Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta tělesné kultury

Fakulta
tělesné kultury

RIZIKOVÉ FAKTORY A PREVENTIVNÍ OPATŘENÍ VZNIKU NEJČASTĚJŠÍCH BĚŽECKÝCH ZRANĚNÍ

Bakalářská práce

Autor: Kristýna Krejsová

Studijní program: Fyzioterapie

Vedoucí práce: Mgr. Pavla Horová

Olomouc 2024

Bibliografická identifikace

Jméno autora: Kristýna Krejsová

Název práce: Rizikové faktory a preventivní opatření vzniku nejčastějších běžeckých zranění

Vedoucí práce: Mgr. Pavla Horová

Pracoviště: Katedra fyzioterapie

Rok obhajoby: 2024

Abstrakt:

Běh je jednou z nejoblíbenějších sportovních aktivit, která se těší své popularitě po celém světě. Má pozitivní vliv na psychické zdraví a přináší řadu zdravotních benefitů. S rostoucím počtem amatérských i profesionálních běžců bohužel stoupá i četnost běžeckých zranění. Rizikové faktory jejich vzniku lze dělit na vnitřní a vnější. Mezi vnitřní faktory se řadí biomechanika pohybu, anatomie a osobní znaky jedince. Vnější faktory faktory zahrnují tréninkové charakteristiky. Tato bakalářská práce si klade za cíl shrnout současné poznatky týkající se rizikových faktorů běžeckých zranění a uvést preventivních opatření, které by mohly snížit jejich výskyt. V praktické části je uvedena kazuistika pacientky s tendinopatií Achillovy šlachy. Součástí kazuistiky je anamnéza, klinické vyšetření a návrh individuálního terapeutického plánu.

Klíčová slova:

Běh, běžecká zranění, biomechanika běhu, rizikové faktory, preventivní opatření

Souhlasím s půjčováním práce v rámci knihovních služeb.

Bibliographical identification

Author: Kristýna Krejsová

Title: Risk factors and preventive measures for the development of the most prevalent running injuries

Supervisor: Mgr. Pavla Horová

Department: Department of Physiotherapy

Year: 2024

Abstract:

Running is one of the most popular sports activities enjoyed worldwide. It has a positive impact on mental health and provides a range of health benefits. With the increasing number of amateur and professional runners, the incidence of running injuries has risen. Risk factors contributing to their occurrence can be divided into intrinsic and extrinsic. Intrinsic factors include the biomechanics of movement, anatomy, and individual characteristics. Extrinsic factors encompass training characteristics. This bachelor thesis aims to summarize the current knowledge regarding the risk factors of running injuries and provides preventive measures that could reduce their occurrence. The practical part consists of a case report of a patient diagnosed with Achilles tendinopathy, his medical history, clinical examination and a proposal of an individual therapeutic plan.

Keywords:

Running, running-related injuries, biomechanics, risk factors, preventive measures

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

Prohlašuji, že jsem tuto práci zpracovala samostatně pod vedením Mgr. Pavly Horové, uvedla všechny použité literární a odborné zdroje a dodržovala zásady vědecké etiky.

V Olomouci dne 28. dubna 2024

.....

Ráda bych poděkovala své vedoucí práce, Mgr. Pavle Horové, za její ochotu, trpělivost a čas, které mi věnovala, a za její cenné odborné rady poskytnuté v rámci konzultací a korekcí této bakalářské práce. Dále bych ráda poděkovala probandce T.Š. za ochotu a spolupráci při vyšetření.

OBSAH

1 Úvod 9

2 Cíle 10

3 Metodika 11

4 Přehled teoretických poznatků 12

4.1 Běžecká zranění 12

4.2 Biomechanika běhu 13

4.2.1 Fáze běžeckého cyklu 13

4.2.2 Typy došlapu 15

4.2.3 Svaly zapojené při běhu 16

4.2.4 Nožní klenba 18

4.3 Přehled rizikových faktorů 19

4.3.1 Vnitřní rizikové faktory 19

4.3.2 Vnější rizikové faktory 26

4.4 Preventivní opatření 31

5 Kazuistika 38

5.1 Základní údaje 38

5.2 Anamnéza 38

5.3 Vyšetření 39

5.4 Návrh terapie 43

6 Diskuse 45

7 Závěry 49

8 Souhrn 51

9 Summary 52

10 Referenční seznam 53

11 Přílohy 61

11.1 VISA-A dotazník 61

11.2 Informovaný souhlas pacientky 64

SEZNAM ZKRATEK

ACL	anterior crucial ligament, přední zkřížený vaz
ACWR	acute: chronic work ratio, ukazatel navýšení tréninkového objemu
AŠ	Achillova šlacha
BMI	body mass index, index tělesné hmotnosti
DOMS	delayed onset muscle soreness, opožděná bolest svalů po cvičení
ECC	excentrické cvičení
FFS	forefoot strike, došlap na předonoží
HSR	heavy-slow resistance, trénink s pomalým odporem
HSS	hluboký stabilizační systém
ITBS	iliotibial band syndrom, syndrom iliotibiálního traktu
LDK	levá dolní končetina
LLD	leg-length discrepancy, rozdílná délka dolních končetin
m.	musculus, sval
MTSS	mediální tibiální stresový syndrom
NH	navicular height, výška mediálního oblouku podélné klenby nožní
PDK	pravá dolní končetina
RAK	ramenní kloub
RFS	rearfoot strike, došlap na patu
RRI	running-related injuries, zranění související s během
SF_{max}	maximální tepová frekvence
SMS	senzomotorická stimulace
VAS	vizuální analogická škála bolesti

1 ÚVOD

Běh je jednou z nejzákladnějších a nejoblíbenějších fyzických aktivit, která se těší své popularitě po celém světě. Pro člověka je jedním z nepřirozenějších druhů pohybu, hned po chůzi. V posledních letech se počet amatérských i profesionálních běžců mnohonásobně zvýšil a zažíváme doslova „běžecký boom“ (Lopes, Hespanhol, Junior, Yeung & Costa, 2012). Svou oblíbenost si získal především nízkými finančními náklady a požadavky na vybavení, možností provozovat jej prakticky kdekoliv a za jakéhokoliv počasí. Nese s sebou i řadu zdravotních benefitů, mezi které řadíme udržení optimální tělesné hmotnosti, zlepšení funkce kardiovaskulárního systému a imunity. Mimo fyzické benefity má také pozitivní dopad na psychické nastavení a pomáhá v boji s depresí (Daley, 2008; Lopes et al., 2012). S rostoucím počtem běžeckých nadšenců bohužel stoupá i výskyt běžeckých zranění (RRI).

Nejčastější lokalitou vzniku zranění jsou dolní končetiny, především kolenní kloub (Taunton et al., 2002). Mezi zranění s nejvyšší prevalencí řadí Kakouris, Yener & Fong (2021) patelofemorální syndrom (16,7 %), mediální tibiální stresový syndrom (MTSS, 9,1 %), plantární fasciitidu (7,9 %), syndrom iliotibiálního traktu (ITBS, 7,9 %) a tendinopatii Achillovy šlachy (6,6 %).

Běžecká zranění jsou multifaktoriální povahy a existuje velké množství faktorů, které se podílejí na jejich vzniku, stejně jako preventivních opatření, která jim mohou pomoci předcházet. Názory vědců na jednotlivé rizikové faktory a opatření jsou často nejednotné, i přesto by však měly být v povědomí trenérů, terapeutů a samotných sportovců, chtějí-li optimalizovat svůj výkon a vyhnout se zraněním.

2 CÍLE

Cílem této bakalářské práce je, na základě rešerše literárních a elektronických zdrojů, shrnout poznatky o rizikových faktorech a preventivních opatřeních nejčastějších zranění, se kterými se potýkají amatérští i profesionální běžci. V praktické části bude na základě teoretických poznatků provedeno vyšetření pacienta s běžeckým zraněním a navrhnut rehabilitační plán.

3 METODIKA

Podklady pro vypracování bakalářské práce byly čerpány výhradně ze zahraničních zdrojů. Pro vyhledávání byly použity databáze PubMed, ScienceDirect, Scopus a Google Scholar. Při vyhledávání byla použita klíčová slova jako running, running injuries, biomechanics, risk factors a injury prevention v různých kombinacích v závislosti na specifikaci jednotlivých kapitol.

Celkem bylo použito 13 českých a 72 zahraničních zdrojů. Z celkového počtu 85 zdrojů bylo 19 knih, 11 systematických přehledů, 16 přehledových studií, 13 randomizovaných studií, 8 meta-analýz, 7 kohortních studií, 4 prospektivní studie, 3 srovnávací studie, 2 retrospektivní studie a 2 případové studie.

Při práci s některými studiemi byla využita AI technologie, konkrétně ChatGPT, ChatPDF a DeepL.

4 PŘEHLED TEORETICKÝCH POZNATKŮ

4.1 Běžecká zranění

Běžecká zranění mohou v průběhu kariéry postihnout běžce jakékoliv úrovně, ať už se jedná o profesionální sportovce nebo amatéry. Jsou velmi nepříjemným faktorem a sportovce mohou vyřadit na dlouhou dobu z tréninku. Incidence zranění je relativně vysoká, podle Worpa et al. (2015) kolísá v rozmezí od 19 % do 79 %. Možným důvodem tak velkého rozpětí je nejednotná definice běžeckých zranění, diverzita sledovaných probandů a různě dlouhé sledovací období. Zranění snižuje motivaci ke sportu a může být důvodem pro trvalé přerušení aktivity. Mimo to představuje i ekonomickou zátěž a některé případy mohou vést až k vynucené absenci v zaměstnání (Worp et al., 2015).

Akutní běžecká zranění jsou méně častá, jedná se nejčastěji o svalová poranění, podvrtnutí a kožní léze, jako jsou puchýře nebo odřeniny. Oproti tomu asi 80 % zranění vzniká na podkladě opakovaných mikrotraumat (Novacheck, 1998). Stupeň zátěže převyšuje schopnost tkání odolávat zvýšenému zatížení a dochází k jejich poškození. Většímu riziku jsou vystaveny vazy, šlachy a chrupavky, neboť jsou tyto tkáně méně prokrvené a jejich adaptace na mechanické zatížení probíhá pomaleji než u svalů (van Poppel et al., 2021).

Nejvíce zatěžovanou oblastí jsou dolní končetiny, zejména kolenní a hlezenní kloub a chodidlo. Mezi zranění s nejvyšší prevalencí řadí Kakouris et al. (2021) patelofemorální syndrom (16,7 %), mediální tibiální stresový syndrom (MTSS, 9,1 %), plantární fasciitidu (7,9 %), syndrom iliotibiálního traktu (ITBS, 7,9 %) a tendinopatii Achillovy šlachy (6,6 %).

Patelofemorální syndrom je jednou z nejčastějších příčin bolestí na přední straně kolene v okolí čéšky, pod ní nebo za ní. Bolest se projevuje při činnostech, kde dochází k flexi kolene, jako je běh, chůze po schodech nebo dlouhodobé sezení s pokrčenými koleny (Gaitonde, Ericksen & Robbins, 2019).

Mediální tibiální stresový syndrom (MTSS), známý též pod pojmem zánět okostice neboli periositis, je typický pro bolesti na přední vnitřní straně holeně při zatěžování. Oblast může být citlivá i na dotek. MTSS je častý u začínajících běžců ale může se projevit i při běhu po jiném povrchu, změně obuvi nebo při skokovém navýšení zátěže (Napier, 2022).

Plantární fasciitida se projevuje bolestí na spodní straně chodidla. Pacienti popisují ostrou bodavou bolest při prvních krocích, typicky ráno po probuzení nebo po delším sezení. V počátečním stádiu bolest většinou po chvíli zmizí a objevuje se opět na konci dne nebo při aktivitách zatěžujících plosku nohy. Při progresi onemocnění je bolest přítomna při jakékoliv aktivitě vyžadující stoj na nohách. Je způsobena strukturálními změnami plantární fascie při jejím

proximálním úponu k patní kosti. Navzdory koncovce „-itis“ nebývají přítomny známky zánětu, jedná se spíše o degenerativní změny tkáně a ztluštění fascie, a proto by bylo vhodnější definovat tento stav jako plantární fasciopatie (Monteagudo, de Albornoz, Gutierrez, Tabuenca & Álvarez, 2018).

Běžci se **syndromem iliotibiálního traktu** popisují pálivou bolest z vnější strany kolene s vrcholem při flexi 30° zhoršující se v průběhu aktivity nebo při delším běhu z kopce (Michaud, 2022). Iliotibiální trakt je zesílený pruh stehenní fascie jdoucí podél laterální strany stehna, do kterého se upíná m. tensor fasciae latae a m. gluteus maximus. Začíná na předním okraji crista iliaca a upíná se na Gerdyho hrbolek na laterálním kondylu tibie (Čihák, 2011). Jeho funkcí je přenášet působící síly z kyčle na koleno, napomáhat extenzi, abdukci a zevní rotaci kyčle a slouží jako stabilizátor kolenního kloubu (Flato et al., 2017).

