

UNIVERZITA KARLOVA
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU
Katedra fyzioterapie

**Vztah mezi typem došlapu a incidencí zranění dolních končetin
u běžkyň na 800 metrů**

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce:

Doc. PaedDr. Dagmar Pavlů, CSc.

Vypracovala:

Bc. Karin Höferová

Praha, leden 2021

Abstrakt

Cíl: Cílem práce bylo zhodnotit, jak běžecská zranění dolních končetin souvisejí s typem došlapu u běžkyň na trati 800 m ve věku 16 – 22 let v České Republice a ve světě.

Metody: Vzhledem k vyhlášenému nouzovému stavu souvisejícím s Covid-19 nebylo možné provést terénní šetření vztahu mezi typem došlapu a incidencí zranění dolních končetin v původním rozsahu 48 běžkyň a bylo přistoupeno k rešerši literatury na dané téma a k zařazení série deseti případových studií. Pro vyhledávání byly použity databáze Medline, ScienceDirect, SPORTDiscus a Bibliographia medica Českoslovac. Výsledkem bylo 7 studií, které splnily stanovená kritéria. Následně u deseti běžkyň na 800 m ve věku 16 – 22 let účastnících se Mistrovství České Republiky v této disciplíně byl zhodnocen typ došlapu, který byl porovnán s anamnestickými daty týkajícími se zranění muskuloskeletálního systému dolních končetin, jejich lokality, typu a četnosti.

Výsledky: Dvě studie ze sedmi potvrdily vyšší četnost zranění u RFS oproti FFS, 4 /7 neukázaly signifikantní rozdíl, 1 /7 nehodnotila vyšší četnost u jednoho nebo druhého typu došlapu. Dále 3 /7 studií potvrdily vztah mezi RFS a poraněním kolene, z toho dvě ještě navíc i s bolestmi kyčelních kloubů, 2 /7 nepotvrdily žádný vztah mezi běžecským zraněním a typem došlapu a 2 /7 tento vztah nijak nehodnotilo. Žádná ze studií nepopisuje vyšší výskyt konkrétního zranění u FFS. Na základě kazuistik nebylo možné na otázky týkající se vztahu mezi typem došlapu a četností a lokalitou zranění odpovědět, protože všechny běžkyňe měly přední typ došlapu.

Závěr: Výsledky jsou nejednoznačné, avšak zdá se, že obtíže s koleny a kyčlemi jsou častěji u RFS. Pro ověření těchto vztahů jsou potřeba další studie prospektivního designu se stejně velkou kohortou běžců s předním a zadním typem došlapu.

Klíčová slova: Typ došlapu, přední došlap, zadní došlap, běh, zranění, incidence

Abstract

Objectives: The aim of the study was to evaluate how lower limbs injuries are related to footstrike pattern in 800 m women runners aged 16 – 22 in the Czech Republic and around the world.

Methods: Due to the current epidemiological situation, the original field investigation of 48 runners was not possible to complete. Literature research on the topic and the series of ten case studies were performed instead. The research was performed in following databases: Medline, ScienceDirect, SPORTDiscus and Bibliographia medica Čechoslovaca. Results showed seven studies that met inclusion criteria. After that footstrike pattern was evaluated and compared with injury history in 10 women runners in 800 meters, who took part in the Czech Republic championship.

Results: Two studies out of seven confirmed a higher incidence of injuries in RFS than in FFS, 4/7 did not show a significant difference, 1/7 did not evaluate the higher incidence in one or the other type of the footstrike. Three studies out of seven confirmed the relationship between RFS and knee injuries. Furthermore, two of them showed relationship between RFS and hip pain. 2/7 did not confirm any relationship between footstrike pattern and specific injury and 2/7 did not evaluated this relationship at all. Based on the series of ten case studies, it was not possible to answer questions about the relationship between the footstrike pattern and the incidence of running injuries, because forefoot strike was present in all of the runners.

Conclusion: The results are ambiguous, but it seems that knee and hip problems are more related to RFS. To verify these relationships, further prospective design studies with the same large cohort of runners with RFS and FFS are needed.

Key words: footstrike pattern, forefoot strike, rearfoot strike, running, injuries, incidence

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracovala samostatně pod vedením Doc. PaedDr. Dagmar Pavlů, CSc., uvedla jsem všechny použité literární a odborné zdroje a dodržovala zásady vědecké etiky. Dále prohlašuji, že stejná práce nebyla použita k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze 10. 12. 2020

Karin Höferová

Poděkování

Tímto bych ráda poděkovala paní Doc. PaedDr. Dagmar Pavlů, CSc za odborné vedení této diplomové práce a za její cenné rady a připomínky.

Obsah

ABSTRAKT	4
ABSTRACT	5
PROHLÁŠENÍ	6
PODĚKOVÁNÍ	7
OBSAH	8
SEZNAM ZKRATEK	8
1 ÚVOD	9
2 TEORETICKÁ VÝCHODISKA	10
2.2 CHARAKTERISTIKA BĚHU	10
2.2.1 Fáze.....	10
2.2.2 Technika běhu.....	11
2.3 BĚH NA TRATI 800 M	13
2.3.1 Specifika trati a tréninkové požadavky	13
2.3.2 Typologie závodníků	13
2.3.3 Věková kategorie a její specifika	14
2.4 BĚŽECKÁ ZRANĚNÍ	14
2.4.1 Incidence běžeckých zranění a jejich typy či lokalizace	14
2.4.2 Rizikové faktory pro vznik běžeckých zranění	15
2.4.3 Vybraná běžecká zranění	19
2.5 BĚŽECKÝ DOŠLAP	24
2.5.1 Typy došlapu.....	24
2.5.2 Metody rozlišení typu došlapu.....	25
2.5.3 Faktory ovlivňující typ došlapu	27
2.5.4 Zadní typ došlapu.....	29
2.5.5 Přední typ došlapu	32
2.5.6 Vztah typu došlapu k výkonnosti.....	34
3 CÍLE A ÚKOLY PRÁCE	36
3.1 CÍL PRÁCE	36
3.2 VÝZKUMNÉ OTÁZKY	36
3.3 HYPOTÉZY.....	36
4 METODOLOGIE	37
4.1 METODOLOGIE LITERÁRNÍ REŠERŠE	37
4.2 METODOLOGIE PŘÍPADOVÝCH STUDIÍ.....	38
5 VÝSLEDKY	39
5.1 REŠERŠE	39
5.1.1 Studie potvrzující vztah mezi typem došlapu a incidencí zranění	39
5.1.2 Studie nepotvrzující vztah mezi typem došlapu a incidencí zranění	41
5.1.3 Tabulka – Výsledky rešerše	42
5.2 KAZUISTIKY	46
6 DISKUZE	48
6.1 DISKUZE K HYPOTÉZÁM	48
6.2 DISKUZE K PRVNÍ VÝZKUMNÉ OTÁZCE	49
6.3 DISKUZE KE DRUHÉ VÝZKUMNÉ OTÁZCE	51
6.4 DISKUZE K VÝSLEDKŮM	53
7 ZÁVĚR	56
8 REFERENČNÍ SEZNAM	57
9 SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK	70

10	PŘÍLOHY	71
-----------	----------------------	-----------

Seznam zkratek

AT = tendinopatie Achillovy šlachy (v angličtině „Achilles tendinopathy“)

BMI = index tělesné hmotnosti (v angličtině „body mass index“)

COP = centrum tlaku (v angličtině „center of pressure“)

EKG = elektrokardiografie

FFS = přední typ došlapu (v angličtině „forefoot strike“)

FSA = úhel došlapu (v angličtině „foot strike angle“)

FSI = index došlapu (v angličtině „foot strike index“)

GRF = reakční síla podložky (v angličtině „ground reaction force“)

ITBFS = syndrom iliotibiálního traktu (v angličtině „iliotibial band friction syndrome“)

m. = musculus

mm. = musculi

MFS = střední typ došlapu (v angličtině „midfoot strike“)

MTSS = tibiální syndrom (v angličtině „mediotibialis stress syndrome“)

Non – RFS = označení pro jiný, než zadní typ došlapu

PFPS = patelofemorální syndrom (v angličtině „patellofemoral pain syndrome“)

RFS = zadní typ došlapu (v angličtině „rearfoot strike“)

1 Úvod

Běh je populární a rozšířená volnočasová aktivita, která je součástí přípravy i pro jiná sportovní odvětví. Při běhání je však poměrně velké riziko vzniku zranění muskuloskeletálního systému, a to jak u elitních, tak i u rekreačních běžců. Incidence je udávána až 70% (Oestergaard Nielsen et al., 2013). Jejich vznik může ovlivnit mnoho vnitřních a vnějších faktorů. Jedním z těch vnějších je běžecká obuv. V posledních letech je velmi rozšířeným a diskutovaným tématem minimalistická obuv. Tento nový trend přišel s myšlenkou, že dříve používaná klasická obuv tlumí přirozenou funkci chodidla, mění způsob došlapu, a proto přispívá k velké incidenci zranění (Vanrenterghem, 2013).

Jednotlivé typy došlapu se liší po biomechanické stránce a dochází tak k odlišnému přenosu a rozložení sil v muskuloskeletálním systému. Z toho vyplývá jiné zatížení a s tím potenciální vznik jiných zranění. Otázkou tedy je, který typ došlapu je preferovanější, výhodnější a méně zatížen rizikem vzniku zranění.

Pokud si odpovíme na uvedené otázky, bylo by možné závěry použít jak v prevenci vzniku zranění, tak pro vylepšení běžecké techniky a výkonnosti nebo jako způsob řešení již vzniklých obtíží.

Práce má tedy za cíl přiblížit došlap, jeho typy, způsoby měření a rozdíly v biomechanice, a dále prozkoumat vztah typu došlapu u běžkyň na 800 m ve věku 16 - 22 let s výskytem zranění dolních končetin, konkrétně s jejich četností a lokalitou.

Původním záměrem práce bylo provést terénní šetření u běžkyň na 800 m účastnicích se Mistrovství České Republiky v této disciplíně. Vzhledem k vyhlášenému nouzovému stavu souvisejícím s Covid-19 nebylo možné provést šetření v původním rozsahu 48 běžkyň a bylo přistoupeno k rešerši literatury zabývající se tímto tématem a k zařazení série deseti případových studií.

2 Teoretická východiska

2.2 Charakteristika běhu

2.2.1 Fáze

Běh je cyklický pohyb, který je doprovázený pohyby celého těla a který se skládá z několika fází (Fišer, 1965). Zinner & Sperlich (2016) popisují dvě hlavní fáze, a to oporovou a letovou. Oporová fáze se dále ještě dělí na fázi amortizační a hnací. Oporová a letová fáze poměrově trvají stejně dlouho a s délkou tratě se obě prodlužují. Někteří autoři popisují fáze odlišně. Například Písařík & Liška (1985) rozdělují běh na fázi odrazovou, letovou, došlap a střední oporovou. Avšak princip a technika jednotlivých fází zůstává stejná.

Oporová fáze		Letová fáze	
Amortizační fáze		Hnací fáze	
Došlap	Střední oporová fáze	Odraz	

Tabulka 1 - Přehled fází běhu (Fišer, 1965; Písařík & Liška, 1985)

2.2.1.1 Oporová fáze

Oporová fáze zabírá 40% běžeckého cyklu. Patří sem došlap, střední oporová fáze a odraz (Zinner & Sperlich, 2016).

Došlap by měl být měkký a uvolněný. Mezi došlapem a střední oporovou fází dochází ke zpomalení těžiště díky excentrické práci svalů dolní končetiny. Stojná noha tedy tlumí celou váhu těla (Hamner et al., 2010; Zinner & Sperlich, 2016). Těžiště je vedeno dolů, jak dochází k flexi kloubů dolní končetiny a poté přechází přes bod opory. Jak dopředný pohyb pokračuje, chodidlo opěrné nohy se začíná odvíjet přes špičku (Písařík & Liška, 1985). Těžiště jde nahoru a dopředu. Svaly pracují koncentricky. Dochází k plantární flexi kotníku a extenzi kolene a kyčelního kloubu pro vytvoření aktivního odrazu (Zinner & Sperlich, 2016; Kozinc & Šarabon, 2017). Detailněji jsou jednotlivé typy došlapu popsány v kapitole 2.5.4 Zadní typ došlapu a 2.5.5 Přední typ došlapu.

Amortizační fáze, pod kterou patří výše zmíněný došlap a střední oporová fáze, je nejdůležitější v celém běžeckém cyklu. Cílem běžce v této fázi je udržet horizontální

rychlost. Toho je možné dosáhnout, pokud minimalizujeme vertikální odchylku těžiště. Proto je důležitá krátká doba trvání letové fáze a měkký došlap (Písařík & Liška, 1985). V případě, že tomu tak není, dochází ke zbrzdění pohybu a k nižší absorpci a kumulaci energie elastickými komponenty pohybového aparátu. Následně pak tato energie nemůže být uvolněna a využita ve fázi hnací (Truksa & Kučera 2000).

Pro hnací fázi neboli fázi odrazu je důležité snažit se dosáhnout optimálního úhlu, ve kterém noha opouští podložku, plné extenze odrazové končetiny a aktivního švihů té druhé. Díky tomu tělo získá nové zrychlení (Fišer, 1965). Hlava, trup a pánev jsou v ose s odrazovou nohou a tvoří takzvaný běžecký luk. Hnací fáze musí být plynulá, krátká a se správně načasovaným aktivním pohybem švihové nohy (Truksa & Kučera 2000).

2.2.1.2 Letová fáze

Letová fáze zabírá 60% běžeckého cyklu (Zinner & Sperlich, 2016). Začíná ve chvíli, kdy odrazová noha opouští podložku (Nosek & Valter, 2010). Švihová noha aktivně klesá, bėrec se pohybuje směrem vpřed a připravuje se na další došlap. Odrazová noha po ukončení odrazu zakmitává, ne však výše než kolenní kloub. Následně dochází k flexi kolenního kloubu téže dolní končetiny a bėrec se díky aktivitě hamstringů skládá pod hýždě.

Letová fáze a její energetická náročnost, která by měla být nejmenší v porovnání s ostatními fázemi cyklu, je podmíněna pohyby i z předchozích fází, hlavně švihovým pohybem stehna neodrazové nohy. Pokud je načasování švihů správné, zabrání se tak dlouhému pohybu vzad a vzhůru druhé – odrazové – končetiny, a tělo se pohybuje dopředu jako celek a neztrácí energii (Truksa & Kučera, 2000; Cappellini et al., 2006).

2.2.2 Technika běhu

Cílem optimální techniky je maximální ekonomičnost běhu, tedy dosažení maximálního výkonu s minimální silou a opotřebením. To vše vychází z biomechaniky a konstitučních předpokladů jedince. Požadavkem pro dosažení optimální techniky je zmenšení mechanické práce vykonané v oporové fázi zmenšením vertikálních a horizontálních odchylek těžiště (Kučera & Truksa 2000). Pro to je také potřeba mít dostatek svalové síly a kloubní mobility.

Nelze však stanovit přesně jeden jediný pohybový vzorec, který by byl univerzální a nejvhodnější pro všechny běžce. Tělo je stále živý organismus se svými odchylkami. Lze ale stanovit některá obecná pravidla (Fišer & kol., 1965).

Optimální parametry pro střední rychlost běhu vypadají následovně:

úhel odrazu	50° - 55°
úhel došlapu	75° - 80°
úhel vzletu	5 °-6 °
vertikální výkyv těžiště	kolem 9 cm
čas trvání běžeckého kroku	0,23 - 0,28 s
délka kroku	124 % - 113 % tělesné výšky
frekvence kroku	3,8 - 3,56 kr/sec

Tabulka 2: Obecné údaje pro techniku běhu (Pisařík & Liška, 1985)

Čím kratší trať, tím více jsou kladeny nároky na techniku. V ní se jednotlivé tratě liší primárně rozsahem pohybu dolních a horních končetin.

Během závodu můžeme vidět dva typy běhu – šlapavý a švihový. Při šlapavém způsobu je zdůrazněna odrazová fáze. Tělo se nachází ve větším předklonu, rozsah pohybu je větší a má vyšší frekvenci. Start je typickou částí trati pro tento způsob běhu (Fišer, 1965; Jeřábek, 2008).

Švihový způsob běhu slouží k udržení běžecké rychlosti. Využívá setrvačnosti pohybu. Důležitý je pro něj uvolněný došlap před těžnicí a předkmiň bérce (Fišer, 1965). Používá se v přímém běhu, při běhu v zatáčce i při doběhu a u všech běžeckých tratí má nejdélší zastoupení (Pisařík & Liška 1985; Nosek & Valter, 2010).

Velký vliv na techniku běhu má také rychlost. S jejím nárůstem se zkracuje krok a zvyšuje frekvence. Dochází ke zkrácení oporové fáze. Hlavně její první části, kdy působí brzdící síly. Při vyšší rychlosti jsou také více zapojovány svaly nacházející se proximálně na dolní končetině a svaly trupu (Cappellini et al., 2006).

Nesmíme opomenout také pohyby horních končetin. Jejich vedení by mělo být klidné, se svěřenými rameny, s rukama v pěst a se zvětšujícím se rozsahem pohybu v závěru. (Truksa & Kučera, 2000).

Při hodnocení techniky běhu tedy sledujeme délku a frekvenci kroku, dobu trvání letové a oporové fáze, místo a úhel odrazu, reakce těla na změnu rychlosti, postavení hlavy, trupu a vedení paží (Fišer, 1965). V neposlední řadě hlídáme horizontální či vertikální odchylky těžiště (skákání či kolébání), které rostou s rychlostí a silou a zmenšují se s vylepšením techniky (Truksa & Kučera, 2000).

2.3 Běh na trati 800 m

2.3.1 Specifika trati a tréninkové požadavky

Trat' 800 m spadá pod krátkodobou vytrvalostní zátěž. Z energetického hlediska zde probíhají smíšené energetické procesy, avšak převažuje anaerobní způsob zásobení tkání a to z 65 % (Písařík & Liška 1985; Bureš, 1986).

2.3.2 Typologie závodníků

Obecně je tendence k výběru vyšších jedinců pro běh. Dále platí, že čím kratší běžecká trať, tím je vyšší tělesná výška výhodou. Podstatný je také poměr délky dolních končetin vzhledem k trupu (Truksa & Kučera, 2000).

Dle Sheldonovy stupnice somatotypů vyjadřujeme jednotlivé typy třemi čísly. První z nich zastupuje endomorfní komponentu. Ta vyjadřuje podíl podkožního tuku. Druhé číslo znázorňuje mezomorfní komponentu popisující mohutnost svalstva a kostry vůči výšce a třetí číslo ukazuje ektomorfní komponentu vyjadřující relativní štíhlost a délku segmentů těla (Carter & Heat, 1990). Pro běh na 800 – 1500 m je optimální ektomorfní mezomorf 2 - 5 – 3 (Truksa & Kučera, 2000).

Svalová morfologie je také významným předpokladem pro výběr běžce. Pro trať 800 m je stanoveno zastoupení jednotlivých typů svalových vláken v procentech, a to 15 % – 20 % rychlá glykolytická, 40 % – 45 % rychlá oxidativně-glykolytická a 40 % pomalá oxidativní.

Již na konci 50. let dr. L. Fišer (1965) definoval tři typy běžců pro každou trať od 800 m výše – rychlostní, speciální a vytrvalostní typ. První typ má výborné rychlostní předpoklady a výkonnost i na trati kratší, než je jeho specializace. Například rychlostní typ běžce na 800 m má výborné výsledky na trati 400 m.

Z toho lze definovat vztahy mezi tratěmi pro jednotlivé typy běžců a tedy i odhadovat aktuální nebo potenciální výkonnost běžce (Truksa & Kučera, 2000).

Délka tratě	800 m	1500 m
Rychlý typ	400 - 800	800 – 1500
Speciální typ	800	1500
Vytrvalostní typ	800 – 1500	1500 - 3000

Tabulka 3: Vztah mezi typem běžce a jednotlivými tratěmi (Truksa & Kučera, 2000)

Výsledkem toho je stanovení dispozic pro určitou trať, které jsou časově stálé a tréninkem málo ovlivnitelné, tím pádem je potřebné pro jednotlivého běžce vybrat vhodnou metodu tréninku odpovídající jeho typu (Truksa & Kučera, 2000).

2.3.3 Věková kategorie a její specifika

V kategorii dorostenek a juniorek dochází k přechodu z obecné přípravy na větší specializace v tréninku.

Typ tréninku, jak již bylo zmíněno výše, by se měl odvíjet od typu závodnice. Pro dorostenky a juniorky je ve fázi speciální přípravy obecně doporučeno zaměřením se na rychlost. Celoroční objemy naběhaných kilometrů činí optimálně 2400 - 3400 km s 20 – 25 závody za rok pro tuto věkovou kategorii (Pisařík & Liška, 1985; Kučera & Truksa, 2000).

2.4 Běžecká zranění

2.4.1 Incidence běžeckých zranění a jejich typy či lokalizace

Incidence a prevalence zranění u běžců se pohybuje v širokém rozmezí. Oestergaard Nielsen et al. (2013) udává incidenci pohybující se mezi 20 % - 70 % a prevalenci od 2,5 po 59 zranění na 1000 h aktivity. Saragiotto et al. (2014) udává incidenci dokonce mezi 18,2 % - 92,4 % s prevalencí 6,8 – 59 zranění na 1000 h aktivity.

Velké rozdíly v těchto parametrech jsou dány populací běžců, která byla studována, a stanovenou definicí pro běžecké zranění (Buist et al., 2010).

Taková definice může vypadat následovně. Běžecké zranění je definováno jako poranění muskuloskeletálního systému, jehož příčina je připisována běhu a které způsobí bolest, omezení rychlosti, uběhnuté vzdálenosti nebo četnosti tréninků po dobu alespoň jednoho týdne (Lopes et al., 2011).

Běžecská zranění vznikají z přetížení. Mívají tedy pozvolný nástup způsobený opakovanou mikrotraumatizací tkání. Nemusí tedy nastat událost, která by jednoznačně souvisela se vznikem zranění (Saragiotto et al., 2014).

