOÛT, 2020a. Minimal footwear improves stability and physical function in middle-aged and older people compared to conventional shoes. *Clinical biomechanics (Bristol)* [online]. 71, 139-145 [cit. 2023-10-05]. ISSN 0268-0033. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2019.11.005>.

CUDEJKO, Tomasz, James GARDINER, Asangaedem AKPAN a Kristiaan D'AOÛT, 2020b. Minimal shoes improve stability and mobility in persons with a history of falls. *Scientific reports* [online]. **10**(1), 21755-21755 [cit. 2023-10-05]. ISSN 2045-2322. Dostupné z: <https://doi.org/10.1038/s41598-020-78862-6>.

CURTIS, Rory, Catherine WILLEMS, Paolo PAOLETTI a Kristiaan D'AOÛT, 2021. Daily activity in minimal footwear increases foot strength. *Scientific reports* [online]. **11**(1), 18648-18648 [cit. 2023-07-11]. ISSN 2045-2322. Dostupné z: <https://doi.org/10.1038/s41598-021-98070-0>.

ČIHÁK, Radomír, 2015. *Anatomie I*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-3817-8.

EARLS, James, 2021. *Zrození k chůzi: proč a jak chodíme po dvou: myofasciální výkonnost a tělo v pohybu*. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-271-1749-9.

FRANKLIN, Simon, François-xavier LI a Michael J. GREY, 2018. Modifications in lower leg muscle activation when walking barefoot or in minimalist shoes across different age-groups. *Gait & posture* [online]. 60, 1-5 [cit. 2023-10-05]. ISSN 0966-6362. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2017.10.027>.

FRANKLIN, Simon, Michael J. GREY, Nicola HENEGHAN, Laura BOWEN a François-xavier LI, 2015. Barefoot vs common footwear: A systematic review of the kinematic, kinetic and muscle activity differences during walking. *Gait & Posture* [online]. 42(3), 230-239 [cit. 2023-01-07]. ISSN 09666362. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2015.05.019>.

GABRIEL, Anna, Scott WEARING, Thomas HORSTMANN a Andreas KONRAD, 2023. Four weeks minimalist shoe walking improves measures of foot posture and balance in healthy young adults – a randomized controlled trial. *Technical University of Munich* [online]. [cit. 2023-11-09]. Dostupné z: <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-2541810/v1>.

GRAF, Eveline, Barbara BORNER a Jessica PEHLKE, 2019. Pelvic floor muscles after birth: Do unstable shoes have an effect on pelvic floor activity and can this be measured reliably? – A feasibility study. *International Journal of Health Professions* [online]. 6(1), 116-123 [cit. 2023-11-09]. ISSN 2296-990X. Dostupné z: <https://doi.org/10.2478/ijhp-2019-0013>.

HOLLANDER, Karsten, Evi PETERSEN, Astrid ZECH a Daniel HAMACHER, 2022. Effects of barefoot vs. shod walking during indoor and outdoor conditions in younger and older adult. *Gait & posture* [online]. 95, 284-291 [cit. 2023-10-05]. ISSN 0966-6362. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2021.04.024>.

HOLLANDER, Karsten, Christoph HEIDT, Babette C. VAN DER ZWAARD, Klaus-michael BRAUMANN a Astrid ZECH, 2017. Long-Term Effects of Habitual Barefoot Running and Walking: A Systematic Review. *Medicine and science in sports and exercise* [online]. 49(4), 752-762 [cit. 2023-07-12]. ISSN 0195-9131. Dostupné z: <https://doi.org/10.1249/mss.0000000000001141>.

HOLLOWKA, Nicholas B., Ian J. WALLACE a Daniel E. LIEBERMAN, 2018. Foot strength and stiffness are related to footwear use in a comparison of minimally- vs. conventionally-shod populations. *Scientific reports* [online]. 8(1), 3679-12 [cit. 2023-10-05]. ISSN 2045-2322. Dostupné z: <https://doi.org/10.1038/s41598-018-21916-7>.

HOLOWKA, Nicholas, Ian J.WALLACE a Daniel E. LIEBERMAN, 2018. Foot strength and stiffness are related to footwear use in a comparison of minimally- vs. conventionally-shod populations. *Scientific reports* [online]. **8**(1), 3679-12 [cit. 2023-07-11]. ISSN 2045-2322. Dostupné z: <https://doi.org/10.1038/s41598-018-21916-7>.

HOWELL, Daniel, 2012. *Naboso: 50 důvodů, proč zout boty*. Praha: Mladá fronta. ISBN 978-80-204-2637-6.