Tendinopatie Achillovy šlachy je charakteristická bolestí v průběhu šlachy nebo při jejím úponu na patní kost. Dalšími znaky je zhoršená funkce a otok v oblasti šlachy. Jedná se o degenerativní proces se strukturálními změnami vznikající na základě přetížení a opakujících se mikrotraumat. Bolest je nejvýraznější při začátku aktivity, po zahřátí příznaky často ustupují a objevují se opět po výkonu (Napier, 2022).

4.2 Biomechanika běhu

Biomechanika běhu představuje různé interakce pohybového aparátu, k nimž dochází v průběhu běžeckého kroku. Její optimální provedení je zásadní pro ekonomický pohyb, který se vyznačuje nejnižší metabolickou náročností. Každý běžec má svou individuální formu danou anatomickými předpoklady a fyziologickými predispozicemi, které jej činí náchylnějším k určitým typům zranění. Obecné znaky biomechaniky běhu však zůstávají stejné (Michaud, 2022).

4.2.1 Fáze běžeckého cyklu

Běžecký cyklus začíná kontaktem jedné končetiny s podložkou a končí opětovným kontaktem stejné nohy. Tento okamžik se nazývá iniciální kontakt a je součástí stojné fáze. Tato fáze končí, jakmile dojde k propulzi neboli odvinutí palce a přechází do fáze švihové. Pro běh je charakteristický okamžik, kdy se obě chodidla nacházejí mimo kontakt s podložkou, což jej zásadně odlišuje od chůze (Puleo & Milroy, 2022).

Stojná fáze

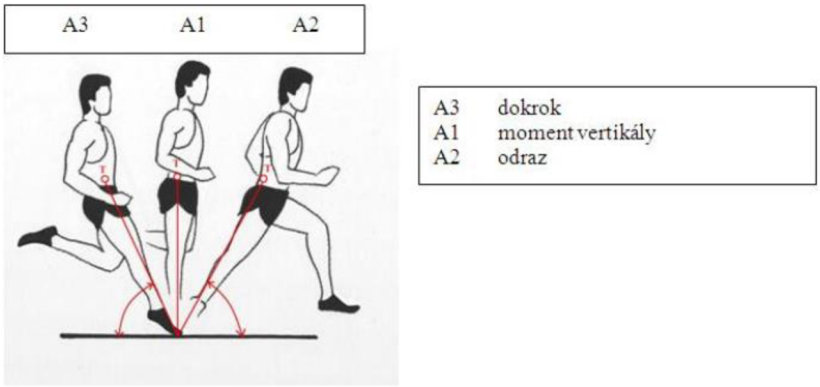
Stojná fáze se skládá ze 3 dílčích fází, mezi které patří iniciální kontakt se zemí (dokrok, došlap), moment vertikály a odraz (Obrázek 1). Při iniciálním kontaktu působí na tělo nárazové síly, které jsou absorbovány zejména dolními končetinami, avšak jejich účinky se šíří celým tělem. V první části stojné fáze až do momentu vertikály je noha v brzdné fázi a dochází k absorpci a uložení těchto sil. V druhé fázi noha využívá nahromaděnou elastickou energii k odrazu těla od země. Velkým rezervoárem této energie je Achillova šlacha, která je při došlapu napínána a při odrazu se její kontrakcí nahromaděná energie uvolní. Zmírnění a rozložení sil při došlapu napomáhá také flexe hlezenního a kolenního kloubu, která je maximální při momentu vertikály, dále svaly, šlachy, klouby a kosti nohy a bérce. Stojná fáze je zakončena odvinutím palce, při kterém je koleno a kyčel v maximální extenzi a kotník v plantární flexi (Napier, 2022).

Při kontaktu nohy se zemí je fyziologicky přítomna mírná pronace chodidla. Podílí se na tlumení nárazu při došlapu a pomáhá jej rozložit na celou plochu chodidla při momentu vertikály. Nadměrná nebo nedostatečná pronace přítomná při snížené nebo zvýšené klenbě vede ke zvýšenému zatěžování okolních tkání a podílí se tak na výskytu zranění (Puleo & Milroy, 2022).

Se zvyšující se rychlostí běhu se zkracuje doba stojné fáze. Mění se i část chodidla, která se dotkne podložky jako první. U běžců na střední a dlouhé vzdálenosti dominuje dopad přes patu nebo střední část chodidla, naopak u sprinterů je nečastější dopad na předonoží, kdy se pata u většiny běžců ani nedotkne podložky (Novacheck, 1998).

Obrázek 1

Stojná fáze běhu (http://pf.ujep.cz/~nosek/atletika/hladke_sv_technika.html)



Švihová fáze

Švihová fáze, někdy nazývána i jako letová, tvoří asi 60 % běžeckého cyklu (Obrázek 2). V určitém okamžiku se jedna noha nachází v začátku švihové fáze, zatímco druhá je v konečné fázi švihu. Obě končetiny se tedy ve stejnou chvíli nachází nad podložkou. Švihová fáze začíná počátečním švihem, noha se dostává z pozice za trupem před těžiště těla a končí v okamžiku maximální flexe v koleni. Zároveň dochází k zahájení dorzální flexe v hlezenním kloubu. Následuje mezišvih trvající do okamžiku, než se tibie dostane do vertikálního postavení. Závěrečnou fází je konečný švih, při kterém kolenní kloub přechází do extenze a dolní končetina se připravuje k dokroku. Energie potřebná k této fázi vzniká uvolněním elastické energie, která byla nahromaděna v průběhu stojné fáze (Napier, 2022; Vařeka, 2009).

Obrázek 2

Fáze běžeckého cyklu (https://finishlinept.com/running/how-the-hip-moves-in-running/)

Poznámka. „Stance Phase“ = stojná fáze, „Swing Phase“ = švihová fáze

4.2.2 Typy došlapu

V běžeckém cyklu je kladen největší důraz právě na došlap a stojnou fázi, neboť té je přičítán nejvyšší podíl na vzniku zranění. Dřívější tvrzení, která pojí došlap na patu s vyšším rizikem zranění, a došlap na špičku pokládají za ekonomičtější, jsou novějšími studiemi zpochybňována. U každého typu došlapu dochází k zatěžování jiných struktur a s tím k výskytu specifických zranění (Napier, 2022).

Během kontaktu běžce se zemí vzniká reakční síla podložky. Je rovna síle, kterou působí běžec na podložku, avšak s opačným směrem. Její velikost závisí zejména na rychlosti běhu a hmotnosti běžce, dále na tvrdosti povrchu a účinnosti tlumení bot. Představuje asi 2 až 3násobek tělesné hmotnosti běžce (Tvrzník, Soumar & Škorpil, 2006).

Při došlapu na patu dochází nejdříve k mírné supinaci a přesunu po malíkové hraně, poté chodidlo přechází do pronace a odraz je proveden přes přední palcovou část. Kolenní kloub je ve větší extenzi než při dopadu na předonoží a hlezno se nachází v dorzální flexi, čímž vystavuje vyššímu zatížení m. tibialis anterior, který provádí brzdnou práci. Na kotník, chodidlo a svaly lýtka jsou kladeny nižší nároky, oproti tomu je vystaven většímu zatížení kolenní kloub. Došlap na patu je tedy spojen s častějšími obtížemi v oblasti kolene (Napier, 2022).

Došlap na přední část chodidla je spojen s plantární flexí hlezna a vyžaduje větší brzdné síly. Jsou kladeny vyšší nároky na příčnou klenbu nohy, lýtkové svaly a Achillovu šlachu, které mají za úkol náraz tlumit. Tato technika je přítomná spíše u profesionálních běžců s dostatečnou kondicí lýtkových svalů. Naopak síly působící na koleno a m. tibialis anterior jsou menší (Napier, 2022; Tvrzník et al., 2006).

4.2.3 Svaly zapojené při běhu

Běh je umožněn díky vzájemné spolupráci jednotlivých struktur pohybového systému. Kostra, jakožto pasivní složka systému, je působením nervosvalového systému a zapojením zejména příčně pruhovaných svalů uváděna do pohybu. Lidské tělo je složeno z asi 600 svalů, které, v závislosti na pohlaví a konstituci, tvoří 25–50 % hmotnosti těla. Pro běh jsou nejdůležitější svaly dolních končetin, avšak k optimálnímu zvládnutí pohybu je zapotřebí rovněž zapojení svalů středu těla a horních končetin. Úloha svalů trupu je zajistit stabilitu horní poloviny těla a korigovat rotaci pánve v jejím fyziologickém rozsahu. Pohyb paží při pohybu kontralaterální dolní končetiny přispívá k udržení rovnováhy a stability trupu. Zároveň paže vyvažují samy sebe a přispívají tím k předozadnímu pohybu nad pohybem do stran (Puleo & Milroy, 2022; Tvrzník, Soumar & Soulek, 2004).

Svaly dolních končetin představují asi polovinu celkové hmotnosti všech svalů (Čihák, 2011). Jejich zapojení je nevýraznější krátce před počátečním kontaktem a hned po něm, tedy na konci švihové fáze a na začátku stojné (Obrázek 3). Zdá se, že aktivace v tomto okamžiku je více důležitá než při fázi odrazu (Novacheck, 1998).

Na začátku stojné fáze a krátce před ní je nejvýraznější zapojení m. quadriceps femoris, zejména jedné z jeho hlav (m. rectus femoris), jehož úkolem je zpomalit flexi kolene a společně s m. gastrocnemius svou excentrickou kontrakcí tlumit náraz a absorbovat síly vznikající při došlapu. Mimo flexi v koleni napomáhá absorpci sil i flexe hlezenního kloubu spojená se stočením chodidla do pronace. Nadměrné exkurzi tohoto pohybu zabraňuje m. tibialis posterior. V kyčelním kloubu dochází aktivací gluteálních svalů a hamstringů k extenzi.

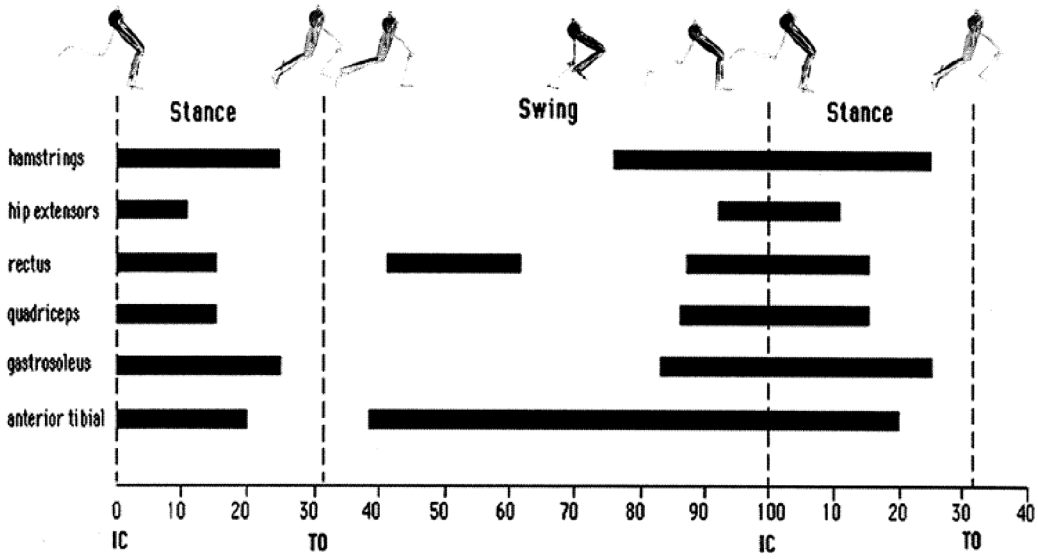
Při momentu vertikály, kdy se tělo nachází v nejvyšším bodě stojné nohy, je potřeba dynamické stabilizace svaly. Velké nároky jsou kladeny na pánev. Pro její udržení v rovině a zabránění poklesu opačné strany hraje důležitou roli m. gluteus medius. M. quadriceps femoris se prodlužuje, zatímco gluteální svaly a hamstringy se koncentricky stahují. Koleno se nachází v maximální flexi a chodidlo přechází z pronačního postavení do supinace (Michaud, 2022).

Konec stojné fáze vrcholí odrazem, kdy dochází k uvolnění energie absorbované při dopadu. Kolenní a kyčelní kloub se nacházejí v maximální extenzi díky zapojení hamstringů, zejména m. biceps femoris, gluteálních svalů a kvadricepsu. V oblasti bérce je chodidlo díky m. gastrocnemius, m. soleus a m. tibialis posterior taženo do plantární flexe. Pata i koleno jsou zvedány vzhůru a napomáhají tak flexorům kyčle v další fázi (Michaud, 2022; Novacheck, 1998).