Mezi nejběžnější běžecská zranění se řadí dle studie Taunton et al. (2002) potíže s koleny (42,1 %) a s nohou/kotníky (16,9 %). Dále je často postižena oblast bérce (12,8 %) a kyčelního kloubu (10,9 %). Konkrétně mezi 10 nejčastějších zranění patří: patelofemorální syndrom (patellofemoral pain syndrome – PFPS), iliotibiální syndrom (iliotibial band friction syndrome – ITBFS), plantární fascitida, poranění menisků, tibiální syndrom (v literatuře také jako „medial tibial stress syndrome“ - MTSS, „shin-splint“ nebo jako „tibial stress syndrome“), tendinopatie Achillovy šlachy, patelární tendinopatie, zranění musculus gluteus medius, únavová zlomenina (stress fracture) holenní kosti a poranění páteře.

Podobné výsledky vyšly v analýze 11 studií běžců na vzdálenosti od 800 m po maraton, kdy první místo v pořadí zastupuje zranění kolene (28 %), nohy a kotníku (26 %) a bérce (16 %). Z konkrétních patologií se objevovaly nejčastěji patelofemorální syndrom (PFPS; 17 %), tendinopatie Achillovy šlachy (AT; 10 %) a tibiální syndrom (MTSS; 8 %), (Francis et al., 2018; Lopes et al., 2011).

2.4.2 Rizikové faktory pro vznik běžecských zranění

Etiologie běžecských zranění je multifaktoriální (Futrell et al., 2018). Pro přehlednost bychom mohli tyto faktory rozdělit na vnitřní a vnější. Mezi vnitřní faktory patří například pohlaví, index tělesné hmotnosti (BMI), věk, zdatnost, běžecské zkušenosti, předchozí zranění a anatomické parametry. Mezi vnější řadíme tréninkové parametry, povrch, obuv, biomechanické aspekty, nutriční a psychologické vlivy (Buist et al., 2010; Callahan, 2020). Vědecké důkazy pro vztah mezi těmito faktory a vznikem zranění jsou však často nejednoznačné.

Van Poppel et al. (2020) udává předchozí zranění jako nejsilnější rizikový faktor pro vznik zranění u vytrvalostních běžců. Pro běžce (muže) na krátké vzdálenosti jsou to pak ještě vyšší BMI, vyšší věk, méně předchozích běžecských zkušeností a nižší tréninkové objemy.

Van Gent et al. (2007) udává také silné vědecké důkazy pro předchozí zranění a týdenní běžecké objemy jako rizikové faktory u mužů. Větší objem naběhaných kilometrů týdně avšak udává jako protektivní faktor pro oblast kolene (PFPS).

Van der Worp et al. (2016) naopak píše, že tréninková vzdálenost větší než 30 km týdně a předchozí zranění mají spojitost se vznikem zranění.

Saragiotto et al. (2020) udává také předchozí běžecké zranění jako signifikantní rizikový faktor. Neudává rozdíly v incidenci zranění mezi muži a ženami.

Buist et al. (2010) naopak píše, že muži mají vyšší pravděpodobnost utrpět zranění než ženy. Běžecké zkušenosti jsou také považovány jako za jeden z nejdůležitějších rizikových faktorů. Pokud je běžec začátečník, riziko je vyšší. U mužů jsou navíc rizikovými faktory i mladší věk a také to, když se běhu věnují pouze rekreačně. U žen je to navíc vyšší BMI.

Literatura se nejvíce shoduje na dřívějším zranění v anamnéze jako na hlavním rizikovém faktoru. V dalších kapitolách budou více popsány rizikové faktory, jako je pohlaví, tréninkové parametry, biomechanické aspekty a obuv.

2.4.2.1 Běžecká zranění u žen

Pohlaví může být rizikovým faktorem, který může ovlivnit lokalitu zranění. Systematický přehled Francis et al. (2019) uvádí vyšší výskyt zranění kolene u žen (40 % vs. 31 %) a naopak potíže s kotníkem a chodidly zase u mužů (26 % vs. 19 %). S obdobnými závěry přišel Tauton et al. (2002), jež uvádí vyšší výskyt konkrétních patologií u mužů na spodní části dolní končetiny (Plantární fascitida 54 % / 46 %, poranění menisků 69 % / 31 %, patelární tendionopatie 57 % / 43 %, tendionopatie Achillovy šlachy 58 % / 42 % a poranění musculi gastrocnemii 70 % / 30 %). U žen je naopak incidence vyšší v horní části dolní končetiny (PFPS 62 % / 32 %, ITBFS 62 % / 32 %, poranění musculus gluteus medius 76 % / 24 % a poranění sakroiliakálního skloubení 91 % / 9 %). Avšak neuvádí možné důvody těchto predikčních lokalizací. Existují i studie, jež nepotvrzují rozdíl ve výskytu zranění u mužů a žen (Macintyre et al. 1991; Gent et al., 2007; Saragiotto et al., 2020)

Příčinou odlišné lokalizace zranění u žen mohou být anatomické odlišnosti ve stavbě pohybového systému. Z nich poté vyplývají i rozdíly v dynamických biomechanických faktorech. Mezi tyto anatomické rozdíly patří širší pánev, větší antevertzní úhel a varozita v kyčelních kloubech, valgozita kolen a větší Q úhel (o 3° – 6°), více napřimý postoj

s menší flexí v kolenních a kyčelních kloubech a větší pronace chodidla s váhou převážně na přední části nohy. Tyto parametry mohou vést k většímu zatížení oblasti kolene a pánve (Hilibrand et al 2015).

Kromě anatomických nelze také opomenout rozdíly hormonální. Ty mají vliv na laxicitu vaziva. Například fibroblasty v předním křížovém vazuu mají receptory na estrogen. Pokud jsou mu vystaveny ve vyšší míře (ve folikulární fázi menstruačního cyklu), dochází k redukci syntézy kolagenu. U žen pak dochází častěji k poranění předního křížového vazuu (Hilibrand et al 2015; Yu et al., 2002).

Typická problematika vážíci se také na hormony je atletická triáda (poruchy příjmu potravy, osteoporóza a amenorhea) a s ní související vznik únavových zlomenin. Při přítomnosti alespoň jednoho aspektu triády je riziko pro vznik mezi 15 % - 20%. To se navýší až na 30 % – 50 % při přítomnosti více než jednoho faktoru atletické triády. Dospívání je tedy velmi rizikové období pro vznik únavových zlomenin, protože v této době se získává 50 % maximální kostní denzity a zároveň je to nejrizikovější období pro rozvoj výše zmíněné atletické triády (Abbott et al., 2020).

2.4.2.2 Tréninkové parametry

K vnějším faktorům patří tréninkové parametry, jako jsou intenzita, trvání a frekvence zátěže a její náhlé změny, objem naběhaných kilometrů a strečink.

Mezi obecná doporučení v tréninku patří nepřekračovat celkový počet naběhaných kilometrů za týden, a to nad 65 km. Důležité je také se vyvarovat nárazového navýšení intenzity zátěže více jak o 10 % (Callahan, 2020; Gent et al., 2007; Saragiotto et al., 2014). Hreljac (2004) uvádí, že až 60 % zranění je způsobeno právě chybou v tréninkovém plánu a přetížení.

V souvislosti s objemem kilometrů a rychlostí běhu studie Oestergaard Nielsen et al. (2013) ukazuje, že výskyt PFPS a ITBFS roste s množstvím kilometrů a potíže s plantární fascitidou, tendinopatií Achillovy šlachy a zranění lýtkového svalu se objevují častěji při nárůstu rychlosti.

I typ tratě, na kterou se běžec zaměřuje, může ovlivnit výskyt zranění. Maratonci a přespolní běžci nejčastěji trpí potížemi v oblasti bérce (30,3 % / 29,9 %) a nohy (13,1 % / 8,1 %). Sprinteři se naopak potýkají nejvíce se zraněními stehna (32,9 %). Poranění kolene

se objevuje u všech skupin v rozmezí 22,5 % – 30,6 % kromě sprinterů. Kotník je nejčastěji postižen u přespolních běžců, a to v 16,2 % (Kluitenberg et al, 2015).

2.4.2.3 Biomechanické aspekty

Hreljac (2004) píše, že běžci, kteří si osvojí takový styl běhu, při kterém dochází k redukci reakčních sil od podložky (ground reaction force = GRF), mají nižší riziko vzniku zranění.

GRF je průměrnou hodnotou zatížení pohybového aparátu dolní končetiny při kontaktu s podložkou. Ve vztahu ke vzniku zranění nás zajímá hlavně vertikální složka GRF a část její křivky zobrazující úsek mezi prvním kontaktem nohy s podložkou a vrcholem nárazu (impact peak), který znázorňuje rychlost působení síly dopadu nohy na podložku (vertical loading rate). Jeho kolmost spolu s velikostí vrcholu nárazu poukazuje na tvrdší došlap, kdy dochází k většímu zatížení struktur a které může souviset se zvýšeným rizikem výskytu zranění. Některé studie jej potvrzují jako rizikový faktor například u únavové zlomeniny tibiae (Clare et al. 2006; Almeida & Davis & Lopes, 2015), PFPS (Davis et al., 2010) nebo plantární fascitidy (Pohl et al., 2009; Meyer et al., 2018). Jsou to však průřezové či retrospektivní studie. Worp et al. (2016) při své meta-analýze dochází k závěru, že rychlost působení reakční síly podložky (vertical loading rate) je vyšší u těch, jež mají únavovou zlomeninu oproti zdravým jedincům avšak je zde nedostatek prospektivních studií prokazující vztah s jinými typy zranění. Prospektivní studie od Kiernan & Shin & Miller (2015) dokonce ukázala pravý opak. Účastníci, kteří měli nižší velikost vrcholu nárazu (impact peak) a rychlost působení reakční síly podložky (vertical loading rate) a vyšší druhý vrchol křivky, častěji udávali zranění nebo bolest.

Dalším takovým aspektem je pronace. Pronace je definována jako vnitřní rotace okolo osy subtalárního kloubu nohy (Behling et al., 2020). Důvodem, proč bývá spojována se vznikem zranění, je ten, že zánoží je v úzkém vztahu s postavením holenní kosti. Nadměrná pronace může způsobit výraznou vnitřní rotaci holenní kosti, jež může vyústit v problémy s kolenním kloubem (van der Worp et al., 2015). Důkazy jsou však také nejednoznačné. Mezi hlavní problémy patří samotná definice termínu „nadměrná pronace“, protože není stanovena její fyziologická míra (Nigg et al., 2019). Dále je také obtížné její měření během dynamického pohybu, protože talus je těžko přístupný zvenku, a proto se používají jiné alternativy, které popisují pohyb podobný pronaci. Příkladem je úhel zánoží (rear foot angle), což je úhel mezi osou procházející Achillovou šlachou a osou patní kosti (Nigg et al., 2019; Behling et al., 2020).

2.4.2.4 Obuv

Jedním z nejvíce řešených parametrů obuvi je design, kdy máme na výběr z anti-pronační, neutrální a anti-supinační obuvi. Dále je to rozdíl mezi vzdáleností paty a špičky od podložky (takzvaný „shoe drop“), která se pohybuje od 0 – 10 mm. Pokud je tento rozdíl mezi patou a špičkou menší, dochází k vyšší incidenci zranění (Callahan, 2020).

Tématem posledních let je minimalistická obuv, která je spojována s předním typem běžeckého došlapu na rozdíl od běžné obuvi a zadního typu došlapu. A jaký je jejich vztah ke zranění? Rozdílná biomechanika, a tedy zapojení svalových skupin, způsobuje přetížení rozdílných tkání a potenciální vznik jiných zranění (Francis et al., 2019; Damsted et al 2015). Více viz kapitola 2.5 Běžecký došlap.

2.4.3 Vybraná běžecká zranění

2.4.3.1 Patelofemorální syndrom

Patří mezi nejběžnější příčinu vzniku bolesti lokalizované na přední straně kolene (anterior knee pain) bez patologických změn ve femoropatelárním skloubení (Petersen et al, 2014). Postihuje 15 % – 33 % aktivních mladých lidí a 21 % – 45 % adolescentů. Nejvíce jsou postižení mladí lidé mezi 15 - 30 lety a častější výskyt je u mladých žen (Sanchis-Alfonso, 2014; Petersen et al, 2014). V 70 % – 90 % se jedná o opakující se potíže vedoucí k chronicitě (Sanchis-Alfonso, 2014).

Bolest je lokalizovaná charakteristicky v peripatelární oblasti a objevuje se či zesiluje při chůzi ze schodů, při dřepu, skákání, běhu, ale i při dlouhému sezení nebo chůzi na vysokých podpatcích (Sanchis-Alfonso, 2014; Halabchi et al., 2013). Mezi projevy patří dále i krepitace a funkční deficit. Časem může vést až k osteoartritidě (Petersen et al., 2014; Sanchis-Alfonso, 2014).

Patogeneze je multifaktoriální. Jde o kombinaci přetížení, svalové slabosti, zvýšeného svalového napětí a změněné biomechaniky pohybu (Halabchi et al., 2013). Ta zahrnuje funkční poruchy na dolní končetině, jako je dynamické valgózní postavení dolní končetiny a lateralizace pately, v kombinaci s přetížením (Petersen et al., 2014).

Příčinou lateralizace pately je spíše nerovnováha mezi aktivitou mediálního a laterálního vastu než strukturální příčina v podobě změněného Q úhlu. Její posun je vidět při testu dřepu. Dynamické valgózní postavení můžeme otestovat dřepem na jedné noze, poskokem nebo stojem na jedné noze s výdrží. Je způsobeno oslabením abduktorů a zevních rotátorů kyčelního kloubu (m. gluteus medius et minimus). Dále lze vidět i výraznější everzi v subtalárním skloubení a pronaci přednoží, větší napětí iliotibiálního traktu a nerovnováhu mezi laterálním a mediálním hamstringem (Petersen et al., 2014).

Tyto změny popisuje i Halabchi et al. (2013), který řadí mezi rizikové faktory již zmíněné oslabení mediálního vastu (uvádí jej také Pappas et al., 2012), zvýšené napětí hamstringů a iliotibiálního traktu, dysfunkci abduktorů a zevních rotátorů kyčle, zvýšenou pronaci chodidla, a navíc přidává zvýšené napětí iliopsoatu a svalů lýtka, konstituční hypermobilitu a rozdílnou délku dolních končetin.

Diagnóza je však stanovena spíše na základě symptomů než na základě kombinace klinických a funkčních testů (Roush & Bay, 2012).

2.4.3.2 Tibiální syndrom

Tibiální syndrom se projevuje jako bolest, která je lokalizována ve střední nebo distální třetině posteromediální hrany holenní kosti. Má difúzní charakter (Dumbre Patil, 2016; Couture & Karlson, 2002; Naderi et al., 2020).

Zhoršuje se při běhu a mírní v klidu. Dále je bolestivá pasivní dorzální flexe v kotníku s hyperextenzí palce a i pasivní maximální plantární flexe. Potíže vzniknou i při aktivní plantární flexi proti odporu (např. stoj na špičkách). Palpačně je citlivá posteromediální hrana holenní kosti (Dumbre Patil, 2016; Couture & Karlson, 2002).

Prevalence se nachází mezi 13,6 % a 20 % a tibialní syndrom zastupuje až 60 % zranění dolních končetin (Dumbre Patil, 2016)

Patofyziologie je nejasná. Procesy, jež mohou zapříčinit vznik obtíží, jsou popisovány například jako muskulotendinózní zánět či jako periostitida způsobená tahem lýtkových svalů za periost (Thacker et al, 2002; Dumbre Patil, 2016; Naderi et al., 2020). Jinou příčinou můžou být morfologické změny kostní tkáně, kdy dochází k zátěžové reakci uvnitř kosti, avšak je porušen obvyklý proces remodelace. Na tomto podkladě pak vznikají únavové mikrofraktury (Couture & Karlson, 2002; Naderi et al., 2020).

Mezi rizikové faktory patří přetížení plantárních flexorů a následné omezení rozsahu dorzální flexe v talokrurálním kloubu, hyperpronace a repetitivní aktivita na tvrdém či nepravidelném povrchu (písek, tráva, šterk), po schodech či do kopce. Dále sem patří typ obuvi, náhlá změna intenzity, frekvence či trvání zátěže a náhlá změna techniky (Dumbre Patil, 2016; Couture & Karlson, 2002; Newlin & Smith, 2011).

2.4.3.3 Tendinopatie Achillovy šlachy

Tendinopatie Achillovy šlachy je zranění z přetížení, které se nejčastěji objevuje u lidí věnujících se vytrvalostním aktivitám, kde dochází k repetitivně excentrické zátěži svalů lýtko (např. při skocích či dlouhém běhu). Objevuje se hlavně u lidí středního věku (30 - 55 let) a 3x častěji u mužů. Největší prevalence je u běžců na střední tratě (83 %), ale je to i běžná obtíž pro nespportovní populaci (Jacxsens et al., 2016; Silbernagel et al., 2020; Satyendra & Byl, 2006).

Je to klinická diagnóza, projevující se lokální bolestí a změnou funkce (např. stereotypu chůze). Obtíže mají pomalý nástup. Mezi průvodní symptomy patří pocit zatuhlosti po ránu a po delším sedu, bolestivá palpace Achillovy šlachy, bolest během výkonu a snížená síla (Silbernagel et al., 2020).

Pod pojem tendinopatie můžeme zařadit tyto tři konkrétní obtíže – tendinóza, paratenonitida a částečná ruptura šlachy (Satyendra & Byl, 2006).

Tendinóza je degenerativní stav, kdy dochází k abnormální fibrózní přestavbě a poruchám hojení zapříčiněné neustálým přetěžováním (Silbernagel et al., 2020). Klesá množství kolagenu a tím se snižuje schopnost šlachy se adaptovat na zátěž (Satyendra & Byl, 2006).

Paratenonitida je akutní nebo chronický zánět, charakteristický výrazným otokem, infiltrací zánětlivými buňkami a produkcí exudátu. Při chronickém trvání dochází ke ztluštění, reorganizaci struktury a degeneraci šlachy. Ruptury pak vznikají na základě degenerativních změn (Satyendra & Byl, 2006).

Mezi rizikové faktory patří náhlá změna v tréninkových objemech, snížená síla plantárních flexorů nohy, deficit neuromuskulární kontroly kyčelního kloubu, omezený rozsah pohybu v talokrurálním a subtalárním skloubení, výrazná pronace, nárůst váhy a rozdílná délka končetin (Silbernagel et al., 2020; Satyendra & Byl, 2006).

2.4.3.4 Iliotibiální syndrom

ITBFS je bolest v oblasti laterálního epikondylu femuru, která se typicky objevuje u běžců nebo cyklistů (Lavine, 2010).

Diagnóza je stanovena na základě anamnézy a vyšetření iliotibiálního traktu. Pro to využíváme Oberův test a palpaci oblasti pod laterálním epikondylem a nad kloubní štěrbinou. Pro pacienta jsou tyto úkony bolestivé (Lavine, 2010; Chicorelli, 2017). Bolest bývá zvýrazněna při dřepu na jedné noze a pacient může popisovat i pocit přeskokování při běhu (Chicorelli, 2017).

Etiologie je nejasná. Popisovány jsou dvě možnosti. K oběma dochází u aktivit s repetitivní flexí kolene. Tractus iliotibialis funguje jako laterální stabilizátor kolenního kloubu a na základě velikosti úhlu kloubu pomáhá při flexi nebo extenzi kolene. Pokud je tento úhel menší než 30°, pracuje jako extenzor a pokud je větší, tak jako flexor. První z možností je ta, že okolo 30° dochází ke změně postavení iliotibiálního traktu vůči ose kloubu, a to posunem dopředu a dozadu přes laterální epikondyl. Zadní vlákna do něj tak naráží a vzniká tření, které může vést k zánětu samotného traktu, periosteae nebo bursy (Lavine, 2010; Chicorelli, 2017; Bauer & Duke, 2011; Fredericson & Weir, 2006).

Druhá teorie připisuje vznik iritace oblasti epikondylu kompresí pojivových tkání (bursy, cysty či laterálního synoviálního recessu) pod iliotibiálním traktem (Lavine, 2010; Balachandar et al, 2019; Bauer & Duke, 2011; Messier et al, 1995).

Mezi rizikové faktory patří slabé abduktory kyčle, velké napětí nebo naopak povolnění iliotibiálního traktu, výrazná pronace chodidla (Lavine, 2010; Balachandar et al, 2019), rozdílná délka končetin (Chicorelli, 2017) a tréninkové faktory (například náhlé navýšení zátěže), (Fredericson & Weir, 2006).

2.4.3.5 Plantární fascitida

Plantární fascitida se projevuje jako tupá nebo i ostrá bolest v oblasti paty z plantární nebo lehce mediální strany. Nejvýraznější je ráno při prvních krocích nebo po dlouhém sezení či stání. Po několika krocích v počátečních fázích odeznívá. Bolest se vrací po fyzické aktivitě nebo chůzi na bosu či s tenkou podrážkou. Bolesťivá může být i pasivní dorzální flexe chodidla či palpáce mediální části paty, což je oblast jejího úponu (Owens, 2017; Monteagudo et al, 2018). Při chronickém průběhu je běžné, že dochází ke zkrácení plantárních flexorů nohy, a tím i k omezení rozsahu pohybu kloubu a ke vzniku patní ostruhy (Alrashidi et al., 2016).

I když název „fascitida“ poukazuje na zánětlivý proces, spíše než zánět zde probíhají degenerativní změny s reorganizací kolagenových vláken, kalcifikací a neovaskularizací, jež vedou k mikrotrhlinám (Alrashidi et al., 2016; Owens, 2017). Tím pádem nastávají změny v zátěžové kapacitě tkáně a její tuhosti a dochází k dalšímu oslabení s nárůstem zátěže (Guo et al, 2018).

Vzniku může předcházet změna aktivity, obuvi a váhy spolu s drobnými traumaty na noze. Do rizikových faktorů patří nadváha, dlouhé stání, špatná obuv, vysoká či nízká nožní klenba a zkrácení plantárních flexorů (Alrashidi et al., 2016; Owens, 2017). Jejich zvýšené napětí se přenáší na Achillovu šlachu a to omezí rozsah do dorzální flexe. Tělo pak tento nedostatek kompenzuje zevní rotací dolní končetiny. Vše ústí ve větší napětí kladené na plantární fascii (Monteagudo et al, 2018).