KINCLOVÁ, Lucie, 2016. Využití principů posturální ontogeneze pro aktivaci stabilizační funkce nohy. *Umění fyzioterapie*. **2016**(2), 33-37. ISSN 2464-6784.

KOLÁŘ, Pavel, 2020. *Rehabilitace v klinické praxi*. Druhé vydání. Praha: Galén. ISBN 978-80-7492-500-9.

KOLIBA, Miroslav, 2019. Barefoot pohledem diabetologa. *Podiatrické listy* [online]. **2019**(1), 12. ISSN: 2336-7725. Dostupné z: https://www.podiatric.cz/soubory_periodikum/43_1-podiatricke_listy_1_2019-2-pdf.pdf.

KRAČMAR, Bronislav, Martina CHRÁSTKOVÁ a Radka BAČÁKOVÁ, 2016. *Fylogeneze lidské lokomoce*. Praha: Univerzita Karlova, Nakladatelství Karolinum. ISBN 978-80-246-3379-4.

KRAWCZYK, Petr, 2019. Barefoot z pohledu ortopeda. *Podiatrické listy* [online]. **2019**(1), 10-11. ISSN: 2336-7725. Dostupné z: https://www.podiatric.cz/soubory_periodikum/43_1-podiatricke_listy_1_2019-2-pdf.pdf.

LEVINGER, Pazit, George S. MURLEY, Christian J. BARTON, Matthew P. COTCHETT, Simone R. MCSWEENEY a Hylton B. MENZ, 2010. A comparison of foot kinematics in people with normal- and flat-arched feet using the Oxford Foot Model. *Gait & posture* [online]. **32**(4), 519-523 [cit. 2023-02-25]. ISSN 0966-6362. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2010.07.013>.

LEWITOVÁ, Clara Maria, 2016. O dospělých nohách. *Umění fyzioterapie*. **2016**(2), 4-8. ISSN 2464-6784.

LIEBERMAN, Daniel a Jaromír VICARI, 2016. *Příběh lidského těla: evoluce, zdraví a nemoci*. Brno: Jan Melvil Publishing. ISBN 978-80-7555-005-7.

LIEBERMAN, Daniel E., 2014. Strike type variation among Tarahumara Indians in minimal sandals versus conventional running shoes. *Journal of sport and health science* [online]. **3**(2),

86-94 [cit. 2023-07-12]. ISSN 2095-2546. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2014.03.009>.

LUNGA, Ondřej, 2018. Silní naboso: "Vnímejte svá chodidla." *Podiatrické listy* [online]. **2018**(1), 47-49 [cit. 2023-08-13]. ISSN: 2336-7725. Dostupné z: https://www.podiatric.cz/soubory_periodikum/9_1-pod-listy-2018-01-pdf.pdf.

MACHADO, Álvaro S., Caio B. P. DA SILVA, Emmanuel S. DA ROCHA a Felipe P. CARPES, 2017. Effects of plantar foot sensitivity manipulation on postural control of young adult and elderly. *Revista brasileira de reumatologia (English Ed.)* [online]. **57**(1), 30-36 [cit. 2023-07-12]. ISSN 2255-5021. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.rbre.2016.03.007>.

MARŠÁLKOVÁ, Kateřina a Dagmar PAVLŮ, 2012. Diagnostika funkce nohy v denní praxi. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. **19**(4), 177-178. ISSN 1211-2658.

MAYEROVÁ, Vlasta, 2019. "Barefoot obuv" vyjádření k problematice tzv. bosé obuvi. *Podiatrické listy* [online]. **2019**(1), 19-21. ISSN: 2336-7725. Dostupné z: https://www.podiatric.cz/soubory_periodikum/43_1-podiatricke-listy-1-2019-2-pdf.pdf.

MCKEON, Patrick O., Jay HERTEL, Dennis BRAMBLE a Irene DAVIS, 2015. The foot core system: a new paradigm for understanding intrinsic foot muscle function. *British Journal of Sports Medicine* [online]. **49**(5), 290-290 [cit. 2023-07-11]. ISSN 0306-3674. Dostupné z: <https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-092690>.

OGAYA, Shinya, Shuji OKUBO, Takeshi UTSUMI, Fuma KONNO a Shunsuke KITA, 2022. Effects of flat-flexible shoes on lower limb joint kinetics and kinematics in gait. *Journal of biomechanics* [online]. 141, 111216-111216 [cit. 2023-10-05]. ISSN 0021-9290. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2022.111216>.

