

Univerzita Karlova v Praze

Přírodovědecká fakulta

Katedra antropologie a genetiky člověka

Studijní program: Biologie



Michaela Kolovecká

Vliv obuvi na způsob běhu a zranění

The Influence of Footwear on Running Style and Injuries

Bakalářská práce

Školitel: Mgr. Martin Hora

Praha, 2016

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze, 3.5.2016

Podpis

Poděkování

Tímto bych chtěla poděkovat svému školiteli Mgr. Martinu Horovi za vedení práce, odbornou pomoc a cenné rady poskytované během konzultací. Mé díky dále patří mé rodině a přátelům za jejich trpělivost, pomoc a podporu. Také bych ráda vyjádřila své díky běžcům, kteří se zúčastnili dotazníkové ankety.

ABSTRAKT

Běh se stal v posledních letech velmi oblíbeným sportem. I proto se v dnešní době často diskutuje, zda je lepší běhat v obuvi, či naboso. Cílem této bakalářské práce je shrnutí vědeckých poznatků o vlivu obuvi na způsob běhu a zranění. Úvodní kapitola charakterizuje základy běžecké techniky a postupný vývoj běhu v souvislosti s vývojem běžecké obuvi. V následujících kapitolách jsou blíže popsány výsledky studií na vliv obuvi na kinematiku běhu, techniku došlapu a reakční síly, svalovou aktivitu a ekonomiku běhu. Další kapitoly pojednávají o vlivu obuvi na vznik běžeckých zranění a nejčastější běžecká zranění jsou postupně rozebrána. Poslední část práce tvoří část praktická. Jedná se dotazníkovou studii, které se zúčastnilo celkem 93 běžců. V závěru jsou shrnuty uvedené vědecké poznatky na téma vlivu obuvi na způsob běhu a zranění a jsou porovnány s výsledky dotazníku.

Klíčová slova

Běžecká obuv, běh naboso, kinematika, došlap, svalová aktivita, ekonomika běhu, běžecká zranění

ABSTRACT

In recent years running has become a very popular sport. Therefore it is nowadays often discussed whether it is shod running or barefoot running that is better. The aim of this thesis is to provide a summary of scientific pieces of knowledge on the effect of footwear on running style and related injuries. The introduction chapter describes the basics of running techniques and progressive development of running styles in relation to the development of running footwear. The following chapters describe in detail results of studies about the impact of footwear on kinematics, foot strike pattern and ground reaction forces, muscular activity and the running economy. Other chapters deal with the influence of footwear as a source of running related injuries while the most common running injuries are subsequently analysed. The last part is a practical section. It is a questionnaire study in which in total 93 runners participated. The conclusion summarizes the essential pieces of knowledge on the topic of footwear influence on running style and related injuries which are compared with the results collected in the questionnaire.

Key words

Running shoes, barefoot running, kinematics, foot strike pattern, muscular activity, running economy, running injuries

Obsah

1. Úvod	1
2. Cíl práce	2
3. Běh a běžecká obuv	3
4. Vliv obuvi na způsob běhu.....	6
4.1 Kinematika běhu.....	6
4.2 Došlap a reakční síla	8
4.3 Svalová aktivita	11
4.4 Ekonomika běhu	13
4.5 Shrnutí vlivu obuvi na způsob běhu	15
5. Vliv obuvi na zranění	16
5.1 Patelofemorální syndrom.....	17
5.2 Iliotibiální syndrom.....	18
5.3 Plantární faciitida.....	19
5.4 Achillotendinitida	20
5.5 Stresové fraktury	21
5.5.1 Stresové fraktury tibie	21
5.5.2 Stresové fraktury metatarsů	22
5.6 Shrnutí vlivu obuvi na vznik zranění.....	22
6. Praktická část.....	24
6.1 Cíl	24
6.2 Materiál a metody	24
6.3 Výsledky a diskuse	25
6.4 Závěr praktické části.....	27
Závěr	29
Seznam použité literatury	31

1. Úvod

„Na západě děti obouváme dřív, než začnou chodit. Čemu je tím učíme? Učíme je, že země je nebezpečná, že se před ní musí chránit. Jenže děti v Keni zemi vnímají, mají k ní proto lepší vztah. Učí se nohu při běhu pokládat opatrně, aby se nezranily. Učí se došlapovat jemně, lehce, spíš se nad zemí vznášet než po ní dusat“ (Finn, 2012).

Běh byl a je součástí přirozeného lidského pohybu, který člověka doprovází od samého počátku vývoje lidstva (Sandler et al., 2010; Lieberman et al., 2010; Kaplan, 2014). Vytrvalostní běh je v současné době stále více oblíbeným sportem, pronikajícím mezi širokou veřejností. V České republice je tento běžecký rozmach vidět nejvíce na kategorii příležitostných běžců. Každým rokem se postupně zvyšují počty účastníků na běžeckých závodech různých délek.

Běh pozitivně působí na lidský organismus vlivem postupné adaptace těla na vytrvalostní zátěž (Sandler et al., 2010). Na druhé straně je ale tento sport často spojen se vznikem zranění. Dle autorů, zabývajících se touto problematikou, je každoročně zraněna alespoň polovina běžců (Brody, 1980; Noakes, 2003; Murphy et al., 2013). Příčinou jsou nejčastěji síly působící na chodidlo při kontaktu s podložkou (Lieberman et al., 2010). Výrobci sportovní obuvi deklarují, že používáním speciálních běžeckých bot, konstruovaných tak, aby svým tlumením eliminovaly tyto síly a zároveň dovozovaly přirozený pohyb nohy, má být zajištěna ochrana běžce před vznikem zranění. S vynálezem takovéto obuvi je spojen masivní rozvoj běhu v odpružené a tlumené obuvi. I přes masové používání této obuvi se ale prevalence zranění výrazně nezměnila (Divert, 2008; Murphy et al., 2013). Z tohoto důvodu se začaly provádět výzkumy, dávající do souvislosti používání klasické běžecké obuvi a vznik zranění, a které přicházejí s názory, že namísto ochrany před zraněním, jsou právě běžecké boty důvodem vzniku některých typů zranění u běžců (Divert, 2008; Hreljac, 2004; Murphy et al., 2013).

V poslední době můžeme pozorovat výrazný trend v návratu k bosonohému běhu (Sandler et al., 2010; Lieberman, 2012). Výrobci sportovní obuvi začali ustupovat od velmi tlumivých, těžkých bot s vysokou patou a rozšiřují nabídku převážně o minimalisticky pojatou obuv. Minimalistická obuv se v porovnání s klasickou běžeckou obuví vyznačuje absencí tlumících materiálů a prvků pro podporu klenby nohy a disponuje dostatečným prostorem v oblasti prstů, kterým umožňuje jejich zapojení při běhu (Divert, 2008). Je však možné pozorovat, že návrat k „přirozenosti“ se neobejde bez překážek a diskuzí jeho výhod a

nevýhod. Právě tato skutečnost mně společně s mými vlastními běžeckými zkušenostmi přivedla na téma mé bakalářské práce.

2. Cíl práce

Cílem mé bakalářské práce je shrnutí a porovnání vědeckých poznatků o vlivu obuvi na způsob běhu a zranění. Cílem praktické části je porovnání výsledků provedené dotazníkové ankety s uvedenými vědeckými poznatky. Práce je rozdělena do několika kapitol a podkapitol. Úvodní kapitola charakterizuje postupný vývoj běhu v souvislosti s vývojem běžecké obuvi a základy běžecké techniky. V následujících kapitolách jsou blíže popsány výsledky odborných studií týkajících se vlivu obuvi na kinematiku, techniku došlapu a reakční síly, svalovou aktivitu a ekonomiku běhu. Další kapitoly pojednávají o vlivu obuvi na vznik běžeckých zranění a nejčastější běžecká zranění jsou postupně rozebrána. Poslední část práce tvoří část praktická. Jedná se o dotazníkovou studii, které se zúčastnilo celkem 93 běžců. V závěru jsou shrnuty všechny uvedené vědecké poznatky na téma vlivu obuvi na způsob běhu a zranění a jsou porovnány s výsledky dotazníkové ankety.

3. Běh a běžecká obuv

Běh je jedním ze základních způsobů lidské lokomoce, používaný homininy miliony let (Sandler et al., 2010; Lieberman, 2012; Kaplan, 2014). V posledních letech se stal běh, spolu se zdravým životním stylem, módním trendem. Fitness studia jsou dnes plná běžeckých pásů, na které se mnohdy stojí i fronty. V létě můžeme pozorovat plné parky a stezky běžců. Nelze totiž popřít, že z pravidelného vytrvalostního běhu naše tělo profituje hned na několika úrovních. Při vytrvalostním běhu dochází k adaptaci těla na vytrvalostní zátěž, dochází tak například ke zvýšení výkonnosti kardiovaskulárního systému, posilování imunity a zlepšování psychického stavu (Sandler et al., 2010; Krabak et al., 2011). Konkrétně se jedná o ekonomičtější srdeční práci, zvýšení vaskularizace srdeční a příčně pruhované svaloviny. Dále dochází k podpoře metabolismu tuků, snižování imunorezistence nebo zvýšení tvorby imunoglobulinů. Vytrvalostní zátěž tak hraje významnou roli v prevenci a léčbě civilizačních chorob, jako je například diabetes mellitus, ischemická choroba srdeční nebo metabolický syndrom (Sandler et al., 2010).

Co se týče techniky běhu, existují rozdíly mezi během v obuvi a během naboso, které budou popsány v následujících kapitolách. Správná technika běhu se tedy nedá přesně definovat. Běh se skládá z neustále se opakujících cyklů běžeckého kroku, které jsou charakterizovány jednotlivými fázemi. Skládá se z fáze oporové a letové (Lieberman et al., 2015). V oporové fázi je noha v kontaktu s podložkou, v letové fázi noha v kontaktu s podložkou není a dochází k výměně nohou (odrazová noha se stává švihovou a obráceně). V každé fázi lze poměrně přesně odlišit svalovou aktivitu a s ní související pohyb v kloubech dolní končetiny. V průběhu jednoho uběhnutého kilometru dojde k cca 500 až 1300 kontaktům s podložkou (Pohl et al., 2009).

Důležité jsou při běhu svaly, protože jsou iniciátorem pohybu, stabilizují kosti a tlumí síly, které jsou výsledkem náhlého nárazu celé tíhy lidského těla na podložku (De Wit et al., 2000). Pohyb odrazové končetiny je řízen především pomocí extenzorů kyčle, extenzorů kolene a plantárních flexorů. Při došlapu na přední část nohy je aktivita plantárních flexorů nesmírně důležitá, jelikož drží patu nad zemí (Pohl et al., 2009; De Wit et al., 2000).

A jak se běh a běžecká obuv postupně vyvíjely? Ještě před vynálezem obuvi jsme běhali naboso po většinu evoluční historie. Historie sportovní obuvi se začala psát v 18. století. Právě tehdy se začaly vyrábět první lehké běžecké boty. Pro 19. století byly pak symbolem špičaté kožené běžecké boty (Kaplan, 2014). Postupem času ale rostla potřeba větší rychlosti ve všech sportech, což vyžadovalo lehčí boty a jejich lepší trakci. Okolo roku

1860 byla na trh uvedena bota, která měla upevněnou gumovou podešev a tkaničky. Této botě se říkalo “*Plimsoll*” a v českém prostředí se pro ni později vžil název teniska. Tento typ boty se plně rozvinul na přelomu 20. století a boty určené na sport se velmi rozšířily (Lieberman et al., 2015).

Vznik moderní běžecké obuvi datujeme až do 70. let 20. století (Lieberman et al., 2010; Kaplan, 2014). Jednalo se o velmi lehkou, při běhu pohodlnou obuv s charakteristicky vyvýšenou patou (v průměru asi o 12 mm oproti špičce) (Lieberman et al., 2010). Tato běžecká obuv se stala velmi populární a postupně byla dále upravována, kdy se ke zvýšené patě přidala například podpora klenby či zvednutí a odpružení špičky. Dnes je společnost, zodpovědná za vynález této obuvi, známá pod obchodní značkou Nike. Díky tomuto fenoménu došlo k odsunutí bosého běhu do pozadí (Lieberman, 2014).

Od té doby nastal prudký rozvoj výroby běžeckých bot spojený s velkou soutěživostí jednotlivých společností. Velká konkurence vedla k tomu, že výrobci běžeckých bot do dnešní doby přicházejí stále s novými technologiemi a vylepšeními. Na moderních běžeckých botách lze i dnes nalézt zvýšenou patu, a to díky různým způsobům tlumení. Prodejci uvádí, že díky lepší absorpci sil, působících při došlapu chodidla na podložku, má bota zajišťovat ochranu před zraněním. Tyto boty mají dále poskytovat vyšší komfort při pohybu a zlepšovat výkon sportovce. Některé typy bot jsou dle reklam dokonce konstruovány tak, aby napomáhaly v tvarování určitých svalových skupin (Sandler et al., 2010).

Dnes je ale odpověď na otázku, jak bota ovlivňuje kvalitu běhu, a do jaké míry působí na vznik možného zranění, stále nejasná. Výzkumy jsou často prováděny, či dokonce sponzorovány, samotnými sportovními firmami, a proto se dá o jejich relevantnosti a objektivnosti diskutovat (Sandler et al., 2010).