V průběhu švihové fáze přechází končetina ze zanožení do flexe a dostává se před tělo, připravena udělat další krok. Na flexi kyčelního kloubu se podílejí m. iliopsoas, m. tensor fasciae latae, m. rectus femoris a m. sartorius. Kolenní kloub je na začátku fáze stahem hamstringů uveden do flexe, ke konci pohybu však opět přechází do extenze. I v tomto okamžiku zůstávají hamstringy aktivní a excentrickou kontrakcí zabraňují přílišnému propnutí. Jejich dostatečná síla je při běhu nezbytná, neboť zamezují příliš dlouhému kroku a podílejí se na absorpci a uvolnění energie. Hlezenní kloub se aktivitou m. tibialis anterior dostává do dorzální flexe (Napier, 2022).

Obrázek 3

Zapojení svalů při běhu (Novacheck, 1998)



4.2.4 Nožní klenba

Chodidlo tvoří základ každého našeho kroku. Jedná se o pružný celek složený z kostí, kloubů, svalů, vazů a šlach, jejichž vzájemná souhra zajišťuje jeho sílu a stabilitu při opoře pohybu. Nožní klenba je klenuta podélně a příčně a spojuje tři základní body nezbytné pro oporu, kterými jsou patní kost, hlavička prvního a hlavička pátého metatarsu (Vařeka, 2009).

Podélná klenba je přítomna na mediální a laterální straně chodidla, přičemž na mediální straně je vyšší. Za vrchol podélné klenby je považována os naviculare. Na jejím udržení se podílejí vazy plantární strany chodidla, z nichž největší význam má lig. plantare longum, jdoucí od patní kosti k hlavičkám metatarzů. Samotné vazy však k udržení klenby nestačí, a proto je potřeba zapojení svalů, zejména m. tibialis posterior, m. flexor digitorum longus, m. flexor hallucis longus a krátkých povrchových svalů planty (Obrázek 4). Svou roli hraje i m. tibialis anterior, který svým tahem za povrchovou plantární aponeurózu zvedá mediální stranu nohy vzhůru (Dylevský, 2009; Kolář et al., 2009; Napier, 2022).

Příčná klenba se rozpíná mezi hlavičkou prvního a pátého metatarsu. Je relativně plochá a spočívá na zemi prostřednictvím měkkých tkání. Je tvořena napříč probíhajícími vazy na plantární straně chodidla a šlašitým třmenem, který slouží k podchycení svalů m. tibialis anterior a m. fibularis longus. Hlavní svaly udržující klenbu jsou m. adductor hallucis, m. peroneus longus a m. tibialis anterior. Klenba je relativně plochá a spočívá na zemi prostřednictvím měkkých tkání (Čihák, 2011; Kapandji, 1987).

Obrázek 4

Nožní klenba (Čihák, 2011)

4.3 Přehled rizikových faktorů

Názory autorů na rizikové faktory, které mají vliv na vznik zranění souvisejících s během, jsou nejednotné. Důvodem toho mohou být odlišné postupy měření a rozdílná klasifikace zranění. Rizikové faktory lze rozdělit na vnitřní a vnější. Mezi vnitřní faktory patří biomechanika pohybu, anatomie a osobní znaky jedince. Vnější faktory zahrnují tréninkové charakteristiky. Vznik zranění je však multifaktoriální povahy a je potřeba na tento proces nahlížet komplexně (Sanfilippo et al., 2021). V následujících odstavcích budou popsány nejčastěji diskutované rizikové faktory.

4.3.1 Vnitřní rizikové faktory

Věk

Hulme, Nielsen, Timpka, Verhagen a Finch (2017) ve své systematické review došli k závěru, že vliv věku na RRI je komplexní a nelze jej jednoznačně potvrdit nebo vyvrátit. Ze 34 zkoumaných studií našlo 9 z nich statisticky významný vztah mezi věkem a RRI, avšak výsledky nebyly konzistentní a v některých případech byly dále ovlivněny pohlavím.

Například pro jedince ve věku 30-34 let našli zvýšené riziko poranění přední části stehna v porovnání s jedinci mladšími 29 let. Podle jiné studie je u žen <31 let snížené riziko vzniku nového zranění ale naopak, nižší věk mírně zvyšoval riziko stresových zlomenin. Některé důkazy nízké kvality naznačovaly spojitost vyššího věku se zvýšeným rizikem celkového zranění. Celkové důkazy tedy naznačují, že ačkoli podle některých studií může věk hrát roli při vzniku RRI, existují rozpory a obecný vědecký konsenzus se přiklání k tomu, že věk má pro vznik RRI malý význam (Hulme et al., 2017).

Pohlaví

Hulme et al. (2017) dále zkoumal vliv pohlaví. Z 16 uvedených studií většina nenašla významný vztah mezi pohlavím a RRI.

Dle jedné prospektivní studie bylo mírně vyšší riziko zranění u mužů v porovnání s ženami. Některé studie navíc uváděly, že muži ve věku do 40 let měli vyšší pravděpodobnost vzniku zranění v porovnání s jejich ženskými protějšky. Jiné studie naopak zjistily významně vyšší prevalenci bolestí u žen a zároveň vykazovaly vyšší riziko poranění kyčle, nikoli však zranění hamstringů nebo lýtka. Vzhledem k odlišným výsledkům nelze jednoznačně říci, zda má pohlaví vliv na RRI a je potřeba dalších výzkumů k objasnění této problematiky (Hulme et al., 2017).

Body mass index

BMI neboli index tělesné hmotnosti posuzuje hmotnost jedince vzhledem k jeho výšce. Podle Světové zdravotnické organizace se optimální hodnoty pohybují v rozmezí 18,5 kg/m^2 až 24,9 kg/m^2 (Weir & Jan, 2023).

Názory vědců na spojitost BMI se zraněním jsou odlišné. Sanfilippo et al. (2021) hodnotí jako rizikovou vyšší hmotnost běžce, avšak s BMI, podobně jako Hulme et al. (2017), žádnou spojitost nezaznamenal. Oproti tomu Nielsen et al. (2013) a Buist, Bredeweg, Lemmink, van Mechelen a Diercks (2010) došli k závěru, že BMI hraje důležitou roli u začínajících běžců. Hodnoty BMI > 25 kg/m^2 se pojí se zvýšeným rizikem zranění až o 31,8 %. Na rozdíl od hypotézy, kde se očekávalo, že jedinci s normálním BMI budou mít nejnižší riziko, studie ukázala, že jedinci s BMI <20 kg/m^2 čelili nejnižšímu riziku zranění. Nicméně, kvůli malému počtu probandů s velmi nízkým BMI (<18 kg/m^2) je nutný další výzkum k určení rizikových profilů těchto jedinců.

Hmotnost

Vztah mezi tělesnou hmotností a rizikem zranění zkoumal Hulme et al. (2017) ve své systematické review. Z přehledu vyplynulo, že neexistuje dostatečná spojitost nižší ani vyšší hmotnosti se zvýšenou pravděpodobností vzniku zranění souvisejících s během. Některé studie sice uváděly statisticky významné souvislosti mezi poraněním chodidla a plantární fascie, ale celkové výsledky byly spíše rozporuplné, a proto je třeba je interpretovat s obezřetností.

Předchozí běžecké zranění

Většina studií se shoduje na faktu, že výskyt předchozího zranění představuje vysoké riziko opětovného výskytu zranění. V návaznosti na předchozí nebo stále přetrvávající bolest může dojít za účelem snížení bolesti ke změně biomechaniky pohybu. Běžecký krok se stává méně efektivním a ve zvýšené míře zatěžuje ostatní struktury. Někteří autoři považují tento faktor za nejvýznamnější při výskytu nového zranění (Hulme et al., 2017; Sanfilippo et al., 2021).

Rozdílná délka končetin

Rozdílná délka končetin (leg length discrepancy, LLD) je mezi vědci a lékaři již mnoho let kontroverzním tématem. Názory na různé aspekty LLD, včetně toho, jak velký rozdíl je již klinicky významný, prevalenci v populaci, validitu a reliabilitu metod měření nebo vlivu LLD na funkci, jsou však nejednotné. Rozdílná délka končetin může významně ovlivnit biomechaniku pánve a dolních končetin. Posléze dochází k sešikmení pánve ve frontální rovině a tím se vytváří obraz funkční skoliózy, bolesti spodní části zad, asymetrie kroku, dochází k většímu opotřebení kloubů,

následnému rozvoji artrózy kyčle či kolene a dalším ortopedickým obtížím. LLD může vznikat na podkladě strukturálních deformit, jako je nestejná délka kostí, nebo funkčních deformit, pramenících ze změny v biomechanice pohybu, kloubních kontraktur nebo svalovým oslabením či zkrácením (Khamis & Carmeli, 2017).

Dle Knutsona (2005) má 90 % lidí rozdílnou délku dolních končetin, přičemž průměrný rozdíl činí 5,2 mm. Na základě své studie došel k závěru, že rozdíl v délce končetin do 15 mm u sportujících jedinců nebo do 20 mm u běžné populace nevyvolává žádné obtíže a není třeba do této asymetrie zasahovat.

Výška podélné klenby chodidla

Nožní klenba má při běhu svou nezastupitelnou roli v podobě absorpce nárazových sil působících na chodidlo při dopadu. Podélná klenba nožní se skládá ze tří oblouků, které spojují 3 základní opěrné body chodidla (Napier, 2022).

Jedním z často diskutovaných témat z hlediska běžeckých zranění je výška mediálního oblouku podélné klenby chodidla, tzv. navicular height (NH), která je dána vzdáleností nejvyššího bodu klenby, os naviculare, od podložky. V závislosti na její výšce je možno mediální klenbu hodnotit jako vysokou, normální nebo sníženou (Tong & Kong, 2013). Měření NH probíhá ve statických a dynamických podmínkách. Mnohé studie potvrdily, že statické měření nevypovídá o funkci chodidla v dynamických aktivitách a nelze jej tedy započítat jako rizikový faktor zranění (Pérez-Morcillo et al., 2019).

Pérez-Morcillo et al. (2019) a Tong a Kong (2013) došli k závěru, že abnormální výška klenby je spojována s vyšším výskytem zranění v porovnání s klenbou normální.

Snížená klenba, někdy označována též jako plochá noha, souvisí se zvýšenou pronací chodidla při došlapu. Z důvodu tohoto postavení může docházet k většímu zatěžování nožních struktur a následnému výskytu zranění, jako je MTSS, tendinopatie Achillovy šlachy, patelofemorální bolesti a přetížení šlachy m. tibialis posterior. Příčiny těchto zranění jsou však multifaktoriální a je potřeba komplexního pohledu (Neal et al., 2014, Okamura et al., 2022).

Chodidlo s vysokou klenbou se přirozeně nachází v supinačním postavení, což vede ke sníženému rozsahu pronace při fázi opory, neboť v kontaktu s podložkou je pouze jeho vnější část. Pronace v průběhu běžeckého cyklu se pojí s vnitřní rotací tibie a flexí kolene, její omezený rozsah může vyústit ve sníženou flexi kolene a zvýšenou tuhost. Následkem toho nedochází k dostatečnému absorbování nárazových sil chodidlem, jejich působení se posouvá na vyšší struktury dolní končetiny a způsobuje tak jejich nadměrné zatížení (Williams, Davis, Scholz, Hamill & Buchanan, 2004).

Q-úhel

Q-úhel je definován jako úhel, který svírá pomyslná čára spojující spina iliaca anterior superior se středem čéšky a čára vedoucí z tuberositas tibiae skrz střed čéšky. Představuje výsledný vektor síly m. quadriceps femoris a patelární šlachy působící na patelu (Sharma, Vaibhav, Meshram, Singh & Khorwal, 2023).

Měření probíhá nejčastěji v leže na zádech s extendovanými koleny a relaxovaným m. quadriceps femoris za využití goniometru. Někteří výzkumníci však preferují k měření používat pozice, které lépe vypovídají o funkčním statusu dolní končetiny, jako je stoj nebo konkrétní pohyb. Nejednotnost v měření ale představuje problém při porovnávání výsledků jednotlivých studií a pro objektivizaci by bylo vhodné zavést standardizovanou techniku.

Průměrné hodnoty naměřené vleže jsou u mužů 14° a u žen 17°. Předpokládá se, že překročení úhlu 15° - 20° vede k dysfunkci extensorů kolene a přispívá ke vzniku patologií v patelofemorálním kloubu, jako je patelofemorální syndrom, chondromalacia patellae či subluxace až luxace pately. Jedná se však pouze o jeden z více faktorů přispívajících vzniku zranění a jako samostatný faktor nemusí být plně vypovídající (Sharma et al., 2023).

Rozsah flexe v kolenním kloubu

K maximální flexi v kolenním kloubu dochází při momentu vertikály ve stojné fázi. Normální hodnoty se pohybují kolem 45°, nižší hodnoty jsou spojovány se zhoršenou absorpcí reakčních sil a zvýšeným rizikem zranění. Některá data poukazují na spojitost snížené flexe v koleni při stojné fázi s výskytem patelofemorálního syndromu. Tuhost kolenního kloubu může mít za následek snížení tohoto úhlu a je spojována se stresovou zlomeninou tibie (Souza, 2016).