2.4.3.6 Únavové zlomeniny

Ze všech zlomenin na dolních končetinách dochází nejčastěji k únavové zlomenině holenní kosti (až v 50 %). Na druhém místě jsou pak metatarzální kosti. K únavovým zlomeninám jsou náchylnější ženy, kdy vznik obtíží mohou doprovázet poruchy příjmu potravy a menstruace při tzv atletické triádě (Pegrum et al., 2012). Je tedy důležité se v odebrané anamnéze zaměřit na nutriční deficity, poruchy příjmu potravy a hormonální nerovnováhu (Melton & Jackson, 2016; Wasserstein & Spindler, 2015).

Klinicky se vznik únavové zlomeniny holenní kosti může projevovat jako tibiální syndrom. Bolesti mají pozvolný nástup a jsou zhoršeny při zátěži, kdy obtíže přetrvávají hodiny či dny. S klidem však přichází úleva. Jakmile zlomenina vznikne, bolesti jsou již konstantní. Ke zlomenině dochází v kortikální kosti na přední straně diafýzy ve střední nebo distální třetině (Gaeta et al., 2013; Harris & Varner, 2015).

Zátěž fyziologicky vede ke kostní remodelaci, tedy k reabsorpci tkáně a k reparačním procesům. Kost se na danou zátěž adaptuje po dobu až 3 - 4 měsíců. Když je zátěž nadměrná nebo ji navyšujeme rychle, není dost času pro regeneraci a dochází k nerovnováze mezi vznikem mikrofraktur a jejich hojením. Snižuje se tak schopnost kosti absorbovat energii a postupně se mikrofraktury zvětšují a mohou progredovat až ke vzniku kompletní zlomeniny (Warden & Davis, 2014; Gaeta et al., 2013; Pegrum et al., 2012).

Mezi rizikové faktory patří tvrdý a nerovný povrch, náhlý nárůst intenzity zátěže, obnošené a špatně padnoucí boty, plochá chodidla a hyperpronace a vysoké hodnoty reakčních sil od podložky (GRF), (Gaeta et al., 2013).

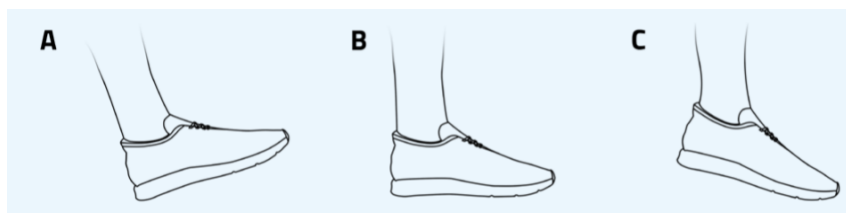
Běžci na dlouhé tratě preferují zadní typ došlapu, při kterém dochází primárně k zatížení dlouhých kostí a můžou zde být větší riziko vzniku zlomeniny například holenní kosti. U sprinterů jsou to zase drobné kosti nohou jako tarzální nebo metatarzální (Warden & Davis, 2014).

2.5 Běžecký došlap

2.5.1 Typy došlapu

V posledních letech probíhá debata o tom, jaký typ došlapu je nejlepší v rámci prevence běžeckých zranění a optimalizace výkonnosti (Kuhnman et al., 2016).

Došlap rozdělujeme primárně na 3 typy – přední, střední a zadní. Přední typ (forefoot strike = FFS) je takový, kdy dochází k prvnímu kontaktu s podložkou v přední části chodidla. Běžec, který má střední typ (midfoot strike = MFS) se dotýká podložky zároveň přední i zadní části chodidla, a nakonec při zadním typu došlapu (rearfoot strike = RFS) se jako první podložky dotkne pata (Almeida & Davis & Lopes, 2015).



Obrázek 1: Typy došlapu (Hoenig et al., 2020)

Většina běžců má převážně zadní typ došlapu. Altman & Davis (2012) uvádí, že až 75 % běžců trénujících v běžných běžeckých botách má tento typ došlapu, 24 % má středí a pouze 1 % přední typ. Proto se někdy přední a střední typ došlapu řadí do jedné kategorie. Tyto dva způsoby došlapu jsou si i velmi podobné. Bod došlapu se nachází před kotníkem a objevuje se zde i stejný točivý moment při dorsální flexi chodidla a pravděpodobně podobná svalová aktivita (Ahn et al., 2014).

Po mnoho desetiletí byl došlap u běžců na střední a dlouhé tratě charakterizován jako zadní typ a tento styl běhu byl upřednostňován na základě empirických zkušeností a tréninkovém folkloru (Ahn et al., 2014).

2.5.2 Metody rozlišení typu došlapu

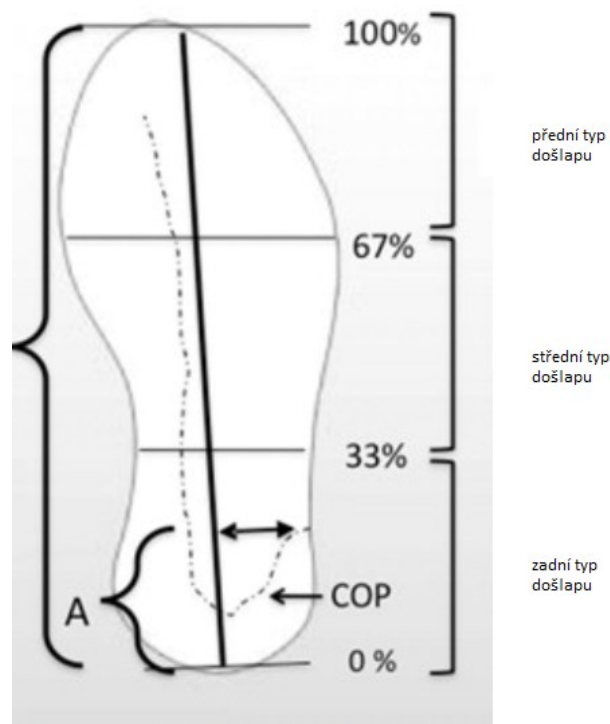
Altman & Davis (2012) popisují několik metod hodnocení typu došlapu. Základní metodou je hodnocení vizuální v reálném čase, která má 77 % úspěšnost v rozlišení typu došlapu v porovnání s indexem došlapu, jež je brán jako zlatý standart. Nejnižší přesnost rozlišení je pro MFS, kdy často uniknou běžci s došlapem, který je lehce FFS nebo RFS (Meyer et al., 2018). Pro větší přesnost je doporučeno použít zpomalený videozáznam. Výhodou je možnost použít tuto metodu v běžných podmínkách i třeba při závodu. Stačí mít vysokorychlostní videokameru a jednoduchý biomechanický program pro změření potřebného úhlu (Altman & Davis, 2012).

Při určení typu došlapu pomocí laterálně umístěné videokamery je zvolen zadní typ došlapu, pokud zadní třetina podrážky obuvi se dotkne země jako první. Prostřední třetina určuje střední typ a první třetina odpovídá přednímu typu. Toto rozdělení typu došlapu mělo vysokou shodu v hodnocení mezi zkušeným fyzioterapeutem a novicem a to v 96,1 % případů (Esculier et al., 2018). Stejný způsob rozlišení používá i Bertelsen et al. (2013), kdy pro zpomalení záběru používá biomechanický program Kinovea. Avšak vysoká shoda je i při hodnocení došlapu vizuálně v reálném čase, kdy Meyers et al. (2018) uvádí shodu 75 %

v porovnání s metodou indexu došlapu (foot strike index = FSI) a 71 % s měřeným úhlem došlapu (foot strike angle = FSA).

Dále můžeme typ došlapu kvantifikovat pomocí již výše zmíněného indexu došlapu. Při této metodě jsou používány tlakové podložky. Měření je tedy omezeno na laboratorní podmínky. Navíc data o působících silách nejsou vždy dostupná v průběhu celého běžeckého cyklu (Cheung et al., 2017).

FSI popisuje lokalizaci centra tlaku (center of pressure = COP) během prvotního kontaktu nohy s podložkou. To je vyjádřeno v procentech vůči celkové délce chodidla. Pokud je FSI mezi 0 % - 33 %, jedná se o zadní typ došlapu. Mezi 34 % - 67 % střední a 68 % - 100 % přední. Čím nižší FSI, tím větší dorzální flexe při došlapu. Výpočet tedy následovně: $FSI = (A / \text{délka chodidla}) * 100$, kdy A je vzdálenost COP při došlapu od paty (Altman & Davis, 2012).



Obrázek 2: Výpočet FSI – překlad (Altman & Davis, 2012)

Další možností je změřit úhel došlapu pomocí kinematické analýzy, kdy nárůst tohoto úhlu souvisí s posunem místa prvotního kontaktu s podložkou směrem k patě. Jako FFS je hodnocen došlap s $FSA < -1,6^\circ$, MFS = $-1,6^\circ < FSA < 8^\circ$ a RFS = $FSA > 8^\circ$. Úhel je měřen mezi spojnicí bodu A, který je umístěn na patní kosti, a bodu B, jež se nachází na hlavičce 5. metatarzu, vůči podložce (Hoenig et al., 2020). Při porovnání s FSI jako se zlatým

standardem pro rozlišení typu došlapu bylo vyhodnocení souhlasné v 82 % (Altman & Davis, 2012).



Obrázek 3: Měření FSA úhlu (Hoenig et al., 2020)

Pro stanovení způsobu běhu a preferovaného typu došlapu musí být tento typ stejný pro většinu hodnocených došlapů (Futrell et al., 2018).

2.5.3 Faktory ovlivňující typ došlapu

Až 89 % běžců má přirozeně zadní typ došlapu. Jsou zde však faktory, které typ došlapu mohou ovlivnit (Almeida & Davis & Lopes, 2015).

Jedním z nich je rychlost běhu, kdy sprinteři často preferují FFS. Naopak 75 % - 80 % současných vytrvalostních běžců upřednostňuje RFS (Lieberman et al., 2010). Pokud je rychlost běhu navýšena o 1 m/s, pravděpodobnost preference FFS nebo MFS oproti RFS je 2,3x a 2,6x vyšší (Cheung et al., 2017). Stále ale významné procento lidí (40 %) i při navýšení rychlosti zůstává u RFS (Tam et al., 2014).

Rozdíl je také v tom, zda je to elitní a zkušený běžec nebo začátečník. Lidé začínající s během mají daleko častěji RFS (Bertelsen et al., 2013). Také u rekreačních běžců výrazně převažuje zadní typ došlapu. Almeida et al. (2015) uvádí, že 95,1 % rekreačních běžců má RFS (n = 489).

Typ došlapu může ovlivnit i povrch, po kterém jedinec běží. Ve studii Gruber et al. (2013) běžci s RFS při běhu po měkké podložce bez bot v 20 % změnili došlap na střední anebo přední typ. Při běhu po pevném povrchu to bylo dokonce v 65 % případů.

Dalším faktorem je únava muskuloskeletálního systému. Při dlouhotrvajícím běhu až do únavy běžce může docházet ke změně typu došlapu, a to z předního typu na střední až

zadní. Dle Jewell et al. (2017) píše, že u 8 běžců ze 14 došlo ke snížení plantární flexe a k přesunu prvotního místa kontaktu s podložkou více posteriorně. Ukázaly se také vyšší dosažené hodnoty vertikální složky GRF a nárůst času kontaktu s podložkou oproti začátku běhu. Tyto ukazatele představují změny směrem k zadnímu typu došlapu.

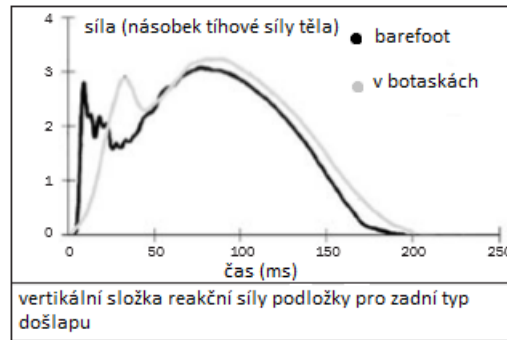
Samotnou kapitolou je běžecká obuv a její vliv na způsob došlapu.

2.5.3.1 Typ obuvi

Velkým tématem je obuv a její vliv na typ došlapu a vznik zranění. Z důvodu častých zranění při běhu přišla v 80. letech vlna nové běžecké obuvi, která měla působit v prevenci jejich vzniku. Tato obuv se lišila tím, že kontrolovala určité parametry chodidla při došlapu (například pronaci), či měla pomoci tlumit nárazy a jejich působení na muskuloskeletální systém díky přidanému odpružení. I přes tato vylepšení zde stále byla vysoká incidence běžeckých zranění. Díky tomu přišla další vlna, tentokrát minimalistické obuvi. Důvody, proč by tyto boty měly být úspěšnější v prevenci vzniku zranění, lze rozdělit na 3 argumenty. První z nich se týká evolučního uzpůsobení člověka k běhu, kdy přílišná kompenzace a rigidita obuvi mohla zabránit přirozené schopnosti chodidla absorbovat síly při došlapu a vedla tak k oslabení svalů nohy a ligament. Druhý se týká neúspěchu v redukci běžeckých zranění vyztuženou obuví a poslední vyzdvihuje nižší vertikální složky GRF u předního typu došlapu, která je spojována s nižším výskytem zranění. Tato tvrzení jsou však velmi zjednodušená (Tam et al., 2014; Vanrenterghem, 2013).

Minimalistická obuv je spojována s předním typem došlapu. Vysvětlováno je to tím, že pokud běžec zvyklý na RFS v botách běží bez nich, veškerá absorpce sil dopadu je ponechána na muskuloskeletálním systému. Dochází tak k výrazné stimulaci proprioceptorů. Signály z nich následně podněcují muskuloskeletální systém ke změně typu došlapu na FFS pro lepší absorpci a přenos sil (Vanrenterghem, 2013; Thompson et al., 2015).

Neděje se tomu ale automaticky u všech běžců. Liberman (2010) uvádí, že 83 % RFS běžců při použití minimalistických bot zůstává u RFS během přímého testování a Tam et al. (2014) uvádí, že i při 6 týdenní intervenci 50 % běžců zůstává u RFS. Dokonce jedinci navyklí na minimalistické boty mají v 72 % případů RFS. Pokud v nich setrváme u RFS, síly působící při došlapu jsou o 8,6 % vyšší než v běžných botách a rychlost jejího působení je průměrně o 700 % vyšší (vertical loading rate).



Obrázek 4: Vertikální složka reakční síly podložky pro zadní typ došlapu - překlad (Goss et al., 2012)

Typ běhu a došlapu je tedy spíše naučený stereotyp. Někteří běžci jsou schopni po korekci změnit typ došlapu, ale automatická reakce na změnu typu obuvi se děje jen u určitého procenta běžců.

Přestože má tedy lidská noha anatomické a funkční dispozice pro běh na bosu a FFS, posledních 40 let trendu běhání ve vyztužených botách může souviset s preferencí RFS a ztrátou schopnosti chodidla se přizpůsobit (Almeida & Davis & Lopes, 2015; Ahn et al., 2014). U běžců používající dlouhodobě klasickou obuv je tedy třeba zvážit, zda obuv měnit na minimalistickou, případně ji provádět postupně a kontrolovaně. Přeučení je možné, ale musíme brát v potaz, že je to záležitost řádu měsíců, aby mělo tělo dostatek času vybudovat si potřebnou muskulaturu (Ahn et al., 2014; Tam et al., 2014). Oslabené svaly a přetrvávající RFS můžou naopak způsobit vznik zranění (Shih et al. 2013).

2.5.4 Zadní typ došlapu

2.5.4.1 Biomechanické aspekty

K prvnímu kontaktu nohy s podložkou dochází přes patu, v dorzální flexi nohy ($1,2^\circ$) a před místem svislého průmětu těžiště těla (Ahn et al., 2014; Goss & Gross, 2012). Absorpce nárazu je tedy limitována pouze na botu, patní lůžko (Thompson et al., 2015) a částečně nožní klenbu. Ta se odemyká a částečně kolabuje díky pronačnímu pohybu, který nastává během stojné fáze (Vanrenterghem, 2013). Přesto během transmise těchto sil dochází pouze k malému rozptýlení energie (Almeida & Davis & Lopes, 2015).

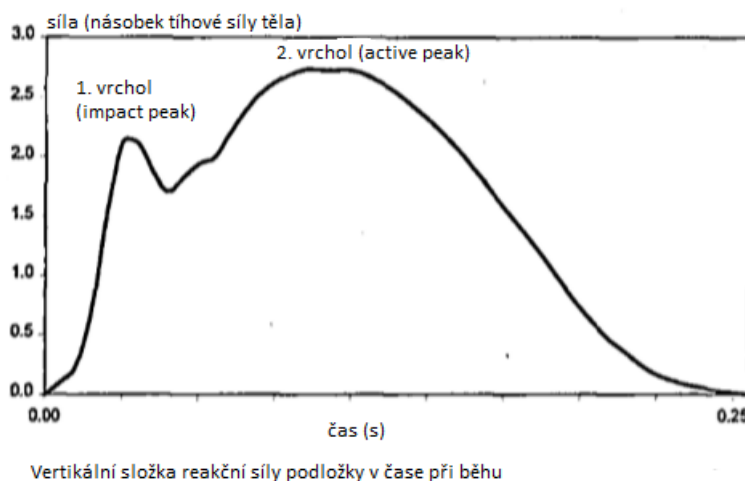
Síly při došlapu jsou vysoké, protože k němu dochází s extendovaným kolenem a celá dolní končetina je v přímé linii s bederní páteří. Celé tělo je tedy v rigidní konfiguraci a síly, které vzniknou při došlapu, prochází kotníkem, kolenem, kyčlí až do bederní páteře. Na patelofemorální a tibiofemorální skloubení tak působí větší kompresivní síly (Goss & Gross, 2012).

Běžci se zadním typem došlapu mají typickou křivku znázorňující vertikální složku GRF. Jsou na ní dva vrcholy. První vrchol (impact peak) se odehrává během počátečních 10 % stejné fáze. Jeho velikost je ovlivněna tím, co běžec činí před prvním kontaktem s podložkou. Záleží na rychlosti pohybu nohy a těžiště, geometrii a ploše došlapu a vlastnostech měkkých tkání, obuvi a podložky. Velikost této pasivní síly nárazu při běžné chůzi je o něco větší, než je váha lidského těla, a trvá okolo 50 ms. Při běhu již tato síla dosahuje velikosti mezi 1,5x a 5x hmotnosti a trvá 10 – 30 ms (Hreljac, 2004).

RFS běžci se tak musí potýkat s výrazně větší vertikální složkou reakční síly podložky (Lieberman et al., 2010). Také rychlost jejího působení (vertical loading rates) byla zaznamenána jako nejvyšší u zraněných běžců s RFS a nejnižší u FFS nehledě na typ zranění. Tomuto mechanismu také přispívá delší krok a jeho nižší frekvence (Goss & Gross, 2012).

Také antero-posteriorní složka GRF při došlapu přes patu působí jako brzdící síla (Goss & Gross et al., 2012).

Druhý vrchol (active peak) se odehrává v pozdější fázi stoje (60 – 75 %) a trvá 200 ms. Je dán pohybem běžce během kontaktu s podložkou, během které se aktivně odtlačuje od podložky (Hreljac 2004).



Obrázek 5: Vertikální složka reakční síly podložky v čase u zadního typu došlapu - překlad (Hreljac, 2004)

2.5.4.2 Svalová aktivita

Při došlapu přes patu působí dorzální flexory nohy jako pružina, která zpomaluje pokládání plosky na zem. Tato zvýšená aktivita m. tibialis anterior způsobuje větší zatížení předního kompartmentu bérce (Thompson et al., 2015; Shih et al., 2013; Landreneau et al., 2014). Mezi došlapem a střední oporovou fází dochází ke zpomalení těžiště díky excentrické práci svalů dolní končetiny, hlavně m. quadriceps femoris (Hamner et al., 2010; Zinner & Sperlich, 2016). Těžiště se pohybuje směrem dolů, jak dochází k flexi kloubů dolní končetiny (v kolenním kloubu až o 30 – 50°) a poté přechází přes bod opory.

2.5.4.3 Predikční lokality pro zranění a jejich typ

Bérec a noha - Almeida & Davis & Lopes (2015) udává jako typické zranění při RFS únavovou zlomeninu tibiae a plantární fascitidu. Únavová zlomenina je spojována s přítomností vyšší vertikální složky GRF, rychlosti působení této síly a vyššími brzdnými silami. K rizikovým faktorům pro vznik plantární fascitidy je navíc připisována výraznější pronace chodidla (Goss & Gross, 2012; Shih et al., 2013). Další obtíže související s působením vyšších sil při došlapu jsou mikrofraktury v oblasti paty (Vanrenterghem, 2013) a tibiální syndrom (Goss & Gross, 2012). Díky výraznější koncentrické i excentrické aktivitě dorzálních flexorů hlezna a větší pronaci může častěji docházet k přednímu kompartment syndromu, který se projevuje bolestí na přední straně bérce v místech úponu. Obtíže mohou být zvýrazněny během po tvrdém povrchu (Goss & Gross, 2012).

Koleno - Rizikovou oblastí je také koleno, neboť RFS běžci došlapují s více extendovanou dolní končetinou, která se následně více flektuje ve střední oporové fázi. Vystavují se tedy většímu extenčnímu momentu způsobenému převážně čtyřhlavým svalem stehenním (Damsted et al., 2015).

Kyčelní kloub - Delší krok a jeho nižší frekvence může dále způsobit nárůst maximální flexe a extenze v kyčelním kloubu během stojné fáze. To může vyústit ve větší působení momentů sil na kloub a spolu s vyššími hodnotami GRF vést ke vzniku zranění v této oblasti (Futrell et al., 2018).

Bederní páteř – Příčinou je rigidní nastavení těla, díky čemuž se síly během došlapu přenáší až do bederní páteře s jejich minimálním rozptýlením (Vanrenterghem, 2013).

2.5.5 Přední typ došlapu

2.5.5.1 Biomechanické aspekty

Při tomto typu došlapu dochází k prvotnímu kontaktu s podložkou v plantární flexi chodidla ($-12,5^\circ$) s ihned následující dorzální flexí (Ahn et al., 2014). Při běhu je redukována kontaktní plocha o 25 – 63 %, a to navýší kontaktní tlak na chodidlo. Kolenní kloub se také nachází ve větší flexi oproti RFS (Goss & Gross, 2012).