Trend běhání v obuvi trval až do roku 2004, kdy byl v časopise *Nature* publikován článek s názvem *Born to run - Endurance running and the evolution of the genus Homo* od profesorů Liebermana a Bramblea, který vzbudil zájem o zkoumání bosého běhu ve vědeckých kruzích. Tento článek se stal také předlohou pro knihu *Born to run* od Christophera McDougalla, která přiblížila bosý běh i mezi běžnou populaci a započala novou etapu v pohledu na běh (Lieberman, 2014; McDougall, 2011). Existuje také mnoho studií, které se zabývají vlivem obuvi na zranění, a které přicházejí s názory, že namísto ochrany před zraněním, jsou právě běžecké boty důvodem častého vzniku zranění u běžců. V návaznosti na tento fakt vznikl moderní běh naboso a běh v minimalistických botách. Pokud zvážíme, že běh je jednou z nejpřirozenějších pohybových dovedností člověka, jedná se o návrat k přirozenému pohybu.

Rozšíření myšlenky bosonohého běhu do povědomí širší veřejnosti, začaly rychle využívat sportovní firmy (Kaplan, 2014). Výrobci tak začali ustupovat od velmi tlumivých, těžkých bot s vysokou patou a nyní sázejí převážně na minimalistické pojetí boty, charakteristické tenkou, segmentovanou a ohebnou podrážkou s minimálním rozdílem ve výšce podešve mezi špičkou a patou (obrázek 1). Hlavní funkcí běžecké obuvi je totiž ochrana běžcova chodidla. Chrání chodidlo jak před poraněním od nebezpečných předmětů (střepy, hřebíky), které mohou způsobit otevřené zranění nohy a následně i různé infekce, tak i před nepříznivými atmosférickými vlivy a poskytuje běžci tepelnou izolaci (Sandler et al., 2010).



Obrázek 1: A_{1,2}) příklady klasické běžecké obuvi s charakteristicky vyvýšenou patou oproti špičce; B_{1,2}) příklady minimalisticke obuvi s tenkou, segmentovanou a ohebnou podrážkou, s minimálním rozdílem ve výšce podešve mezi špičkou a patou (zdroj: <http://www.newbalance.cz>).

4. Vliv obuvi na způsob běhu

Bosonohý běh je mnohými odborníky doporučován, jakožto prostředek prevence proti zranění, díky jeho rozličným biomechanickým rozdílům (např. rozdílné zapojení svalů, nižší zatížení kloubů atd.) vůči běhu v obuvi. V následujících podkapitolách se zaměříme na jednotlivé rozdíly mezi během naboso a během v obuvi. Zaměříme se na vliv obuvi na délku kroku, krokovou frekvenci (kadenci), došlap a s ním související reakční sílu působící na chodidlo při došlapu na podložku. Dále se zaměříme na vliv obuvi na aktivitu svalů při běhu a nakonec na vliv obuvi na ekonomiku běhu. Na konci této části budou shrnuty nejdůležitější poznatky o vlivu obuvi na způsob běhu.

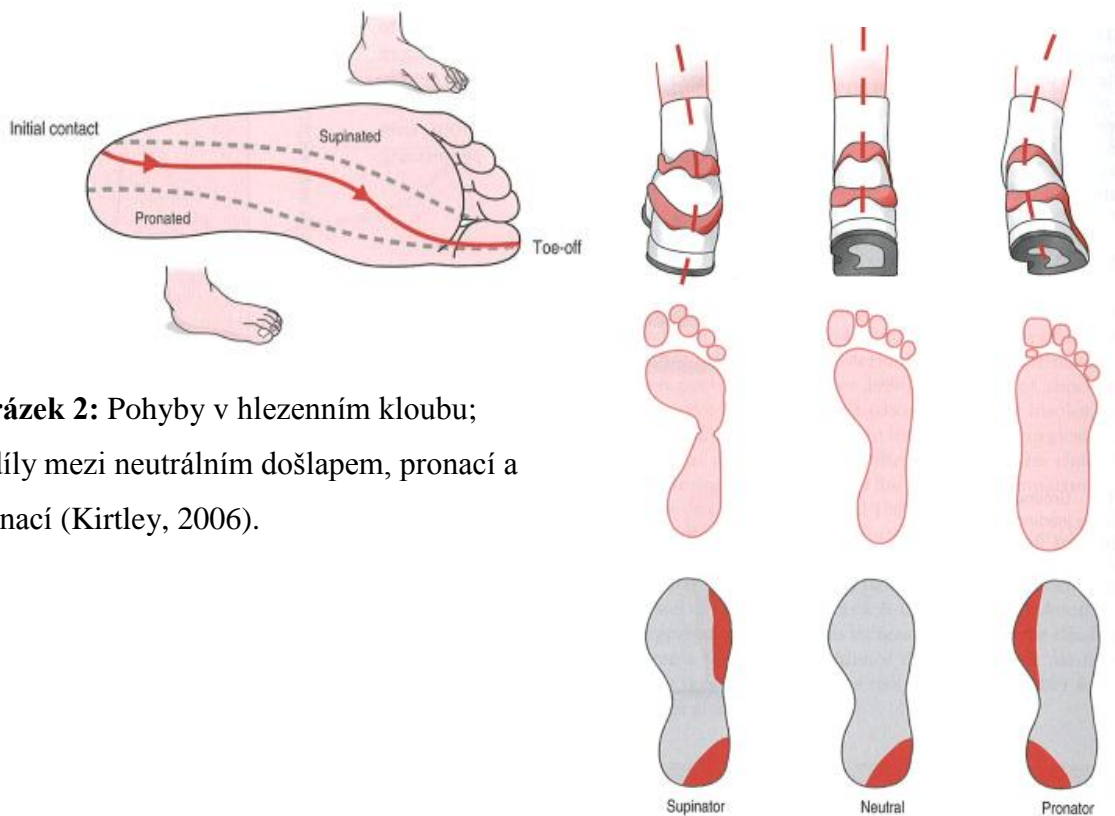
4.1 Kinematika běhu

Slovo kinematika pochází z řeckého *kineo*, což v překladu znamená pohyb. Kinematika studuje a popisuje pohyb těles (v našem případě běžce), bez ohledu na působící síly. V této kapitole se budeme zabývat vlivem obuvi na délku běžeckého kroku, krokovou frekvenci (kadenci) a na pohyby v dolním zánártním kloubu.

Jedním z hlavních faktorů, který je ovlivňován výběrem běžecké obuvi, je kadence. Kadence udává počet kroků provedených za minutu běhu. Na základě výsledků studií je dokázáno, že při bosém běhu je kadence vyšší v průměru o 10 kroků za minutu nežli při běhu v obuvi. U bosých běžců se kadence pohybuje obvykle okolo 180 kroků za minutu, u obutých okolo 170 kroků za minutu (Lieberman et al., 2015). S kadencí souvisí také délka kroku, která je u běhu naboso kratší v porovnání s během v běžecké obuvi při stejné rychlosti (Burkett et al., 1985; De Wit et al., 2000; Divert et al., 2005; Kerrigan et al., 2009; Bonacci et al., 2013).

Dále musíme zmínit vliv obuvi na pohyby v dolním zánártním kloubu. Jedná se o pronaci a supinaci. Pronace je typ pohybu v kloubu, při kterém se noha vychyluje mediálně. Tento pohyb je v malé míře přirozený, avšak v případě nadměrného vychýlení, může způsobit zranění. Obecně jsou k nadměrné pronaci náchylnější běžci s plochými chodidly, a jak bude popsáno v kapitole 4.3, vyšší riziko vzniku ploché nohy mají běžci používající klasickou běžeckou obuv. V případě supinace se jedná o pohyb opačný. Při supinaci se noha vychyluje laterálně (Obrázek 2) (Čihák, 2001). Při běhu v klasické běžecké obuvi, s došlapem na patu, dochází k pronaci, která je na jednu stranu tlumícím mechanismem, na stranu druhou je ale pronace dávána do souvislosti se vznikem běžeckých zranění (Cavanagh, 1990). Při běhu naboso, s došlapem na přední či střední část chodidla, je méně pravděpodobné, že bude běžec pronovat, jelikož při těchto typech došlapu je noha více zpevněná a nedochází k pohybům

v dolním zánártním kloubu (Cavanagh, 1990). Rizika, spojená s nadměrnou pronací a supinací, je třeba kompenzovat vhodnou obuví, které mají v případě nadměrné pronace stabilizační prvky na vnitřní straně podrážky, zatímco v případě nadměrné supinace na vnější straně podrážky (Sandler et al., 2010).



Obrázek 2: Pohyby v hlezenním kloubu; rozdíly mezi neutrálním došlapem, pronací a supinací (Kirtley, 2006).

Dále bychom mohli zmínit vliv obuvi na flexi kolenního kloubu. Studie se shodují, že při běhu naboso dochází v oporové fázi ke snížení flexe kolenního kloubu (Kerrigan et al., 2009; Perl et al., 2012; Bonacci et al., 2013). Konkrétně docházelo při běhu naboso ke snížení flexe kolenního kloubu o 8,83 % (nezávisle na typu došlapu) (Perl et al., 2012), dále o 11 % (Bonacci et al., 2013) a o 36 % (Kerrigan et al., 2009) oproti běhu v obuvi.

Při bosonohém běhu lze pozorovat zkrácení běžeckého kroku a zvýšení krokové frekvence (Burkett et al., 1985; De Wit et al., 2000; Divert et al. 2005; Kerrigan et al., 2009; Bonacci et al., 2013; Lieberman et al., 2015). Obuv má také vliv na pohyby v dolním zánártním a kolenním kloubu. Při běhu v klasické běžecké obuvi, s došlapem na patu, dochází často k nadměrné pronaci, která je tlumícím mechanismem, ale může vést i ke vzniku zranění dolní končetiny, zatímco při běhu naboso je méně pravděpodobné, že k pronaci či supinaci dojde (Cavanagh, 1990). Při běhu v obuvi dochází ke zvýšení flexe kolenního kloubu, dle

uvedených studií konkrétně o 8,83 % (Perl et al., 2012), dále o 11 % (Bonacci et al., 2013) a 36 % (Kerrigan et al., 2009).

4.2 Došlap a reakční síla

Rozlišujeme 3 základní druhy došlapu podle toho, která část nohy se jako první dotýká při prvním kontaktu s podložkou (Obrázek 3). Jedná se o došlap na přední část chodidla (forefoot strike), došlap na střední část chodidla (midfoot strike) a došlap na patu (rearfoot strike) (Lieberman et al., 2015).



Obrázek 3: Druhy došlapu: a) přes přední část chodidla; b) přes střední část chodidla; c) přes patu (Murphy et al. 2013).

Technika došlapu při běhu závisí na několika faktorech, jakými jsou vzdálenost, kterou běžíme, rychlost, kadence, běžecká historie daného jedince či charakteristika trati. Dále techniku došlapu ovlivňuje výběr a charakteristika běžecké obuvi (Lieberman et al., 2015).

Daniel Lieberman se ve svých studiích zabýval vlivem obuvi na techniku došlapu hned několikrát. Se svým kolektivem testoval tři skupiny lidí z USA a Keni. První skupinu tvořili běžci, kteří habituálně běhali pouze bosí, tuto skupinu tvořili především běžci z Keni. Naopak druhá skupina běžců, zvyklá běhat jen v obuvi, byla tvořená běžci z USA. A poslední skupina byla tvořena běžci, kteří přešli od běhu k obuvi k běhu naboso. Došli k závěru, že běžci zvyklí běhat bez bot došlapují z velké části na přední a střední část chodidla. Oproti tomu běžci, zvyklí běhat pouze v běžecké obuvi, využívají především došlap na patu (Lieberman et al., 2010). Lieberman tento jev zdůvodňuje zvýšenou patou u moderních běžeckých bot, která nutí běžce na ni došlapovat (Lieberman et al., 2010).

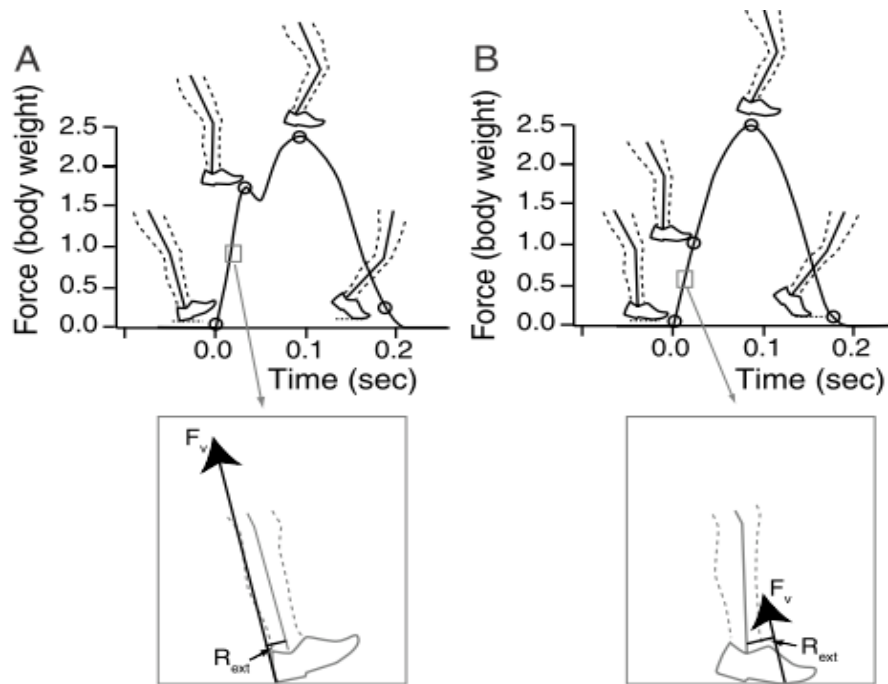
Lieberman ve své další studii z roku 2014 zkoumal 23 Tarahumarů, kteří habituálně běhali v minimalistické obuvi. Jejich minimalistickou obuví byly tradiční sandály nazývané *huaraches*. Při běhu v minimalistických sandálech našlapovalo 40 % Tarahumarů přes střední část chodidla, 30 % přes přední část chodidla a 30 % přes patu. Při běhu v klasické běžecké obuvi pak 75 % z nich našlapovalo přes patu a zbylých 25 % běžců přes střední část chodidla (Lieberman, 2014). Je tedy zřejmé, že obuv výrazně ovlivňuje techniku došlapu. Pro

bosé běžce a běžce používající minimalistickou obuv je typický došlap na přední či střední část chodidla a pro běžce v klasické obuvi je typický došlap na patu (De Wit et al., 2000; Divert, 2008; Squadrone and Gallozzi, 2009; Lieberman et al., 2010; Hamill et al., 2011; Nigg, 2011; Gruber et al., 2013; Lieberman, 2014; Miller et al., 2014; Pontzer et al., 2014).