Rozsah extenze v kyčelním kloubu

Snížený rozsah kyčelního kloubu do extenze na konci švihové fáze je často pozorovatelný u běžců začátečníků. Podle některých studií je tento nedostatek vysvětlován sníženou flexibilitou m. iliopsoas. Avšak, určit optimální rozsah extenze je obtížné, neboť pro každého běžce může být odlišný v závislosti na jeho specifické běžecké formě. Mezi typické kompenzační mechanismy patří zvýšená lordóza v bederním úseku páteře, anteverze pánve, prodloužení běžeckého kroku, došlap před těžiště těla a zvýšená kadence (Souza, 2016).

Došlap

Ve společnosti dlouho přežíval názor, který démonizoval došlap na patu a vyzdvihoval došlap na přední část chodidla z hlediska jeho vyšší efektivity a nižšího výskytu zranění. Nové

poznatky jsou však s tímto tvrzením v rozporu. Optimální došlap je výsledkem vícero proměnných, které souvisí mimo jiné s rychlostí běhu, předchozími zkušenostmi nebo s výskytem běžeckých zranění. Záleží tedy na konkrétním jedinci a jeho dispozicích a zkušenostech (Anderson, Bonanno, Hart & Barton, 2020; Napier, 2022).

Existují tři základní typy došlapu – došlap na předonoží neboli „forefoot strike“ (FFS), dopad na střed chodidla neboli „midfoot strike“ a dopad na patu, tzv. „rearfoot strike“ (RFS). Někteří autoři toto dělení zjednodušují a termíny midfoot strike a forefoot strike označují souhrnným názvem „non-rearfoot strike“ (Almeida, Davis & Lopes, 2015).

Běžci, kteří dopadají na přední část chodidla, mají při iniciálním kontaktu větší míru flexe v kolenním kloubu. To je nejspíš způsobeno kratší délkou kroku, která se rovněž pojí s tímto došlapem. Kratší kroky vykazují snížení nárazových sil a zatížení působící na kolena a kyčle. Běh s došlapem na předonoží však vyžaduje větší zapojení svalů lýtka a chodidla, které svou excentrickou kontrakcí brzdí pohyb a umožňují tak optimálnější tlumení nárazových sil. Vystavuje tedy vyššímu zatížení kotník a Achillovu šlachu. Pokud nejsou tyto svaly dobře trénované, může dojít k přetížení šlachy nebo bolestem v oblasti předonoží (Almeida et al., 2015; Larsen, Zürcher & Altmann, 2021; Xu et al., 2021).

Almeida et al. (2015) uvádí, že 89 % běžců využívá při běhu došlap na patu. Důvodem toho může být skutečnost, že většina běžeckých bot je vyrobena s tlustší podrážkou a vyvýšením v zadní části, což umožňuje pohodlný dopad na patu. Oproti dopadu na předonoží je však běžec vystaven větším nárazovým silám, které jsou hůře absorbovány chodidlem, šíří se dále a ve větší míře zatěžují koleno. Běžci s dopadem na patu jsou vystaveni většímu riziku vzniku patelofemorálního syndromu, stresových zlomenin nebo plantární fasciitidě.

Délka kroku

Délka běžeckého kroku představuje vzdálenost mezi iniciálním kontaktem jedné nohy s podložkou a opětovným kontaktem stejné nohy. Optimální délka kroku pomáhá dosáhnout lepší efektivity běhu a minimalizovat energetické ztráty. Chodidlo by mělo dopadat přímo pod těžiště těla, což pomáhá snížit nárazové síly a lépe využít energii absorbovanou při dopadu k odrazu. Dopad pod těžiště těla snižuje zatížení vyvíjené na klouby a svaly a snižuje tak riziko výskytu MTSS, stresových zlomenin a bolestí kolen.

Sundaramurthy et al. (2023) zkoumali účinky zkrácení běžeckého kroku na biomechaniku dolních končetiny a riziko vzniku stresových zlomenin tibie. Výzkumu se zúčastnilo 20 žen rozdílných postav. Hodnoty byly měřeny při rychlosti běhu 3 m/s v preferované délce kroku a následně v délce kroku zkrácené o 10 %. Ze studie vyplývá, že snížení kroku o 10 % vedlo

k omezení addukce a vnitřní rotace v kyčelním kloubu a k výrazně nižšímu riziku stresové zlomeniny tibie.

Pokud k iniciálnímu kontaktu dochází před těžištěm, je krok příliš dlouhý a běžně se označuje termínem „overstriding“, pro který je typický dopad na patu za současné extenze v kolenním kloubu. V tomto nastavení jsou dolní končetiny vystaveny větším brzdným silám a ve větší míře jsou zatěžovány svaly a klouby (Schubert, Kempf & Heiderscheit, 2014).

Frekvence kroku

Frekvence běžeckého kroku neboli kadence udává počet kroků za minutu a hraje důležitou roli v efektivitě běhu. Amatérští běžci mají kadenci okolo 150-170 kroků/min, elitní závodníci se mohou dostat až na 200 kroků/min. Za optimální se považují hodnoty v rozmezí od 160-180 kroků/min. Běh při tomto rytmu pomáhá snížit nárazové síly a zlepšit jejich absorpci. Zamezuje nadměrné vertikální oscilaci těžiště těla vedoucí ke zvýšeným ztrátám energie. Díky kratším a rychlejším krokům vynaloží běžci menší úsilí a mohou tak lépe odolávat únavě a udržet vysoké tempo po delší dobu (Schubert et al., 2014).

Doba kontaktu se zemí

Chodidlo je v kontaktu se zemí během stojné fáze běžeckého cyklu. Jejím úkolem je absorbovat nárazové síly, následně je uvolnit a využít k pohybu vpřed. Prodloužená doba stojné fáze zvyšuje zatížení působící na struktury dolních končetin a reakční síly podložky vedoucí ke zhoršení ekonomiky běhu a zvýšení spotřeby kyslíku. Následkem je dřívější příchod únavy a zhoršení schopnosti tlumit nárazy, čímž vystavuje běžce zvýšenému riziku zranění (Koldenhoven, Virostek, DeJong, Higgins & Hertel, 2020).

Vertikální oscilace

Při běžeckém kroku dochází k vychýlení těžiště těla směrem nahoru a dolů, označovaném jako vertikální oscilace. Nadměrná oscilace vede ke zvýšení energetické náročnosti běhu a může mít dopad na celkovou efektivitu kroku a výkon. Zvyšuje nárazové síly, které se pojí s rizikem výskytu plantární fasciitidy, patelofemorálního syndromu, stresové zlomeniny tibie nebo s tendinopatií Achillovy šlachy (Adams, Pozzi, Willy, Carrol & Zeni, 2018).

Moderní zařízení, jako jsou sportovní hodinky, jsou již schopné měřit vertikální oscilaci. Fyzioterapeutům a trenérům tak umožňuje zhodnotit techniku běhu bez využití laboratoře a kontrolovat změny v průběhu tréninků (Adams et al., 2018).

Náklon trupu

Trup představuje segment od velkých trochanterů femuru po glenohumerální klouby. Tvoří asi 50 % hmotnosti těla a jeho nastavení může výrazně ovlivnit zatížení působící na dolní končetiny při běhu. Mírné zvýšení náklonu trupu (o 7°) vede k výraznému snížení zatížení působící na patelofemorální kloub (Souza, 2016). Zároveň však zatěžuje ve větší míře hamstringy a m. gluteus maximus a může vést k jejich přetížení. Vzhledem k tomu, že kyčelní kloub absorbuje a generuje při běhu méně než 10 % energie a na dolní končetině představuje místo s nejnižší incidencí zranění, může být strategie přesunu mechanické energie na méně zatěžované místo přínosná zejména u běžců s bolestmi v oblasti kolenního kloubu (Teng & Powers, 2015).

Leg stiffness

„Leg stiffness“ neboli tuhost dolních končetin popisuje schopnost segmentu odolávat deformacím jako odpověď na působící síly vznikající při dopadu. Optimální míra tuhosti umožňuje efektivní přeměnu potenciální energie, uložené v elastických tkáních během excentrické kontrakce svalů při dopadu, na kinetickou energii, využitou při kontrakci koncentrické. Adekvátní tuhost snižuje metabolickou náročnost běhu a zvyšuje jeho efektivitu. Nadměrná tuhost může mít za následek sníženou schopnost absorpce nárazů vedoucí k riziku poranění zejména kostěných struktur. Snížená tuhost se naopak vyznačuje nedostatkem stability a kontroly při běhu a zvyšuje riziko akutních úrazů jako jsou výrony kotníků nebo zlomeniny. Dále umožňuje větší rozsah pohybu v kloubech a klade vyšší nároky na práci svalů při poskytování opory, čímž vystavuje běžce riziku poranění především měkkých tkání (Maloney & Fletcher, 2021; Moore et al., 2019; Williams et al., 2004).

„Hamstring: quadriceps“ ratio

H: Q neboli hamstring: quadriceps ratio značí silový poměr mezi antagonistickými svalovými skupinami kolenního kloubu. Běžné hodnoty se pohybují okolo 0,66. Změna v poměru je považována za rizikový faktor pro natažení nebo natržení hamstringů či poranění předního zkříženého vazu (ACL). Předpokládaným důvodem poranění je nedostatečná schopnost hamstringů svou excentrickou kontrakcí kontrolovat rozsah pohybu do flexe v kyčli a extenze v koleni během dynamických pohybů. Typickým příkladem je sprint (Bhatt et al., 2020).

Odhalení relativního oslabení hamstringů může sloužit dvěma hlavním účelům. Pomáhá identifikovat svalovou nerovnováhu v předzávodním období a slouží jako informace k navržení vhodného silového tréninku k dosažení optimálního výkonu. Dále umožňuje odhalit svalovou

nerovnováhu po předchozím zranění a nastavit tak vhodný rehabilitační proces (Bhatt et al., 2020).

Síla kyčelních abduktorů

Mezi hlavní sval provádějící abdukci v kyčelním kloubu řadíme m. gluteus medius, jako pomocné pak m. gluteus minimus, m. tensor fasciae latae, m. piriformis a při současné flexi kyčle i m. gluteus maximus a m. obturatorius internus (Čihák, 2011). V průběhu běžeckého cyklu působí tyto svaly jako stabilizátory pánve a dolních končetin. Jejich dostatečná síla zlepšuje kinematiku kolenního kloubu a zabraňuje jeho výchylce mediálním směrem, označované jako valgózní postavení. Při něm je přítomna addukce a vnitřní rotace femuru, abdukce kolene, zevní rotace a anteriorní posun tibie a everzní postavení v hlezenním kloubu. V tomto postavení je nadměrně zatěžován iliotibiální trakt, což vede k riziku vzniku ITBS. Vliv valgozity kolen na jiná zranění, jako je patelofemorální tendinopatie a tendinopatie Achillovy šlachy, však zůstává neprůkazný (Mucha, Caldwell, Schlueter, Walters & Hassen, 2017).

4.3.2 Vnější rizikové faktory

Charakteristiky tréninku

Sanfilippo et al. (2021) uvádí jako rizikové charakteristiky více jak 2 tréninky týdně, čas strávený během nad 2 hodiny/týden, objem nad 20 km/týden a délku jednotlivých běhů nad 10 km. Zvýšené riziko až o 53 % představuje přípravné období před závodem a počet soutěží v dané sezóně. Závodní běžci většinou běhají ve vyšších rychlostech, mají větší objem tréninku a častější tréninkové jednotky. Přípravné období u amatérských běžců může být rovněž rizikem, avšak důvodem je spíše skokové navýšení zátěže a nedostatečná připravenost na závod, na který se často zapisují s nedostatečným předstihem.

Další charakteristikou je navýšení objemu naběhaných kilometrů. V běžecké komunitě je často používáno tzv. „pravidlo 10 %“, které doporučuje nenavyšovat týdenní objem kilometrů o více jak 10 % v porovnání s předešlým týdnem. Je-li tedy týdenní objem 30 km, v následujícím týdnu je možné navýšit objem nejvýše o 3 km. Mezi hlavní výhody patří bezesporu jednoduchost a snadná aplikovatelnost tohoto pravidla. Na druhou stranu se soustředí pouze na krátkodobé změny v tréninku a neudává informace o dlouhodobém zatížení (Toresdahl et al., 2023).

Toresdahl et al. (2023) doporučuje jinou metodu hodnocení navyšující se zátěže. V konceptu ACWR (acute: chronic work ratio) pracuje s tréninkovým objemem daného týdne v porovnání s objemem ve 3 předešlých týdnech. Tzv. „sweet spot“, neboli hodnoty v rozmezí

od 0,8 - 1,5 hodnotí jako bezpečné a vykazující nízké riziko zranění. Oproti předešlé metodě je více individuální a zaměřuje se na zatížení z dlouhodobého hlediska.

Typ povrchu

Asfalt, atletický ovál, přírodní stezky nebo běžecký pás – to všechno jsou povrchy, které běžci nejčastěji volí pro své tréninky. Většinou preferují ty, které jsou v blízkosti jejich bydliště či zaměstnání. Při běhu dopadá běžcovo chodidlo opakovaně na zem a musí odolávat nárazovým silám, které se v závislosti na typu povrchu liší. Každý povrch tak představuje pro běžce svá specifika, o kterých by měl vědět (Puleo & Milroy, 2022).