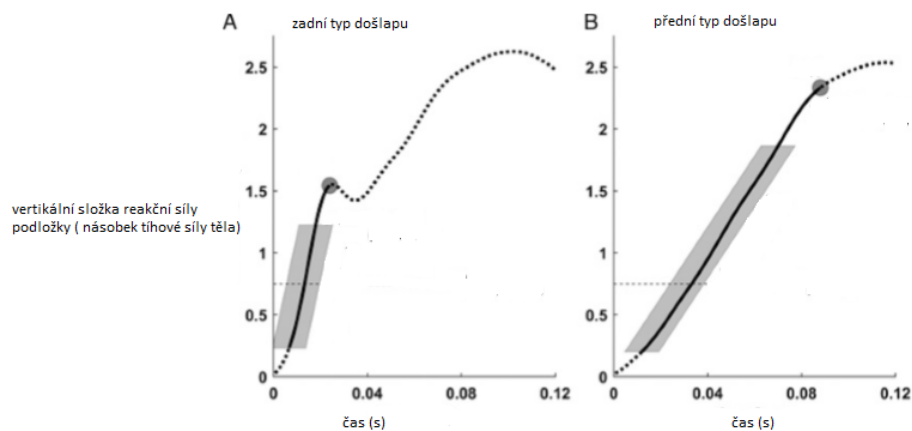
Tyto parametry – plantární flexe nohy a větší flexe kolene - souvisí s kratší délkou běžeckého kroku, vyšší frekvencí a kratší oporovou i letovou fází (Shih et al., 2013; Ahn et al., 2014; Almeida & Davis & Lopes, 2015).

Díky plantární flexi a flexi kolene dochází k distribuci sil nárazu do větší plochy, než je tomu u RFS, a k menšímu zatížení kyčlí a kolen (Tam et al., 2013). Díky tlumicímu efektu m. triceps surae je nižší rychlost absorpce síly došlapu (vertical loading rates) a dochází k přeměně vertikálních sil do rotačního pohybu. Je zde více času pro tělo zpomalit vertikální rychlost po iniciálním kontaktu a to využitím většího rozsahu pohybu v kotníku (Goss & Gross, 2012; Shih et al., 2013).

Tento mechanismus pravděpodobně redukuje velikost 1. vrcholu (impact peak) na křivce znázorňující vertikální složku GRF a to o 15 – 33 %. Vliv na utlumení došlapu kromě excentrické kontrakce lýtkového svalu má také komprese nožní klenby a napětí Achillovy šlachy (Thompson et al., 2015). Ačkoliv je 2. aktivní vrchol při FFS vyšší, nejsou zde objeveny spojitosti s vyšší incidencí zranění (Goss & Gross, 2012)

Došlap probíhá v blízkosti průmětu těžiště. Jakmile se těžiště přesune přes stojnou končetinu, běžcův trup padá dopředu. To snižuje GRF a vertikální práci těla proti gravitaci. Díky tomu má těžiště menší vertikální a horizontální odchylky. Na konci oporové fáze dochází k tomu, že chodidlo již není zatížené, a to díky aktivaci hamstringů a redukcii setrvačné síly působící na dolní končetinu. Ta pak může rychle pokračovat do švihové fáze. U RFS tomu tak není. Při něm je chodidlo na konci oporové fáze naopak tlačeno do podložky (Goss & Gross, 2012).

Vidět lze také u tohoto typu došlapu výraznější everzi, avšak pro tu jsou slabé důkazy, že by byla rizikovým faktorem vzniku zranění (Almeida & Davis & Lopes, 2015). To samé platí i pro větší vnitřní rotaci kolene během kontaktu s podložkou (Thompson et al., 2015).



Obrázek 6: Vertikální složka reakční síly podložky u zadního a předního typu došlapu - překlad (Futrell et al., 2018)

2.5.5.2 Svalová aktivita

Vyšší excentrická aktivita svalů lýtka je nezbytná při předním typu došlapu pro kontrolu rychlosti dorzální flexe kotníku (Almeida & Davis & Lopes, 2015; Thompson et al., 2015).

Dochází ke dřívější aktivaci m. gastrocnemius o 11 % délky krokového cyklu a trvá o 10 % déle než u RFS. Pre-aktivační amplituda je také o 24 % (m. gastrocnemius medialis) a 14 % (m. gastrocnemius lateralis) vyšší (Ahn et al., 2014; Landreneau et al., 2014).

Svalová vlákna se kontrahují již před iniciálním kontaktem nohy s podložkou. Tato dřívější aktivace navyšuje kapacitu pasivních struktur k uložení elastické energie. Kdyby tomu tak nebylo, došlo by k protažení Achillovy šlachy při následné dorzální flexi a Achillova šlacha by nemohla plnit svoji funkci zásobníku elastické energie (Ahn et al., 2014).

Síla podložky působící na tělo při došlapu je díky této aktivaci svalů lýtka okamžitě neutralizována, navíc stabilizuje talokrurální skloubení a zajišťuje tak pro šlachy plynulou produkci síly během dalších fází, hlavně odrazu (Ahn et al., 2014).

Při tomto typu došlapu je dále také snížena excentrická aktivita extenzorů kolene a kotníku oproti RFS (Kuhman et al., 2016).

2.5.5.3 Predikční lokality pro vznik zranění a jejich typ

Dle Damsted et al. (2015) běžci s předním typem došlapu se vystavují vyššímu riziku zranění nohy, kotníku a bérce oproti těm se zadním typem, a to pro vyšší mechanickou zátěž těchto struktur a vyšší tažné síly uvnitř plantárních flexorů.

Kotník - Při FFS dochází k přesunu zátěže z kolene na kotník (Goss & Gross, 2012). Pokud tedy tyto struktury a měkké tkáně nejsou na takovou zátěž připraveny, běžci jsou náchylní například k tendinopatiím Achillovy šlachy a ke zraněním svalů lýtky (Almeida & Davis & Lopes, 2015). Potřeba větší aktivace svalů lýtky pro kontrolu dorzální flexe vede dále k nárůstu mechanické práce v oblasti kotníku (Goss & Gross, 2012). Pod větší zátěží jsou také ligamenta a šlachy svalů obklopující kloub. To může vést k peroneální tendinitidě a k častějším výronům v kotníku (Ziai & Benca & Wenzel, 2016).

Chodidlo a nárt - Tam et al (2014) uvádí nižší riziko plantární fascitidy při předním typu došlapu, protože faktory, jež jsou připisovány jejímu vzniku (rychlost a velikost sil působících při kontaktu s podložkou a omezený rozsah pohybu v kotníku) jsou redukovány. Potíže ale mohou být způsobeny zmenšením kontaktní plochy, vyšší frekvencí počtu došlapů za jednotku času a pomalejší adaptací kostních struktur na změnu zátěže, jež vedou k přetížení metatarzálních kostí. Dochází tedy k únavovým zlomeninám hlavně 2. a 3. MTT (Tam et al., 2014; Goss & Gross, 2012).

Koleno - Díky kratšímu běžeckému kroku a větší flexi kolenního kloubu při došlapu dochází k jeho menšímu zatížení (Tam et al., 2013). Esculier et al. (2018) popisuje, že intervence cílená na změnu typu došlapu u běžců s PFS vedlo ke zmírnění symptomů a snížení sil působících na patelofemorální skloubení oproti RFS. Také vyšší kroková frekvence o 5 % - 10 % snižuje síly působící na toto skloubení a to o 14 % - 20 %.

2.5.6 Vztah typu došlapu k výkonnosti

U zadního typu došlapu dochází k nárůstu času kontaktu nohy s podložkou (délky oporové fáze). Dle Hayes & Caplan (2012) může tento aspekt snížit efektivitu cyklu natažení a zkrácení měkkých tkání nohy, čímž zapříčiní vyšší energetickou náročnost běhu a dřívější únavu. Tato fáze je tedy kritickou částí běžeckého krokového cyklu. Ve vytrvalostních závodech byl nalezen vztah mezi výkonem a časem kontaktu nohy s podložkou.

U předního typu došlapu je délka oporové fáze kratší. Kratší doba znamená lepší využití absorpce energie došlapu a následné použití této energie k dopřednému pohybu -

propulzi. Dochází tímto sice k nárůstu celkové spotřeby metabolismu o 3 – 4 % (Goss & Gross, 2012) avšak tento typ běhu vykazuje o 2,4 % vyšší ekonomičnost (Ahn et al., 2014). Například Kasmer et al. (2013) nachází signifikantní vztah mezi typem došlapu a výkonností, kdy u úspěšných maratónských běžců je méně pravděpodobné, že budou preferovat zadní typ došlapu.

Nacházíme ale i protichůdné výsledky. Larson et al. (2011) neukazuje žádný signifikantní vztah mezi typem došlapu a výsledným závodním časem při maratónu. Perl & Daoud & Lieberman (2012) také neukazují žádný signifikantní rozdíl ve spotřebě kyslíku při běhu s FFS oproti RFS. Data však byla sbírána pouze v laboratorních podmínkách za dobu pětiminutového běhu na pásu. Stejně tak Hamill & Gruber (2017) na základě rešerše literatury dochází k závěru, že se typy došlapu po ekonomické stránce neliší.

3 Cíle a úkoly práce

3.1 Cíl práce

Cílem práce je zhodnotit, jak běžecká zranění dolních končetin souvisejí s typem došlapu u běžkyň na trati 800 m ve věku 16 – 22 let v České Republice a ve světě.

3.2 Výzkumné otázky

Jaký je vztah mezi typem došlapu a četností zranění dolních končetin u běžkyň na trati 800m ve věku 16 – 22 let v České Republice a ve světě?

Jaký je vztah mezi typem došlapu a lokalitou zranění na dolních končetinách u běžkyň na trati 800m ve věku 16 – 22 let v České Republice a ve světě?

3.3 Hypotézy

Předpokládám, že u běžkyň na 800 m ve věku 16 – 22 let v České Republice převládá přední typ došlapu. Převládá, znamená přítomnost daného typu došlapu alespoň u 7 běžkyň z 10.

4 Metodologie

Práce byla zahájena v akademickém roce 2019/2020. Původním záměrem práce bylo provést terénní šetření vztahu mezi typem došlapu a incidencí zranění dolních končetin u běžkyň ve věku 16 – 22 let na trati 800 m účastnicích se Mistrovství České Republiky v této disciplíně. Vzhledem k vyhlášenému nouzovému stavu souvisejícím s Covid-19 nebylo možné provést šetření v původním rozsahu 48 běžkyň a bylo přistoupeno k rešerši literatury na dané téma a k zařazení série deseti případových studií.

V teoretických východiscích byla zpracována problematika techniky běhu, běhu na trati 800m, běžecká zranění a typy došlapu. V experimentální části byla následně zahrnuta jednak literární rešerše zabývající se problematikou vztahu mezi typem došlapu a incidencí zranění a dále kazuistiky deseti běžkyň, u kterých byl zhodnocen došlap a odebrána anamnestická data související se zraněními muskuloskeletálního systému.

Výše uvedené informace o původním záměru práce jsou zřejmé ze souhlasu etické komise.

4.1 Metodologie literární rešerše

Primární rešeršní strategie byla nalézt dostupné publikace v plném rozsahu, u kterých je cílem výzkumu zhodnotit vliv typu došlapu na vznik běžeckých zranění. Pro vyhledávání byla použita následující klíčová slova v češtině: typ běžeckého došlapu (běžecký došlap nebo došlap nebo typ došlapu) a incidence běžeckých zranění (incidence nebo incidence zranění nebo zranění při běhu nebo běžecká zranění) a také v angličtině: foot strike pattern (foot strike or strike pattern or forefoot strike or midfoot strike or rearfoot strike or heel strike or initial contact or first contact) a running injuries (running or injuries or injury rate or injury incidence).

Rešerše byla provedena v těchto databázích: Medline, ScienceDirect, SPORTDiscus a Bibliographia medica Českoslova. Následně byly publikace zhodnoceny a porovnány se vstupními kritérii. Mezi tato kritéria patřila: 1) Text byl publikován v angličtině nebo češtině, 2) stáří textu bylo maximálně 10 let, 3) studie zahrnovaly oba typy došlapu, u kterých porovnávaly vztah ke vzniku zranění, 4) hodnocení běžců mohlo probíhat ve venkovních i laboratorních podmínkách, s libovolným typem obuvi, 5) zahrnuty byly pouze studie

úrovně 1, 2 a 3 dle Haynesovy pyramidy evidence, 6) cílovou skupinou byly ženy, běžkyňe na 800 m, ve věku 16 - 22 let.

4.2 Metodologie případových studií

Běžkyňe byly vybrány náhodně ze soupisky účastnic MČR do 22 let v závodě na 800 m. U deseti z nich byl zhodnocen typ došlapu, který byl následně porovnán s anamnestickými daty týkajícími se zranění muskuloskeletálního systému dolních končetin, jejich lokality, typu a četnosti za dobu závodění. Probandky uvedly svá zranění a jejich typ na základě oblasti, kde se vyskytla (chodidlo, nárt, pata, kotník, bérce, koleno, kyčel, bederní, hrudní a krční páteř, trup, hlava a horní končetiny). Byly také dotázány i na konkrétní obtíže, které mohou souviset s předním nebo zadním typem došlapu (únnavové zlomeniny, tendinopatie Achillovy šlachy, plantární fascitidu, zánět okostice, přední kompartment syndrom z přetížení, PFPS a ITBFS). Byl zde však prostor i pro volnou odpověď a jiná zranění. Zranění muselo běžkyňi omezit v tréninku alespoň na týden, a ta která vznikla následkem kolize či pádu nebyla brána v potaz.

Došlap byl stanoven z videozáznamu běhu, který byl pořízen po absolvování rozběhu v závodě na trati 800 m na venkovním Mistrovství České Republiky. Běžkyňe absolvovala úsek 50 m, v běžných běžeckých botách, v tempu odpovídajícím závodě na 800 m. Prvních 30 m běžkyňe měla na získání běžeckého tempa. Následujících 5 m bylo zaznamenáno na kameru GoPro HERO7 (rychlost snímání 50/s s rozlišením FullHD 1920×1080p) umístěnou laterálně od běžkyňe ve vzdálenosti 2 m a výšce 10 cm nad zemí. Zbylých 15 m bylo pro doběh a zastavení.

Pořízený videozáznam byl zpracován v biomechanickém programu Kinovea, kdy u 2 došlapů (1x na pravé noze a 1x na levé) byl vyhodnocen jeho typ na základě toho, v jaké třetině chodidla došlo k prvnímu kontaktu nohy s podložkou. Pokud iniciální kontakt s podložkou probíhal v přední třetině chodidla, jednalo se o přední typ došlapu. Když k tomu docházelo v zadní třetině chodidla, jednalo se o zadní typ došlapu. Jakmile byl stanoven rozdílný typ došlapu na pravé a levé noze, běžkyňe byla označena jako asymetrický typ.

5 Výsledky

5.1 Rešerše

Pro vyhledávání byly použity databáze SPORTdiscus, MEDLINE, Bibliographia medica Českoslovaca a ScienceDirect.

Dle klíčových slov bylo celkem nalezeno 9 356 studií. Počet studií, které splňovaly první a druhé kritérium (jazyk a stáří), byly dostupné v plném rozsahu a nevyskytovaly se duplicitně, se zúžil na 1 140. Následně byly přečteny tituly a abstrakty, které byly porovnány s kritérii 3 a 4, a zbylo 226. Po zhodnocení textu bylo vybráno 7 studií.

Pouze 2 ze 7 studií splnily 5. kritérium (úroveň vědeckých důkazů). Proto bylo kritérium rozšířeno i na studie úrovně 4. Haynesovy pyramidy evidence (viz 5.1.3 Tabulka – Výsledky rešerše). Žádná ze studií nesplnila kritérium 6., tedy cílovou skupinu.

5.1.1 Studie potvrzující vztah mezi typem došlapu a incidencí zranění

Tři studie potvrzují vztah mezi typem došlapu, četností a lokalitou vzniku zranění. První z nich je od Daoud et al. (2012), který zhodnotil došlap u 52 běžců harvardského univerzitního cross-country týmu závodících na tratích od 800 m do 10 km a porovnal ho s anamnestickými daty týkajícími se četnosti, lokality a závažnosti zranění muskuloskeletálního systému.

16 (31 %) běžců mělo FFS, 36 (69 %) RFS a žádný MFS. Výsledky ukazují, že lehká a střední zranění z přetížení byla 2,5x častěji u RFS než FFS ($P = 0,05$) a střední a těžká 1,7x častěji (8,66 zranění na 10 000 uběhnutých mil oproti 5,00 zranění na 10 000 uběhnutých mil, $P = 0,04$). Dále se potvrdilo, že zranění, u kterých bylo předpokládáno, že budou častěji u RFS (jako jsou bolesti v oblasti kyčelního kloubu, bolesti kolene, bolesti zad v oblasti beder, plantární fascitida a únavové zlomeniny holenní kosti a ostatních kostí dolní končetiny kromě metatarzů) byly 2 - 4x častěji u RFS než u FFS s $P = 0,0121$ (lehká), $P = 0,0014$ (střední) a s $P = 0,0058$ pro zranění střední a těžké intenzity.

Naopak zranění Achillovy šlachy, chodidla a únavové zlomeniny metatarzů, kdy byla předpokládána vyšší četnost u FFS, nebyl signifikantní rozdíl mezi skupinami ($P = 0,56$ u středních a závažných zranění).

Traumatická zranění se mezi skupinami nelišila ($P = 0,78$). Dalším výsledkem bylo, že vyšší četnost zranění z přetížení a těch s predikovaným výskytem u RFS mají ženy, běžci s vyšším BMI a běžci na delší tratě.

Následující dvě studie se opírala o data získaná pomocí dotazníku. Vycházejí tedy ze subjektivně hodnoceného typu došlapu.

První je epidemiologický dotazníkový průzkum od Goss a Gross (2012), kdy 2 509 běžců ve věku od 18 do 50 let běžajících minimálně 6 mil týdně vyplnilo online dotazník týkající se běžeckých návyků, typu došlapu, preferované běžecké obuvi a historii zranění. Dle kritérií bylo pro vyhodnocení vybráno 904 z nich.

Bez ohledu na typ obuvi, 31 % (280/904) běžců uvedlo jako svůj typ došlapu RFS, 43 % (389/904) střední typ došlapu a 20 % (181/904) přední typ. 6 % (54/904) si nebylo jisto, jaký mají běžecký došlap. Běžci běžající naboso nebo v minimalistických botách uváděli více FFS jako typ došlapu než běžci s běžnou běžeckou obuví. Výběr obuvi signifikantně souvisel s uváděným typem došlapu ($P < 0,001$).

Ti s běžnou obuví udávali 3,41x vyšší četnost zranění než běžci s minimalistickou obuví (46,7 % vs. 13,7 % v minimalistické obuvi, $P < 0,001$). Konkrétně běžci s tradiční obuví mají 2,64x vyšší pravděpodobnost zranění nohy ($P = 0,001$), 2,84x zranění kotníku ($P = 0,007$), 3,2x poranění v oblasti bérce ($P < 0,001$), 3,2x poranění kolene ($P < 0,001$), a 9,8x vyšší pravděpodobnost poranění kyčelního kloubu ($P < 0,001$).

Ve druhé studii od Rozinka a Krchové (2013), 383 respondentů (z nich 59 % rekreačních běžců) vyplnilo dotazník týkající se techniky běhu, obuvi a incidence zranění. 39 % běžců uvedlo, že běhá přes patu, 37 % přes střední část chodidla a 24 % přes přední část chodidla. 50 % běžců udávalo bolest kolen při dlouhém běhu, přičemž 59 % všech respondentů při tomto běhu volí techniku došlapu přes patu. Celkově však běžci s RFS nevykazují vyšší incidenci zranění než běžci s jiným typem došlapu.

5.1.2 Studie nepotvrzující vztah mezi typem došlapu a incidencí zranění.

Následujících pět studií vztah mezi typem došlapu a incidencí zranění nepotvrdily.

Bramah et al. (2018) studovali 72 zraněných a 36 zdravých probandů (běhajících alespoň 30 mil týdně za posledních 18 měsíců, průměrný věk u skupiny zdravých jedinců byl 33,2 +/- 8,4, u zraněných 34,8 +/- 9,9). Zranění účastníci byly ještě rozděleny na 4 stejně velké (n = 18) podskupiny dle diagnózy (PFPS, ITBS, MTSS a tendinopatie Achillovy šlachy.) Pomocí 3D kinematické analýzy běhu byly porovnány rozdíly mezi skupinami. Přesto, že zranění běžci došlapovali více s extendovaným kolenem a s větší dorzální flexí nohy, Chi-square test neurčil žádný signifikantní rozdíl v distribuci typu došlapu mezi skupinami (P = 0,332). Ve skupině zdravých běžců bylo 17 FFS a 19 RFS. Ve skupině zraněných 27 FFS a 45 RFS. Také mezi podskupinami zraněných běžců byla distribuce typ došlapu konsistentní.

Paquette et al. (2017) hodnotil typ došlapu u 44 běžců ve věku 18 - 45 pomocí měření FCA. 23 z nich mělo nějaké běžecké zranění v anamnéze a zbylých 21 bylo posledních 12 měsíců bez zranění. Všichni ale běhají posledních 5 let průměrem 32/km týdně. Z těchto běžců 16 mělo zadní typ došlapu a 28 mělo jiný typ (tzv. non-RFS). Neprokázalo se, že by byl výraznější rozdíl ve FCA mezi skupinou se zraněním a tou se zdravými jedinci, a převládá tak některý typ došlapu (p = 0,88). Také nebyl signifikantní rozdíl v jeho variabilitě mezi těmito skupinami. Ta byla ale vyšší u běžců s RFS (p = 0,001).

Warr et al. (2015) vizuálně určil z videokamery typ došlapu u 341 vojáků z kombinovaného armádního praporu americké armády, kteří následně vyplnili dotazník zahrnující anamnestická data ohledně zranění a tréninkových parametrů. Převažující typ došlapu byl RFS (87 %). Jiný typ došlapu mělo 13 %, z toho pouze 4 % FFS. Četnost zranění související s během byla podobná mezi skupinami, u RFS 50,3 % a u FFS 55,6 % (p = 0,51). Zkoumali i vliv typu došlapu na výkon, konkrétně u běhu na 2 míle. Časy se mezi skupinami běžců se zadním typem došlapu (14,76 ± 1,7 min) a ostatními typy (14,80 ± 1,6 min) téměř nelišily (p = 0,75).