Landry a kolektiv ve své studii (2010) navíc uvádí, že i povrch trati ovlivňuje techniku došlapu. Běžci zvyklí běhat naboso došlapují přes patu především na měkkých površích, jako je například tráva. Přes přední část chodidla došlapují především při běhu na tvrdých površích (Landry et al., 2010). Dále při běhu do kopce využívají běžci došlap přes přední část chodidla, zatímco při běhu z kopce volí došlap na patu (Buczek and Cavanagh, 1990; Padulo et al., 2013). Je tedy nesprávné se domnívat, že habituálně bosí běžci, či běžci používající minimalistickou obuv, vždy došlapují pouze přes přední nebo střední část chodidla (Lieberman et al., 2010). To potvrzuje i Lieberman ve své nedávné studii (2015), ve které zkoumali vliv trati a obuvi na změny došlapu při běhu u habituálně bosých a obutých Keňanů. Dospěli k závěru, že častěji mění styl došlapu habituálně bosí jedinci. Habituálně bosonozí běžci přizpůsobují došlap terénu, rychlosti a dalším faktorům, zatímco habituálně obutí běžci došlapují na patu téměř ve všech podmínkách (Lieberman et al., 2015). Styl došlapu změnilo 72 % habituálně bosých jedinců a pouze 32 % habituálně obutých jedinců. Způsob došlapu ovlivnila i charakteristika povrchu. Častěji docházelo ke změnám došlapu na měkkém povrchu a za nižší rychlosti. Došlap na přední část chodidla byl nejčastější při běhu na tvrdé trati, při vyšší rychlosti a zrychlování, při vyšší kadenci a u habituálně bosých běžců (Lieberman et al., 2015).

Možný důvod, proč běžci v minimalistické obuvi či naboso volí došlap přes přední nebo přes střední část chodidla, vysvětluje Lieberman (2010) tak, že reakční síla, která působí na chodidlo při došlapu na podložku, může být při došlapu na patu až trojnásobkem naší tíhy. U bosonohých běžců s došlapem na přední část chodidla se reakční síla rovná 58 ± 21 % tělesné tíhy běžce, což je třikrát méně ve srovnání s došlapem na patu (189 ± 72 % tělesné tíhy), nebo s během v obuvi (174 ± 45 % tělesné tíhy) (Lieberman et al., 2010). Při běhu s došlapem na přední či střední část chodidla se tělesná tíha rovnoměrně rozprostře na větší plochu, a díky tomu zatěžujeme chodidlo méně a nedochází tak k prudkému nárazu, jako v případě došlapu na patu (obrázek 4) (Lieberman et al., 2010; Lieberman, 2012). Při došlapu na patu dochází k rychlejšímu nástupu zátěže krátkého trvání (peaku reakční síly), na rozdíl od došlapu na střední část chodidla, kdy není patrný žádný peak, ale zatížení se postupně zvyšuje, což je dáno absorpcí působících sil měkkými tkáněmi (Cavanagh, 1990). K podobnému závěru došel ve své studii i Lieberman a kolektiv (2010), který naměřil tyto peaky u běžců s došlapem na

patu (Obrázek 4). U bosých běžců s došlapem na přední část chodidla tyto peaky nebyly přítomny. U běhu bez bot s došlapem na patu byl ale peak reakční síly při došlapu vyšší než u běhu v obuvi s tímto typem došlapu, z čehož vyplývá, že běžecká bota tyto peaky částečně tlumí (Lieberman et al., 2010).



Obrázek 4: A) Prudký náraz při došlapu na patu; B) Vymizení prudkého nárazu při došlapu na přední část chodidla (Lieberman, 2012).

Většina vědeckých studií zabývajících se došlapem se společně shoduje na tom, že u bosého běhu a u běhu v minimalistické obuvi převládá došlap na přední a střední část chodidla, na rozdíl od běhu v klasické běžecké obuvi, kdy převládá došlap na patu (De Wit et al., 2000; Divert, 2008; Squadrone and Gallozzi, 2009; Nigg, 2011; Landry et al., 2010; Lieberman et al., 2010; Hamill et al., 2011; Gruber et al., 2013; Miller et al., 2014; Pontzer et al., 2014; Lieberman, 2014). Ne vždy ale běžci používají pouze jeden typ došlapu. Na styl došlapu má vliv i charakteristika povrchu, po kterém běžec běží. Na tvrdém povrchu převládá došlap na přední část chodidla, zatímco na měkkém povrchu je typický došlap na (Lieberman et al., 2010; Nigg, 2011; Gruber et al., 2013). S technikou došlapu úzce souvisí reakční síla, působící na chodidlo při kontaktu s podložkou. Při běhu přes přední či střední část chodidla se hmotnost rovnoměrně rozprostře na větší plochu a díky tomu dojde ke zmírnění nárazu při došlapu, a tím zatěžujeme chodidlo méně než při běhu s došlapem na patu (Lieberman et al., 2010). Taktéž při došlapu na přední část chodidla nenalézáme vysoké peaky reakční síly.

Naopak při běhu v obuvi dochází k vysokému peaku zatížení krátkého trvání, a tím dochází k zatěžování dolní končetiny (Cavanagh, 1990; Lieberman et al., 2010; Lieberman, 2012).

4.3 Svalová aktivita

Jak jsme již zmínili, svalová aktivita je při běhu velice důležitá (De Wit et al., 2000). Svalovou aktivitu lze měřit buď nepřímo, přes změny ve svalech (atrofie/hypertrofie), nebo přímo, pomocí elektromyografie.

Vlivem obuvi na svalstvo nohy se zabývá hned několik studií, jednou z nich je i studie Millera a kolektivu z roku 2014. Během této studie bylo 33 zdravých jedinců rozděleno do dvou skupin. První skupina běžců běhala v rámci dvanáctitýdenního tréninku v minimalistické obuvi a druhá skupina v klasické běžecké obuvi. Na začátku a na konci tréninkového plánu byly všem běžcům skenovány nohy pomocí magnetické rezonance. U běžců v klasické obuvi došlo k posílení krátkých natahovačů prstů o 11 % a malíkových svalů o 18 %. U běžců v minimalistické obuvi došlo k posílení krátkých natahovačů prstů o 21% a malíkových svalů o 22 %. Rozdíl v posílení natahovačů prstů byl o 10 % a malíkových svalů o 4 % ve prospěch minimalistické obuvi oproti klasické běžecké obuvi. U obou skupin došlo také k vyvýšení podélné klenby nohy o 60 %, čímž došlo ke snížení rizika propadu klenby (Miller et al., 2014).

K podobným výsledkům došla i studie Goldmanna a kolektivu z roku 2013. Ti testovali opět 2 skupiny běžců, kterým byl vytvořen třítydenní atletický tréninkový plán, a kontrolní skupinu, která se neúčastnila žádného tréninku. První skupina absolvovala tréninkový plán v minimalistické obuvi a druhá skupina v klasické běžecké obuvi. U minimalistické skupiny došlo k signifikantnímu posílení flexorů palce nohy oproti skupině trénující v klasické obuvi a kontrolní skupině (Goldmann et al., 2013).

Tyto výsledky podpořila i další studie, která dokázala, že u běžců, kteří běhali po dobu pěti měsíců v minimalistické obuvi (typu Nike Free), došlo k signifikantnímu zvětšení a posílení svalů bérce o 4 % (*m. flexor hallucis longus*, *m. flexor digitorum longus*), ohýbačů prstů a odtahovače palce o 5 % (Brüggemann 2005).

Elektromyografické rozdíly v aktivitě svalů zkoumalo dosud jen omezené množství studií. Elektromyografie je diagnostická a výzkumná metoda, která se zabývá sběrem, zápisem a analýzou elektromyografického signálu. Jde o metodu měření změny napětí, spojeného s šířením akčního potenciálu elektrické aktivity svalu a nervu, řídícího daný sval (Kirtley, 2006). Studie zjistily, že u běhu naboso je vykazována vyšší aktivita plantárních flexorů (například o 13.7 % pro *m. gastrocnemius lateralis*, o 23.6 % pro *m. gastrocnemius*

medialis a o 10.8 % pro *m. soleus* (Divert et al., 2005)) než u běhu v obuvi (Divert et al. 2005; Komi et al., 1987; von Tscharnner et al., 2003). Dále byla zjištěna signifikantně nižší intenzita aktivity u *m. tibialis anterior* při běhu na bosu, ovšem pouze v případě došlapu na patu. V souvislosti s aktivitou *m. tibialis anterior* bylo také zjištěno, že u bosého běhu je intenzita jeho aktivity nižší před došlapem nežli po něm, kdežto u běhu v běžecské obuvi je to přesně naopak (von Tscharnner et al., 2003).

Jak je zmíněno na začátku této kapitoly, oslabování či posilování svalstva nohy má přímý vliv na klenbu nohy. Ke zvednutí podélné klenby dochází při bosonohém běhu na nepravidelném povrchu, vlivem senzorického feedbacku. Dochází k aktivaci vnitřních svalů nohy, ke zvednutí mediální klenby a ke snížení kontaktu nohy s podložkou. Takto indukované vymodelování klenby se pak lépe podílí na absorpci sil působících při došlapu chodidla. Tato reakce se při běhu stále opakuje a dochází tedy k opakovaným kontrakcím svalstva nohy a k jeho postupnému posilování. Při běhu v obuvi se silnou podrážkou nedochází k přímému kontaktu chodidla s podložkou, a tudíž nedochází ke kontrakcím svalů podélné klenby a postupně dochází k jeho oslabování, které může vést až k propadu klenby nohy (Robbins and Hanna, 1987).

Jednou ze studií, zabývajících se vlivem obuvi na klenbu nohy je studie Robbinse a Hanny z roku 1987. Ti ve své studii zkoumali vliv bosonohých aktivit na podélnou klenbu nohy. V pokusu mělo 18 testovaných běžců provozovat denně bosé sportovní aktivity, mezi nimiž převládal běh, a jejich trvání postupně zvyšovat. Tento experiment trval 4 měsíce a během něho byly pořizovány RTG snímky, na nichž byla měřena vzdálenost patního hrbolu (*tuber calcanei*) k hlavici prvního metatarsu. Za pozitivní změnu během výzkumu bylo považováno zkrácení podélné klenby o 1 mm. Zkrácení podélné klenby bylo indikátorem jejího vyvýšení. Z 18 testovaných došlo u 13 (72 %) ke zkrácení klenby, přičemž největší zkrácení bylo o 4,7 mm. Tři testované osoby byly beze změn a u dvou osob bylo pozorováno prodloužení klenby. U kontrolní skupiny, která neměla nijak měnit své návyky, jako například změnu obuvi či množství naběhaných km, se jedna osoba změnila pozitivně a deset negativně (největší negativní změna byla o 4,9 mm). Tento experiment tedy naznačuje, že svaly nohy oslabené nošením obuvi jsou schopny rehabilitace (Robbins and Hanna, 1987).

Výsledky uvedených studií tedy jasně potvrzují předpoklad, že při běhu naboso a v minimalistické obuvi dochází k posílení svalstva nohy (Robbins and Hanna, 1987; Komi et al., 1987; von Tscharnner et al., 2003; Brüggemann, 2005; Divert et al., 2005; Lieberman et al., 2010; Goldmann et al., 2013; Miller et al., 2014. Minimalistické boty se pokoušejí simulovat běh naboso a umožňovat tak aktivaci svalů. Aktivací svalů dojde k jejich postupnému

posílení, a tím dojde i k postupnému vyvýšení klenby (Robbins and Hanna, 1987; Goldmann et al., 2013). Naopak při běhu v klasické běžecké obuvi dochází k potlačení činnosti vnitřních svalů nohy a bérce, a tím i ke snížení pohyblivosti nožní klenby a k postupnému oslabování svalů, které vede k postupnému poklesu klenby a ke vzniku ploché nohy (Robbins and Hanna, 1987; Komi et al., 1987; von Tscharnner et al., 2003; Brüggemann, 2005; Divert et al., 2005; Lieberman et al., 2010; Goldmann et al., 2013; Miller et al., 2014).

4.4 Ekonomika běhu

Ekonomika běhu je charakterizována jako spotřeba kyslíku v mililitrech na kilogram tělesné hmotnosti za minutu při zvolené rychlosti. Čím menší má běžec spotřebu kyslíku, tím je ekonomičtější (Morgan et al., 1989).

V předchozí kapitole jsme uvedli, že obuv má vliv na došlap i svalovou aktivitu. Oba tyto parametry mají vliv i na ekonomiku běhu (Perl et al., 2012). Trénovanější běžci obecně dosahují lepší ekonomiky. (Cavanagh and Williams, 1982).

Důležitým faktorem ovlivňujícím ekonomiku běhu je technika běhu, kterou představuje například optimální kombinace délky a krokové frekvence (kadence). Optimální je běžet svou přirozenou délkou kroku, vzhledem k určité rychlosti. Je dokázáno, že běžci, kteří běží danou rychlostí jinou délkou kroku (kratší či delší), než je jim přirozené, spotřebují větší množství kyslíku a jsou tak méně ekonomičtí (Cavanagh and Williams, 1982).