Běh po tvrdém povrchu, jako je asfalt a beton, je často považován za rizikovější oproti běhu v terénu, neboť na běžce působí vyšší nárazové síly. Tvrdý povrch však umožňuje běžci relativně nenáročný běh, bez překážek a náhlých změn směru a je tedy ideálním pro udržení konzistentního kroku a pokoření osobních rekordů. Pokud pro svůj trénink běžci volí silnici, je třeba myslet na to, že mnohdy bývají vyklenuté a běh po stále stejné straně by pak mohl vést ke svalovým dysbalancím (Puleo & Milroy, 2022).

Atletický ovál je vyroben z gumového nebo syntetického povrchu, jenž poskytuje lepší tlumení než asfalt. Je preferován běžci na krátké a střední vzdálenosti a je ideální pro intervalový trénink. Tyto tréninky jsou většinou prováděny ve vyšších rychlostech a pojí se s vyššími nárazovými silami. Výsledný efekt tlumení potom nemusí být tak značný (Sanfilippo et al., 2021).

Oblíbenost trailového běhu v posledních letech značně vzrostla. Mnoho lidí upřednostní klid a čerstvý vzduch v přírodě před rušným prostředím města. Běh po přírodních stezkách a trávě nezatěžuje tolik klouby, dopady jsou měkčí a nabízí krásnou scenérii okolo. Je typická členitost a rozmanitost terénu, díky nepředvídatelným změnách dochází ke stimulaci neuromuskulárního systému a intenzivnějšímu zapojení svalů. Kromě rovinatých tras jsou časté běhy do kopce a z kopce. Ačkoliv se nám může zdát běh do kopce náročnějším, pro naše svaly je náročnější spíše klesání. Při sestupu svaly vykonávají brzdnou práci a na dolní končetiny působí výraznější nárazové síly, se kterými se běžec vyrovnává pomocí většího rozsahu flexe v kyčelním, kolenním a hlezenním kloubu, což snižuje tuhost v kotníku, a naopak zvyšuje tuhost kolene. Pro prevenci zranění je klíčové osvojit si správnou techniku seběhu (Vincent, Brownstein & Vincent, 2022).

Nejnovější typ povrchu představuje běžecký pás. Mezi jeho hlavní výhody patří možnost trénovat v pohodlí domova za jakéhokoliv počasí a nastavitelné možnosti rychlosti a sklonu. V porovnání s během na tvrdém povrchu jsou nárazové síly menší, neboť jsou absorbovány tlumícími systémy pásu (Dillon et al., 2022). Může tak být vhodnou alternativou pro běžce, kteří již prodělali nebo se právě potýkají s běžeckým zraněním, jako je plantární fasciitida nebo MTSS.

Naopak není vhodný pro běžce trpící tendinopatií Achillovy šlachy. Při běhu na páse je stojná noha posouvána pásem pod tělo a tím je omezena aktivní propulze, což zvyšuje zatížení šlachy. Dalším důvodem je neměnnost povrchu pásu. Při běhu venku je terén variabilnější a šlacha musí pružně reagovat na jeho změny, zatímco na páse je povrch rovný a předvídatelný. Toto konstantní zatížení může vyústit přetížení šlachy a rozvoji tendinopatie (Van Hooren et al., 2020).

Dle Van Hoorena et al. (2020) se délka a frekvence kroku oproti venkovnímu běhu nijak zásadně neliší. Rovněž elektromyografické měření aktivity svalů nevykazuje výrazné rozdíly, avšak některé svaly, jako jsou m. soleus a hamstringy, mohou být při běhu na páse aktivovány v menší míře.

Strečink

Strečink představuje soubor cvičení sloužících k protažení svalů, zvýšení kloubní pohyblivosti a svalové koordinace, zlepšuje krevní oběh a pomáhá snížit svalové i psychické napětí. Protahování svalů by mělo předcházet řádné rozehřátí. Nelson a Kokkonen (2023) uvádí 4 základní typy strečinku: balistický, proprioceptivní, statický a dynamický. Mezi nejčastěji využívané a diskutované formy patří strečink statický a dynamický.

Statický strečink je oblíbenou jednoduchou technikou protahování. Cílem je dostat konkrétní sval nebo svalovou skupinu do krajní pozice, při které je cítit mírný tah a vydržet 15–60 s. Následuje krátká pauza a cvičení je možno opakovat. Při protažení dojde k uvolnění měkkých tkání a prodloužení svalových sarkomer. Zároveň s tím se snižuje svalové napětí a dráždivost svalu, která je provázena sníženou výkonností svalu. Dle četných studií může mít statický strečink negativní vliv na svalovou sílu, vytrvalost, zhoršit výkon ve výskoku nebo rychlost běhu. Při zkoumání vlivu na prevenci zranění rovněž nebyly prokázány spojitosti. Dlouhodobé provádění strečinku vede ke zvýšení flexibility a svalové vytrvalosti. Nejúčinnější je zařadit jej po skončení tréninkové jednotky (Nelson & Kokkonen, 2023).

Dynamický strečink představuje aktivní kontrolované pohyby prováděné v celém rozsahu pohybu. Typické jsou kývavé pohyby a skoky trvající 1-3 s, při kterých je přenášen moment síly na končetiny. Díky krátkému trvání nedochází ke snížení svalového napětí a jsou aktivovány proprioceptory daných svalů, které umožňují rychlejší a silnější kontrakci. Jedná se o efektivní přípravu na dynamické pohybové aktivity a pro zvýšení sportovního výkonu se jeví efektivnějším (Nelson & Kokkonen, 2023).

Drop běžecké obuvi

Drop představuje rozdíl výšky mezi patou a špičkou běžecké boty. Boty s nízkým dropem, obvykle v rozmezí 0-8 mm, umožňují běžci přirozenější dopad a podněcují jej k iniciálnímu kontaktu přes přední nebo střední část chodidla. Kotník i koleno se nacházejí ve větší flexi což nutí běžce ke zvýšené kadenci a zkrácené délce kroku. Umožňuje také rovnoměrnější rozložení sil a snižuje zatížení působící na kolenní a kyčelní klouby (Yu et al., 2022).

Vysoký drop poskytuje více tlumení a podpory zejména v oblasti pod patou, z čehož mohou benefitovat běžci potýkající se s bolestmi paty nebo plantární fasciitidou. Pozitivní dopad má rovněž u tendinopatií Achillovy šlachy, neboť podněcuje k došlapu na zadní část chodidla a tím snižuje zatížení působící na šlachu. Na druhou stranu dopad na patu svádí k nadměrnému prodlužování kroku a zvyšuje zatížení působící na kyčle a kolena. Zhang, Zhou, Zhang, Liu a Yu (2022) porovnávali vliv výšky dropu na přítomnost PFP a za rizikový pro vznik obtíží považují drop ≥ 10 mm. Běžcům s touto problematikou je tedy doporučována obuv s nižším dropem.

Výběr optimálního dropu by měl být proveden na základě individuálních faktorů, jako je běžecká forma, historie zranění a osobní preference. Při přechodu na jiný typ dropu je potřeba postupná změna, aby se tělo stihlo adaptovat na změny v biomechanice pohybu a rozdílnému zatížení (Sun, Lam, Zhang, Wang & Fu, 2020).

Typ obuvi

V posledních 50 letech prošly běžecké boty velkými změnami. Od jednoduchých modelů přes vysoce podpůrné a tlumené zpět k minimalistickým. Jsou navrženy tak, aby poskytovaly komfort, zlepšovaly výkon a snižovaly riziko zranění. Navzdory teoretickým benefitům tlumených bot ve snižování nárazových sil se výskyt běžeckých zranění v posledních letech nezmenšil (Sun et al., 2020).

Odpružené boty jsou nejčastěji vyrobeny ze silnější vrstvy mezipodešve s rozdílem mezi patou a špičkou, tzv. „dropem“, okolo 10 až 12 mm. Tento koncept umožňuje lepší absorpci sil a tlumení nárazů, což je výhodné zejména při delším běhu na tvrdém povrchu nebo u běžců s vyšší hmotností. Systém tlumení poskytuje běžci komfort, na druhou stranu výrazně zvyšuje hmotnost boty. Každých 100 g navíc zvyšuje metabolické nároky běhu o 1 %. Vyvýšená pata může vést ke změně v biomechanice pohybu a podporovat nášlap na patu. Silná podrážka omezuje senzorické vjemy z chodidla a zhoršuje propriocepci, což ovlivňuje vnímání polohy nohy běžce a potenciálně zvyšuje riziko zranění (Michaud, 2022; Sun et al., 2020).

Minimalistická obuv se vyznačuje vysokou pružností, malým nebo žádným tlumením a nízkým až nulovým dropem, čímž umožňuje chodidlu přirozený pohyb (Knapik, Orr, Pope &

Grier, 2016). Při běhu v minimalistických botách mají běžci tendenci k našlapování na předonoží a zvýšení kadence běhu. Oba tyto parametry mají za výsledek snížení vertikálního zatížení a nárazových sil, čímž přispívají k prevenci zranění. Došlap na předonoží však ve větší míře zatěžuje svaly chodidla a bérce a může vést k přetížení Achillovy šlachy nebo nártních kostí, označované jako metatarsalgie (Larsen et al., 2021; Napier, 2022).

Nelze tedy jednoznačně říci, která obuv je vhodnější pro prevenci zranění. Vždy záleží na konkrétním jedinci, jeho biomechanice pohybu a osobních preferencích. Při změně typu běžecké obuvi je důležité postupovat postupně, aby se běžec stihl adaptovat na odlišné podmínky zatížení. Náhlý přechod na jiný model může vést ke vzniku zranění (Napier, 2022; Sun et al., 2020).

Únava

Únava vyvolaná náročným tréninkem, nedostatečnou regenerací či dalšími faktory, se podílí velkou mírou na změnách v biomechanice pohybu. V důsledku těchto změn se pohyb stává méně efektivním a schopnost těla účinně rozložit působící síly se zhoršuje. Prodlužuje se stojná fáze běžeckého cyklu a tím se zvyšují nárazové síly o 6-11 %. Tyto síly ovlivňují zrychlení určitých segmentů těla („peak acceleration“, nejčastěji se měří na tibii), a můžeme je považovat za ukazatele míry zatížení působícího na tělo. Čím vyšší jsou tyto síly, tím vyšší je riziko vzniku zranění z přetížení. Pro úplné potvrzení této myšlenky je však potřeba dalšího výzkumu (Zandbergen et al., 2023). U běžců s došlapem na patu je vystavena většímu zatížení zejména oblast paty, prvního metatarzu a halluxu, při došlapu na přední část se jedná o první až třetí metatarz (Vincent et al., 2022).

Mezi další znaky únavy patří zvýšení vertikálního posunu těžiště. Změny byly pozorovány u začínajících běžců a jsou vysvětlovány zvýšením flexe v KOK. U zkušených běžců k posunu nedocházelo, pravděpodobně z důvodu více zkušeností a schopnosti odolávat únavě. Zvýšená flexe kolene indukována únavou se projevuje jak při iniciálním kontaktu, tak během letové fáze. Vyšší ohyb při došlapu, způsobený únavou svalů provádějících extenzi kolene, činí pohyb energeticky náročnějším (Zandbergen et al., 2023).

Neschopnost kontroly pohybu při únavě zvyšuje riziko pohybových chyb, asymetrií a schopnosti účinně rozložit síly. Běžci, kteří se potýkají s muskuloskeletálními potížemi, mohou pokračováním v běhu navzdory únavě zhoršit již existující problémy anebo vyvolat problémy nové (Zandbergen et al., 2023).

4.4 Preventivní opatření

Pravidelná fyzická aktivita přináší řadu zdravotních benefitů a podporuje dobrý psychický stav jedince. U aktivních jedinců je však vysoká incidence zranění. Znalost a zařazení preventivních opatření do tréninkového plánu může výrazně snížit jejich výskyt a optimalizovat výkon jedince.

Warm-up

Adekvátní rozehřátí před cvičením přináší řadu fyziologických výhod, které jsou důležité pro optimální výkon a prevenci zranění. Mezi tyto výhody patří zvýšení tělesné teploty, což zlepšuje pružnost svalů, snižuje jejich tuhost a podporuje metabolické procesy ve svalech. Díky těmto reakcím vykazují svaly lepší funkci a výkonnost, rychlejší vedení akčních potenciálů, což umožňuje rychlejší svalovou kontrakci a lepší zásobování svalů kyslíkem. Z psychologického hlediska rozcvičení zlepšuje soustředění, motivaci a připravenost na cvičení (McGowan, Pyne, Thompson & Rattray, 2015).