PALMOWSKI, Y., S. POPOVIĆ, D. KOSACK a P. DAMM, 2021. Analysis of hip joint loading during walking with different shoe types using instrumented total hip prostheses. *Scientific reports* [online]. **11**(1), 10073-10073 [cit. 2023-11-09]. ISSN 2045-2322. Dostupné z: <https://doi.org/10.1038/s41598-021-89611-8>.

PATERSON, Kade L., Kim L. BENNELL, Penny K. CAMPBELL, Ben R. METCALF, Tim V. WRIGLEY et al., 2021. The Effect of Flat Flexible Versus Stable Supportive Shoes on Knee Osteoarthritis Symptoms: A Randomized Trial. *Annals of internal medicine* [online]. **174**(4), 462-471 [cit. 2023-11-09]. ISSN 0003-4819. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33428439/>.

PETERSEN, Evi, Astrid ZECH a Daniel HAMACHER, 2020. Walking barefoot vs. with minimalist footwear - influence on gait in younger and older adults. *BMC geriatrics* [online]. **20**(1), 88-88 [cit. 2023-10-05]. ISSN 1471-2318. Dostupné z: <https://doi.org/10.1186/s12877-020-1486-3>.

PROČKOVÁ, Pavla, 2016. Život naboso. *Umění fyzioterapie*. **2016**(2), 54-59. ISSN 2464-6784.

PYTLOVÁ, Lucie, 2020. *Barefoot: žij naboso!*. Praha: Alferia. ISBN 978-80-271-0749-0.

RAPI, Jakub, 2016. Statické deformity přednoží - diagnostika a terapie. *Umění fyzioterapie*. ISSN: 2464-6784.

RIBEIRO, Ana Paula, Brenda Luciano DE SOUZA a Silvia Maria Amado JOÃO, 2022. Effectiveness of mechanical treatment with customized insole and minimalist flexible footwear for women with calcaneal spur: randomized controlled trial. *BMC musculoskeletal disorders* [online]. **23**(1), 1-773 [cit. 2023-10-05]. ISSN 1471-2474. Dostupné z: <https://doi.org/10.1186/s12891-022-05729-4>.

RIDGE, Sarah, Mark OLSEN, Dustin BRUENING, Kevin JURGENSMIEIER, David GRIFFIN, Irene DAVIS a Wayne JOHNSON, 2019. Walking in Minimalist Shoes Is Effective for Strengthening Foot Muscles. *Medicine and science in sports and exercise* [online]. **51**(1), 104-113 [cit. 2023-10-05]. ISSN 0195-9131. Dostupné z: <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001751>.

RYBOVÁ, Pavla, 2019. Proč mi při čtení o barefoot obouvání stoupá tlak. *Podiatrické listy* [online]. **2019**(1), 13-15. ISSN: 2336-7725. Dostupné z: https://www.podiatric.cz/soubory_periodikum/43_1-podiatricke_listy_1_2019-2-pdf.pdf.

SANDLER, Michael a Jessica LEE, 2011. *Barefoot Running: How to run light and free by getting in touch with the Earth*. Crown. ISBN 978-0984382200.

SAXBY, Lee, 2011. Proprioception: Making Sense Of Barefoot Running. *Terra Plana International* [online]. 1-32, [2023-02-25]. Dostupné z: <https://carrerasdemontana.files.wordpress.com/2008/03/proprioception-making-sense-of-barefoot-running-by-lee-saxby.pdf>.

SLOUKA, Igor, 2018. Naboso - správný krok ke zdraví. *Podiatrické listy* [online]. **2018**(1), 14-15 [cit. 2023-08-13]. ISSN: 2336-7725. Dostupné z: https://www.podiatric.cz/soubory_periodikum/9_1-pod-listy-2018-01-pdf.pdf.

SOYSA, Achini; Claire HILLER, Kathryn REFSHAUGE a Joshua BURNS, 2012. Importance and challenges of measuring intrinsic foot muscle strength. *Journal of foot and ankle research* [online]. **5**(1), 29-29 [cit. 2023-07-11]. ISSN 1757-1146. Dostupné z: <https://doi.org/10.1186/1757-1146-5-29>.

SPLICHAL, Emily, 2021. *Silní naboso*. Praha: Move Lab. ISBN 978-80-908116-2-1.

SUN, Dong, Gusztáv FEKETE, Julien S. BAKER a Yaodong GU, 2020. Foot Motion Character During Forward and Backward Walking With Shoes and Barefoot. *Journal of motor behavior* [online]. **52**(2), 214-225 [cit. 2023-11-09]. ISSN 0022-2895. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31023152/>.