Dalším neméně důležitým faktorem je rozložení tělesné hmotnosti běžce, optimální je především nízká hmotnost dolních končetin a s tím související nižší hmotnost obuvi, která zlepšuje ekonomiku běhu. Důkazem je studie, ve které byla nejprve dána běžcům 3,6 kg zátěž okolo pasu, která zhoršila běžeckou ekonomiku pouze o 3,7 %. Ovšem 1,8 kg zátěž, kterou měli běžci uvázanou kolem každého kotníku (celkem tedy také 3,6 kg), zhoršila běžeckou ekonomiku už o 24,3 % (Myers and Steudel, 1985). Tato studie dokazuje, že obuv s vyšší hmotností bude zhoršovat ekonomiku běhu, zatímco obuv z lehkého materiálu bude běžeckou ekonomiku zlepšovat.

Vlivem obuvi na ekonomiku běhu se zabývali Perl a kolektiv (2012). Ti měřili ekonomiku běhu u 15 jedinců, kteří měli předešlé zkušenosti s během v minimalistické obuvi či naboso. Při běhu na běžeckém páse došlapovali nejprve na přední část chodidla a poté na patu. Ekonomičtější byli běžci při běhu v minimalistické obuvi (o 2,41 %) než v klasické běžecké obuvi, nezávisle na způsobu došlapu. Při došlapu na přední část chodidla byli úspornější o 3,32 % než při došlapu na patu, nezávisle na typu obuvi. Běh v minimalistické

obuvi je tedy mírně, ale signifikantně ekonomičtější než běh v klasické běžecké obuvi a došlap na přední část chodidla je ekonomičtější než došlap na patu (Perl et al., 2012).

K závěrům, že běh naboso je ekonomičtější o 1,0–3,8 % než běh v obuvi, dospěla i řada dalších studií (Divert 2008; Squadrone and Gallozzi, 2009; Hanson et al., 2011; Warne and Warrington, 2014; Sobhani et al., 2014). Studie Burketta navíc dodává, že ortopedické vložky v botách zvyšují už tak vysokou spotřebu kyslíku při běhu, oproti běhu v minimalistické obuvi či naboso a tím tedy zhoršují ekonomiku běhu (Burkett et al., 1985).

Vlivem hmotnosti obuvi na spotřebu kyslíku se zabývali Tung a kolektiv (2014). Vycházeli z výsledků výzkumu Fredericka (1984), podle něhož předpokládali, že každých 100 gramů obuvi zvýší hodnoty spotřebovaného kyslíku o 1 % (Frederick, 1984). Také se zabývali otázkou, zda může odpružení podrážky poskytnout energetickou výhodu oproti běhu naboso. Měření proběhlo na třech površích. Při prvním testování probandi běželi na běžeckém pásu s pevnou podložkou nejprve naboso a poté v obuvi. Při dalším měření běhali probandi už pouze naboso a na pás byl použit odpružený materiál o tloušťce 10 mm. V posledním případě se tloušťka odpružené podložky zvýšila na 20 mm. Všichni účastníci měli při měření jednotnou obuv o hmotnosti 211 g. Na základě Frederickových poznatků se dalo očekávat, že běh v obuvi o hmotnosti 211 g (což představuje 2,11 %) bude ekonomicky náročnější než běh naboso. Z výsledků zkoumaného souboru ale dospěli k závěrům, že na tuhém povrchu se metabolické požadavky nijak významně nelišily mezi během naboso a v minimalistické obuvi a běžci byli při běhu na boso i v obuvi stejně ekonomičtí. Porovnání bosého běhu a běhu s 10 mm odpruženou podložkou vyšlo ve prospěch běhu s podložkou o 1,91 %. Odpružení boty tak může zmírnit negativní dopad hmotnosti obuvi a ekonomika běhu v odpružené obuvi tak bude srovnatelná s během naboso (Tung et al., 2014).

Dle uvedených studií lze tedy odvodit, že běh naboso či v minimalistické obuvi je ekonomičtější než běh v klasické běžecké obuvi. I když by se z předchozí kapitoly mohlo zdát, že vyšší zapojení svalů při běhu v minimalistické obuvi či naboso bude souviset s vyšší spotřebou energie, výsledky studií dokázaly, že je tomu naopak. Pravděpodobnou příčinou je pružnější skladování energie a uvolňování v dolní končetině při běhu v minimalistické obuvi či naboso (Perl et al., 2012). Bosonozí běžci či běžci v minimalistické obuvi mají průměrně o 1,0–3,8 % lepší ekonomiku běhu než běžci v klasické běžecké obuvi (Burkett et al., 1985; Divert 2008; Squadrone and Gallozzi, 2009; Hanson et al., 2011). Hmotnost obuvi (Frederick, 1984; Myers and Steudel, 1985; Landry et al., 2010; Tung et al., 2014), odpružení podrážky (Tung et al., 2014), přítomnost ortopedických vložek (Burkett et al., 1985) či došlap (Perl et al., 2012) také významně ovlivňují ekonomiku běhu. Nižší hmotnost obuvi, odpružení

podrážky a došlap na přední část chodidla pozitivně ovlivňují ekonomiku běhu. Naopak vyšší hmotnost obuvi, přítomnost ortopedických vložek či došlap na patu ovlivňují ekonomiku běhu negativně.

4.5 Shrnutí vlivu obuvi na způsob běhu

V tabulce č. 1 shrnujeme vliv obuvi na způsob běhu. Při bosonohém běhu lze pozorovat zkrácení běžeckého kroku a zvýšení kadence (Burkett et al., 1985; De Wit et al., 2000; Divert et al. 2005; Kerrigan et al., 2009; Bonacci et al., 2013). Při běhu v klasické běžecké obuvi dochází často k nadměrné pronaci, která může vést ke vzniku zranění dolní končetiny (Cavanagh, 1990). U bosého běhu převládá došlap přes přední a střední část chodidla, na rozdíl od běhu v obuvi, kdy převládá došlap na patu (Divert et al., 2005; Squadrone and Gallozzi, 2009; Landry et al., 2010; Lieberman et al., 2010; Hamill et al., 2011; Lieberman, 2014). Při došlapu na patu jsou generovány větší reakční síly působící na chodidlo a dochází tak k prudkému nárazu (Lieberman, 2012). Při běhu naboso a v minimalistické obuvi dochází k vyššímu zapojení svalů a tím i k postupnému posílení svalstva nohy (Lieberman et al., 2010). Běh naboso či v minimalistické obuvi je také ekonomičtější o 1,0–3,8 %, než běh v obuvi. Příčinou je pružnější skladování energie a uvolňování v dolní končetině při běhu v minimalistické obuvi či naboso (Perl et al., 2012; Burkett et al., 1985; Divert 2008; Squadrone and Gallozzi, 2009; Hanson et al., 2011).

Tabulka č. 1: Shrnutí vlivu obuvi na způsob běhu

	Bosonohý běh	Běh v obuvi
Délka kroku	Kratší	Delší
Kadence	Vyšší	Nížší
Došlap	Přední a Střední část chodidla	Pata (RFS)
Impact peak reakční síly	Nížší	Vyšší
Svalová aktivita	Vyšší	Nížší
Ekonomika běhu	Vyšší	Nížší

5. Vliv obuvi na zranění

Existuje mnoho faktorů, které vedou ke vzniku běžeckých zranění, zahrnující přetěžování kloubů a svalů, existence předchozích zranění, typ běžeckého povrchu, nesprávná technika běhu, nedostatečná tělesná zdatnost, neschopnost kritického posouzení vlastních schopností a dovedností a v neposlední řadě použití nevhodné obuvi (Sandler et al., 2010).

Mezi charakteristická běžecká zranění patří například patelofemorální syndrom, iliotibiální syndrom, plantární fascitida, achillotendinitida nebo stresové fraktury tibie a metatarsů. Plantární fascitida, stresové fraktury tibie a metatarsů a achillotendinitida jsou výsledkem opakovaného přetěžování dolní končetiny a jsou charakterizovány jako takzvaná *overuse injuries* (Hreljac, 2004; Sandler et al., 2010).

Autoři se jednotně neshodují v míře rozšíření běžeckých zranění, ale je patrné, že tato prevalence je značná a mezi nejčastější místa poranění patří kolenní kloub (Brody, 1980; Gent et al., 2007). Například Brody (1980) uvádí, že během života se zraní až 60 % běžců. Nejčastěji je zasaženo koleno (30 %), Achillova šlacha (20 %), holeň (15 %), 15 % tvoří stresové fraktury a 10 % plantární fascitidy (Brody, 1980).

Dle Genta a kolektivu (2007) se poranění dolní končetiny mezi běžci pohybuje v rozmezí 19,4–79,3 % v závislosti na nejrůznějších faktorech (pohlaví, věk, běžecká historie, používaná běžecká obuv, styl došlapu, atd), nejčastěji dochází opět ke zranění kolene. Navíc dodává, že nejvyšší pravděpodobnost vzniku zranění mají běžci, kteří již v minulosti prodělali nějaká běžecká zranění a běhají týdně více než 65 km. (Gent et al., 2007).

Malisoux a kolektiv (2013, 2015) se ztotožňují s hypotézou, že předchozí zranění zvyšuje riziko vzniku dalšího běžeckého zranění. Dále zjistili, že paralelní používání více než jednoho páru obuvi naopak riziko vzniku zranění snižuje, stejně jako vykonávání více různých sportovních aktivit během týdne, ale musí být zachována přiměřená intenzita sportovních aktivit. Vysoká intenzita totiž zvyšuje riziko vzniku zranění (Jacobs and Berson, 1986; Malisoux et al., 2013; Malisoux et al., 2015).

K zajímavému zjištění dospěla studie doktora B. Martiho z roku 1989. Z jeho studie plyne, že výskyt úrazů u běžců, kteří používají obuv dražší než 95 USD je až o 123 % vyšší než u běžců s obuví, jejichž pořizovací cena byla nižší než 40 USD (Marti, 1989). Neznamená tedy, že dražší obuv je kvalitnější. Dá se říci, že čím dražší obuv si koupíme, tím vyšší riziko zranění nám hrozí (Clinghan et al., 2008). McKay a kolektiv (2001) ještě doplňují, že používání obuvi se vzduchovými polštáři v oblasti paty zvyšuje až 4,3 krát riziko zranění, než při nošení klasické obuvi (McKay et al., 2001).

Dalším faktorem, který je potřeba, ve vztahu ke vzniku zranění, brát v úvahu, je tuhost dolní končetiny, označována jako *leg stiffness*. Tuhost dolní končetiny je definována jako poměr maximální reakční síly a maximální míra flexe dolní končetiny během došlapu na podložku. Na tuhost dolní končetiny mají vliv různé povrchy. U běžců na měkčím povrchu dochází ke zvýšení tuhosti, zatímco u běžců na tvrdším či méně vyhovujícím povrchu dochází ke snížení tuhosti (Ferris et al., 1998). Běžci používající odpruženou běžeckou obuv mají tuhost dolní končetiny vyšší, nežli běžci běžící naboso. Zvýšená tuhost dolní končetiny, v kombinaci s nepřírodně vysokou klenbou běžce v obuvi, způsobenou tvarem stélky obuvi, může vést k rizikovému došlapu, který způsobuje vyšší tendenci ke zraněním kostí a vazů. Naopak nižší tuhost, díky běhu naboso či v minimalistické obuvi, vede často ke zraněním měkkých tkání (Williams et al., 2001; Williams et al., 2004; Bishop et al., 2006).

Jak již bylo zmíněno v kapitole 4.2, běh naboso vede ke snížení nárazů rozprostřením reakční síly působící na chodidlo při došlapu na podložku (Divert et al. 2005; Squadrone and Gallozzi, 2009). Při došlapu na patu jsou generovány vyšší peaky reakční síly působící na chodidlo při došlapu na podložku, v porovnání s jiným typem došlapu (Lieberman et al., 2010). Vyšší hodnoty reakční síly společně s prudkým nárazem mohou zvyšovat riziko vzniku zranění (Sol et al., 2001; Lieberman et al., 2010). Co se týče svalové aktivity, při běhu v obuvi se silnou podrážkou dochází k nižšímu zapojení svalů nohy a bérce a bude tedy docházet k jejich postupnému oslabování a tím i k postupnému poklesu klenby, což může vést až ke vzniku ploché nohy (Robbins and Hanna, 1987; Giuliani et al., 2011). Plochá noha pak může být důvodem ke vzniku zranění měkkých tkání (Williams et al., 2001; Williams et al., 2004; Bishop et al., 2006).

5.1 Patelofemorální syndrom

Jak již bylo uvedeno v předchozí kapitole, běžce nejčastěji postihuje bolest či zranění kolene (Brody, 1980; Gent et al., 2007). Jedním z nejčastějších zranění kolene je patelofemorální syndrom, který představuje asi 20 % všech běžeckých zranění (Lohman et al., 2011; Murphy et al. 2013). Patelofemorální syndrom je někdy označován jako „běžecké koleno“. Jde o velmi specifický soubor příznaků, mezi které patří bolest lokalizovaná kolem patelly, která se objevuje při běhu. Bolest se dostavuje obvykle po uběhnutí určité vzdálenosti a zhoršuje se při dlouhých bězích (Noakes, 2003).

Při patelofemorálním syndromu dochází k narušování chrupavky femoropatelárního kloubení (projevuje se tedy mezi kloubními plochami česky a kosti stehenní) a tím je kost stehenní vystavena většímu zatížení. Na vině mohou být například oslabený *m. quadriceps*

femoris a zevní rotátory kyčelního kloubu (*musculus piriformis*, *musculus gemellus superior*, *musculus obturatorius internus*, *musculus gemellus inferior*) či tuhost iliotibiálního traktu (Fredericson and Yoon, 2006).