Jedním z poměrně častých zranění, vyskytujícím se zejména u běžců na krátké vzdálenosti, jejichž výkon je prováděn v maximálních rychlostech, je poranění hamstringů. Iwata et al. (2019) zkoumali vliv warm-upu na rozsah pohybu a svalovou tuhost hamstringů. Studie se zúčastnilo 24 probandů, rozdělených do 2 skupin, kontrolní a experimentální, ve které prováděli dynamické protažení hamstringů v 10 sériích po 15 opakováních. Po cvičení měřili dané parametry s rozestupem 0, 15, 30, 45, 60, 75 a 90 minut po intervenci. Celkové výsledky studie naznačují, že zařazení warm-upu může vést ke zvýšení rozsahu pohybu a snížení tuhosti svalů, čímž může výrazně snížit riziko vzniku poranění.

Studie provedená Silvers – Granellim et al. (2017) hodnotila účinnost programu FIFA 11+ při prevenci poranění ACL u fotbalistů. Program FIFA 11+ tvoří 15 rozehřívacích cviků, jejichž provedení zabere 15–20 minut. Tato cvičení byla prováděna 3x týdně v průběhu celé sezóny. Do studie byla zahrnuto 65 týmů, které byly náhodně rozděleny do intervenční skupiny (31 týmů, 675 hráčů) a kontrolní skupiny (34 týmů, 850 hráčů). Na konci zkoumaného období vykazovala intervenční skupina výrazně nižší výskyt poranění ACL (16 %) v porovnání s kontrolní skupinou (84 %). I přes to, že se studie soustředila na poranění u fotbalistů, je v souladu s obecnými principy warm-upu a její zjištění by tak mohla být využita i při práci s dalšími sportovci, mimo jiné s běžci.

U běžců je ideální zvolit pro zahřátí nenáročný klus v délce trvání 10-15 minut následovaný dynamickým strečinkem zaměřeným na specifické pohyby při běhu. Protažení začíná malým

rozsahem pohybu v pomalých rychlostech a postupně přechází k větší rozsahům a větší rychlosti, pohyb by však měl zůstat kontrolovaný (Napier, 2022).

Běžecká abeceda

Mimo dobrou kondici a dostatečnou sílu svalů je pro běh důležitá i neuromuskulární složka, která se podílí na koordinaci zapojených částí těla. Běžecká abeceda tvoří soubor cvičení, která jsou jednoduchá a rozvíjí kinestetické schopnosti běžce a neuromuskulární reakci. Abeceda rozděluje běžecký krok do jednotlivých fází, což napomáhá zlepšení techniky a následně i zvýšení rychlosti (Puleo & Milroy, 2022). Běžecké drily je vhodné provádět 2-3x týdně na rovné dráze, na každou nohu 15-20 opakování. Mohou být zařazeny jak před tréninkem, tak po něm. Mezi základní prvky běžecké abecedy patří lifting, vysoká kolena, předkopávání, zakopávání a další. Jako zakončení je vhodné provést 3-4 stupňované rovinky o délce 50-60 m (Napier, 2022).

Silový trénink

Důležitost silového tréninku u vytrvalostních sportovců byla v minulosti mezi vědci předmětem mnoha diskusí. Dnes je silový trénink považován za nedílnou součást tréninkového procesu všech běžců (Šuc, Šarko, Pleša & Kozins, 2022).

Aplikace silového tréninku má pozitivní vliv na ekonomii běhu, biomechaniku pohybu a snižuje riziko zranění. Cílí na ovlivnění svalových dysbalancí, posílení svalů středu těla a svalů sloužících jako stabilizátory kloubů. Zvýšení svalové síly rovněž přispívá k pozdějšímu nástupu únavy, zvyšuje maximální aerobní rychlost a kapacitu anaerobního systému. Nedostatečná síla svalů dolních končetin je naopak spojována se zvýšením nárazových sil, které se pojí s výskytem zranění (Šuc et al., 2022).

Teng a Powers (2016) zkoumali souvislost mezi silou svalů kyčelních extenzorů a náklonem trupu při běhu. Studie se zúčastnilo 40 asymptomatických rekreačních běžců (20 mužů a 20 žen). Za využití dynamometru byla změřena maximální síla kyčelních extenzorů. Probandi běželi kontrolovanou rychlostí 3,6 m/s, při které se hodnotil náklon trupu. Závěr studie naznačuje, že oslabení extenzorů kyčle se projeví větším napřímení trupu při běhu, což vede k nadměrnému zatížení kolenních extenzorů a zvyšuje tak riziko poranění kolene.

V randomizované studii provedené Beyerem et al. (2015) porovnávali efektivitu silového tréninku u 58 pacientů s chronickou tendinopatií střední části Achillovy šlachy. Pacienti byli rozděleni do dvou skupin a absolvovali 12 týdnů cvičení. První skupina prováděla excentrický trénink (ECC), který zahrnoval 3 série cvičení po 15 opakování, 2x denně, každý den. Druhá skupina podstoupila trénink s pomalým těžkým odporem (HSR), který obsahoval 3 cviky ve 3 až 4 sériích, prováděný 3x týdně. Na konci intervenčního období udávaly obě skupiny

výrazné zlepšení symptomů, avšak trénink HSR vykazoval vyšší tendenci ke spokojenosti pacientů. V následné kontrole po 52 týdnech nebyly mezi oběma skupinami zjištěny žádné rozdíly.

Silový trénink bývá často opomíjenou složkou tréninkového procesu zejména u vytrvalostních běžců, jejichž cílem je zůstat co nejlehčí. Při posilování mají obavy z nárůstu hmotnosti, která vyžaduje vyšší přísun kyslíku k pracujícím svalům a zvyšuje tak metabolickou náročnost běhu. Trénink síly však nemusí nutně vést ke zvětšení objemu svalu, tzv. sarkoplazmatické hypertrofii. Při zvolení vhodných metod dochází k hypertrofii myofibrilární, která zlepšuje neuromuskulární faktory a silovou vytrvalost. Dle požadovaného účinku lze vybírat a kombinovat různé metody posilování, jako je například metoda silově vytrvalostní, rychlostní, intermediární nebo brzdivá (Cacek, 2017; Zahradník & Korvas, 2012).

Zařazení silového cvičení přináší řadu benefitů a umožňuje podávat lepší výkony. Mělo by být tedy součástí tréninkového plánu každého běžce (Cacek, 2017; Prieto-González & Sedlacek, 2022).

Plyometrie

Vincent et al. (2022) zkoumal vliv plyometrického tréninku na vznik zranění u orientačních běžců. Šedesát dva orientačních běžců (32 mužů a 30 žen) bylo náhodně rozděleno do dvou skupin a sledováno po dobu 14 týdnů. Intervenční skupina absolvovala 4 cvičební jednotky týdně, které zahrnovaly kombinaci plyometrických a balančních cviků, zaměřené zejména na různé variace poskoků. Pravidelné provádění těchto cvičení snížilo výskyt závažných zranění (definovaných jako jakékoli tělesné obtíže, které vedly k vynucenému snížení zátěže nebo úplnému vynechání sportovní aktivity) o 8,5 % v porovnání s kontrolní skupinou.

Plyometrický trénink má pozitivní vliv na ekonomiku běhu a tuhost šlach, díky které se optimalizuje ukládání a návrat energie a zvyšuje se rychlost přenosu síly. Šlachy se stávají odolnějšími a jsou schopny lépe snášet tréninkové zatížení. Díky zlepšené tuhosti šlach se rovněž zkracuje doba stojné fáze, což vede k rychlejšímu kroku a efektivnější běžecké formě (Filipas, Bonato, Maggio, Gallo & Codella, 2023).

Plyometrie se zabývá rozvojem explozivní síly. Jedná se o metodu posilování s využitím nemaximálního odporu provedeného maximální rychlostí. Využívá tzv. stretch-shortening cycle, který funguje na základě protažení a zkrácení svalu, přičemž dochází k nahromadění elastické energie a následně k jejímu uvolnění při koncentrické kontrakci. Příkladem plyometrické činnosti jsou různé poskoky, skákání přes švihadlo nebo samotný běžecký krok. Při dopadu na zem se svaly kyčle a dolní končetiny protahují a brzdí pohyb, čímž tlumí nárazy. Při odrazu pak využívají nahromaděnou energii k posunu vpřed (Filipas et al., 2023).

Balanční trénink

Balanční trénink zlepšuje schopnost centrální nervové soustavy vnímat vzájemnou polohu a pohyb jednotlivých segmentů těla. Lepší rovnovážné schopnosti pozitivně ovlivňují sportovní výkon a jsou využívány k prevenci zranění (Gioftsidou et al., 2012).

V systematické review Al Attara et al. (2022) porovnávali účinnost různých programů prevence zranění. Studie dospěla k závěru, že programy, které zahrnují balanční cvičení, snižují riziko poranění kotníku u hráčů fotbalu o 36 %.

Mahmoud & Kamel (2015) zkoumali vliv přídatného balančního cvičení k posilovacím cvikům na m. gluteus medius u jedinců s patelofemorálním syndromem. 62 pacientů bylo náhodně rozděleno do dvou skupin. Obě skupiny prováděly posilovací cvičení na m. gluteus medius, experimentální skupina navíc absolvovala balanční trénink, který zahrnoval statické a dynamické cviky prováděné unilaterálně. Mezi měřené parametry patřila maximální síla m. gluteus medius, skóre bolesti, celkové balanční skóre a hodnoty Q-úhlu. Výsledky naznačují, že skupina provádějící přídatný balanční trénink vykazovala lepší hodnoty ve skóre bolesti a Q-úhlu. Zařazení těchto cviků tak zvyšuje účinnost prevence u pacientů s patelofemorálním syndromem.

Jednou z českých metodik zahrnující sestavu balančních cviků je senzomotorická stimulace (SMS). Metoda byla založena prof. V. Jandou a M. Vávrovou, kteří vycházeli z poznatků dalších autorů, jako jsou Kurtz, Skoglung a Freeman. SMS se zaměřuje na vzájemné propojení aferentní a eferentní informace vznikající při plánování a provedení pohybu. Největší důraz je kladen na facilitaci pohybu z chodidla. Zlepšení dostředivé informace probíhá díky dráždění exteroreceptorů v kůži a proprioceptorů ve svalech a kloubech. Nejdříve byla metoda využita k terapii nestabilního kolene a hlezna, dnes má výrazně širší využití při terapii funkčních poruch pohybového systému (Janda & Vávrová, 1992).

Cílem metody je zlepšení a zrychlení nástupu svalové kontrakce a dosažení automatické aktivace svalů, díky které je prováděný pohyb koordinovaný a umožňuje optimální provedení pohybových stereotypů bez výraznější kortikální kontroly. Dále se soustředí na zlepšení držení těla a stabilizaci trupu ve stoji a chůzi (Janda & Vávrová, 1992).

Dle Koláře et al. (2009) lze koncept SMS lze využít u jedinců se svalovými dysbalancemi, nestabilitě a hypermobilitě pohybového systému, vadným držením těla nebo při terapii poúrazových a pooperačních stavů.

Psotta (2006) využívá SMS u sportovců k prevenci svalových a kloubních poranění na podkladě nácviku reakční schopnosti organismu reagovat na proměnlivé podmínky prostředí a k prevenci svalových dysbalancí.

Kinesiotejping

Obliba kinesiotejpingu v posledních letech stále roste. Tejp představuje pružnou pásku, která se lepí přímo na kůži a je využíván k léčbě a prevenci různých obtíží pohybového systému u profesionálních sportovců i běžné populace. Navzdory jeho oblíbenosti jsou však důkazy o efektivitě tejpování rozlišné (Hussein et al., 2023).

Labianca et al. (2022) se zaměřili na vliv tejpování na bolest a otok po operaci ACL. Studie se zúčastnilo 52 pacientů ve věku od 18 do 45 let, kteří byli náhodně rozděleni do dvou skupin. Obě skupiny prováděly standartní rehabilitační protokol, intervenční skupina měla navíc aplikován kinesiotejp. Pacienti intervenční skupiny vykazovali na konci druhého týdne výraznější snížení intenzity bolesti a redukci otoku v porovnání s kontrolní skupinou. Po čtyřech týdnech rehabilitace byla intenzita bolesti u obou skupin stejná, avšak redukce otoku byla signifikantnější u zkoumané skupiny. Aplikace kinesiotejpu se tak prokázala jako metoda volby při snaze o snížení otoku. Vliv kinesiotejpu na další zkoumané parametry (rozsah pohybu, Knee Scoring Scale) se neprokázal.

Hussein et al. (2023) hodnotili využití kinesiotejpu u rekreačních běžců s instabilitou hlezna. Randomizované studie se zúčastnilo 90 probandů, rozdělených do 3 skupin: KT skupina absolvovala pouze tejpování hlezna, EG skupina prováděla pouze cvičení a MG skupina byla kombinací obou předchozích. Po 8 týdnech intervence vykazovala MG skupina nejvýraznější zlepšení posturální a dynamické stability. Kombinace kinesiotejpu s cvičením se ukázala jako metoda s nejlepšími výsledky při terapii instability hlezna.