Costa et al. (2020) nechali vyplnit dotazník 300 amatérských běžců z Brazílie ve věku mezi 18 a 65 lety, kteří běhají alespoň 15 km týdně posledních 12 měsíců. Výsledek ukázal, že RFS byl přítomen ve většině v obou skupinách, se zraněními (45,1 %) i bez (34,7 %). A tak usuzují, že typ došlapu není faktor, který by byl přímo spojován se vznikem muskuloskeletálních zranění.

5.1.3 Tabulka – Výsledky rešerše

Tabulka 4: Výsledky rešerše

Studie/zdroj	Cílová skupina	Testované parametry	Metodologie	Výsledky	EBM
Daoud et al. (2012)	52 členů harvardského univerzitního cross - country týmu Trať 800 m – 10 km	Typ došlapu z video záznamu (FFS, MFS, RFS) Historie zranění	Běh venku i na běhátku Určeno vizuálně z videozáznamu	Lehká a střední zranění 2,5x častěji u RFS, střední a těžká 1,7x častěji Bolesti v oblasti kyčelního kloubu, kolene a beder, plantární fascitida a únavové zlomeniny holenní kosti a ostatních kostí dolní končetiny kromě metatarzů 2 - 4x častěji u RFS než FFS Tendinopatie Achillovy šlachy, zranění chodidla a únavové zlomeniny metatarzů u FFS a RFS bez signifikantního rozdílu	3d

<p>Goss a Gross (2012),</p>	<p>2509 (904) muži i ženy</p> <p>18 – 50 let</p> <p>6 mílí/ týdně</p>	<p>Běžecské návyky, typ došlapu (FFS, MFS, RFS), preferovaná běžecská obuv, historie zranění</p>	<p>Dotazníkové šetření</p>	<p>V běžné obuvi 3,41x častěji zranění než v minimalistické obuvi (46.7 % vs. 13.7 %, $P < 0.001$).</p> <p>Konkrétně 2,64x vyšší pravděpodobnost zranění nohy ($P = 0,001$),</p> <p>2.84x zranění kotníku ($P = 0,007$),</p> <p>3.2x poranění v oblasti bérce ($P < 0,001$),</p> <p>3.2x poranění kolene ($P < 0,001$)</p> <p>9,8x vyšší pravděpodobnost poranění kyčelního kloubu ($P < 0,001$)</p>	<p>4b</p>
-----------------------------	---	--	----------------------------	--	-----------

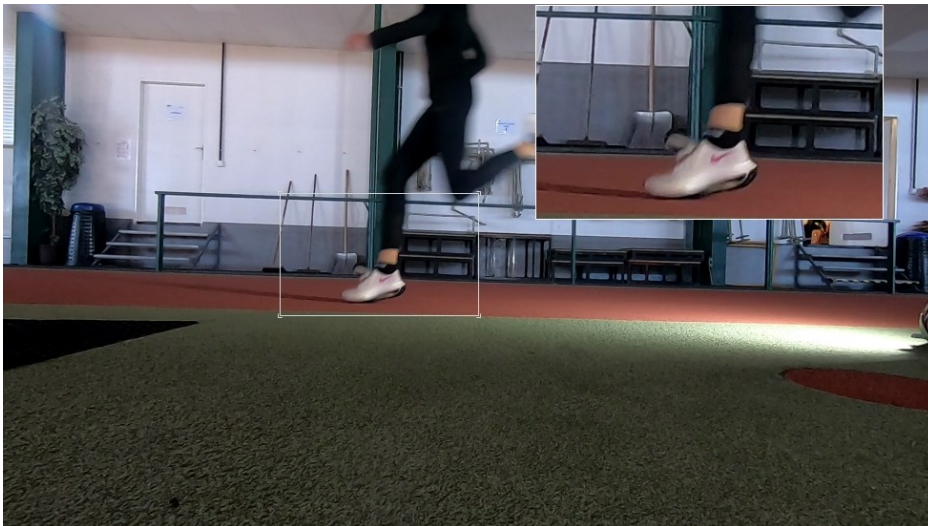
Rozinka a Krchové (2013)	383 respondentů (z nich 59 % rekreačních běžců)	Technika běhu, obuv a incidence zranění. Typ došlapu – FFS, MFS, RFS	Dotazníkové šetření	50 % běžců udávalo bolest kolen při dlouhém běhu, 59 % všech respondentů při tomto běhu volí techniku došlapu přes patu. Celkově však běžci nevykazují vyšší incidenci zranění než běžci s jiným typem došlapu.	4d
Bramah et al. (2018)	108 muži i ženy 72 zraněných, věk 34,8 +/- 9,9 (PFPS, ITBFS, MTSS, AT) 36 zdravých, věk 33,2 +/- 8,4 (30 mil/týdně posledních 18 měsíců)	Kinematika hlezenního kloubu – FFS a RFS	Běžná obuv Běhátko Běh 5,5 min rychlostí 3,2 m /s 3D kinematická analýza	Žádný signifikantní rozdíl v distribuci typu došlapu mezi skupinami a podskupinami (P = 0.332)	3d

Paquette et al. (2017)	44 běžců, 18 – 45 let 23 se zraněním, 21 bez zranění Běhající posledních 5 let s průměrem 32/km týdně poslední dva roky	FCA a jeho variabilita, došlap dělen na FFS a non-RFS tréninkové parametry a historie zranění	Jejich běžná obuv 40min běh v tempu 75 % jejich nejlepšího času na 10 km 3D kinematická analýza Online dotazník	Rozdíl mezi FCA a jeho variabilitou u zraněných a nezraněných nebyl signifikantní $p = 0,88$	4b
Warr et al. (2015)	Vojáci 341 18 – 40 let muži	Typ došlapu z video záznamu (RFS, MFS, FFS) Historie zranění, tréninkové parametry,	100m úsek po dlážděném povrchu, Tempo jako na 2 mílový běh, Vizuálně pomocí videozáznamu, Dotazník	Četnost zranění mezi skupinami RFS a FFS se signifikantně nelišila $p = 0.51$	4b
Costa et al. (2020)	18 - 65 let Běhající minimálně 12 měsíců nejméně 15/km týdně	Typ došlapu (FFS, MFS, RFS), Zranění, obuv	Dotazníkové šetření	RFS byl přítomen ve většině v obou skupinách, se zraněními (45,1 %) i bez (34,7 %).	4b

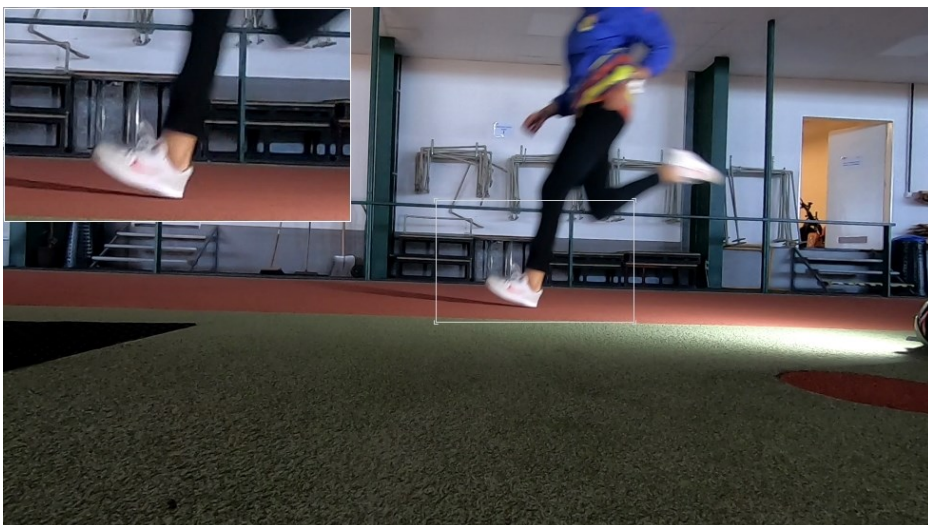
5.2 Kazuistiky

Bylo vypracováno 10 kazuistik. Hlavním cílem nebylo přesně měřit úhel došlapu, ale pouze zhodnotit jeho typ. U všech deseti běžkyň se vyskytuje přední typ došlapu. Žádná z účastnic nebyla označena jako asymetrický typ. Nejčastěji byla zmiňována tato zranění: výrony (4 /10) a bolesti kotníku (2 /10), bolesti kolene 5 /10 (z toho 1x PFPS, 1x patelární tendinopatie), zánět okostice (4 /10), bolesti v bedrech 4 /10 a natažený zadní stehenní sval 4 /10

Příklad předního a zadního typu došlapu a jeho vyhodnocení je demonstrováno následujícími fotografiemi.



Obrázek 7: Přední typ došlapu (soukromý archiv)



Obrázek 8: Zadní typ došlapu (soukromý archiv)

Na základě dalších zjištěných údajů můžeme říci, že průměr naběhaných kilometrů týdně se pohybuje od 25 km až po 60 km. Probandky se aktivně věnují atletice a závodění v průměru mezi 5 - 6 lety. Šest z nich dělá i jiné sportovní aktivity během týdne (nejčastěji kolo nebo plavání) a většina závodí i na jiných tratích než jen na 800 m (400 m, 1500 m nebo dlouhé překážky). Dle typologie závodníka je 5 /10 běžkyň typ rychlostní, 4 /10 typ speciální a pouze 1 /10 typ vytrvalostní. Detailní kazuistiky naleznete jako přílohy.

6 Diskuze

6.1 Diskuze k hypotézám

Předpokládala jsem, že u běžkyň na trati 800 m ve věku 16 – 22 let v České Republice převládá přední typ došlapu. Tedy že je přítomen alespoň u 7 běžkyň z 10. Tato hypotéza se potvrdila.

Přední typ došlapu byl přítomný u všech deseti probandek. Vzhledem k tomu, že všechny běžkyňe měly stejný typ došlapu, nebylo možné vyvodit vztah mezi běžeckým zraněním a typem došlapu. Preference předního došlapu mohla být ovlivněná tím, že se jednalo o elitní a zkušené běžkyňe. Také tempo běhu, při kterém byl došlap hodnocen, bylo stejné jako při závodě na 800 m a tato trať patří k nejkratším distancím, které vytrvalostní běžci běhají. Tyto faktory – zkušenosti, úroveň závodníka a rychlost - spíše podněcují k používání předního typu došlapu.

Při zhodnocení zahraničních studií převládá u testovaných skupin zadní typ došlapu: v 69 % (Daoud et al., 2012), v 59,3 % (Bramah et al., 2018) a v 87 % (Warr et al., 2015). Pouze ve studii Paquette et al. (2017) mělo pouze 16 probandů zadní typ došlapu a 28 mělo jiný typ (tzv. non-RFS).

Příčinou mohla být jiná kritéria pro cílovou skupinu. Například delší délka trati, na kterou se běžci zaměřovali, nebo přítomnost i rekreačních běžců ve zkoumané skupině jsou faktory, které vedou spíše k upřednostnění RFS, viz kapitola 2.5.3 Faktory ovlivňující typ došlapu (Lieberman et al., 2010; Bertelsen et al., 2013). Také se jedná o širší vzorek probandů zahrnující obě pohlaví.

Ve studiích, kde byl typ došlapu stanoven na základě subjektivního hodnocení, také převažoval RFS: v 39 % (Rozinka & Krchová, 2013) a v 40,8 % (Costa et al., 2020). Výjimka byla u Goss & Gross (2012), kde největší zastoupení měl MFS (43 %). Všechny z těchto třech studií měly zastoupení ve všech 3 kategoriích došlapu. Daoud et al. (2012) a Warr et al. (2015) ve svých skupinách probandů neměli nikoho s MFS. Bramah et al. (2018) dokonce dělili došlap pouze na dvě kategorie. Z biomechanického hlediska si je totiž FFS a MFS tolik podobný, že se můžou řadit do stejné kategorie. Bod došlapu se nachází před kotníkem a objevuje se zde i stejný točivý moment při dorsální flexi chodidla a pravděpodobně podobná svalová aktivita (Ahn et al., 2014). Dalším důvodem řazení do

stejně kategorie je i to, že se MFS při vizuálním hodnocení nejhůře identifikuje (Meyer et al., 2018). Výsledky u Costa et al. (2020) a Goss & Gross (2012) by tedy bylo možné interpretovat i jinak a zadní typ došlapu by nepřevládal. Data byla také navíc získána na základě subjektivního hodnocení.

6.2 Diskuze k první výzkumné otázce

První výzkumná otázka zněla, jaký je vztah mezi typem došlapu a četností zranění dolních končetin u běžkyň na trati 800 m ve věku 16 – 22 let v České Republice a ve světě.

Na základě kazuistik nelze na tuto otázku odpovědět, protože všechny běžkyň měly přední typ došlapu.

Pokud budeme hodnotit výsledky zahraničních studií, je situace následující. Dvě studie ze sedmi potvrdily vyšší četnost u RFS oproti FFS, 4 / 7 neukázaly signifikantní rozdíl, 1 / 7 nehodnotila vyšší četnost u jednoho nebo druhého typu došlapu a žádná neuváděla, že by u FFS byla vyšší incidence zranění než u RFS.

Studie Daoud et al. (2012) ukázala, že vyšší četnost zranění je u běžců se zadním typem došlapu. Lehká a středně závažná zranění se vyskytují 2,5x častěji. Pokud zahrneme ke skupině středně závažných i těžká zranění, máme těchto zranění 1,7x více. Celková incidence zranění však byla celkově vysoká, tedy u 84 % všech účastníků. Běžci s FFS tedy také utrpěli významné množství zranění.

Obdobný výsledek vyšel i ve studii Goss & Gross (2012), který ukazuje, že běžci s běžnou obuví měli 3,41x vyšší pravděpodobnost zranění než běžci s minimalistickou obuví, která je spojována s FFS. Výběr obuvi ve studii signifikantně souvisel s udávaným typem došlapu. Zastoupení RFS běžců a zranění však mohlo být daleko vyšší. Typ došlapu byl stanoven na základě subjektivního hodnocení. Také nošení minimalistické obuvi nemusí automaticky souviset se změnou na přední typ došlapu. Lieberman (2010) uvádí, že 83 % RFS běžců při použití minimalistických bot zůstává u RFS během testování a Tam et al. (2014) uvádí, že i při 6 týdenní intervenci 50 % zůstává u RFS. Dokonce jedinci zvyklí nosit minimalistické boty mají v 72 % případů RFS, viz kapitola 2.5.3.1 Typ obuvi.

Naopak studie Warr et al. (2015), Bramah et al. (2018) a Paquette et al. (2017) neukázaly žádný signifikantní rozdíl v četnosti zranění mezi skupinou s RFS a MFS/FFS či v distribuci typu došlapu mezi skupinou s a bez zranění. Důvodem může být složení cílové skupiny. Warr et al. (2015) testovali vojáky, jejichž primární trénink se netýká pouze běhu. U Bramah et al. (2018) se zase jednalo o různé běžce, elitní i rekreační, s různými způsoby trénování. To je největší rozdíl v porovnání se studií Daoud et al., (2012), kde všichni účastníci trénovali podle tréninkových plánů stanovených jedním trenérem.

Costa et al. (2020) také uvádí, že rozdíl v distribuci RFS mezi skupinou s a bez zranění v anamnéze nebyl signifikantní a také že převládal oproti jinému typu došlapu v obou skupinách. Avšak došlap byl zde rozdělen na 3 kategorie, FFS, MFS a RFS a byl hodnocen subjektivně. Pokud by běžci byli rozděleni pouze na skupiny dvě na podkladě biomechanické podobnosti předního a středního typu došlapu, distribuce typu došlapu by vypadala následovně: skupina s běžeckými zraněními by měla RFS v 45,1 % a MFS + FFS v 48 %, tedy téměř v rovnocenném zastoupení. Ve skupině bez zranění by převažoval přední typ došlapu se středním v 54 % oproti RFS se 34,7 %. Z tohoto rozdělení by zadní typ došlapu vyšel v incidenci zranění hůře.

Předpoklad, proč by u RFS mohla být častější zranění, je založen na tom, že u zadního typu došlapu dochází k vyšším hodnotám vertikální složky GRF, konkrétně rychlosti jejího působení (loading rate). Avšak důkazy jsou nejednoznačné. Některé studie jej potvrzují jako rizikový faktor, například u únavové zlomeniny tibiae (Milner et al., 2006; Almeida & Davis & Lopes, 2015), PFPS (Davis et al., 2010) nebo plantární fascitidy (Pohl et al., 2009; Meyer et al., 2018). Jsou to však průřezové či retrospektivní studie. Van der Worp et al. (2016) při své meta-analýze dochází k závěru, že rychlost působení reakční síly podložky (loading rate) je vyšší u těch, jež mají únavovou zlomeninu, v porovnání se zdravými jedinci. Je zde však nedostatek prospektivních studií prokazujících vztah s jinými typy zranění.

Prospektivní studie od Kiernan et al. (2015) dokonce ukázala pravý opak. Účastníci, kteří měli nižší velikost vrcholu nárazu (impact peak) a rychlost působení reakční síly podložky (loading rate) a vyšší druhý vrchol křivky, častěji udávali zranění nebo bolest.

Dvě studie tedy potvrdily větší četnost zranění u RFS, u čtyřech nebyl prokázán signifikantní rozdíl. Než se tedy dívat na to, u jakého typu došlapu může být celkově více zranění, možná je vhodnější se zaměřit, zda nějaká konkrétní zranění jsou běžnější u jednoho nebo druhého typu došlapu. Janoušek & Stejskal (2019) píší, že ani jeden typ došlapu nepřevažuje nad tím druhým, protože u nich dochází k rozdílné distribuci v zatížení tkání, avšak celková velikost mechanické práce dolní končetiny zůstává stejná.

6.3 Diskuze ke druhé výzkumné otázce

Znění druhé výzkumné otázky bylo, jaký je vztah mezi typem došlapu a lokalitou zranění na dolních končetinách u běžkyň na trati 800 m ve věku 16 – 22 let v České Republice a ve světě.

Na základě biomechanických rozdílů, viz kapitoly 2.5.4 Zadní typ došlapu a 2.5.5 Přední typ došlapu, dochází u RFS k většímu zatížení jiných struktur a může být zde vyšší riziko vzniku následujících obtíží: únavová zlomenina tibiae, plantární fascitida, mikrofraktury paty, MTSS, přední kompartment syndrom, bolesti kolen, kyčlí a bederní páteře. U FFS jsou to naopak únavové zlomeniny metatarzů, tendinopatie Achillovy šlachy, bolesti a poranění kotníku a poranění lýtkového svalu.

Jelikož všechny probandky měly přední typ došlapu, nelze vyvodit vztah mezi běžeckým zraněním a typem došlapu. Účastnice však nejčastěji zmiňovaly obtíže s výrony (4/10) a bolestmi kotníku (2/10), s bolestmi kolene 5/10 (z toho 1x PFPS, 1x patelární tendinopatie), se záněty okostice (4/10), s bolestmi v bedrech 4/10 a s natažením zadního stehenního svalu 4/10. Dle rozdílných biomechanických aspektů došlapu by u předního typu šly předpokládat obtíže s kotníkem, ostatní nejčastěji zmíněná zranění by spíše odpovídala zadnímu typu došlapu. Každá z účastnic však trénuje pod jiným trenérem a liší se i typologií závodníka (dle Fišera, 1965), tím se tedy zátěž a způsob tréninku, které podstupují, mohou lišit. Vyšší četnost obtíží s koleny by taky mohlo způsobit to, že všechny účastnice byly ženy, a ty trpí na obtíže s koleny častěji než muži nehledě na typ došlap, viz kapitola 2.4.2.1 Běžecká zranění u žen.

Na základě rešerše, tři ze sedmi studií potvrdily vztah mezi RFS a poraněním kolene, z nich dvě navíc i s bolestmi kyčelních kloubů, 2/7 nepotvrdily žádný vztah mezi běžeckým zraněním a RFS či FFS a 2/7 tento vztah nijak nehodnotilo. Žádná ze studií nepopisuje vyšší výskyt konkrétního zranění u FFS.

Ve studii Daoud et al. (2012) se ukázalo, že běžci s RFS měli 2 - 4x častěji obtíže s bolestmi v oblasti kyčelního kloubu, kolene a beder, s plantární fascitidou a únavovými zlomeninami holenní kosti a ostatních kostí dolní končetiny kromě metatarzů. Zajímavé však bylo, že v četnosti poranění, u kterých byl předpokládán vyšší výskyt u běžců s FFS, nebyl signifikantní rozdíl mezi jednotlivými typy došlapu.

Goss & Gross (2012) také udávali, že u běžců s tradiční obuví (kde převládá RFS jako typ došlapu) je 2,64x vyšší pravděpodobnost zranění nohy, 2 84x zranění kotníku, 3,2x poranění v oblasti bérce, 3,2x poranění kolene a 9,8x vyšší pravděpodobnost poranění kyčelního kloubu. Kyčelní a kolenní kloub spadají dle lokalizace pod oblasti, kde dochází k většímu zatížení u RFS. U poranění nohy a bérce, kde může dojít k přetížení u obou typů došlapu, nebyla specifikována konkrétní zranění. Oblast kotníku by naopak měla spíše spadat pod zranění u předního typu došlapu. Zde možná právě hrála roli různorodost ve složení cílové skupiny. Jednotlivci se mohou lišit typem a intenzitou tréninku.

Rozinka & Krchová (2013) vztahují bolest kolene, která se objevovala u 50 % běžců při dlouhém souvislém běhu ze zadním typem došlapu. 59 % všech respondentů při tomto běhu volí techniku došlapu přes patu a tyto udávali častěji bolest kolene.

Bramah et al. (2018) nepotvrdil, že by u některé ze 4 diagnóz převládal určitý typ došlapu, stejně tak Warr et al. (2015). Přesto, že zde byla malá kohorta probandů s předním typem došlapu, z čehož nešel vyvodit nějaký statisticky významný vztah ke konkrétnímu zranění, tyto probandi neuváděli převahu některého z typických zranění pro FFS. Paquette et al. (2017) a Costa et al. (2020) vůbec neprověřovali vztah konkrétního zranění s typem došlapu.