Poškození chrupavky se často objevuje u běžců v klasické běžecké obuvi, kdy síla nárazu při došlapu na patu putuje až do kolene, zatímco u bosonohých běžců, doslapujících na přední či střední část chodidla, je reakční síla rozložena na větší plochu nedochází proto k tak prudkému nárazu jako při běhu v obuvi (obrázek 4), proto se toto zranění vyskytuje u bosonohých běžců jen zřídka (Lieberman et al., 2010; Murphy et al. 2013). Dalším z rizikových faktorů pro vznik patelofemorálního syndromu je nižší tuhost dolní končetiny a plochá noha. Nižší tuhost dolní končetiny nalézáme hlavně u obutých běžců, kteří používají měkkou obuv, a při běhu na měkkém povrchu. Při běhu v klasické běžecké obuvi také dochází k postupnému oslabování svalů nohy, což může vést až ke vzniku ploché nohy. Je prokázáno, že u jedinců s plochou nohou je vyšší riziko vzniku zranění měkkých tkání, mezi které patří právě patelofemorální syndrom (Williams et al., 2001; Williams et al., 2004; Bishop et al., 2006). Dalším z názorů je, že příčinou patelofemorálního syndromu může být nadměrná pronace v oblasti paty u běžců používajících klasickou běžeckou obuv. Nadměrná pronace může vést k vyššímu výskytu patelofemorálního syndromu u obutých běžců v porovnání s bosonohými běžci (Barton et al., 2009). U obutých běžců s patelofemorálním syndromem byla v jedné studii naměřena vyšší pronace nad 10° (Duffey et al., 2000). Jako významný faktor ve vzniku patelofemorálního systému shledává Noakes (2003) příliš měkké boty dovolující nadměrnou pronaci, proto jako nejúčinnější řešení tohoto problému vidí obuv s její kontrolou (stabilizační prvky na vnitřní straně podrážky), či postupný přechod na bosonohý běh (Noakes, 2003).

5.2 Iliotibiální syndrom

Iliotibiální syndrom je popisován jako bolest v laterální oblasti kolene při cca 30° flexi kolenního kloubu. Bolest se dostavuje pouze při běhu, v klidu není přítomna (Brody, 1980). Iliotibiální syndrom představuje napjatý a podrážděný iliotibiální traktus (vazivová tkáň, která vede zvnějšku pánve přes kyčel a stehno a končí těsně pod kolenem) (Sandler et al., 2010).

Příčinou iliotibiálního syndromu je dráždění iliotibiálního traktu o zevní epikondyl stehenní kosti. Při extenzi leží iliotibiální fascie před epikondylem, při flexi kolenního kloubu zhruba při výše zmíněných 30° může docházet ke kontaktu iliotibiálního traktu s epikondylem a způsobovat tak bolestivé tření, které může vést až k zánětu v této oblasti (Brody, 1980). U některých běžců se iliotibiální syndrom může rozvinout v místě úponu iliotibiálního traktu na

tibii (Ekman et al., 1994). Dále bylo vyzorováno, že běžci s tímto zraněním mají oslabené abduktory kyčelního kloubu, v porovnání s nezraněnými. (Fredericson et al., 2000). Proto se jako jedna z účinných léčebných metod osvědčilo jejich posilování (Fredericson et al., 2000; Springer, 2011).

Jako hlavní příčiny syndromu iliotibiálního traktu uvádí Sandler a kolektiv (2010) běžecké boty s vysokou patou, ale toto zranění se nevyhýbá ani bosonohým běžcům (Sandler et al., 2010). Jedním z faktorů vzniku tohoto zranění může být reakční síla, ta při běhu v obuvi s došlapem na patu působí větší maximální silou než při běhu naboso a při došlapu na přední část chodidla, a dochází tak k prudkému nárazu při došlapu. Tím dochází k přetěžování kolene a často ke vzniku zranění (Lieberman et al., 2010). Autoři dávají vznik tohoto syndromu také do souvislosti s hyperpronací a supinací (Noakes, 2003). Názory na tuto problematiku se ale často rozcházejí. Běžci, trpící tímto syndromem, by měli používat měkké boty neomezující pronaci, protože většina běžců s iliotibiálním syndromem inklinuje spíše k došlapu na vnější hranu chodidla (supinace) (Noakes, 2003). Tento názor podporuje Brody (1980), který tvrdí, že tyto obtíže se často vyskytují u běžců došlapujících převážně na vnější hranu paty, proto je třeba použití vhodné obuvi s podporou pronace (obuv se stabilizačními prvky na vnější straně podrážky), ke snížení sil působících při takovéto technice běhu (Brody, 1980). Proti těmto názorům stojí studie Cavanagha (1990), který poukazuje na to, že běžci, běžící v botách s výraznou kontrolou supinace (stabilizační prvky na vnější straně podrážky), si způsobili právě iliotibiální syndrom. Po seseknutí laterálního vyvýšení se obtíže zmírnily (Cavanagh, 1990)

5.3 Plantární fasciitida

Plantární fasciitida, též známá jako „syndrom patní ostruhy“, patří mezi nejčastější onemocnění v oblasti paty u běžců (Brody, 1980) a celkově mezi tři nejčastější běžecké zranění, postihuje až 25 % běžců (Ribeiro et al., 2011). Projevuje se bolestí zesponu na patě. Poprvé bývá bolest zaznamenána na začátku běhu, ale po chvíli vymizí. Když je toto zranění v pokročilejším stádiu, bolest se dostavuje již ráno po probuzení (Noakes, 2003).

Za mechanismus vzniku zranění je považována nadměrná pronace v subtalárním kloubu (dolní zánártní kloub), která způsobuje napětí plantární fascie přirovnávané k napětí tětivy luku (Lieberman et al., 2010). K extrémnímu napětí dochází hlavně tehdy, když je při odrazu palce noha nadměrně pronována (Noakes, 2003). Další možnou příčinou vzniku plantární fasciitidy je plochá noha, která je častější u běžců používající klasickou běžeckou obuv, protože při běhu v klasické běžecké obuvi nedochází k takovému zapojení svalů jako u

bosonohého běhu a může tak dojít k poklesu klenby nohy (Robbins and Hanna, 1987; Komi et al., 1987; von Tscharnner et al., 2003; Brüggemann, 2005; Divert et al., 2005; Landry et al., 2010; Lieberman et al., 2010; Giuliani et al., 2011; Goldmann et al., 2013; Miller et al., 2014). Jak bylo již dříve zmíněno, u jedinců s plochou nohou je vyšší riziko zranění měkkých tkání, v tomto případě plantární fasciitidy (Williams et al., 2001; Williams et al., 2004; Bishop et al., 2006).

Výhodou bosonohých běžců je, že při došlapu na přední část chodidla snižují tlak působící při došlapu, protože reakční síla je rozprostřena na větší plochu a peak reakční síly je nižší než při došlapu na patu, čímž se sníží napětí dolní končetiny během každé oporové fáze běhu (De Wit et al., 2000). Bosonohý běh s došlapem na přední část chodidla je tak případnou prevencí před zraněním kolene, ale rozprostření reakční síly v přední a především střední části nohy okolo fascie nekoreluje s prevencí plantární fasciitidy. Další faktorem pro vznik plantární fasciitidy je nižší tuhost dolní končetiny, díky běhu naboso či v minimalistické obuvi, která vede často ke zraněním měkkých tkání (Williams et al., 2001; Williams et al., 2004; Bishop et al., 2006). Proto se uvádí, že u bosonohých běžců je možné riziko zniku plantární fasciitidy vyšší než u obutých, ale plantární fasciitida může vznikat i u běžců používající klasickou běžeckou obuv (Ribeiro et al., 2011). Jak bylo zmíněno v předchozím odstavci, jedním z rizikových faktorů pro vznik plantární fasciitidy je plochá noha, kterou může zapříčinit právě běh v klasické běžecké obuvi. Dále dochází při běhu v klasické běžecké obuvi k došlapu na patu. Jak bylo zmíněno v kapitole o kinematice běhu, při došlapu na patu může docházet k nadměrné pronaci. Při došlápnutí, kdy se noha dostává do pronace a everze (chodidlo se vychyluje směrem dovnitř), se plantární fascie napíná. Tento pohyb je v malé míře přirozený, ovšem v případě nadměrného vychýlení je plantární fascie přetěžována a může tak dojít ke vzniku plantární fasciitidy (Young, 2015).

5.4 Achillotendinitida

Achillotendinitida je charakterizována jako zranění, vznikající přetěžováním dolní končetiny (Hreljac, 2004). Achillotendinitida postihuje zhruba 6–18 % běžců (Saglimbeni et al., 2011). V minulosti byla pokládána za zánětlivé onemocnění, ale nyní je pohled na toto zranění odlišný. Bylo zjištěno, že u většiny běžců s chronickými bolestmi Achillovy šlachy nejde o klasický zánět, ale byly u nich pozorovány spíše degenerativní změny (Khan et al., 1999). Tuto teorii potvrzuje Kader a kolektiv (2002), dle kterého tendinitida nevykazuje známky klasického zánětlivého onemocnění (protože zde nejsou typické hodnoty určitých

látek jako při zánětu, ale naopak jsou zde přítomny vysoké koncentrace neurotransmiterů, které jsou zodpovědné za vznik bolesti při tomto zranění) (Kader et al., 2002).

Názory na mechanismus vzniku tohoto zranění u běžců jsou nejednotné a doposud nejasné, je zde možná souvislost s technikou došlapu. Jednou z příčin vzniku Achilltendinitidy je přechod od běhu na měkkých podkladech na běh na tvrdých podkladech a naopak, prochlazení šlachy či přechod z běhání v obuvi na běhání naboso. Velmi často je totiž toto zranění spojováno s během naboso s došlapem na špičku, při kterém má docházet k vyšší zátěži Achillovy šlachy (vyšší aktivita *m. triceps surae*) (Brody, 1980). Ale i při běhu v obuvi s došlapem na patu dochází taktéž k vysoké zátěži Achillovy šlachy, proto jsou v tomto případě běžcům doporučovány boty s měkkou patou. (Brody, 1980; (Springer, 2011). Riziko vzniku tohoto zranění je tedy jak u bosonohých běžců, tak u obutých běžců. Uvádí se ale, že možné vyšší riziko mají právě bosonozí běžci (Murphy et al., 2013).

5.5 Stresové fraktury

V následujících kapitolách se budeme zabývat vlivem obuvi na vznik stresových fraktur. Zaměříme se na dvě nejčastější stresové fraktury, které souvisí s během v obuvi či naboso. Konkrétně se bude jednat o stresové fraktury tibie a stresové fraktury metatarsů.

5.5.1 Stresové fraktury tibie

Stresové fraktury tibie patří mezi pět nejčastějších běžeckých zranění (Milner et al., 2006) a zároveň k nejčastější lokalizaci únavových zlomenin u běžců (Devas, 1958; Matheson et al., 1987; Milner et al., 2006).

Jde o fraktury, které jsou způsobeny opakovaným přetížením - mikrotraumaty, někdy na podkladě předchozího úrazu. Přesný mechanismus vzniku ale není doposud objasněn. Diagnostika je obtížná v tom, že na rentgenovém snímku jsou tyto fraktury často patrné až ve fázi hojení, kdy je viditelný svalek (McBryde, 1985; Milner et al., 2006).

Dalším z faktorů, pro vznik stresové fraktury tibie, je vyšší tuhost dolní končetiny, kterou nalzáme především u běžců používajících klasickou běžeckou obuv, a nepřírozně vyvýšená klenba způsobená obuví či přítomností ortopedických vložek (Williams et al., 2004). Vysoká klenba spojená s vyšší tuhostí DK zvyšuje riziko zranění kostí a vazů, v tomto případě stresové fraktury tibie. Ve studii Milnera kolektivu (2006) byla zkoumána kinematika a dynamika běhu u skupiny běžců, u kterých se v minulosti vyskytlo toto zranění. Běžci vykazovali vyšší průměrné i okamžité působení reakční síly podložky při došlapu a vyšší hodnoty nárazů, v porovnání se skupinou běžců, kteří nikdy v minulosti neměli stresovou

frakturu tibie (Milner et al., 2006). Dále je dokázáno, že i pevné ortézy zvyšují riziko tohoto zranění. Pevné ortézy, které zvyšují pevnost a omezují flexibilitu, mohou zvýšit tlak na kosterní výběžky a přispívají tak ke vzniku stresové fraktury tibie (Baxter and Zingas, 1995).

Je tedy prokázáno, že vyšší riziko vzniku tohoto zranění mají obutí běžci, ale nemusí platit, že běh naboso bude riziko vzniku tohoto zranění snižovat. Pokud běžec přejde z běhu v obuvi na běh naboso a nebude mít dostatečně osvojený došlap na přední část chodidla, bude i při běhu naboso došlapovat na patu, a tím se u něj zvýší riziko vzniku stresové fraktury (Murphy et al., 2013).

5.5.2 Stresové fraktury metatarsů

Při stresových frakturách metatarsů se jedná nejčastěji o fraktury druhého či třetího metatarsu. Příčinou je, že právě na druhý a třetí metatars je přenášena větší tíha než na první, čtvrtý a pátý metatarsus a jsou pevněji skloubeny v tarsometatarsálním kloubu než první, čtvrtý a pátý metatarsus (Murphy et al., 2013).

Tento typ zlomeniny je někdy spojován s technikou došlapu na přední části chodidla a nadměrnou kilometrností (Brody, 1980). Dále je uváděno, že vyšší riziko vzniku tohoto zranění mají jedinci s plochou nohou (Perron et al., 2011). Mechanismus vzniku tohoto zranění je obdobný jako u stresových fraktur tibie (Milner et al., 2006).