Meta-analýza autorů Williams, Whatman, Hume a Sheerin (2012) zkoumala na základě výsledků 10 studií účinnost kinesiotejpu při terapii různých muskuloskeletálních obtíží. Navzdory velkému počtu zkoumaných parametrů, jako byla síla, rozsah pohybu, svalová aktivita, propriocepce a intenzita bolesti u zraněných i zdravých probandů, neposkytla studie dostatečné důkazy podporující účinnost tejpování. Konkrétně, nezaznamenala žádné zlepšení v intenzitě bolesti, svalové aktivitě nebo propriocepci v oblasti hlezna. Mírné zlepšení bylo pozorováno v produkci síly a zvýšení aktivního rozsahu poraněného segmentu.

Někteří autoři se přiklánějí k tvrzení, že pozitivní účinky tejpování vznikají na základě placebo efektu. Obecně jsou však názory vědců značně různorodé a k objasnění účinků je zapotřebí dalších výzkumů (Williams et al., 2012).

Zklidnění

Po tréninkové jednotce by mělo následovat zklidnění neboli „cool down“. Pro běžce je typické vyklusání pomalým tempem v rozsahu 60-65 % TF_{max}, po dobu 10–15 minut, při kterém

dochází ke zklidnění hlavních fyziologických funkcí, jako je tepová frekvence, dechová frekvence a krevní tlak a pomáhá odbourávat laktát nahromaděný ve svalech (Tvrzník et al., 2006).

Regenerace

Regenerace organismu představuje proces vedoucí k obnovení psychických a tělesných funkcí narušených předchozím zatížením (Bernaciková et al., 2020).

Chennaoui et al. (2021) uvádí jako jednu z nejpřirozenějších forem odpočinku spánek. Ve své studii se zabývali vztahem mezi spánkem a rizikem zranění u sportovců a vojáků. Výsledky naznačují, že kratší spánek je spojen s vyšším rizikem svalového poranění. Spánková deprivace může také snížit reakční dobu, kognitivní funkce a svalový výkon, což zvyšuje náchylnost ke zranění. Studie rovněž ukázala, že dostatečný spánek podporuje regeneraci a opravu svalové tkáně po cvičení a může tak urychlit dobu potřebnou k zotavení.

Regenerace slouží k odstranění fyziologické únavy a podílí se na prevenci přetížení a poškození organismu. Vhodně zvolené regenerační prostředky zkracují dobu nutnou k obnově sil a umožňují navýšení tréninkové frekvence a intenzity. Regenerace by měla být součástí každého tréninkového procesu, mnoho sportovců však dostatečnou regeneraci opomíjí a vystavují se tak riziku zranění (Bernaciková et al., 2020).

Formy regenerace se dělí na pasivní a aktivní. Pasivní regenerace je vůlí neovlivnitelná a probíhá bez vnějšího zásahu. Funguje na základě vlastních homeostatických mechanismů, jako je např. obnova energetických zásob, rehydratace organismu, přesuny iontů, vyloučení odpadních produktů a reparace poškozených buněk. Oproti tomu aktivní regenerace je vědomá činnost a může být realizována dvěma způsoby. V závislosti na využití pohybové aktivity se dělí na pasivní a aktivní odpočinek. Nejběžnější formou pasivního odpočinku jsou různé formy relaxace (např. Schultzův autogenní trénink nebo progresivní relaxace dle E. Jacobsona) a metody fyzikální terapie (termoterapie, elektroterapie, magnetoterapie, kombinovaná terapie aj.), využívající myorelaxačních, trofotropních, antiedematózních a analgetických účinků (Bernaciková et al., 2020).

Guo et al. (2017) v systematické review zkoumali efekt masáže na opožděnou bolest svalů po cvičení („DOMS“). Studie zahrnovala 11 článků s 504 probandy. U jedinců, kteří podstoupili masáž po cvičení, došlo k výraznému snížení hodnocení bolesti svalů v porovnání s kontrolními skupinami. Závěry studie tak podporují začlenění masáže do strategií regenerace po cvičení, které pomáhají sportovcům zvládat svalovou bolest a optimalizovat výkon.

Aktivní forma odpočinku zachovává průtok krve zatíženými svaly. Optimální je cyklická pohybová aktivita vykonávaná v aerobním pásmu (60 % SFmax), jako je cyklistika, inline bruslení nebo plavání (Bernaciková et al., 2020). U zdatnějších běžců je možné zařadit regenerační klus

v tempu výrazně pomalejším, než jsou ostatní běhy, v délce trvání do 30 minut (Tvrzník et al., 2006).

5 KAZUISTIKA

5.1 Základní údaje

Pacientka: T. Š.

Pohlaví: žena

Věk: 20 let

Výška: 172 cm

Hmotnost: 60 kg

Datum vyšetření: 16.4.2024

5.2 Anamnéza

- **Osobní anamnéza**: v dětství diagnostikována skolióza, pacientka pravidelně docházela na rehabilitaci (od 12 do 15 let), subjektivně je bez bolestí; v dospívání (15-19 let) občasné bolesti kolen při veslování, VAS 3/10, při snížení zátěže zlepšení, aktivitu nebylo nutné přerušit, rehabilitace nebyla, nyní již bez bolesti; 2022 akutní ústřel Cp – řešeno klidem a analgetiky
- **Rodinná anamnéza**: nevýznamná
- **Pracovní anamnéza**: Studentka VŠ
- **Sociální anamnéza**: nevýznamná
- **Sportovní anamnéza:** Atletika (od 1. třídy, nyní rekreačně), irské tance (od 3.-5. třídy), plavání, veslování (závodně, od 15–20 let, nyní rekreačně), posilovna
- **Farmakologická anamnéza:** neguje
- **Alergologická anamnéza:** nevýznamná
- **Abusus**: neguje
- **Nynější onemocnění:**
    - Pacientka přichází z důvodu bolesti Achillovy šlachy na LDK, která trvá již asi 10 let. První obtíže se objevily na základní škole, pacientka k pravidelným tréninkům atletiky přidala irské tance, které označuje za příčinu obtíží. Pro bolest byla nucena aktivitu ukončit a nahradila ji plaváním. Došlo k subjektivnímu zmírnění obtíží, které se projevovaly pouze při náročnějším tréninku nebo na atletickém soustředění, kde byla výrazně vyšší intenzita zátěže, některé tréninky musela proto pacientka vynechat. Mezi 14. – 16. rokem došlo k výraznému zmírnění symptomů. Od 15 let se věnovala závodně veslování, tréninky byly 5x týdně, zahrnovaly běh i posilování.

V září 2023 byla na závodech s veslováním, při výkonu šla přes bolest, poté opětovné zhoršení stavu a ukončení závodění.

- Pacientka byla 2x na kontrole u ortopeda (16 let, 18 let), vždy bez nálezu, doporučil pouze ledování při bolesti a snížení zátěže, rehabilitaci nepředepsal
- Nyní se pacientka věnuje sportům pouze rekreačně, nejvíce běhá (1-3x týdně, 1-10 km v závislosti na aktuální intenzitě bolesti), dále posilovna (1x týdně), plavání, veslování, cyklistika
- Před během ani po běhu se většinou nerozcvičuje, při běhu nosí kompresní návleky a ortézu na levý kotník
- Zhoršení symptomů pozoruje pacientka po větší fyzické námaze nebo při výraznějším psychickém vytížení

Intenzita bolesti:

- Bolest nyní: při běhu 7-8/10, při chůzi 3/10 (při delší chůzi nebo v horší obuvi 7/10), v klidu 0-1/10

5.3 Vyšetření

Aspekce

- Vyšetření stoje zezadu:
  - Hlava v normálním postavení, levý RAK výše, mírné odstávání dolních úhlů a mediální hrany lopatky bilat., levý dolní úhel výše, tajle výraznější vpravo, skoliotická křivka páteře (sinistro-konvex s vrcholem v hrudní páteři), pánev výše vlevo, infragluteální rýhy a popliteální jamky symetrické bilat., normotrofie svalů DKK bilat., mírné propadnutí podélné klenby a valgózní postavení pat bilat., Achillovy šlachy bez zduření
- Vyšetření stoje z boku:
  - Chabé držení hlavy, protrakce ramen, mírně zvětšená hrudní kyfóza a bederní lordóza, anteverze pánve
- Vyšetření stoje zepředu:
  - Levý RAK a klíční kost výše, pupek ve středu, pánev výše vlevo, mírný pokles podélné a příčné klenby bilat., hallux valgus bilat., výraznější vpravo
- Modifikace stoje:
  - Trendelenburgova zkouška – bez patologie

    - Romberg I, II – stabilní, bez viditelné hry šlach, III – stabilní, s výraznější hrou šlach
    - Tandemový stoj – zvládá i při zavření očí
    - Stoj na patách, na špičkách – zvládá bez obtíží
- Chůze:
    - Chůze je o užší bázi, kroky jsou symetrické, rytmické, s optimální délkou
    - Dopad na patu s odvalem po laterální straně plosky, chybí odvíjení přes palec a zapojení prstců (nedotýkají se země), vázne souhyb paží
    - Při švihové fázi přítomna mírná zevní rotace LDK
    - Chůze po patách i po špičkách – zvládne bez obtíží

Palpace

- Palpační bolestivost a zvýšená tuhost ve střední části AŠ vlevo, teplota v normě, otok nepřítomen, zvýšené napětí svalů bérce bilat.

Antropometrie

- Délka dolních končetin:
    - Anatomická délka: P: 83,5 cm L: 84 cm
    - Funkční délka: P: 92 cm L: 92 cm
    - Umbilikomaleolární: P: 99,5 cm L: 100 cm
- Obvody:
    - Obvod stehna (8 cm nad patelou): P: 39 cm L: 40 cm
    - Obvod lýtka (v nejširším místě): P: 34 cm L: 34 cm
    - Přes hlavičky metatarsů: P: 23 cm L: 23 cm

Goniometrie

- Kyčelní kloub:
    - Sa: P: 15-0-120 L: 15-0-130
    - Ra: P: 40-0-30 L: 40-0-20
- Kolenní kloub:
    - Sa: P: 5-0-130 L: 5-0-125
- Hlezenní kloub:
    - Sa: P: 15-0-50 L: 10-0-50

Vyšetření zkrácených svalů

- M. Triceps surae:
    - P: m. Gastrocnemius 0, m. soleus 0
    - L: m. Gastrocnemius 0, m. Soleus 0
- Flexory KOK: P: 1 L: 1
- Flexory KYK: P: 1 L: 1
- Adduktory KYK: P: 0 L: 0
- M. Piriformis: P: 0 L: 0

Vyšetření pohybových stereotypů

- Stereotyp abdukce v kyčelním kloubu – bez patologie bilat.
- Stereotyp extenze v kyčelním kloubu – LDK bez patologie, PDK – nejdříve dochází k zapojení homolaterálních paravertebrálních svalů, poté až kontralaterálních

Vyšetření HSS:

- Supinační test se zvednutím DKK – není přítomna migrace pupku ani extenze krční páteře, mírný náznak konkavit v oblasti třísel
- Brániční test – pacientka je schopna symetrického rozvíjení laterodorsální porce břišní stěny
- Test regulace intra-abdominálního tlaku – aktivace břišní stěny bez převahy m. rectus abdominis, mírná asymetrie (vpravo zapojí více)

Další testy:

- Royal London Hospital test – pozitivní na LDK (při dorsiflexi hlezna dochází ke snížení citlivosti bolestivého místa na šlaše, test potvrzuje tendinopatii)
- Knee to wall test – zvládne se dotknout kolene zdi na obou DKK (nevykazuje zkrácení m. triceps surae)
- Single leg heel rise (výpony na jedné DK) – PDK zvládne provést 25 opakování bez bolesti, LDK – provede 15, pak se dostaví bolest
- Lateral step down test (sestupy ze stupínku) – koleno padá do valgozity, rotace pánve homolaterálně, oboustranně

Dotazníky:

- VISA-A (viz. Příloha 1) – pacientka dosáhla skóre 53, což svědčí pro mírnou závažnost problému (maximální počet je 100 bodů = asymptomatický pacient)

Analýza běhu

- Běh o zúžené bázi, kroky jsou symetrické, krátké, zvýšená kadence
- Hlava a trup – přetrvává chabé držení hlavy, levé rameno výš, protrakce ramen, zvětšená hrudní kyfóza, souhyb paží a rotace trupu oboustranně symetrická, výraznější vertikální oscilace trupu
- Pánev – při stojné fázi na LDK patrný výraznější pokles pánve vpravo
- Dolní končetiny – dopad nohy je oboustranně na přední část chodidla, při švihové fázi mírně vytáčí špičky obou DKK zevně, kolena se téměř dotýkají

Obrázek 5

Stojná fáze pravé a levé dolní končetiny, pohled zezadu

Závěr vyšetření

- U pacientky byla na základě vyšetření potvrzena diagnóza tendinopatie střední části AŠ. Bolesti pacientku trápí již asi 10 let, nejvíce ji limitují při zátěži (zejména běh

a veslování), někdy je nucena aktivitu předčasně ukončit. V běžných denních aktivitách omezena není, pouze pokud jim předchází výraznější zatížení šlachy (náročný trénink, dlouhá chůze v nevhodné obuvi).