6.4 Diskuze k výsledkům

Vztah mezi četností zranění a typem došlapu je nejednoznačný, avšak biomechanické aspekty a jejich rozdíly mezi typy došlapu jsou jasné a objektivně měřitelné. Problém nastává v ověření vztahu těchto aspektů ke vzniku konkrétních zranění, jelikož jejich původ je multifaktoriální a podílí se na něm jak vnitřní tak vnější faktory. Výběr pouze jednoho z nich, v našem případě typu došlapu, nebude tedy dostatečný pro vytvoření kauzálního vztahu. V rámci prevence můžeme však vzít v úvahu rozdílné oblasti, které jsou u jednotlivých typů došlapu pod jiným zatížením a lépe je na danou zátěž připravit, popřípadě zvýšit důraz na jejich regeneraci. Možností, jak předejít zraněním by mohla být variabilita typu došlapu, aby nedocházelo k repetitivnímu přetěžování stále stejných struktur. Mann et al. (2015) uvádí nižší variabilitu FSI ve skupině s běžeckým zraněním v anamnéze vůči kontrolní skupině. Nacházíme ale i opačný výsledek, například ve studii Paquette et al. (2017), kdy rozdíl ve variabilitě FCA nebyla signifikantní mezi běžci se zraněním a zdravou skupinou.

Spíše než v prevenci vzniku zranění a výběru toho „lepšího“ typu došlapu, lze jeho změnou v některých případech řešit již vzniklé obtíže. Toto tvrzení podporují následující případové studie například u kompartment syndromu z přetížení. Diebal et al. (2011) zjistili, že u jedné ženy a jednoho muže s touto diagnózou došlo během intervence zaměřené na změnu stylu došlapu trvajícím 6 týdnů k navýšení vzdálenosti a rychlosti běhu bez symptomů syndromu m. tibialis anterior (bolest a napětí na přední straně bérce, svalová slabost a senzorické abnormality), konkrétně z 3 minut běhu na 26 minut bez příznaků a z 2,5 min na 21 min. Gibson (2013) ve své studii nechali jednoho muže během 8 týdenní intervence postupně přejít z běžné obuvi na minimalistickou obuv, zkrátit krok a zvýšit frekvenci, a tím dojít ke změně na přední typ došlapu. Došlo k významné redukci symptomů. Bez bolesti byl tento muž i rok poté. Helmhout et al. (2015) také zaznamenali úspěch u všech 19 pacientů po 6 týdenní intervenci. Změna typu došlapu měla také vliv na snížení bolesti, které bylo signifikantní $P = 0,05$ u 8 pacientů s patelofemorálním syndromem (Roper et al., 2016).

Výše zmíněné studie měnily typ došlapu z RFS na FFS, ale pouze u takových pacientů, kteří trpěli obtížemi, jež by se dala spojovat ze zadním typem došlapu a oblastmi, kde dochází k většímu zatížení. Případová studie Baquet et al. (2020) vyzkoušela změnu opačnou, tedy z FFS na RFS. Opět to byla ale u pacienta, kterého 7 let trápilo opakující se poranění lýtkového svalu. Lýtkový sval je pod větším zatížením právě u FFS. Po intervenci se o 20 – 30 % subjektivně zlepšila funkce a již nedocházelo k poranění lýtka i 6 měsíců po změně běžecké techniky.

Pokud však běžec nemá žádné obtíže, změna došlapu může naopak nová zranění přinést. Salzler et al. (2016) provedli studii u 14 nezraněných běžců, kteří změnili běžnou obuv na obuv minimalistickou, s cílem také změnit došlap z RFS na FFS. 12 ze 14 (86 %) utrpělo zranění průměrně po 5 týdnech intervence, kdy následovali oficiální manuál pro přechod z běžné obuvi na tu minimalistickou. Jednalo se o zranění a bolesti metatarzů, Achillovy šlachy, lýtka a ve dvou případech kolene. Kromě kolene to byla zranění, jež by se dala na základě biomechanických aspektů předpokládat u předního typu došlapu.

Na začátku mělo 11 běžců RFS, 2 MFS a 1 FFS v běžné obuvi. Po 4 týdnech intervence stále 7 z nich i v minimalistické obuvi zůstávalo u zadního typu došlapu, 4 běžci i po 12 týdnech. Samotná změna obuvi není dostatečná u všech běžců pro osvojení si předního typu došlapu. Je třeba upravit i délku kroku a frekvenci. Navíc pokud setrváme u RFS i v minimalistické obuvi, dochází daleko k vyšším hodnotám vertikální složky GRF než v běžné obuvi, viz kapitola 2.5.3.1 Typ obuvi, což mohlo přispět ke vzniku nových zranění, například kolene.

Z toho vyplývá, že změnu typu došlapu je třeba řádně zvážit a brát v úvahu zvýšené zatížení rozdílných lokalit, které je třeba na tuto zátěž dostatečně připravit. Bez přípravy měkkých tkání na jiný typ zátěže může dojít ke kumulaci mikrotraumat a následnému vzniku zranění. Navíc je třeba si uvědomit, že na zátěž je potřeba adaptovat nejen měkké tkáně, ale i tkáň kostní, která pro svoji adaptaci potřebuje více času (Vanrenterghem, 2013).

Výsledky práce jsou nejednoznačné, protože je zde mnoho limitací. Studie nalezené během rešerše byly nižší úrovně dle Haynesovy pyramidy evidence. Kritérium určující kvalitu studií muselo být proto rozšířeno až po 4. úroveň. Dále žádná ze studií nesplnila kritérium pro cílovou skupinu. Jednotlivé kohorty se lišily jak běžeckou úrovní, tak i tratí, na kterou se běžci zaměřovali, případně jejich týdenní kilometrů. Jedna studie byla dokonce zaměřena na vojáky americké armády. Také typ došlapu byl hodnocen různými způsoby. Dvě ze sedmi

studií jej hodnotily vizuálně na základě videozáznamu a 2/7 pomocí FSA a 3D kinematické analýzy. Tyto dvě metody sice mají vysokou shodu, dle Meyers et al. (2018) až 71 %, avšak další 3 studie se opírají o subjektivní hodnocení došlapu samotnými běžci. I poměrové zastoupení jednotlivých typů došlapu nepřispívalo k získání signifikantních výsledků. V žádné ze studií nebyli vybráni účastníci na základě typu došlapu. Warr et al. (2015) tak nemohli například vyvodit nějaký statisticky významný vztah předního došlapu ke konkrétnímu zranění, protože kohorta probandů s předním typem došlapu byla příliš malá.

Lišilo se také dělení došlapu mezi studii. Některé jej dělily na 3 kategorie (RFS, MFS a FFS) a některé pouze na dvě (RFS a non-RFS). FFS a MFS jsou si totiž z biomechanického pohledu podobné. Toto rozdílné dělení může ovlivnit interpretaci výsledků. Například Costa et al. (2020) rozdělil došlap na 3 kategorie, a tak nevyšel signifikantní rozdíl v distribuci došlapu ve skupině s a bez zranění. Pokud by však byl došlap rozdělen pouze na dvě kategorie, ve skupině bez zranění by převažoval FFS + MFS v 54 % oproti RFS se 34,7 %. Z tohoto rozdělení by zadní typ došlapu vyšel v incidenci zranění hůře.

Vyvození vztahu mezi typem došlapu a zraněním je obtížné i tím, že jejich původ je multifaktoriální. Navíc žádná z nalezených studií nebyla prospektivního designu.

Práce byla ovlivněna i vyhlášením nouzového stavu souvisejícím s Covid-19. Původním záměrem práce bylo provést terénní šetření vztahu mezi typem došlapu a incidencí zranění dolních končetin u běžkyň ve věku 16 – 22 let na trati 800 m účastnicích se Mistrovství České republiky v této disciplíně. Vzhledem k situaci nebylo možné provést šetření v původním rozsahu 48 běžkyň a bylo přistoupeno k rešerši literatury a zařazení série deseti případových studií.

Šetření tedy proběhlo pouze u malé kohorty běžkyň, u kterých byl navíc přítomný pouze přední typ došlapu. Díky tomu nešlo vyvodit žádný vztah mezi typem došlapu a zraněními. Přesto, že se běžkyň zaměřovaly na stejnou trať, tak se udávaná zranění lišila a v anamnézách byla přítomná i zranění, která by se měla spíše vyskytovat u zadního typu došlapu. Každá se však připravovala pod jiným trenérem a i se lišil typ jednotlivých běžkyň (rychlostní, speciální, vytrvalostní), což může mít vliv na způsob přípravy. Také samotné obtíže byly popsány na základě subjektivního vnímání a způsobeného omezení v tréninku, a ne na podkladě diagnózy stanovené lékařem.

7 Závěr

Cílem práce bylo zhodnotit, jak běžecká zranění dolních končetin souvisejí s typem došlapu u běžkyň na 800 m ve věku 16 – 22 let v České Republice a ve světě.

Na základě našeho výzkumu, převládá v České Republice přední typ došlapu u běžkyň na 800 m ve věku 16 – 22 let. U vytrvalostních běžců ve světě převládá zadní typ došlapu. Výsledky související s četností zranění ve vztahu k typu došlapu jsou nejednoznačné. Pouze dvě studie ze šesti, potvrzují vyšší výskyt zranění u běžců se zadním typem došlapu. Přestože biomechanické rozdíly mezi typy došlapu jsou dobře popsány, nejednoznačné výsledky nacházíme i u šetření vztahu mezi typem došlapu a lokalitou zranění. Avšak zdá se, že potíže s koleny a kyčelními klouby spíše souvisí se zadním typem došlapu. Nedostatek studií s prospektivním designem a multifaktoriální vznik zranění ztěžují stanovení kauzálního vztahu mezi typem došlapu a četností či lokalitou zranění.

U některých běžců by však intervence zahrnující změnu došlapu mohla přinést pozitivní výsledky, avšak spíše v léčbě než v prevenci

Změna typu došlapu ze zadního na přední může mít význam při řešení například předního kompartment syndromu z přetížení nebo patelofemorálního syndromu. Opačný postup zase může mít úspěch při obtížích s lýtkovým svalem. Tyto možnosti jsou zatím podloženy pouze případovými studii. Intervenci zaměřující se na typ došlapu je tedy nutné důkladně zvážit. Nedá se říci, že by jeden typ došlapu výrazně převažoval nad jiným, ale každý si sebou nese svá rizika

Doporučením pro další výzkum by bylo provést studii zkoumající vztah mezi došlapem a zraněními s prospektivním designem, která by zahrnovala stejně velkou kohortu běžců jak s předním tak se zadním typem došlapu. Tito běžci by také měli mít stejné tréninkové podmínky.

8 Referenční seznam

ABBOTT, A., M. L. BIRD, E. WILD, S. M. BROWN, G. STEWART a M. K. MULCAHEY. Part I: epidemiology and risk factors for stress fractures in female athletes. *Physician* [online]. 2020, **48**(1), 17-24 [cit. 2020-11-13]. ISSN 00913847. Dostupné z: doi:10.1080/00913847.2019.1632158

AHN, A. N., C. BRAYTON, T. BHATIA a P. MARTIN. Muscle activity and kinematics of forefoot and rearfoot strike runners. *Journal of Sport and Health Science* [online]. 2014, **3** (2), 102-112 [cit. 2020-03-09]. DOI: 10.1016/j.jshs.2014.03.007. ISSN 20952546.

ALMEIDA, M. O., I. S. DAVIS a D. LOPES. Biomechanical Differences of Foot-Strike Patterns During Running: A Systematic Review With Meta-analysis. *Journal of Orthopaedic* [online]. 2015, **45**(10), 738-755 [cit. 2020-03-02]. ISSN 01906011.

ALMEIDA, M. O., B. T. SARAGIOTTO, T. P. YAMATO a A. D. LOPES. Is the rearfoot pattern the most frequently foot strike pattern among recreational shod distance runners? *Physical Therapy in Sport* [online]. 2015, **16**(1), 29-33 [cit. 2020-11-08]. ISSN 1466853X. Dostupné z: doi:10.1016/j.ptsp.2014.02.005

ALTMAN, A. R. a I. S. DAVIS. A kinematic method for footstrike pattern detection in barefoot and shod runners. *Gait* [online]. 2012, **35**(2), 298-300 [cit. 2020-03-09]. DOI: 10.1016/j.gaitpost.2011.09.104. ISSN 09666362.

ALRASHIDI, Y., A. BARG, M. KAMPMANN a V. VALDERRABANO. Plantar Fasciitis in Sport. VALDERRABANO, Victor a Mark EASLEY. *Foot and Ankle Sports Orthopaedics*. Switzerland: Springer International Publishing Switzerland, 2016. s. 201–207. ISBN ISBN 978-3-319-15734-4.

BAQUET, A., B. MAZZONE, A. YODER a S. FARROKHI. Conversion to a rearfoot strike pattern during running for prevention of recurrent calf strains: A case report. *Physical Therapy in Sport* [online]. 2020, **41**, 64-70 [cit. 2020-11-12]. ISSN 1466853X. Dostupné z: doi:10.1016/j.ptsp.2019.11.004

BALACHANDAR, V., M. HAMPTON, O. RIAZ a S. WOODS. Iliotibial Band Friction Syndrome: A Systematic Review and Meta-analysis to evaluate lower-limb biomechanics and conservative treatment. *Muscles, Ligaments* [online]. 2019, **9** (2), 181-193 [cit. 2020-08-30]. DOI: 10.32098/mltj.02.2019.05. ISSN 22404554.

BAUER, J. A. a L. M. DUKE. Examining Biomechanical and Anthropometrical Factors as Contributors to Iliotibial Band Friction Syndrome. *Sport Science Review* [online]. 2011, 20(1 /2), 39-53 [cit. 2020-08-30]. ISSN 20668732.

BEHLING, A., S. MANZ, V. VON TSCHARNER a B. M. NIGG. Pronation or foot movement — What is important. *Journal of Science and Medicine in Sport* [online]. 2020, 23(4), 366 - 371 [cit. 2020-06-29]. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.1016/j.jsams.2019.11.002>

BERTELSEN, M. L., J. F. JENSEN, M. H. NIELSEN, S. RASMUSSEN a R. O. NIELSEN. Footstrike patterns among novice runners wearing a conventional, neutral running shoe. *Gait and Posture* [online]. 2013, 38(2), 354 - 356 [cit. 2020-03-18]. DOI: 10.1016/j.gaitpost.2012.11.022. ISSN 09666362.

BRAMAH, Ch., S. J. PREECE, N. GILL a L. HERINGTON. “Is There a Pathological Gait Associated With Common Soft Tissue Running Injuries?”. *The American journal of sports medicine* [online]. 2018, vol. 46(12), 3023-3031.[cit. 2020-03-18]. DOI:10.1177/0363546518793657.

BUIST, I., S. W. BREDEWEG, B. BESSEM, W. VAN MECHELEN, K. A. LEMMINK a R. L. DIERCKS. Incidence and risk factors of running-related injuries during preparation for a 4-mile recreational running event. *British Journal of Sports Medicine* [online]. 2010, 44(8), 598-599 [cit. 2020-11-14]. ISSN 03063674. Dostupné z: doi:10.1136/bjism.2007.044677

BUREŠ, M. (1986). *Atletika – běh na 800m a 1500m (ženy)*. Praha: ÚV ČSTV, 1986

CALLAHAN, L. R., FIELDS, K. B. a J. GRAYZEL, ed. Overview of running injuries of the lower extremity. *UpToDate* [online]. 28. 05. 2020, [cit. 2020-11-14]. Dostupné z: <https://www.uptodate.com/contents/overview-of-running-injuries-of-the-lower-extremity>

CAPPELLINI, G., Y. P. IVANENKO, R. E. POPPELE a F. LACQUANITI. Motor patterns in human walking and running. *Journal of neurophysiology* [online]. 2006, 95(6), 3426-37 [cit. 2020-08-28]. ISSN 00223077.

CARTER, J. a B. H. HEATH. *Somatotyping - development and applications*. Cambridge: Cambridge university press, c1990, 503 s. ISBN 05-213-5117-0

- COSTA, M. E. F., J. B. FONSECA, A. I. S. DE OLIVEIRA, K. D. DE AMORIM CABRAL, M. das G. R. DE ARAÚJO a A. P. DE LIMA FERREIRA. PREVALENCE AND FACTORS ASSOCIATED WITH INJURIES IN RECREATIONAL RUNNERS: A CROSS-SECTIONAL STUDY. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte* [online]. 2020, **26**(3), 215-219 [cit. 2020-11-06]. ISSN 15178692. Dostupné z: doi:10.1590/1517-869220202603190923
- COUTURE, C. J. a K. A. KARLSON. Tibial stress injuries: decisive diagnosis and treatment of 'shin splints'. *Physician* [online]. 2002, **30**(6), 29-36 [cit. 2020-08-08]. ISSN 00913847
- DAMSTED, C., L. H. LARSEN a R. O. NIELSEN. Reliability of video-based identification of footstrike pattern and video time frame at initial contact in recreational runners. *Gait* [online]. 2015, **42**(1), 32-35 [cit. 2020-03-11]. DOI: 10.1016/j.gaitpost.2015.01.029. ISSN 09666362.
- DAOUD, A. I., G. J. GEISLER, F. WANG, J. SARETSKY, Y. A. DAOUD a D. E. LIEBERMAN. Foot Strike and Injury Rates in Endurance Runners: A Retrospective Study. *Medicine* [online]. 2012, **44**(7), 1325-1326 [cit. 2020-11-05]. ISSN 01959131. Dostupné z: doi:10.1249/MSS.0b013e3182465115
- DAVIS, I. S., B. J. BOWSER a J. HAMILL. Vertical Impact Loading in Runners with a History of Patellofemoral Pain Syndrome. *MEDICINE AND SCIENCE IN SPORTS AND EXERCISE* [online]. 2010, **42**(5), 682-682 [cit. 2020-11-12]. ISSN 01959131.
- DIEBAL, A. R., R. GREGORY, C. ALITZ a J. P. GERBER. EFFECTS OF FOREFOOT RUNNING ON CHRONIC EXERTIONAL COMPARTMENT SYNDROME: A CASE SERIES. *International Journal of Sports Physical Therapy* [online]. 2011, **6** (4), 312-321 [cit. 2020-11-11]. ISSN 21592896.
- DUMBRE PATIL, S. S. Shin Splints. VALDERRABANO, V. a M. EASLEY. *Foot and Ankle Sports Orthopaedics*. Switzerland: Springer International Publishing Switzerland, 2016. s. 181–186. ISBN ISBN 978-3-319-15734-4.
- ESCULIER, J., T. SILVINI, L. J. BOUYER aj. ROY. Video-based assessment of foot strike pattern and step rate is valid and reliable in runners with patellofemoral pain. *Physical Therapy in Sport* [online]. 2018, **29**, 108-112 [cit. 2020-03-18]. DOI: 10.1016/j.ptsp.2016.11.003. ISSN 1466853X.

FELLIN, R. E., W. C. ROSE, T. D. ROYER a I. S. DAVIS. Comparison of methods for kinematic identification of footstrike and toe-off during overground and treadmill running. *Journal of Science and Medicine in Sport* [online]. 2010, **13**(6), 646-650 [cit. 2020-03-18]. DOI: 10.1016/j.jsams.2010.03.006. ISSN 14402440.

FIŠER, L. Mílaři a vytrvalci: o lehkootletických bězích na střední a dlouhé tratě. Praha: SPN, 1965.

FRANCIS, P., Ch. WHATMAN, K. SHEERIN, P. HUME a M. I. JOHNSON. The Proportion of Lower Limb Running Injuries by Gender, Anatomical Location and Specific Pathology: A Systematic Review. *Journal of Sports Science* [online]. 2019, **18**(1), 21-31 [cit. 2020-02-29]. ISSN 13032968.

FREDERICSON, M. a A. WEIR. Practical Management of Iliotibial Band Friction Syndrome in Runners. *Clinical Journal of Sport Medicine* [online]. 2006, **16**(3), 261-268 [cit. 2020-08-30]. ISSN 1050642X.

FUTRELL, E. E., S. T. JAMISON, A. S. TENFORDE a I. S. DAVIS. Relationships between Habitual Cadence, Footstrike, and Vertical Load Rates in Runners. *MEDICINE AND SCIENCE IN SPORTS AND EXERCISE* [online]. 2018, **50**(9), 1837-1841 [cit. 2020-03-09]. DOI: 10.1249/MSS.0000000000001629. ISSN 01959131.

GAETA, M., A. MILETO, G. ASCENTI, G. BERNAVA, A. MURABITO a F. MINUTOLI. Bone stress injuries of the leg in athletes. *La radiologia medica: Official Journal of the Italian Society of Medical Radiology* [online]. 2013, **118**(6), 1034-1044 [cit. 2020-08-30]. DOI: 10.1007/s11547-013-0951-x . ISSN 00338362.

GIBSON, A. R. Chronic Exertional Compartment Syndrome and Forefoot Striking: A Case Study. *International Journal of Athletic Therapy* [online]. 2013, **18**(6), 24-26 [cit. 2020-11-11]. ISSN 21577277.

GOSS, D. L. a M. T. GROSS. Relationships Among Self-reported Shoe Type, Footstrike Pattern, and Injury Incidence. *U. S. Army Medical Department Journal* [online]. 2012, 25-30 [cit. 2020-11-05]. ISSN 15240436.

GOSS, D. L. a M. T. GROSS. A Review of Mechanics and Injury Trends Among Various Running Styles. *U. S. Army Medical Department Journal* [online]. 2012, 62-71 [cit. 2020-04-08]. ISSN 15240436.