Problémem může být přechod k technice došlapu na střední až přední část chodidla (špičku), pokud je proveden příliš rychle. Zvýšený tlak na prsty a přední část chodidla může zvýšit nebezpečí únavových zlomenin v oblasti metatarsů (Ridge et al., 2013; Murphy et al., 2013). Toto zranění tedy může nastat při rychlém přechodu z běhu v klasické běžecké obuvi na běh naboso. Z předchozích kapitol víme, že u bosonohých běžců dochází ke zkrácení běžeckého kroku a zvýšení kadence. Proto je při přechodu z běhu v obuvi na běh naboso, doporučováno nejprve postupně zkracovat krok a pomalu přejít na došlap na přední část chodidla, a až poté sundat boty a běžet naboso (Mercer et al., 2003). Běžec se tak vyhne případným zraněním, v tomto případě stresovým frakturám metatarsů.

5.6 Shrnutí vlivu obuvi na vznik zranění

V tabulce č. 2 shrnujeme vliv obuvi na zranění. Běh v obuvi je často dáván do souvislosti se vznikem zranění (Brody, 1980; Hreljac, 2004; Gent et al., 2007; Lieberman et al., 2010; Lieberman, 2012). Při běhu v obuvi dochází k menšímu zapojení svalů nohy ve srovnání s během naboso, což může vést k poklesu klenby a vzniku ploché nohy, která je rizikovým faktorem pro vznik zranění měkkých tkání, mezi které patří patelofemorální

syndrom či plantární fasciitida (Robbins and Hanna, 1987; Komi et al., 1987; Williams et al., 2001; von Tscharnner et al., 2003; Williams et al., 2004; Divert et al., 2005; Brüggemann, 2005; Bishop et al., 2006; Landry et al., 2010; Lieberman et al., 2010; Giuliani et al., 2011; Goldmann et al., 2013; Miller et al., 2014). Při běhu v obuvi dochází k vyšší tuhosti dolní končetiny a nepřirozenému vyvýšení klenby, vlivem tvaru stélky obuvi, což může vést ke vzniku zranění kostí a vazů, například ke stresovým frakturám tibie (Williams et al., 2001; Williams et al., 2004; Bishop et al., 2006). Při běhu v odpružené obuvi ale dochází k nižší tuhosti dolní končetiny, což může vést ke vzniku patelofemorálního syndromu (Ferris et al., 1998; Williams et al., 2001; Williams et al., 2004; Bishop et al., 2006). Při běhu naboso je ale také riziko vzniku některých zranění. Při rychlém přechodu z došlapu na patu na došlap na přední část chodidla dochází k velkému tlaku na přední část chodidla, a může tak dojít ke vzniku stresových fraktur metatarsů (Brody, 1980; Murphy et al., 2013; Ridge et al., 2013). Také při rychlém přechodu z běhu v obuvi na běh naboso může dojít k došlapu na patu, jako při běhu v klasické běžecké obuvi, a tím může dojít ke vzniku stresových fraktur tibie (Murphy et al., 2013). Při běhu naboso s došlapem na přední část chodidla dochází ke snížení reakční síly, která působí na chodidlo při došlapu na podložku a působí tak jako prevence před zraněním kolene, například před patelofemorálním a iliotibiálním syndromem, ale jelikož je při došlapu na špičku síla rozprostřena na přední a střední část nohy, zejména okolo plantární fascie, může tak dojít ke vzniku plantární fascitidy (De Wit et al., 2000; Divert et al., 2005; Squadrone and Gallozzi, 2009; Ribeiro et al., 2011; Murphy et al., 2013). Při došlapu na přední část chodidla může také dojít k přetěžování Achillovy šlachy a může dojít ke vzniku Achillotendinitidy (Brody, 1980).

Tabulka č. 2: Shrnutí vlivu obuvi na vznik zranění

Zranění	Bosonohý běh	Běh v obuvi
Patelofemorální syndrom	Nižší riziko	Vyšší riziko
Iliotibiální syndrom	Nižší riziko	Vyšší riziko
Plantární fascitida	Možné vyšší riziko	Možné nižší riziko
Achillotendinitida	Možné vyšší riziko	Možné nižší riziko
Stresové fraktury tibie	Neprůkazné	Možné vyšší riziko
Stresové fraktury metatarsů	Vyšší riziko	Nižší riziko

6. Praktická část

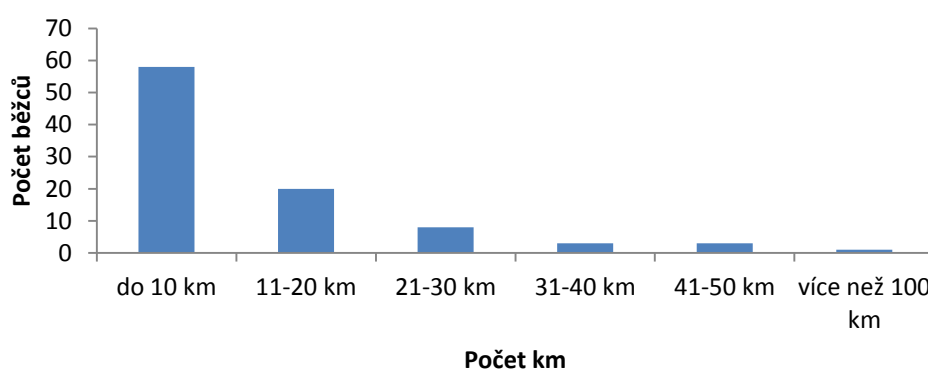
6.1 Cíl

Cílem dotazníkové studie bylo zjistit, zda existuje spojitost mezi používanou běžeckou obuví a vznikem zranění u běžců. Dále ověřit teoretickou možnost, že klasická běžecká obuv může být jedním z rizikových faktorů podílejících se na vzniku běžeckých zranění a také ověřit, zda má cena obuvi vliv na výskyt zranění u běžců. Dále jsme chtěli zjistit, jaké společné faktory budou provázet jedince, kteří prodělali nějaká zranění dolní končetiny související s během.

6.2 Materiál a metody

Dotazníkové ankety se zúčastnilo celkem 93 osob, z toho 71 žen a 22 mužů. Běžců ve věkové skupině 19–26 let bylo 86 %, běžců ve věku 27–35 let bylo 6,5 %, běžců ve věku 35–50 let bylo také 6,5% a běžců ve věku 15–18 let bylo 1,1%. Běžci se měli zařadit do 3 skupin dle výkonnosti. Za rekreační běžce se označilo 89 % dotázaných, do skupiny výkonnostních běžců připadlo 10 % dotázaných a mezi vrcholové běžce se zařadil pouze 1 z dotázaných běžců. Dále měli běžci zvolit množství průměrně uběhnutých kilometrů za týden (graf 1). Nejvíce běžců (58) uvedlo, že uběhnou týdně vzdálenost do 10 km.

Graf 1: Týdenní kilometráž dotázaných

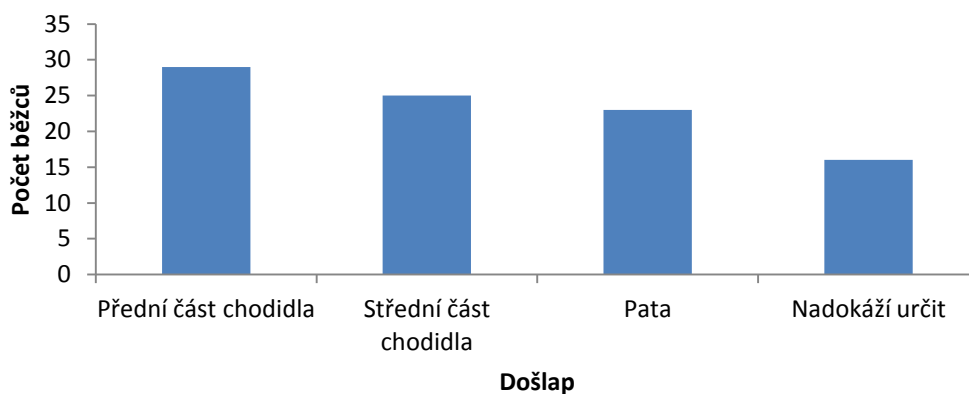


Výzkum byl prováděn anonymní dotazníkovou anketou. Data byla sbírána od 14.2.2016 do 23.2.2016. Dotazník byl vytvořen elektronicky, pomocí online webové služby Google Docs. Dotazník byl umístěn na několik facebookových stránek a následně několika uživateli sdílen.

6.3 Výsledky a diskuse

Probandů jsme se ptali na techniku došlapu (graf 2). 29 běžců uvedlo, že došlapují přes přední část chodidla, 25 přes střední část chodidla a 23 přes patu. Zbylých 16 respondentů odpovědělo, že svou techniku došlapu nedokážou přesně určit. Tyto výsledky ale nemůžeme považovat za relevantní, protože z 29 běžců, kteří uvedli, že došlapují na přední část nohy, byla převážná většina (26) běžců používající klasickou běžeckou obuv. Jak je ale uvedeno v předchozích kapitolách, došlap na přední část nohy v klasické běžecké obuvi je téměř nemožný. Je tedy možné, že respondenti neuvedli přesně došlap, který využívají nejčastěji, ale odpovídali podle toho, jak by asi měli správně došlapovat. Proto také nemůžeme určit souvislost mezi typem došlapu a vznikem zranění u běžců.

Graf 2: Nejčastější technika došlapu dotázaných



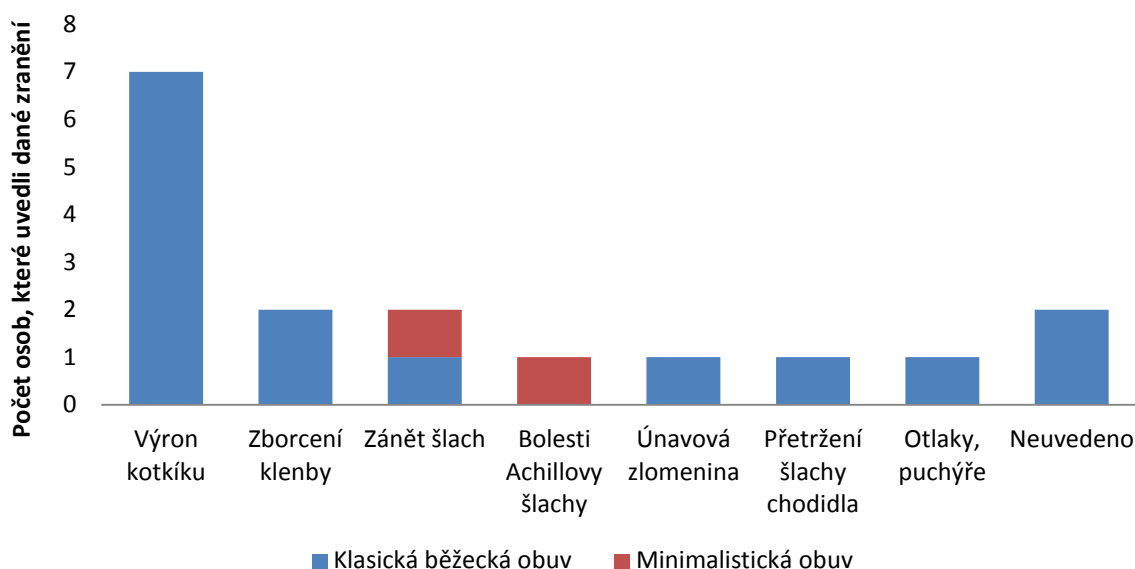
Další otázka byla na používanou obuv. Drtivá většina běžců (78) preferuje klasickou běžeckou obuv s vyvýšenou a odtlumenou patou. 14 běžců uvedlo, že používají minimalistickou obuv a pouze jeden respondent uvedl, že běhá naboso. Dále nám pouze 6 dotázaných uvedlo, že mají v obuvi speciální ortopedické vložky, všichni z těchto běžců používají klasickou běžeckou obuv. Většina běžců (68) nám také uvedla, že obuv nestřídají a vždy běhají ve stejné obuvi.

Respondenti byli také dotázáni, zda se před během pravidelně rozcvičují a po běhu provádějí strečink. Pouze 50 % běžců nám uvedlo, že se pravidelně před během rozcvičují, zatímco strečink provádí po běhu 72 % dotázaných. 81 % běžců nám navíc uvedlo, že alespoň 2x týdně provádějí i jiné sportovní aktivity než je běh.

Další otázky se týkaly zranění. Nejprve jsme se ptali, zda běžci prodělali nějaké zranění přímo související s během. Z celkového počtu 93 dotázaných nám kladně odpovědělo 18, což představuje 19,4 % všech respondentů. V souvislosti s během naboso nám 1 respondent uvedl, že u něj došlo ke zranění, konkrétně k prodření bříška na chodidle.

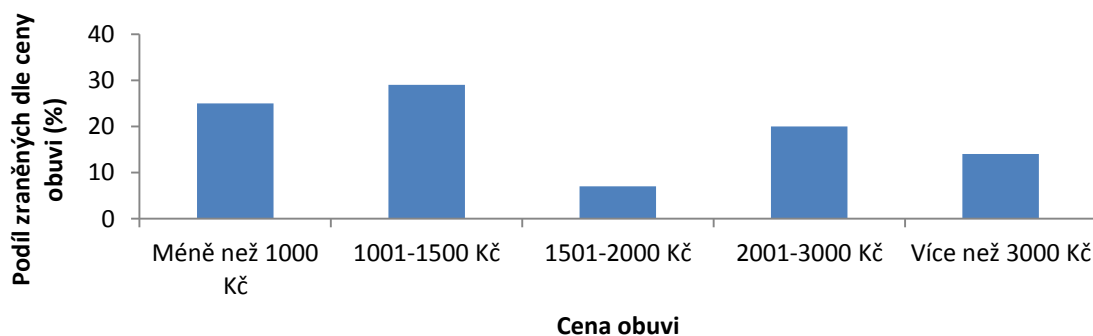
Nejčastěji uvedeným zraněním byl výron kotníku, který prodělalo sedm dotázaných. Dva běžci uvedli, že u nich došlo ke zhroucení klenby nohy a další dva uvedli zánět šlach a dva neuvedli konkrétní zranění. Další zranění se vyskytovala vždy jen u jediného běžce (graf 3).