TROMBINI-SOUZA, Francis, Alessandra B. MATIAS, Mariane YOKOTA, Marco K. BUTUGAN, Claudia GOLDENSTEIN-SCHAINBERG, Ricardo FULLER a Isabel SACCO, 2015. Long-term use of minimal footwear on pain, self-reported function, analgesic intake, and joint loading in elderly women with knee osteoarthritis: A randomized controlled trial. *Clinical biomechanics (Bristol)* [online]. **30**(10), 1194-1201 [cit. 2023-10-05]. ISSN 0268-0033. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2015.08.004>.

VENKADESAN, Madhusudhan, Ali YAWAR, Carolyn M. ENG, Marcelo A. DIAS a Dhiraj K. SINGH, 2020. Stiffness of the human foot and evolution of the transverse arch. *Nature (London)* [online]. **579**(7797), 97-100 [cit. 2023-07-11]. ISSN 0028-0836. Dostupné z: <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2053-y>.

WEARING, Scott C., Sue L. HOOPER, Philip DUBOIS, James E. SMEATHERS a Albrecht DIETZE, 2014. Force–Deformation Properties of the Human Heel Pad during Barefoot Walking. *Medicine and science in sports and exercise* [online]. **46**(8), 1588-1594 [cit. 2023-07-24]. ISSN 0195-9131. Dostupné z: <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000281>.

WIRTH, Brigitte, Fabian HAUSER a Roland MUELLER, 2011. Back and neck muscle activity in healthy adults during barefoot walking and walking in conventional and flexible shoes. *Footwear science* [online]. **3**(3), 159-167 [cit. 2023-10-05]. ISSN 1942-4280. Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/19424280.2011.633104>.

WRONA, Jakub, 2019. Pohled fyzioterapeuta na barefoot obuv. *Podiatrické listy* [online]. **2019**(1), 18. ISSN: 2336-7725. Dostupné z: https://www.podiatricke.cz/soubory_periodikum/43_1-podiatricke_listy_1_2019-2-pdf.pdf.

ZAHUTOVÁ, Eliška, Kristýna MRKVOVÁ a Jaroslav UCHYTIL, 2018. Rizikové faktory barefoot obuvi z pohledu biomechaniky. *Pohybové ústrojí. Pokroky ve výzkumu, diagnostice a terapii* [online]. **25**, 30-31 [cit. 2023-08-14]. ISSN 2336-4777. Dostupné z: http://www.pojivo.cz/pu/Supplementum_2018_1_0315.pdf.

9 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. č. 3.1 *Prisma diagram*

10 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

6MWT - Test chůze na 6 minut

ADM – m. abductor digiti minimi

AH – m. abductor hallucis

BF - naboso

BW – chůze vzad

C – kontrolní skupina

cm – centimetr

cm² – centimetr čtvereční

COIG – individuální ortopedické vložky v minimalistické obuvi

CoP – center of pressure

EMG – elektromyografie

et al. – a jiní

FDB – m. flexor digitorum brevis

FFI – Index funkce chodidla

FHSQ-Br - Dotazník o zdravotním stavu chodidla

FPI – Index polohy nohy

FS - cvičení na posílení chodidla

FW – chůze vpřed

GCM – m. gastrocnemius medialis

GRF - maximální vertikální úderová síla působící na zem

km/h – kilometr za hodinu

LDS - lokální dynamická stabilita

LIC – m. iliocostalis lumborum

LL – m. longissimus lumborum

LMF – m. multifidus lumborum

m - metr

m. – musculus

MFG - chůze v minimalistické obuvi

mm – milimetry

MSH - chůze v minimalistické obuvi

MSW - chůze v minimalistické obuvi

MTC - minimální výška průchodu prstců

např. – například

NE - svaly extenzorů krku

NOC – chůze v kontrolní obuvi

NRS – Numeric Rating Scale

PCS – ostruha na patě

PL – m. peroneus longus

ROM – range of motion

SCM – m. sternocleidomastoideus

SEB - Star Excursion Balance test

SH – chůze ve vlastní obuvi probandů

SP – stabilní podpůrná obuv

T0 – začátek studie

T3 – období po třech měsících

T6 – období po šesti měsících

TA – m. tibialis anterior

TD – m. trapezius - pars descendens

TUG - Timed Up and Go

tzv. – takzvaný

VFF - Vibram FiveFingers Bikila