- GRUBER, A. H., J. F. SILVERNAIL, J. HAMILL, P. BRUEGGEMANN a E. ROHR. Footfall patterns during barefoot running on harder and softer surfaces. *Footwear Science* [online]. 2013, **5** (1), 39 - 44 [cit. 2020-04-07]. DOI: 10.1080/19424280.2012.742141. ISSN 19424280.
- GUO, J., X. LIU, X. DING, L. WANG a Y. FAN. Biomechanical and mechanical behavior of the plantar fascia in macro and micro structures. *Journal of Biomechanics* [online]. 2018, **76**, 160-166 [cit. 2020-08-30]. DOI: 10.1016/j.jbiomech.2018.05.032. ISSN 00219290.
- HAMILL, J. a A. H. GRUBER. Is changing footstrike pattern beneficial to runners? *Journal of Sport and Health Science* [online]. 2017, **6** (2), 146-153 [cit. 2020-11-14]. ISSN 20952546. Dostupné z: doi:10.1016/j.jshs.2017.02.004
- HAMNER, S. R., A. SETH a S. L. DELP. Muscle contributions to propulsion and support during running. *Journal of Biomechanics* [online]. 2010, **43**(14), 2709-2716 [cit. 2020-08-28]. DOI: 10.1016/j.jbiomech.2010.06.025. ISSN 00219290.
- HARRIS, J. D. a K. E. VARNER. Stress Fractures of the Tibia. MILLER, T. L. a Ch. C. KAEDING. *Stress Fractures in Athletes: Diagnosis and Management*. Switzerland: Springer International Publishing, 2015, s. 137-147. ISBN 978-3-319-09237-9.
- HALABCHI, F., R. MAZAHERI a T. SEIF-BARGHI. Patellofemoral Pain Syndrome and Modifiable Intrinsic Risk Factors; How to Assess and Address? *Asian Journal of Sports Medicine* [online]. 2013, **4** (2), 85-100 [cit. 2020-08-08]. ISSN 2008000X.
- HAYES, P. a N. CAPLAN. Foot strike patterns and ground contact times during high-calibre middle-distance races. *Journal of Sports Sciences* [online]. 2012, **30**(12), 1275 - 1283 [cit. 2020-03-09]. DOI: 10.1080/02640414.2012.707326. ISSN 02640414.
- HELMHOUT, P. H., A. R. DIEBAL, C. C. HARTS, A. BEUTLER a W. O. ZIMMERMANN. The Effectiveness of a 6 -Week Intervention Program Aimed at Modifying Running Style in Patients With Chronic Exertional Compartment Syndrome: Results From a Series of Case Studies. *Orthopaedic journal of sports medicine* [online]. 2015, **3** (3), 2325967115575691 [cit. 2020-11-11]. ISSN 23259671. Dostupné z: doi:10.1177/2325967115575691

HILIBRAND, M. J., S. HAMMOUD, M. BISHOP, D. WOODS, R. W. FREDRICK a Ch. C. DODSON. Common injuries and ailments of the female athlete; pathophysiology, treatment and prevention. *PHYSICIAN AND SPORTSMEDICINE* [online]. 2015, **43**(4), 403-411 [cit. 2020-02-29]. DOI: 10.1080/00913847.2015.1092856. ISSN 00913847.

HOENIG, T., T. ROLVIEN a K. HOLLANDER. Footstrike Patterns in Runners: Concepts, Classifications, Techniques, and Implications for Running-Related Injuries. *German Journal of Sports Medicine / Deutsche Zeitschrift fur Sportmedizin* [online]. 2020, **71**(3), 55-61 [cit. 2020-07-18]. ISSN 03445925.

HRELJAC, A. Impact and overuse injuries in runners. *Medicine* [online]. 2004, **36**(5), 845-849 [cit. 2020-04-07]. ISSN 01959131

CHEUNG, R. T. H., W. W. AN, I. P. H. AU, et al. Measurement agreement between a newly developed sensing insole and traditional laboratory-based method for footstrike pattern detection in runners. *PLoS ONE* [online]. 2017, **12**(6), 1-7 [cit. 2020-03-18]. DOI: 10.1371/journal.pone.0175724. ISSN 19326203.

CHICORELLI, A. M. Iliotibial Band Syndrome. ELTORAI, A. E. M., C. P. EBERSON a A. H. DANIELS. *Orthopedic Surgery Clerkship: A Quick Reference Guide for Senior Medical Students*. Springer International Publishing, 2017, s. 347-348. ISBN 978-3-319-52567-9.

JACXSENS, M., L. WEISSKOPF, V. VALDERRABANO a C. ROSSO. Achilles Tendon. VALDERRABANO, V. a M. EASLEY. *Foot and Ankle Sports Orthopaedics*. Switzerland: Springer International Publishing Switzerland, 2016. s. 187-199. ISBN 978-3-319-15734-4.

JANOŮŠEK, D. a P. STEJSKAL. Forefoot strike, rear foot strike or running shoes. Does it matter? *Studia Sportiva*. 2019, **13**(1). Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.5817/StS2019-1-5>

JEŘÁBEK, P. *Atletická příprava: děti a dorost*. (1. vyd., 190 s.). Praha: Grada, 2008.

KASMER, M. E., X. LIU, K. G. ROBERTS a J. M. VALADAO. Foot-Strike Pattern and Performance in a Marathon. *International Journal of Sports Physiology* [online]. 2013, **8** (3), 286 - 292 [cit. 2020-11-14]. ISSN 15550265.

KIERNAN, D., J. K. SHIM a R. H. MILLER. *Vertical ground reaction force magnitudes and rates not positively correlated with prospective running injury* [online]. August 2015 [cit. 2020-11-21]. Dostupné z: <https://www.researchgate.net>

KLUITENBERG, B., M. VAN MIDDELKOOP, R. DIERCKS a H. VAN DER WORP. What are the Differences in Injury Proportions Between Different Populations of Runners? A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine* [online]. 2015, 45(8), 1143-1161 [cit. 2020-02-29]. DOI: 10.1007/s40279-015-0331-x . ISSN 01121642.

KOZINC, Ž. a N. ŠARABON. Common Running Overuse Injuries and Prevention. *Montenegrin Journal of Sports Science* [online]. 2017, 6 (2), 67-74 [cit. 2020-11-28]. ISSN 18008755.

KRCHOVÁ, Z. a O. ROZINEK. Běžecká bota jako možná příčina zranění u vytrvalostních běžců. *Medicina Sportiva Bohemica et Slovaca* [online]. 2013, 22(4), 190-197 [cit. 2020-11-05]. ISSN 12105481.

KUČERA, V. a Z. TRUKSA. *Běhy na střední a dlouhé tratě*. Praha: Olympia, 2000. ISBN 80-7033-324-3 .

KUHMANN, D., D. MELCHER a M. R. PAQUETTE. Ankle and knee kinetics between strike patterns at common training speeds in competitive male runners. *EUROPEAN JOURNAL OF SPORT SCIENCE* [online]. 2016, 16(4), 433-440 [cit. 2020-03-09]. DOI: 10.1080/17461391.2015.1086818. ISSN 17461391.

LANDRENEAU, L. L., K. WATTS, J. E. HEITZMAN a W. L. CHILDERS. LOWER LIMB MUSCLE ACTIVITY DURING FOREFOOT AND REARFOOT STRIKE RUNNING TECHNIQUES. *International Journal of Sports Physical Therapy* [online]. 2014, 9 (7), 888-897 [cit. 2020-10-24]. ISSN 21592896.

LAVINE, R. Iliotibial band friction syndrome. *Current Reviews in Musculoskeletal Medicine* [online]. 2010, 3 (1 - 4), 18-22 [cit. 2020-08-29]. DOI: 10.1007/s12178-010-9061-8 . ISSN 1935973X.

LIEBERMAN, D. E., M. VENKADESAN, W. A. WERBEL, A. I. DAOUD, S. D'ANDREA, I. S. DAVIS, R. OIJAMBO MANG'ENI a Y. PITSILADIS. Foot strike patterns and collision forces in habitually barefoot versus shod runners. *Nature* [online]. 2010, 463(7280), 531-532 [cit. 2020-03-18]. DOI: 10.1038/nature08723. ISSN 00280836.

- LOPES, A. D., L. O. P. COSTA, B. T. SARAGIOTTO, T. P. YAMATO, F. ADAMI a E. VERHAGEN. Musculoskeletal pain is prevalent among recreational runners who are about to compete: an observational study of 1049 runners. *Journal of Physiotherapy* [online]. 2011, **57**(3), 179-182 [cit. 2020-02-29]. DOI: 10.1016/S1836-9553(11)70039-X. ISSN 18369553.
- MACINTYRE, J. G., J. E. TAUNTON, D. B. CLEMENT, D. R. LLOYD-SMITH, D. C. MCKENZIE a R. W. MORELL. Running Injuries: A Clinical Study of 4,173 Cases. *Clinical Journal of Sport Medicine* [online]. 1991, **1** (2), 81-82 [cit. 2020-02-29]. ISSN 1050642X.
- MANN, R., L. MALISOUX, C. NÜHRENBÖRGER, A. URHAUSEN, K. MEIJER a D. THEISEN. Association of previous injury and speed with running style and stride-to-stride fluctuations. *Scandinavian Journal of Medicine* [online]. 2015, **25**(6), e638-e645 [cit. 2020-11-12]. ISSN 09057188.
- MELTON, W. a J. B. JACKSON III. Stress Fractures of the Foot and Ankle. VALDERRABANO, Victor a Mark EASLEY. *Foot and Ankle Sports Orthopaedics*. Switzerland: Springer International Publishing Switzerland, 2016. s. 161–169. ISBN 978-3-319-15734-4.
- MESSIER, S. P., D. G. EDWARDS, D. F. MARTIN, et al. Etiology of iliotibial band friction syndrome in distance runners. *Medicine* [online]. 1995, **27**(7), 951-952 [cit. 2020-08-30]. ISSN 01959131.
- MEYER, F., G. P. MILLET, M. FALBRIARD a K. AMINIAN. How accurate is visual determination of foot strike pattern and pronation assessment. *Gait and Posture* [online]. 2018, **60**, 200 - 202 [cit. 2020-03-09]. DOI: 10.1016/j.gaitpost.2017.12.012. ISSN 18792219.
- MILNER, C. E., R. FERBER, Ch. D. POLLARD, J. HAMILL a I. S. DAVIS. Biomechanical Factors Associated with Tibial Stress Fracture in Female Runners. *Medicine* [online]. 2006, **38**(2), 323-324 [cit. 2020-11-12]. ISSN 01959131. Dostupné z: doi: 10.1249/01.mss.0000183477.75808.92
- MONTEAGUDO, M., P. M. DE ALBORNOZ, B. GUTIERREZ, J. TABUENCA a I. ÁLVAREZ. Plantar fasciopathy: A current concepts review. *EFORT Open Reviews* [online]. 2018, **3** (8), 485 - 493 [cit. 2020-08-30]. DOI: 10.1302/2058-5241.3.170080. ISSN 20585241.

- NADERI, A., M. H. MOEN a H. DEGENS. Is high soleus muscle activity during the stance phase of the running cycle a potential risk factor for the development of medial tibial stress syndrome? A prospective study. *Journal of sports sciences* [online]. 2020, 1 -9 [cit. 2020-08-29]. DOI: 10.1080/02640414.2020.1785186. ISSN 1466447X.
- NEWLIN, D. a D. S. SMITH. Shin Splints 101: Explaining Shin Splints to Young Runners. *Strategies* (08924562) [online]. 2011, 24(3), 10-13 [cit. 2020-08-09]. DOI: 10.1080/08924562.2011.10590926. ISSN 08924562
- NIGG, B., A. BEHLING a J. HAMILL. Foot pronation. *Footwear Science* [online]. 2019, 131-134 [cit. 2020-08-29]. DOI: 10.1080/19424280.2019.1673489. ISSN: 1942-4299.
- NOSEK, M., L. VALTER. Atletika pro školní TV: Švihový způsob běhu-technika a biomechanika. [online]. 2010 [cit. 2020-06-08]. Dostupné z: http://pf.ujep.cz/~nosek/atletika/hladke_sv_technika.html
- OESTERGAARD NIELSEN, R., E. AAGAARD NOHR, S. RASMUSSEN a H. SIRENSEN. CLASSIFYING RUNNING-RELATED INJURIES BASED UPON ETIOLOGY, WITH EMPHASIS ON VOLUME AND PACE. *International Journal of Sports Physical Therapy* [online]. 2013, 8 (2), 172-179 [cit. 2020-02-29]. ISSN 21592896.
- OWENS, J. M. Diagnosis and Management of Plantar Fasciitis in Primary Care. *The Journal for Nurse Practitioners* [online]. 2017, 13(5), 354-359 [cit. 2020-08-30]. DOI: 10.1016/j.nurpra.2016.12.016. ISSN 15554155.
- PAQUETTE, M. R., C. E. MILNER a D. A. MELCHER. Foot contact angle variability during a prolonged run with relation to injury history and habitual foot strike pattern. *Scandinavian Journal of Medicine* [online]. 2017, 27(2), 217-222 [cit. 2020-11-06]. ISSN 09057188.
- PERL, D. P., A. I. DAOUD a D. E. LIEBERMAN. Effects of Footwear and Strike Type on Running Economy. *Medicine* [online]. 2012, 44(7), 1335-1336 [cit. 2020-11-14]. ISSN 01959131. Dostupné z: doi: 10.1249/MSS.0b013e318247989e
- PEGRUM, J., T. CRISP a N. PADHIAR. Diagnosis and management of bone stress injuries of the lower limb in athletes. *BMJ: British Medical Journal* [online]. 2012, 344(7854), 35 [cit. 2020-08-30]. ISSN 09598138.

POHL, M. B., J. HAMILL a I. S. DAVIS. Biomechanical and Anatomic Factors Associated with a History of Plantar Fasciitis in Female Runners. *Clinical Journal of Sport Medicine* [online]. 2009, **19**(5), 372-376 [cit. 2020-11-12]. ISSN 1050642X.

PETERSEN, W., A. ELLERMANN, A. GÖSELE-KOPPENBURG, R. BEST, I. V. REMBITZKI, G. BRÜGGEMANN a Ch. LIEBAU. Patellofemoral pain syndrome. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy* [online]. 2014, **22**(10), 2264-2274 [cit. 2020-08-08]. DOI: 10.1007/s00167-013-2759-6. Dostupné z: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=s3h&AN=98405498&site=ehost-live>

PÍSAŘÍK, M. a J. LIŠKA. Běhy na střední a dlouhé tratě – Základní programový materiál pro vrcholový sport, I. část. Praha: ÚV ČSTV – vědeckometodické oddělení, 1985.

ROPER, J. L., E. M. HARDING, D. DOERFLER, J. G. DEXTER, L. KRAVITZ, J. S. DUFEK a Ch. M. MERMIER. The effects of gait retraining in runners with patellofemoral pain: A randomized trial. *Clinical Biomechanics* [online]. 2016, **35**, 14-22 [cit. 2020-11-11]. ISSN 02680033. Dostupné z: doi:10.1016/j.clinbiomech.2016.03.010

ROUSH, J. R. a R. C. BAY. PREVALENCE OF ANTERIOR KNEE PAIN IN 18-35 YEAR-OLD FEMALES. *International Journal of Sports Physical Therapy* [online]. 2012, **7** (4), 396-401 [cit. 2020-08-08]. ISSN 21592896.

SALZLER, M. J., H. J. KIRWAN, D. M. SCARBOROUGH, J. T. WALKER, A. J. GUARINOC a E. M. BERKSON. Injuries observed in a prospective transition from traditional to minimalist footwear: correlation of high impact transient forces and lower injury severity. *Physician* [online]. 2016, **44**(4), 373-379 [cit. 2020-11-11]. ISSN 00913847. Dostupné z: doi:10.1080/00913847.2016.1238282

SANCHIS-ALFONSO, V. Holistic approach to understanding anterior knee pain. Clinical implications. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy* [online]. 2014, **22**(10), 2275-2285 [cit. 2020-08-08]. ISSN 09422056.

SARAGIOTTO, B. T., T. P. YAMATO, L. C. HESPANHOL Jr., M. J. RAINBOW, I. S. DAVIS a A. D. LOPES. What are the Main Risk Factors for Running-Related Injuries? *Sports Medicine* [online]. 2014, **44**(8), 1153-1163 [cit. 2020-11-14]. ISSN 01121642. Dostupné z: doi:10.1007/s40279-014-0194-6

SATYENDRA, L. a N. BYL. Effectiveness of physical therapy for Achilles tendinopathy: An evidence based review of eccentric exercises. *Isokinetics* [online]. 2006, **14**(1), 71-80 [cit. 2020-08-09]. ISSN 09593020

SHIH, Y., K. LIN a T. SHIANG. Is the foot striking pattern more important than barefoot or shod conditions in running? *Gait* [online]. 2013, **38**(3), 490-494 [cit. 2020-03-18]. DOI: 10.1016/j.gaitpost.2013.01.030. ISSN 09666362.

SILBERNAGEL, K. G., S. HANLON a A. SPRAGUE. Current Clinical Concepts: Conservative Management of Achilles Tendinopathy. *Journal of Athletic Training (Allen Press)* [online]. 2020, **55**(5), 438-447 [cit. 2020-08-28]. ISSN 10626050.

TAM, N., J. L. ASTEPHEN WILSON, T. D. NOAKES a R. TUCKER. Barefoot running: an evaluation of current hypothesis, future research and clinical applications. *British Journal of Sports Medicine* [online]. 2014, **48**(5), 349-350 [cit. 2020-03-09]. DOI: 10.1136/bjsports-2013-092404. ISSN 03063674.

TAUNTON, J. E., M. B. RYAN, D. B. CLEMENT, D. C. MCKENZIE, D. R. LLOYD-SMITH a B. D. ZUMBO. A retrospective case-control analysis of 2002 running injuries. *British Journal of Sports Medicine* [online]. 2002, **36**(2), 95-96 [cit. 2020-02-29]. ISSN 03063674.

THACKER, S. B., J. GILCHRIST, D. F. STROUP a C. D. KIMSEY. The prevention of shin splints in sports: a systematic review of literature. *Medicine* [online]. 2002, **34**(1), 32-40 [cit. 2020-08-09]. ISSN 01959131.

THOMPSON, M. A., S. S. LEE, J. SEEGMILLER a C. P. MCGOWAN. Kinematic and kinetic comparison of barefoot and shod running in mid/forefoot and rearfoot strike runners. *Gait and Posture* [online]. 2015, **41**(4), 957 - 959 [cit. 2020-03-09]. DOI: 10.1016/j.gaitpost.2015.03.002. ISSN 18792219.

VAN DER WORP, H., J. W. VRIELINK a S. W. BREDEWEG. Do runners who suffer injuries have higher vertical ground reaction forces than those who remain injury-free? A systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine* [online]. 2016, **50**(8), 450-451 [cit. 2020-11-12]. ISSN 03063674. Dostupné z: doi:10.1136/bjsports-2015-094924

- VAN GENT, R. N., D. SIEM, M. VAN MIDDELKOOP, A. G. VAN OS, S. M. A. BIERMA-ZEINSTRA a B. W. KOES. Incidence and determinants of lower extremity running injuries in long distance runners: a systematic review. *BRITISH JOURNAL OF SPORTS MEDICINE* [online]. 2007, **41**(8), 469-470 [cit. 2020-02-29]. ISSN 03063674.
- VAN POPPEL, D., M. VAN DER WORP, A. SLABBEKOORN, S. S. P. VAN DEN HEUVEL, M. VAN MIDDELKOOP, B. W. KOES, A. P. VERHAGEN a G. G. M. SCHOLTEN-PEETERS. Risk factors for overuse injuries in short- and long-distance running: A systematic review. *Journal of Sport and Health Science* [online]. 2020 [cit. 2020-11-14]. ISSN 20952546. Dostupné z: doi:10.1016/j.jshs.2020.06.006
- VANRENTERGHEM, J. Biomechanical perspectives on 'minimally shod' and 'barefoot' running. *Sport* [online]. 2013, (38), 24-25 [cit. 2020-04-06]. ISSN 17543444.
- WARDEN, S. J., I. S. DAVIS a M. FREDERICSON. Management and Prevention of Bone Stress Injuries in Long-Distance Runners. *Journal of Orthopaedic* [online]. 2014, **44**(10), 749-765 [cit. 2020-08-30]. ISSN 01906011.
- WARR, B. J., R. E. FELLIN, S. G. SAUER, P. N. FRYKMAN, J. F. SEAY a D. L. GOSS. Characterization of foot-strike patterns: Lack of an association with injuries or performance in soldiers. *Military Medicine* [online]. 2015, **180**(7), 830 - 834 [cit. 2020-11-06]. ISSN 1930613X. Dostupné z: doi:10.7205/MILMED-D -14-00220
- WASSERSTEIN, D. a K. P. SPINDLER. Pathophysiology and Epidemiology of Stress Fractures. MILLER, T. L. a Ch. C. KAEDING. *Stress Fractures in Athletes: Diagnosis and Management*. Switzerland: Springer International Publishing, 2015, s. 3 -11. ISBN 978-3 - 319-09237-9.
- YU, B., D. T. KIRKENDALL a W. E. GARRETT. Anterior Cruciate Ligament Injuries in Female Athletes: Anatomy, Physiology, and Motor Control. *Sports Medicine and Arthroscopy Review* [online]. 2002, **10**(1), 58-59 [cit. 2020-11-13]. ISSN 10628592.
- ZHOU, H. Is There a Relationship Between Strike Pattern and Injury During Running: A Review. *Physical Activity and Health* [online]. 2019, **3** (1) [cit. 2020-11-06]. ISSN 25152270. Dostupné z: doi:10.5334/paah.45
- ZIAI, P., E. BENCA, F. WENZEL, et al. Peroneal tendinosis as a predisposing factor for the acute lateral ankle sprain in runners. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy* [online]. 2016, **24**(4), 1175-1179 [cit. 2020-11-21]. ISSN 09422056.

ZINNER, Ch. a B. SPERLICH. Marathon Running: Physiology, Psychology, Nutrition and Training Aspects. Switzerland: Springer International Publishing, 2016. ISBN 9783319297262.

9 Seznam obrázků a tabulek

Obrázek 1: Typy došlapu (Hoenig et al., 2020)	25
Obrázek 2: Výpočet FSI – překlad (Altman & Davis, 2012).....	26
Obrázek 3: Měření FSA úhlu (Hoenig et al., 2020)	27
Obrázek 4: Vertikální složka reakční síly podložky pro zadní typ došlapu - překlad (Goss et al., 2012).....	29
Obrázek 5: Vertikální složka reakční síly podložky v čase u zadního typu došlapu - překlad (Hreljac, 2004)	30
Obrázek 6: Vertikální složka reakční síly podložky u zadního a předního typu došlapu - překlad (Futrell et al., 2018).....	33
Obrázek 7: Přední typ došlapu (soukromý archiv).....	46
Obrázek 8: Zadní typ došlapu (soukromý archiv).....	46
Tabulka 1 - Přehled fází běhu (Fišer, 1965; Písařík & Liška, 1985).....	10
Tabulka 2: Obecné údaje pro techniku běhu (Písařík & Liška, 1985)	12
Tabulka 3: Vztah mezi typem běžce a jednotlivými tratěmi (Truksa & Kučera, 2000)	14
Tabulka 4: Výsledky rešerše	42

10 Přílohy

Seznam příloh:

Příloha 1: Vyjádření Etické komise

Příloha 2: Vzor - Informovaný souhlas

Příloha 3: Kazuistika 1

Příloha 4: Kazuistika 2

Příloha 5: Kazuistika 3

Příloha 6: Kazuistika 4

Příloha 7: Kazuistika 5

Příloha 8: Kazuistika 6

Příloha 9: Kazuistika 7

Příloha 10: Kazuistika 8

Příloha 11: Kazuistika 9

Příloha 12: Kazuistika 10

UNIVERZITA KARLOVA
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU
Josef Martího 31, 162 52 Praha 6-Vešelavín

Žádost o vyjádření Etické komise UK FTVS

k projektu výzkumné, kvalifikační či seminární práce zahrnující lidské účastníky

Název projektu: Vztah mezi úhlem v kotníku při došlapu a vznikem zranění u dorosteneckých a juniorských běžkyň na 800m

Forma projektu: výzkumná práce - diplomová práce

Období realizace: březen 2019 - leden 2020

Předkladatel: Bc. Karin Höferová

Hlavní řešitel: Bc. Karin Höferová

Místo výzkumu (pracoviště): UK FTVS, katedra fyzioterapie

Vedoucí práce (v případě studentské práce): doc. PaedDr. Dagmar Pavlů, CSc.