Graf 3: Nejčastěji uvedená zranění spojená s během v obuvi



Cílem bylo také zjistit, zda cena obuvi může mít vliv na riziko zranění u běžců. Proto jsme se na cenu obuvi respondentů taktéž dotazovali. Většina respondentů (27) uvedla cenu obuvi v rozmezí 1501–2000 Kč. Dle teoretické části této práce jsme předpokládali, že více zranění se bude vyskytovat u jedinců, kteří mají dražší obuv. Dle našich výsledků se ale nejvíce zranění vyskytovalo u jedinců s obuví v hodnotě 1001–1500 Kč. Nejnížší podíl zraněných byl u jedinců s obuví v cenové kategorii 1501–2000 Kč (graf 4). Tyto výsledky ale nemůžeme brát jako relevantní, jelikož jsme měli malý soubor respondentů a většina z nich nám uvedla, že běhají jen několikrát týdně a do 10 km týdně, tudíž se nejedná o zkušené běžce.

Graf 4: Podíl zraněných na počet běžců v obuvi dané cenové relace



Z celkového počtu 93 respondentů bylo 18 zraněných, 16 z nich uvedlo, že používá klasickou běžeckou obuv a pouze dva běžci uvedli, že používají obuv minimalistickou. Mezi běžci, používající klasickou běžeckou obuv, byl 20,5% podíl zraněných, zatímco mezi běžci, používajícími minimalistickou obuv, byl 14% podíl zraněných (graf 5). Tím se nám potvrdil předpoklad, že se u běžců, používající klasickou běžeckou obuv, bude vyskytovat více zranění než u běžců používající minimalistickou obuv nebo běhající naboso.

Graf 5: Podíl zraněných na typ obuvi



Bohužel jsme nenašli souvislost mezi technikou došlapu a vznikem zranění, protože je pravděpodobné, že nám respondenti uvedli zkreslené odpovědi podle toho, jak by asi správně měli běhat a neuvodli pravdivě styl došlapu, který používají.

Většina respondentů (76 %) také uvedla, že nikdy nezkoušela běh naboso. Ti, co odpověděli, že běh naboso vyzkoušeli, následně uvedli, že ho vyzkoušeli opakovaně a hodlají v tom pokračovat i nadále. Ti, kteří odpověděli, že běh naboso nezkoušeli, ve většině případů uvedli, že by ho rádi zkusili, ale bojí se zranění od ostrých předmětů (střepey, štěrk).

6.4 Závěr praktické části

Cílem této dotazníkové studie bylo zjistit, zda existuje spojitost mezi typem používané běžecké obuvi a vznikem zranění u běžců. Zjistili jsme, že mezi běžci, používající klasickou běžeckou obuv, byl 20,5% podíl zraněných, zatímco u běžců, používajících minimalistickou obuv, byl 14% podíl zraněných. Tím se nám potvrdil předpoklad, že vyšší četnost zranění bude u běžců, používající klasickou běžeckou obuv. Je však nutné uvést, že jsme měli malý soubor respondentů, ve kterém nám pouze 1 běžec uvedl, že běhá naboso.

Dále jsme se snažili ověřit, zda má cena obuvi vliv na vznik zranění. Tato hypotéza se nám však nepodařila potvrdit. Myslíme si, že je to způsobeno příliš malým souborem respondentů a také tím, že se ve většině případů jednalo o rekreační běžce, kteří uvedli, že týdně uběhnou vzdálenost do 10 km a v dotazovaném souboru byla nižší četnost drahých bot.

Také nás zajímala souvislost mezi typem došlapu a vznikem zranění u běžců. Bohužel se nám ani tato skutečnost nepodařila zjistit, protože nám většina respondentů uvedla, že používají typ došlapu přes přední část chodidla. My si však myslíme, že se jedná o zkreslenou informaci a to z prostého důvodu. Tím je, že naprostá většina dotázaných (78 z 93) běhá v klasické běžecké obuvi s vyvýšenou patou a v takové obuvi je téměř nemožný došlap na přední část chodidla. Proto jsme odpovědi na tuto otázku nepovažovali za relevantní.

Pro příští pokračování výzkumu bychom zvolili jiný typ získávání dat, než anonymní anketu. Dále bychom více kontrolovali výběr respondentů, zaměřili bychom se na zkušenější běžce a snažili bysme se výběr provést tak, aby mezi respondenty byl určitý poměr běžců používající klasickou obuv, minimalistickou obuv, tak i běžající naboso.

Závěr

Teoretická část práce byla zaměřena na shrnutí poznatků týkajících se vlivu obuvi na způsob běhu a zranění. V úvodní kapitole práce jsme se zaměřili na základy běžecké techniky, fáze běžeckého kroku či na vliv běhu na zdraví člověka. Dále byl popsán postupný vývoj běhu v souvislosti s vývojem obuvi.

V další kapitole jsme se zaměřili na shrnutí poznatků týkajících se vlivu obuvi na způsob běhu. Zabývali jsme se vlivem obuvi na kinematiku běhu, styl došlapu a reakční síly, svalovou aktivitu či ekonomiku běhu. Při bosonohém běhu lze pozorovat zkrácení běžeckého kroku a zvýšení krokové frekvence. Obuv má také vliv na pohyby v dolním zánártním kloubu. Při běhu v klasické běžecké obuvi, s došlapem na patu, dochází často k nadměrné pronaci, která je jak tlumícím mechanismem, tak ale může vést až ke vzniku zranění dolní končetiny. U bosého běhu s došlapem na přední či střední část chodidla je méně pravděpodobné, že k pronaci či supinaci bude docházet. U bosého běhu převládá došlap na přední a střední část chodidla, zatímco při běhu v klasické běžecké obuvi převládá došlap na patu. Při došlapu na patu je generována větší reakční síla působící na chodidlo, a dochází tak k prudkému nárazu. Co se týče ekonomiky běhu, běh naboso je ekonomičtější průměrně o 1,0–3,8 %, než běh v obuvi. Příčinou je pružnější skladování energie a její uvolňování v dolní končetině při běhu naboso či v minimalistické obuvi.

Následující kapitola se zabývala vlivem obuvi na vznik zranění. Nejprve byl popsán obecný vliv obuvi na vznik zranění a poté jsme se věnovali již konkrétním zraněním. Jednalo se o patelofemorální syndrom, iliotibiální syndrom, plantární fasciitidu, achillotendinitidu a o stresové fraktury tibie a metatarsů. Obecně mají větší riziko vzniku zranění běžci používající klasickou běžeckou obuv. Při běhu v obuvi dochází k menšímu zapojení svalů nohy a dochází tak k jejich postupnému oslabování, které může vést až k propadu klenby a ke vzniku ploché nohy. Plochá noha je pak jedním z rizikových faktorů pro vznik zranění měkkých tkání, mezi které patří například patelofemorální syndrom či plantární fasciitida. Při běhu v obuvi pozorujeme větší tuhost dolní končetiny (ta může být způsobena i přítomností ortézy) a nepřirozené vyvýšení klenby (které může být způsobeno i přítomností ortopedických vložek). Větší tuhost dolní končetiny a nepřirozeně vyvýšená klenba může vést ke vzniku zranění kostí a vazů, například ke vzniku stresových fraktur tibie. Naopak nižší tuhost nohy, způsobená během v příliš měkké obuvi nebo na měkkém povrchu, může vést ke zraněním měkkých tkání. Nelze ale konstatovat, že běh naboso nepřináší rizika vzniku zranění. Při přechodu z došlapu na patu na došlap na přední část chodidla může dojít k velkému tlaku na oblast

metatarsů, což může vést až ke vzniku jejich stresových fraktur. Pokud běžec přejde z běhu v obuvi na bosonohý běh, bez osvojení si došlapu na přední část chodidla, může bosý došlap na patu vést ke vzniku stresových fraktur tibie. Jak už víme, bosonohý běh je typický pro došlap na přední část chodidla. Při tomto stylu došlapu dochází ke snížení reakční síly působící na chodidlo a tím je bosonohý běh prevencí před zraněním kolene, jako je patelofemorální či iliotibiální syndrom. Ale právě díky rozprostření reakční síly okolo fascie může docházet ke vzniku plantární fasciitidy. Taktéž může při došlapu na přední část chodidla docházet k přetěžování Achillovy šlachy a může tak dojít k Achillotentinitidě. Nelze tak jednoznačně konstatovat, že při běhu naboso nemůže dojít ke vzniku zranění. Rozhodně ale lze říci, že se jedná o přirozený způsob běhu. Je však nutné dodat, že rychlý přechod na bosonohý běh, bez specifického tréninku, může být také důvodem vzniku běžeckých zranění. Proto se výrazně nedoporučuje rychlý přechod z klasické běžecké obuvi na bosonohý běh.

V praktické části jsme se snažili otestovat některé z výše uvedených poznatků. Potvrdil se nám předpoklad, že vyšší podíl zraněných je ve skupině běžců, používajících klasickou běžeckou obuv, ve srovnání s běžci v minimalistické obuvi. Další námi testované poznatky jsme nepotvrdili. Byli jsme bohužel limitováni malým souborem respondentů. Většina dotázaných také uvedla, že jsou pouze rekreační běžci a uběhnou týdně vzdálenost do 10 km.

Seznam použité literatury

- Barton, C.J., Levinger, P., Menz, H.B., Webster, K.E., 2009. Kinematic gait characteristics associated with patellofemoral pain syndrome: a systematic review. *Gait Posture* 30, 405–416. doi:10.1016/j.gaitpost.2009.07.109
- Baxter, Zingas, 1995. The Foot in Running. *J. Am. Acad. Orthop. Surg.* 3, 136–145.
- Bishop, M., Fiolkowski, P., Conrad, B., Brunt, D., Horodyski, M., 2006. Athletic footwear, leg stiffness, and running kinematics. *J. Athl. Train.* 41, 387–392.
- Bonacci, J., Saunders, P.U., Hicks, A., Rantalainen, T., Vicenzino, B.G.T., Spratford, W., 2013. Running in a minimalist and lightweight shoe is not the same as running barefoot: a biomechanical study. *Br. J. Sports Med.* 47, 387–392. doi:10.1136/bjsports-2012-091837
- Brody, D.M., 1980. Running injuries. *Clin. Symp. Summit NJ 1957* 32, 1–36.
- Brüggemann, G.P., 2005. Effect of increased mechanical stimuli on foot muscles functional capacity. *Proc. ISB XXth Congr. - ASB 29th Annu. Meet. 31 July - 5 August 2005 Clevel.*
- Buczek, F.L., Cavanagh, P.R., 1990. Stance phase knee and ankle kinematics and kinetics during level and downhill running. *Med. Sci. Sports Exerc.* 22, 669–677.
- Burkett, L.N., Kohrt, W.M., Buchbinder, R., 1985. Effects of shoes and foot orthotics on VO₂ and selected frontal plane knee kinematics. *Med. Sci. Sports Exerc.* 17, 158–163.
- Cavanagh, P.R., 1990. *Biomechanics of Distance Running.* Human Kinetics Books.
- Cavanagh, P.R., Williams, K.R., 1982. The effect of stride length variation on oxygen uptake during distance running. *Med. Sci. Sports Exerc.* 14, 30–35.
- Clinghan, R., Arnold, G.P., Drew, T.S., Cochrane, L.A., Abboud, R.J., 2008. Do you get value for money when you buy an expensive pair of running shoes? *Br. J. Sports Med.* 42, 189–193. doi:10.1136/bjism.2007.038844
- Čihák, R., 2011. *Anatomie 1., upr. a dopl. vyd. Praha: Grada Publishing.*
- Devas, M.B., 1958. Stress fractures of the tibia in athletes or shin soreness. *J. Bone Joint Surg. Br.* 40-B, 227–239.
- De Wit, B., De Clercq, D., Aerts, P., 2000. Biomechanical analysis of the stance phase during barefoot and shod running. *J. Biomech.* 33, 269–278.
- Divert, C., Mornieux, G., Baur, H., Mayer, F., Belli, A., 2005. Mechanical comparison of barefoot and shod running. *Int. J. Sports Med.* 26, 593–598. doi:10.1055/s-2004-821327

- Divert, C., 2008. Barefoot-shod running differences: Shoe or mass effect? *Int. J. Sports Med.* 29, 512–8. doi:10.1055/s-2007-989233
- Duffey, M.J., Martin, D.F., Cannon, D.W., Craven, T., Messier, S.P., 2000. Etiologic factors associated with anterior knee pain in distance runners. *Med. Sci. Sports Exerc.* 32, 1825–1832.
- Ekman, E.F., Pope, T., Martin, D.F., Curl, W.W., 1994. Magnetic resonance imaging of iliotibial band syndrome. *Am. J. Sports Med.* 22, 851–854.
- Ferris, D.P., Louie, M., Farley, C.T., 1998. Running in the real world: adjusting leg stiffness for different surfaces. *Proc. R. Soc. B Biol. Sci.* 265, 989–994.
- Frederick, E.C., 1984. Physiological and ergonomics factors in running shoe design. *Appl. Ergon.* 15, 281–287.
- Fredericson, M., Cookingham, C.L., Chaudhari, A.M., Dowdell, B.C., Oestreicher, N., Sahrmann, S.A., 2000. Hip abductor weakness in distance runners with iliotibial band syndrome. *Clin. J. Sport Med. Off. J. Can. Acad. Sport Med.* 10, 169–175.
- Fredericson, M., Yoon, K., 2006. Physical examination and patellofemoral pain syndrome. *Am. J. Phys. Med. Rehabil. Assoc. Acad. Physiatr.* 85, 234–243. doi:10.1097/01.phm.0000200390.67408.f0
- Gent, R.N. van, Siem, D., Middelkoop, M. van, Os, A.G. van, Bierma-Zeinstra, S.M.A., Koes, B.W., 2007. Incidence and determinants of lower extremity running injuries in long distance runners: a systematic review. *Br. J. Sports Med.* 41, 469–480. doi:10.1136/bjism.2006.033548
- Giuliani, J., Masini, B., Alitz, C., Owens, B.D., 2011. Barefoot-simulating footwear associated with metatarsal stress injury in 2 runners. *Orthopedics* 34, e320–323. doi:10.3928/01477447-20110526-25
- Goldmann, J.-P., Potthast, W., Brüggemann, G.-P., 2013. Athletic training with minimal footwear strengthens toe flexor muscles. *Footwear Sci.* 5, 19–25. doi:10.1080/19424280.2012.744361
- Gruber, A.H., Silvernail, J.F., Brüeggemann, P., Rohr, E., Hamill, J., 2013. Footfall patterns during barefoot running on harder and softer surfaces. *Footwear Sci.* 5, 39–44. doi:10.1080/19424280.2012.742141
- Hamill, J., Russell, E.M., Gruber, A.H., Miller, R., 2011. Impact characteristics in shod and barefoot running. *Footwear Sci.* 3, 33–40. doi:10.1080/19424280.2010.542187

- Hanson, N.J., Berg, K., Deka, P., Meendering, J.R., Ryan, C., 2011. Oxygen cost of running barefoot vs. running shod. *Int. J. Sports Med.* 32, 401–406. doi:10.1055/s-0030-1265203
- Hreljac, A., 2004. Impact and overuse injuries in runners. *Med. Sci. Sports Exerc.* 36, 845–849.
- Jacobs, S.J., Berson, B.L., 1986. Injuries to runners: a study of entrants to a 10,000 meter race. *Am. J. Sports Med.* 14, 151–155.
- Kader, D., Saxena, A., Movin, T., Maffulli, N., 2002. Achilles tendinopathy: some aspects of basic science and clinical management. *Br. J. Sports Med.* 36, 239–249. doi:10.1136/bjism.36.4.239
- Kaplan, Y., 2014. Barefoot versus shoe running: from the past to the present. *Phys. Sportsmed.* 42, 30–35. doi:10.3810/psm.2014.02.2045
- Kerrigan, D.C., Franz, J.R., Keenan, G.S., Dicharry, J., Della Croce, U., Wilder, R.P., 2009. The effect of running shoes on lower extremity joint torques. *PM R* 1, 1058–1063. doi:10.1016/j.pmrj.2009.09.011
- Khan, K.M., Cook, J.L., Bonar, F., Harcourt, P., Astrom, M., 1999. Histopathology of common tendinopathies. Update and implications for clinical management. *Sports Med. Auckl. NZ* 27, 393–408.
- Kirtley, C., 2006. *Clinical Gait Analysis: Theory and Practice*. Elsevier Health Sciences.
- Komi, P.V., Salonen, M., Järvinen, M., Kokko, O., 1987. In vivo registration of Achilles tendon forces in man. I. Methodological development. *Int. J. Sports Med.* 8 Suppl 1, 3–8.
- Krabak, B.J., Hoffman, M.D., Millet, G.Y., Chimes, G.P., 2011. Barefoot running. *PM R* 3, 1142–1149. doi:10.1016/j.pmrj.2011.11.001
- Landry, S.C., Nigg, B.M., Tecante, K.E., 2010. Standing in an unstable shoe increases postural sway and muscle activity of selected smaller extrinsic foot muscles. *Gait Posture* 32, 215–219. doi:10.1016/j.gaitpost.2010.04.018
- Lieberman, D.E., 2014. Strike type variation among Tarahumara Indians in minimal sandals versus conventional running shoes. *J. Sport Health Sci., Special Issue on “Barefoot and Minimal Shoe Running”* 3, 86–94. doi:10.1016/j.jshs.2014.03.009
- Lieberman, D.E., 2012. What We Can Learn About Running from Barefoot Running: An Evolutionary Medical Perspective. *Exerc. Sport Sci. Rev.* 40, 63–72. doi:10.1097/JES.0b013e31824ab210

- Lieberman, D.E., Castillo, E.R., Otarola-Castillo, E., Sang, M.K., Sigei, T.K., Ojiambo, R., Okutoyi, P., Pitsiladis, Y., 2015. Variation in Foot Strike Patterns among Habitually Barefoot and Shod Runners in Kenya. *PLOS ONE* 10, e0131354.
doi:10.1371/journal.pone.0131354
- Lieberman, D.E., Venkadesan, M., Werbel, W.A., Daoud, A.I., D'Andrea, S., Davis, I.S., Mang'eni, R.O., Pitsiladis, Y., 2010. Foot strike patterns and collision forces in habitually barefoot versus shod runners. *Nature* 463, 531–535.
doi:10.1038/nature08723
- Lohman, E.B., Balan Sackiriyas, K.S., Swen, R.W., 2011. A comparison of the spatiotemporal parameters, kinematics, and biomechanics between shod, unshod, and minimally supported running as compared to walking. *Phys. Ther. Sport Off. J. Assoc. Chart. Physiother. Sports Med.* 12, 151–163. doi:10.1016/j.ptsp.2011.09.004
- Malisoux, L., Frisch, A., Urhausen, A., Seil, R., Theisen, D., 2013. Monitoring of sport participation and injury risk in young athletes. *J. Sci. Med. Sport Sports Med. Aust.* 16, 504–508. doi:10.1016/j.jsams.2013.01.008
- Malisoux, L., Ramesh, J., Mann, R., Seil, R., Urhausen, A., Theisen, D., 2015. Can parallel use of different running shoes decrease running-related injury risk? *Scand. J. Med. Sci. Sports* 25, 110–115. doi:10.1111/sms.12154
- Matheson, G.O., Clement, D.B., Mckenzie, D.C., Taunton, J.E., Lloyd-Smith, D.R., Macintyre, J.G., 1987. Stress fractures in athletes A study of 320 cases. *Am. J. Sports Med.* 15, 46–58. doi:10.1177/036354658701500107
- Marti, B., 1989. Relationships Between Running Injuries and Running Shoes – Results of a Study of 5,000 Participants of a 16-km Run – The May 1984 Berne Grand Prix. *The shoe in sport*. Chicago: Year Book Medical Publishers, 1989: 256-265.
- McBryde, 1985. Stress fractures in runners. *Clin. Sports Med.* 4, 737–752.
- McDougall, C., 2011. *Born to run - Zrozeni k běhu*. Praha: Mladá fronta.
- McKay, G.D., Goldie, P.A., Payne, W.R., Oakes, B.W., 2001. Ankle injuries in basketball: injury rate and risk factors. *Br. J. Sports Med.* 35, 103–108.
doi:10.1136/bjism.35.2.103
- Mercer, J.A., Devita, P., Derrick, T.R., Bates, B.T., 2003. Individual effects of stride length and frequency on shock attenuation during running. *Med. Sci. Sports Exerc.* 35, 307–313. doi:10.1249/01.MSS.0000048837.81430.E7

- Miller, E.E., Whitcome, K.K., Lieberman, D.E., Norton, H.L., Dyer, R.E., 2014. The effect of minimal shoes on arch structure and intrinsic foot muscle strength. *J. Sport Health Sci.*, Special Issue on “Barefoot and Minimal Shoe Running” 3, 74–85.
doi:10.1016/j.jshs.2014.03.011
- Milner, C.E., Ferber, R., Pollard, C.D., Hamill, J., Davis, I.S., 2006. Biomechanical factors associated with tibial stress fracture in female runners. *Med. Sci. Sports Exerc.* 38, 323–328. doi:10.1249/01.mss.0000183477.75808.92
- Morgan, D.W., Martin, P.E., Krahenbuhl, G.S., 1989. Factors affecting running economy. *Sports Med. Auckl. NZ* 7, 310–330.
- Murphy, K., Curry, E.J., Matzkin, E.G., 2013. Barefoot running: does it prevent injuries? *Sports Med. Auckl. NZ* 43, 1131–1138. doi:10.1007/s40279-013-0093-2
- Myers, M.J., Steudel, K., 1985. Effect of limb mass and its distribution on the energetic cost of running. *J. Exp. Biol.* 116, 363–373.
- New Balance, Available from: <http://newbalance.cz>
- Nigg, B.M., 2011. Biomechanics of sports shoes. *Footwear Sci.* 3, 125–126.
doi:10.1080/19424280.2011.570794
- Noakes, T., 2003. *Lore of running*, 4th edition. Hum.-Kinet. Available from:
<http://www.humankinetics.com/products/all-products/lore-of-running-4th-edition>
- Padulo, J., Powell, D., Milia, R., Ardigò, L.P., 2013. A Paradigm of Uphill Running. *PLOS ONE* 8, e69006. doi:10.1371/journal.pone.0069006
- Perl, D.P., Daoud, A.I., Lieberman, D.E., 2012. Effects of footwear and strike type on running economy. *Med. Sci. Sports Exerc.* 44, 1335–1343.
doi:10.1249/MSS.0b013e318247989e
- Perron, 2011. Metatarsal Stress Fracture: Background, Epidemiology, Functional Anatomy. Available from: <http://emedicine.medscape.com/article/85746-overview>
- Pohl, M.B., Hamill, J., Davis, I.S., 2009. Biomechanical and Anatomic Factors Associated with a History of Plantar Fasciitis in Female Runners: *Clin. J. Sport Med.* 19, 372–376. doi:10.1097/JSM.0b013e3181b8c270
- Pontzer, H., Suchman, K., Raichlen, D.A., Wood, B.M., Mabulla, A.Z.P., Marlowe, F.W., 2014. Foot strike patterns and hind limb joint angles during running in Hadza hunter-gatherers. *J. Sport Health Sci.*, Special Issue on “Barefoot and Minimal Shoe Running” 3, 95–101. doi:10.1016/j.jshs.2014.03.010

- Ribeiro, A.P., Trombini-Souza, F., Tessutti, V.D., Lima, F.R., João, S.M.A., Sacco, I.C.N., 2011. The effects of plantar fasciitis and pain on plantar pressure distribution of recreational runners. *Clin. Biomech. Bristol Avon* 26, 194–199.
doi:10.1016/j.clinbiomech.2010.08.004
- Ridge, S.T., Johnson, A.W., Mitchell, U.H., Hunter, I., Robinson, E., Rich, B.S.E., Brown, S.D., 2013. Foot bone marrow edema after a 10-wk transition to minimalist running shoes. *Med. Sci. Sports Exerc.* 45, 1363–1368. doi:10.1249/MSS.0b013e3182874769
- Robbins, S.E., Hanna, A.M., 1987. Running-related injury prevention through barefoot adaptations. *Med. Sci. Sports Exerc.* 19, 148–156.
- Saglimbeni, A., 2011. Achilles Tendon Injuries: Practice Essentials, Background, Anatomy. Available from: <http://emedicine.medscape.com/article/309393-overview>
- Sandler, M., Lee, J., Dreyer, D., Ted, B., 2010. Barefoot Running, 1 edition. ed. Run Bare Publishing.
- Sobhani, S., Bredeweg, S., Dekker, R., Kluitenberg, B., van den Heuvel, E., Hijmans, J., Postema, K., 2014. Rocker shoe, minimalist shoe, and standard running shoe: a comparison of running economy. *J. Sci. Med. Sport Sports Med. Aust.* 17, 312–316.
doi:10.1016/j.jsams.2013.04.015
- Sol, C., Mitchell, K., Torok, D.J., Banks, S., Graves, S., Welsh, R., 2001. Impact forces at the knee joint. A comparative study on running styles: *Med. Sci. Sports Exerc.* 33, S128.
doi:10.1097/00005768-200105001-00730
- Springer, 2011. Keeping Her “Army Strong”: Musculoskeletal Injuries in Military Women, Gov. Book Talk.
- Squadrone, R., Gallozzi, C., 2009. Biomechanical and physiological comparison of barefoot and two shod conditions in experienced barefoot runners. *J. Sports Med. Phys. Fitness* 49, 6–13.
- Tung, K.D., Franz, J.R., Kram, R., 2014. A test of the metabolic cost of cushioning hypothesis during unshod and shod running. *Med. Sci. Sports Exerc.* 46, 324–329.
doi:10.1249/MSS.0b013e3182a63b81
- Von Tscharnner, V., Goepfert, B., Nigg, B.M., 2003. Changes in EMG signals for the muscle tibialis anterior while running barefoot or with shoes resolved by non-linearly scaled wavelets. *J. Biomech.* 36, 1169–1176.
- Warne, J.P., Warrington, G.D., 2014. Four-week habituation to simulated barefoot running improves running economy when compared with shod running. *Scand. J. Med. Sci. Sports* 24, 563–568. doi:10.1111/sms.12032

- Williams, D.S., Davis, I.M., Scholz, J.P., Hamill, J., Buchanan, T.S., 2004. High-arched runners exhibit increased leg stiffness compared to low-arched runners. *Gait Posture* 19, 263–269. doi:10.1016/S0966-6362(03)00087-0
- Williams, D.S., McClay, I.S., Hamill, J., 2001. Arch structure and injury patterns in runners. *Clin. Biomech. Bristol Avon* 16, 341–347.
- Young, 2015. Plantar Fasciitis: Background, Anatomy, Pathophysiology. Available from: <http://emedicine.medscape.com/article/86143-overview>