Popis projektu: Diplomová práce má za cíl zjistit vztah mezi úhlem v kotníku během došlapu při běhu a incidencí zranění u dorosteneckých a juniorských běžkyň na 800m. Úhel dopadu bude hodnocen pomocí videozáznamu běžkyň v botkách při střední rychlosti běhu a změřen v biomechanického programu Kinovea. Všechny probandky budou seznámeny s průběhem měření v rámci experimentu a před zahájením experimentu podepíší informovaný souhlas. Před začátkem měření vyplní každá krátký anamnestický dotazník dokumentující historii úrazů a potíží s pohybovým aparátem. Pořízení videozáznamu a následné vyhodnocení proběhne pouze jednou.

Charakteristika účastníků výzkumu: Předpokládaný počet účastnic je 40. Bude se jednat o dorostenecké a juniorské běžkyň na 800m, které startují na Mistrovství České republiky. Probandky budou vybrány hlavním řešitelem na základě dobrovolnosti. Do projektu nemůže být zařazena probandka, která bude mít zranění, akutní onemocnění či omezením pohybového aparátu nebo bude rekonvalescenci po onemocnění či úrazu.

Zajištění bezpečnosti: Všechny diagnostické i terapeutické metody využity v této práci budou neinvazivní. Celé měření bude bezbolestné a bezpečné. Rizika prováděného výzkumu nebudou vyšší než běžně očekávaná rizika u aktivit a testování prováděných v rámci tohoto typu výzkumu. Budou zajištěny adekvátní podmínky prostředí, tedy rovný a kvalitní běžecký povrch, a adekvátní příprava účastníka zahrnující rozcvičení a vhodnou obuv.

Etické aspekty výzkumu: Výzkumu se zúčastní jedinci ve věku mezi 15 až 19 let. Přínos práce je očekáván v možnosti prevence běžeckých zranění, jež by vyplývaly ze způsobu došlapu při běhu.

Získaná data budou zpracovávána a bezpečně uchována v anonymní podobě a publikována v diplomové práci, případně v odborných časopisech, monografiích a prezentována na konferencích, případně budou využita při další výzkumné práci na UK FTVS. Po anonymizaci budou osobní data smazána. Během výzkumu budou pořizovány videozáznamy a fotografie. Anonymizace osob na fotografiích bude provedena začerněním/rozmažáním obličejů či částí těla, znaků, které by mohly vést k identifikaci jedince. Veškeré neanonymizované fotografie a videozáznamy budou uchovány na heslem zajištěném počítači výzkumníka a po výzkumu budou všechny neanonymizované fotografie a videozáznamy výzkumníkem smazány. V maximální možné míře zajistím, aby získaná data nebyla zneužita.

Text informovaného souhlasu: přiložen

Povinnosti všech účastníků výzkumu na straně řešitele je chránit život, zdraví, důstojnost, integritu, právo na sebeurčení, soukromí a osobní data zkoumaných subjektů, a podniknout k tomu veškerá preventivní opatření. Odpovědnost za ochranu zkoumaných subjektů leží vždy na účastnících výzkumu na straně řešitele, nikdy na zkoumaných, byť dali svůj souhlas k účasti na výzkumu. Všichni účastníci výzkumu na straně řešitele musí brát v potaz etické, právní a regulační normy a standardy výzkumu na lidských subjektech, které platí v České republice, stejně jako ty, jež platí mezinárodně.

Potvrzuji, že tento popis projektu odpovídá návrhu realizace projektu a že při jakékoli změně projektu, zejména použitých metod, zašlu Etické komisi UK FTVS revidovanou žádost.

V Praze dne: 20.3.2019

Podpis předkladatele: *Höferová*

Vyjádření Etické komise UK FTVS

Složení komise: Předsedkyně: doc. PhDr. Irena Parry Martínková, Ph.D.

Členové: prof. PhDr. Pavel Slepíčka, DrSc.
doc. MUDr. Jan Heller, CSc.
PhDr. Pavel Hráský, Ph.D.
Mgr. Eva Prokešová, Ph.D.
MUDr. Simona Majorová

Projekt práce byl schválen Etickou komisí UK FTVS pod jednacím číslem: *089/2019*

dne: *21.3.2019*

Etická komise UK FTVS zhodnotila předložený projekt a **neshledala žádné rozpory** s platnými zásadami, předpisy a mezinárodními směrniciemi pro provádění výzkumu zahrnujícího lidské účastníky.

Řešitel projektu **schválil podmínky nutné k získání souhlasu Etické komise.**

Fakulta tělesné výchovy a sportu
Josef Martího 31, 162 52, Praha 6
razítko UK FTVS

Höferová
podpis předsedkyně EK UK FTVS

INFORMOVANÝ SOUHLAS

Vážený pane, vážená paní,

v souladu se Všeobecnou deklarací lidských práv, zákonem č. 101/2000 Sb., o ochraně osobních údajů a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů a dalšími obecně závaznými právními předpisy (jakož jsou zejména Helsinská deklarace, přijatá 18. Světovým zdravotnickým shromážděním v roce 1964 ve znění pozdějších změn (Fortaleza, Brazílie, 2013); Zákon o zdravotních službách a podmínkách jejich poskytování (zejména ustanovení § 28 odst. 1 zákona č. 372/2011 Sb.) a Úmluva o lidských právech a biomedicíně č. 96/2001, jsou-li aplikovatelné), Vás žádám o souhlas s účastí Vašeho dítěte ve výzkumném projektu v rámci diplomové práce s názvem Vztah mezi úhlem v kotníku při došlapu a vznikem zranění u dorosteneckých a juniorských běžkyň na 800m prováděné na UK FTVS.

Diplomová práce je bez finanční podpory.

Cílem diplomové práce je objasnit vztahy mezi úhlem v kotníku během došlapu při běhu a incidencí zranění u dorosteneckých a juniorských běžkyň na 800m.

Pro získání dat bude pořízen videozáznam a fotografie běhu. Dále účastník vyplní dotazník, zaznamenávající jeho anamnézu související s potížemi pohybového aparátu.

Zvolené metody jsou neinvazivní. Během jednoho setkání budou pořízeny videozáznamy a fotografie. Dotazník bude možné vyplnit na místě, popřípadě online.

Videozáznam bude pořízen při jednom setkání trvajícím 15-25 minut. Vyplnění dotazníku zabere 5-10 minut času.

Všechny diagnostické i terapeutické metody využity v této práci budou neinvazivní. Celé měření bude bezbolestné a bezpečné. Rizika prováděného výzkumu nebudou vyšší než běžně očekávaná rizika u aktivit a testování prováděných v rámci tohoto typu výzkumu. Budou zajištěny adekvátní podmínky prostředí, tedy rovný a kvalitní běžecký povrch, a adekvátní příprava účastníka zahrnující rozcvičení a vhodnou obuv.

Do projektu nebudete zařazena, pokud budete mít zranění, akutní onemocnění či omezením pohybového aparátu nebo budete rekonvalescenci po onemocnění či úrazu.

Přínos práce je očekáván v možnosti prevence běžeckých zranění, jež by vyplývaly ze způsobu došlapu při běhu.

Vaše účast v projektu je dobrovolná a nebude finančně ohodnocena. V případě utrpění škody při účasti ve výzkumu máte právo na vhodnou kompenzaci a léčbu.

S celkovými výsledky a závěry výzkumného projektu se můžete seznámit v diplomové práci v studentském informačním systému (SIS), v nebo na e-mail adrese: karinhoferoval@gmail.com

Získaná data budou zpracovávána a bezpečně uchována v anonymní podobě a publikována v diplomové práci, případně v odborných časopisech, monografiích a prezentována na konferencích, případně budou využita při další výzkumné práci na UK FTVS. Po anonymizaci budou osobní data smazána. Během výzkumu budou pořizovány videozáznamy a fotografie. Anonymizace osob na fotografiích bude provedena začerněním/rozmažáním obličejů či částí těla, znaků, které by mohly vést k identifikaci jedince. Veškeré neanonymizované fotografie a videozáznamy budou uchovány na heslem zajištěném počítači výzkumníka a po výzkumu budou všechny neanonymizované fotografie a videozáznamy výzkumníkem smazány.

V maximální možné míře zajistím, aby získaná data nebyla zneužita.

Jméno a příjmení předkladatele a hlavního řešitele projektu: Karin Höferová Podpis:
 Jméno a příjmení osoby, která provedla poučení Podpis:

Prohlašuji a svým níže uvedeným vlastnoručním podpisem potvrzuji, že dobrovolně souhlasím s účastí ve výše uvedeném projektu a že jsem měl(a) možnost si řádně a v dostatečném čase zvážit všechny relevantní informace o výzkumu, zeptat se na vše podstatné týkající se účasti ve výzkumu a že jsem dostal(a) jasné a srozumitelné odpovědi na své dotazy. Byl(a) jsem poučen(a) o právu odmítnout účast ve výzkumném projektu nebo svůj souhlas kdykoli odvolat bez represí, a to písemně Etické komisi UK FTVS, která bude následně informovat předkladatele projektu.

Místo, datum
 Jméno a příjmení účastníka Podpis:
 Jméno a příjmení zákonného zástupce
 Vztah zákonného zástupce k účastníkovi Podpis:

Příloha 3: Kazuistika 1

Podstoupila jste nějaký operační zákrok (jaký, lokalizace, rok)?:
Užíváte v současné době nějaké léky, jaké?:
Disciplíny, ve kterých závodíte:
Doba aktivního závodění (od roku):
Rok první účasti na MČR:
Počet tréninků týdně/délka (min):
Průměrný počet naběhaných kilometrů/týdně:
Ostatní sportovní aktivity (typ a počet hodin/týdně):
Ostatní nespportovní aktivity (typ a počet hodin/týdně):
Zranění za dobu závodění, které Vás omezila v tréninku alespoň na 1 týden a která vznikla přetížením (ne následkem pádu či kolize):
Měla jste někdy únavovou zlomeninu? (kde, kolikrát, rok)
Měla jste někdy natažený/netržený sval? (kde, kolikrát, rok)
Měla jste někdy bolesti/poranění v oblasti chodidla, nártu nebo paty? (jaké, kolikrát, rok) např. plantární fascitida...
Měla jste někdy bolesti/poranění kotníku? (jaké, kolikrát, rok) např. výron, poškození vazů, chrupavky...
Měla jste někdy bolesti/poranění Achillovy šlachy? (jaké, kolikrát, rok)
Měla jste někdy bolesti/poranění v oblasti bérce? (jaké, kolikrát, rok) např. zánět okostice, bolesti na přední straně bérce...
Měla jste někdy bolesti/poranění v kolene? (jaké, kolikrát, rok) např. menisky, vazy, chrupavka, PFPS, patelární tendinopatie, ITBFS...
Měla jste někdy bolesti/poranění kyčelního kloubu? (jaké, kolikrát, rok)
Měla jste někdy bolesti/poranění zad? (jaké, kolikrát, rok)
Měla jste někdy bolesti/poranění trupu? (jaké, kolikrát, rok)
Měla jste někdy bolesti/poranění hrudní nebo krční páteře? (jaké, kolikrát, rok)
Měla jste někdy bolesti/poranění hlavy? (jaké, kolikrát, rok)
Měla jste někdy bolesti/poranění na horních končetinách? (jaké, kolikrát, rok)
Měla jste někdy bolesti/poranění jiné než již výše zmíněné? (jaké, kde, kolikrát, rok)

Příloha 4: Kazuistika 2

Označení:	Č. 1
Ročník:	98
Operační zákroky:	0
Farmakologická anamnéza:	0
Hlavní závodní disciplíny:	400m, 800m, 1500m
Typ běžkyňe:	rychlostní
Doba aktivního závodění (od roku):	-
Rok první účasti na MČR:	2015
Počet tréninků týdně/délka (min):	6 /120min
Průměrný počet naběhaných kilometrů/týden:	43 km
Ostatní sportovní aktivity během týdne (typ a počet):	Plavání, kolo, lezení 5h
Ostatní nespportovní aktivity během týdne (typ a počet):	Šití, kreslení 3h
Typ došlapu:	přední
Zranění za dobu závodění, které způsobila omezení v tréninku alespoň na 1 týden:	<p>Natažený zadní stehenní sval 1x 2020</p> <p>Konstantní slabá bolest v kotníku při došlapu/odrazu, nosí vložky do bot</p> <p>Výron kotníku 1x 2019</p> <p>Opakovaně bolesti okostic</p> <p>Opakovaně namožení přední strany bérce</p> <p>Občas bolesti kyčelních kloubů</p> <p>Bolesti beder, spíše z prochladnutí po zátěži</p>

Příloha 5: Kazuistika 2

Označení:	Č. 2
Ročník:	04
Operační zákroky:	0
Farmakologická anamnéza:	Blokurima
Hlavní závodní disciplíny:	300 m a 400 m překážek, 400 m, 800 m
Typ běžkyňe:	rychlostní
Doba aktivního závodění (od roku):	2017
Rok první účasti na MČR:	2017 – družstva, 2018 - jednotlivci
Počet tréninků týdně/délka (min):	3 – 6 / 2 h
Průměrný počet naběhaných kilometrů/týden:	45 – 60 km
Ostatní sportovní aktivity během týdne (typ a počet):	0
Ostatní nespportovní aktivity během týdne (typ a počet):	Zpěv 2 h
Typ došlapu:	přední
Zranění za dobu závodění, které způsobila omezení v tréninku alespoň na 1 týden:	3x podvrtnutý pravý kotník, z toho 1x 14dní v sádře Patelofemorální syndrom 2019, obtíže 2 měsíce Bolesti úponu čtyřhlavého stehenního svalu – při chození v horách z kopce

Příloha 5: Kazuistika 3

Označení:	Č. 3
Ročník:	01
Operační zákroky:	0
Farmakologická anamnéza:	0
Hlavní závodní disciplíny:	800 m až 3000 m
Typ běžkyňe:	vytrvalostní
Doba aktivního závodění (od roku):	2016
Rok první účasti na MČR:	2017
Počet tréninků týdně/délka (min):	5 /90 min
Průměrný počet naběhaných kilometrů/týden:	40 km
Ostatní sportovní aktivity během týdne (typ a počet):	TV 2x 1,5 h, plavání nebo běžky 1x1 h
Ostatní nespportovní aktivity během týdne (typ a počet):	Ukulele, čtení
Typ došlapu:	Přední
Zranění za dobu závodění, které způsobila omezení v tréninku alespoň na 1 týden:	Natažení svalu, všude možně, při přechodu z botasek do treter (u objemových do rychlejších úseků) nebo po posilování Vyhozené SIK 2x 2017 Tlak na hrudi 2015, EKG v pořádku, nejspíše od hrudní páteře

Příloha 6: Kazuistika 4

Označení:	Č. 4
Ročník:	98
Operační zákroky:	Apendix 2006
Farmakologická anamnéza:	0
Hlavní závodní disciplíny:	800 m, 400 m
Typ běžkyňe:	rychlostní
Doba aktivního závodění (od roku):	2011
Rok první účasti na MČR:	2013
Počet tréninků týdně/délka (min):	4x/120 min
Průměrný počet naběhaných kilometrů/týden:	30 km
Ostatní sportovní aktivity během týdne (typ a počet):	0
Ostatní nespportovní aktivity během týdne (typ a počet):	Klavír 1 h
Typ došlapu:	Přední
Zranění za dobu závodění, které způsobila omezení v tréninku alespoň na 1 týden:	Plantární fascitida Zánět okostice Patní ostruha

Příloha 7: Kazuistika 5

Označení:	Č. 5
Ročník:	04
Operační zákroky:	0
Farmakologická anamnéza:	0
Hlavní závodní disciplíny:	800 m, 400 m, 1500 m
Typ běžkyňe:	speciální
Doba aktivního závodění (od roku):	2016
Rok první účasti na MČR:	2017
Počet tréninků týdně/délka (min):	4 – 6 x / 1,5 – 2 h
Průměrný počet naběhaných kilometrů/týden:	25 km
Ostatní sportovní aktivity během týdne (typ a počet):	plavání 1 -2x týdně, kolo 2x do měsíce
Ostatní nespportovní aktivity během týdne (typ a počet):	0
Typ došlapu:	Přední
Zranění za dobu závodění, které způsobila omezení v tréninku alespoň na 1 týden:	Výron v kotníku 2018

Příloha 8: Kazuistika 6

Označení:	Č. 6
Ročník:	99
Operační zákroky:	Zápěstí 2019
Farmakologická anamnéza:	0
Hlavní závodní disciplíny:	800 m, 400 m, 400 m překážek
Typ běžkyňe:	rychlostní
Doba aktivního závodění (od roku):	2012
Rok první účasti na MČR:	2013
Počet tréninků týdně/délka (min):	6x/ 120 min
Průměrný počet naběhaných kilometrů/týden:	50 km
Ostatní sportovní aktivity během týdne (typ a počet):	Plavání, kolo, sportovní hry, běžky
Ostatní nespportovní aktivity během týdne (typ a počet):	0
Typ došlapu:	Přední
Zranění za dobu závodění, které způsobila omezení v tréninku alespoň na 1 týden:	Natažení zadní stehenní sval 1x 2020 Bolesti v oblasti klenby Zánět Achillovy šlachy 2015, 2017 Bolesti kolene od přetíženého čtyřhlavého stehenního svalu 1x 2018 Bolesti beder 2020 Bolest palce u nohy 2020

Příloha 9: Kazuistika 7

Označení:	Č. 7
Ročník:	02
Operační zákroky:	0
Farmakologická anamnéza:	0
Hlavní závodní disciplíny:	800 m, 400 m, 200 m
Typ běžkyňe:	speciální
Doba aktivního závodění (od roku):	2014
Rok první účasti na MČR:	2016
Počet tréninků týdně/délka (min):	3x/ 90 - 105 min + 3x/ 25 - 50 min klus
Průměrný počet naběhaných kilometrů/týden:	v přípravě 45 – 50 km, v sezoně 29 – 35 km
Ostatní sportovní aktivity během týdne (typ a počet):	0
Ostatní nespportovní aktivity během týdne (typ a počet):	0
Typ došlapu:	Přední
Zranění za dobu závodění, které způsobila omezení v tréninku alespoň na 1 týden:	Natažený čtyřhlavý stehenní sval 2x Bolesti kolene 2x do roka od 2016, bolest je pod čěškou, v tu dobu změna trenéra a specializace na 800m

Příloha 10: Kazuistika 8

Označení:	Č. 8
Ročník:	00
Operační zákroky:	0
Farmakologická anamnéza:	0
Hlavní závodní disciplíny:	800 m
Typ běžkyňe:	Speciální
Doba aktivního závodění (od roku):	2006
Rok první účasti na MČR:	-
Počet tréninků týdně/délka (min):	6x/90 min
Průměrný počet naběhaných kilometrů/týden:	30 km
Ostatní sportovní aktivity během týdne (typ a počet):	Posilování 1 h
Ostatní nespportovní aktivity během týdne (typ a počet):	čtení
Typ došlapu:	Přední
Zranění za dobu závodění, které způsobila omezení v tréninku alespoň na 1 týden:	Zánět Achillovy šlachy 2019 Bolesti kotníku Zánět okostice 2018 Bolesti zad 2020

Příloha 11: Kazuistika 9

Označení:	Č. 9
Ročník:	00
Operační zákroky:	0
Farmakologická anamnéza:	0
Hlavní závodní disciplíny:	800 m, 400 m
Typ běžkyňe:	Rychlostní
Doba aktivního závodění (od roku):	2009
Rok první účasti na MČR:	2014
Počet tréninků týdně/délka (min):	6x/ 90 min
Průměrný počet naběhaných kilometrů/týden:	28 km
Ostatní sportovní aktivity během týdne (typ a počet):	Spiše ne
Ostatní nespportovní aktivity během týdne (typ a počet):	Čtení
Typ došlapu:	Přední
Zranění za dobu závodění, které způsobila omezení v tréninku alespoň na 1 týden:	Únavová zlomenina os naviculare 2018 Natažený hamstring 2x v roce 2017 a 2016 (uklouznutí na ledě) 2x výron kotníku 2016 (při basketu)

Příloha 12: Kazuistika 10

Označení:	Č. 10
Ročník:	03
Operační zákroky:	0
Farmakologická anamnéza:	Hormonální antikoncepce
Hlavní závodní disciplíny:	800 m, 400 m, 1500 m
Typ běžkyňe:	Speciální
Doba aktivního závodění (od roku):	2019
Rok první účasti na MČR:	2019
Počet tréninků týdně/délka (min):	4x/ 90 min
Průměrný počet naběhaných kilometrů/týden:	30 km
Ostatní sportovní aktivity během týdne (typ a počet):	turistika
Ostatní nespportovní aktivity během týdne (typ a počet):	Hra na klavír, kytara
Typ došlapu:	Přední
Zranění za dobu závodění, které způsobila omezení v tréninku alespoň na 1 týden:	Mnohokrát natažený sval v letech 2018,2019 Natržený zadní stehenní sval na pravé noze 2018 Výron kotníku 1x 2018, 2x 2019 Zánět okostice 2019 Bolesti kolene – dysplazie česky – obtíže v letech 2017,2018,2019 1x za půl roku bolesti beder