- V rámci vyšetření byly u pacientky nalezeny některé rizikové faktory podílející se na rozvoji tendinopatie AŠ, jako je snížení podélné klenby s valgotizací pat a dopad na přední část chodidla, který výrazněji zatěžuje lýtkové svaly. Další příčinou může být absence vhodného rozcvičení a protažení před a po aktivitě.
- Při běhu byl patrný pokles pánve při stojné fázi LDK, značící mírné oslabení kyčelních abduktorů
- Dotazník VISA-A – pacientka dosáhla skóre 53 bodů, což svědčí o mírné závažnosti symptomů

5.4 Návrh terapie

Edukace pacientky

- Seznámení pacientky s rizikovými faktory, které jsou u ní přítomny
- Optimalizovat zátěž s ohledem na bolest – vyvarovat se nadměrnému zatížení, které by vedlo k výraznému zhoršení bolestivosti (> 5/10 VAS) v průběhu nebo 24 hodin po zátěži
- Zařadit optimální rozehřátí a zklidnění před během a po něm
- Vysvětlit důležitost postupného zatěžování šlachy a silového tréninku

Vytvoření terapeutického plánu

- Vzhledem k tomu, že je u pacientky přítomno chronické stádium tendinopatie, je možné zařadit specifické cviky na posílení šlachy dle tolerance zatížení
- Je vhodné zařadit excentrické cviky, např. výpony prováděné v plném rozsahu na stupínku, 3 série po 10–15 opakování, dle stavu pacientky je možné navyšovat počet opakování nebo přidání zátěže v podobě činky nebo kettlbellu
- Využít plyometrická cvičení, např. poskoky na jedné noze („single leg hop“) – na místě, přes překážku, měnit směr poskoků, poskoky z pravé nohy na levou („skater“), seskoky a výskoky na bednu
- Senzomotorické cvičení s cílem zvýšení propriocepce z chodidla, podpory nožní klenby a aktivací drobných svalů plosky, zlepšení odvíjení chodidla a zapojení prstců

při chůzi, ovlivnění valgotizace pat a vbočeného palce; nácvik „malé nohy“ – nejdříve v sedě, poté ve stoji a v náročnějších posturálních situacích (výpad, chůze, běh), poté přidat cvičení na nestabilních plochách – Airex, bosu, čočka, posturomed

- K omezení poklesu pánve při stojné fázi běhu je možné zařadit posilovací cviky na abduktory KYK – v otevřeném i uzavřeném řetězci
- Uvolnění lýtkových svalů – MMT, protahování, masáž, baňkování

Technika běhu

- Pacientka dopadá na přední část chodidla, který výrazněji zatěžuje lýtkové svaly a namáhá Achillovu šlachu, s doporučením změny techniky bych však byla opatrná. Pacientka si již navykla na svůj způsob běhu, kterému se přizpůsobila, zásahy do biomechaniky pohybu by mohly vyústit k přetěžování jiných struktur a následně rozvoji jiného běžeckého zranění.

Fyzikální terapie

- Z fyzikální terapie je možné využít kombinovanou terapii k ovlivnění reflexních změn v lýtkových svalech, ultrazvuk, zejména pro jeho myorelaxační a disperzní účinek nebo vysokoindukční magnetickou stimulaci

6 DISKUSE

Běh je jednou z nejoblíbenějších fyzických aktivit, jejíž popularita každým rokem narůstá. Jedná se však o sport vykazující vysoké riziko zranění, se kterými se potýkají jak profesionální, tak amatérští běžci. Dle Worpa et al. (2015) se incidence zranění pohybuje mezi 19 % a 79 %. Toto značné rozpětí je nejspíše způsobeno rozlišností v definici zranění, sledované populaci a době probíhajícího výzkumu. Dle jedné studie bylo zranění definováno jako bolest, která byla příčinou přerušení běhu po dobu jednoho týdne, zatímco v jiné bylo za zranění považována nutnost vynechání nejméně jednoho tréninku z důvodu bolesti (Sanfilippo et al., 2021).

Nejčastější lokalitou vzniku běžeckých zranění jsou dolní končetiny, zejména kolenní kloub (Taunton et al., 2002). Zranění s nejvyšší prevalenci jsou PFP, MTSS, plantární fasciitida, ITBS a tendinopatie Achillovy šlachy (Kakouris et al., 2021).

Rizikové faktory podílející se na vzniku zranění lze dělit na vnitřní, zahrnující biomechaniku pohybu, anatomii a osobní znaky jedince, a vnější, zabývající se tréninkovými charakteristikami.

Osobní znaky jedince, jako je pohlaví, věk nebo hmotnost zkoumal v systematické review Hulme et al. (2017). Ani u jednoho ze zmíněných znaků se však zahrnuté studie ve výsledcích neshodovaly a nelze tak jednoznačné říci, zda a do jaké míry se dané faktory podílejí na vzniku zranění.

Diskutovaným tématem nejen v oblasti sportu je rozdílná délka končetin, vznikající na podkladě strukturálních nebo funkčních příčin. Touto problematikou se zabýval ve své review Knutson (2005), který zaznamenal rozdíl v délce končetin u 90 % populace, s průměrným rozdílem 5,2 mm. Závěrem uvádí, že rozdíl do 15 mm u sportujících jedinců nevedl ke zvýšenému riziku RRI a není proto třeba jej upravovat. Navzdory staršímu datu studie dospěl k podobnému výsledku i Rauh (2018), jehož výzkumu se zúčastnilo 393 středoškolských běžců. Asymetrii v délce nejméně 5 mm registroval oproti Knutsonovi u menšího počtu atletů (19,3 % žen, 22,1 % mužů), avšak za rizikový vyhodnotil rovněž rozdíl přesahující délku 15 mm.

Nožní klenba je na základě výšky mediálního oblouku rozdělována do 3 kategorií, a to na nízkou, normální a vysokou. Abnormální výška klenby je na základě studií Pérez-Morcilla et al. (2019) a Tonga a Konga (2013) považována za rizikový faktor vzniku zranění. Chodidlo se sníženou klenbou je spojeno se zvýšenou pronací chodidla při došlapu, což přetěžuje nožní struktury. Zvýšená klenba staví nohu do přirozeného supinačního postavení, čímž omezuje rozsah chodidla do pronace při dopadu a neumožňuje dostatečnou absorpci nárazových sil. S tímto tvrzením je v rozporu Nielsen et al. (2014), který hodnotil výšku klenby a vznik zranění u 927 začínajících běžců v průběhu jednoho roku. Z celkového počtu probandů zaznamenalo 252 z nich zranění, kvůli kterému byli nuceni vynechat běh na dobu nejméně jednoho týdne.

U nahlášených zranění však nebyly pozorovány významné rozdíly pojící se s výškou klenby a nelze tak podle něj označit abnormální výšku klenby za rizikovou.

Sharma et al. (2023) se v systematické review zabývali hodnotami Q-úhlu a patologiemi v oblasti kolenního kloubu. Za rizikový je většinou považován úhel přesahující 15° - 20°. Nejčastěji je úhel měřen v leže na zádech s extendovanými koleny a relaxovaným m. quadriceps femoris za využití goniometru. Někteří výzkumníci však preferují k měření používat pozice, které lépe vypovídají o funkčním statusu dolní končetiny, jako je stoj nebo konkrétní pohyb. Tato nejednotnost v měření však představuje problém při porovnávání výsledků a pro objektivizaci by bylo vhodné zavést standartní metodu měření.

Charakteristiky tréninku, jako je frekvence tréninků, délka jednotlivých běhů nebo čas strávený během mohou mít velký dopad na vznik zranění. Sanfilippo et al. (2021) považuje za rizikové více jak 2 tréninky týdně, čas strávený během nad 2 hodiny/týden a objem nad 20 km/týden. Hulme et al. (2017) však nenašli přesvědčivé důkazy o tom, zda má objem tréninku vliv na riziko zranění. Ve studii autorů Van Middelkoop, Kolkman, Van Ochten, Bierma-Zeinstra a Koes (2008) bylo riziko zranění dokonce nižší u běžců, jejichž týdenní objem byl nad 60 km v porovnání s běžci, kteří běhali <40 km.

Strečink bývá běžnou součástí tréninkové jednotky mnohých sportovců. Dle Nelsona a Kokkonena se jedná o soubor cvičení, která slouží k protažení svalů, zvýšení kloubní pohyblivosti a svalové koordinace. Nejčastěji je využíván strečink statický a dynamický. V poslední době jsou diskutovány účinky a efektivita zejména strečinku statického. Při tomto cvičení je držen sval v krajní pozici, při které je cítit příjemný pocit tahu, po dobu 15 až 60 s. Jeho zařazení je vhodné na konci tréninkové jednotky, neboť snižuje svalové napětí a má negativní vliv na svalovou sílu a vytrvalost. Při dynamickém strečinku provádí sportovec aktivní kontrolované pohyby v celém rozsahu pohybu, které dráždí proprioceptory ve svalu a umožňují tak rychlejší a silnější kontrakci. Dle autorů McHugh a Cosgrave (2010) je hlavním cílem strečinku zajistit dostatečný rozsah pohybu a optimalizovat svalovou tuhost, čímž přispívá ke snížení rizika zranění. Mnohé studie však nenašly dostatečné důkazy k tomu, aby potvrdily pozitivní účinky strečinku v prevenci běžeckých zranění a některé dokonce vykazovaly vyšší procento zranění u běžců, kteří se pravidelně protahovali (Hulme et al., 2017; Vincent et al., 2022).

Při běhu je věnována speciální pozornost kontaktu chodidla se zemí, neboť při dopadu působí na běžce nárazové síly, které jsou spojovány s výskytem zranění. V závislosti na typu dopadu se velikosti těchto sil liší. Dle Almeida et al. (2015) využívá 89 % běžců RFS, při kterém jsou nárazové síly nejvyšší a vystavují tak běžce riziku vzniku PFP, stresových zlomenin nebo plantární fasciitidy. Z tohoto důvodu byl došlap na patu považován za rizikový. Mnoho trenérů a terapeutů tak propagovalo FFS s přesvědčením, že pomáhá předcházet vzniku zranění

a zlepšuje ekonomiku běhu. Při tomto dopadu jsou však vystaveny většímu zatížení lýtkové svaly a struktury předonoží a může rovněž vyústit ve vznik poranění. V systematické review Andresona et al. (2020) došli k závěru, že změna došlapu z RFS na FFS nejenom že nevede ke snížené incidenci zranění, ale ani nepřispívá ke zlepšení ekonomiky běhu. Podobného názoru jsou i autoři Hamill a Gruber (2017). Na základě jejich studie uvádějí, že u většiny běžců, zejména rekreační úrovně, není nutné techniku došlapu měnit. Některým běžcům však může změna došlapu prospět, zvláště pokud se u nich v minulosti vyskytlo zranění nebo vykazují subjektivní obtíže způsobené technikou běhu.

Vzhledem k vysoké prevalenci běžeckých zranění by mělo být v zájmu trenérů, terapeutů ale i samotných běžců, mít povědomí o preventivních opatřeních, která mohou dodržovat, chtějí-li optimalizovat svůj výkon.

Samotnému tréninku by mělo předcházet adekvátní rozehřátí, které připravuje tělo na nadcházející zátěž. Dle Mcgowana et al. (2015) dochází při rozcvičení ke zvýšení tělesné teploty, zlepšuje se pružnost svalů a startují metabolické procesy ve svalech. Tyto reakce zaručují lepší funkci a výkonnost svalů. Ke zlepšení výkonu a prevenci zranění doporučují jako rozehřátí u běžců zvolit krátké aerobní rozcvičení (do 15 minut) následované 4-5 rovinkami v závodním nebo tréninkovém tempu. Existují však studie, ve kterých se pozitivní efekty rozehřátí nepotvrdily a autoři poukázali na nutnost dalšího výzkumu k objasnění této problematiky (Hulme et al., 2017).

Dalším z možných preventivních opatření je kinesiotejping, jehož popularita v posledních letech výrazně vzrostla. Tejping je hojně využíván u profesionálních sportovců i běžné populace. Jedná se o metodu, při které je na kůži aplikována pružná páska, která poskytuje 24hodinovou terapii po dobu 1 až 5 dní. Dle Kobrové a Války (2017) je hlavním cílem využití tejpu podráždění kožních receptorů, čímž dochází k regulaci svalového tonu, zkvalitnění svalové kontrakce, zmírnění únavy, svalových křečí a rizika zranění. Nejnovější studie jsou však v postoji o účincích kinesiotejpu nejednotné. V meta-analýze autorů Williams et al. (2012) pozorovali při aplikaci kinesiotejpu mírné zlepšení v produkci síly a zvýšení aktivního rozsahu pohybu, avšak nezaznamenali zlepšení v intenzitě bolesti, svalové aktivitě ani propriocepci v oblasti hlezna.

Rovněž v review autorů Dehghan, Fouladi a Martin (2023) byly výsledky sporné. Z 50 zkoumaných publikací se 46 % studií shodlo na účinnosti kinesiotejpu, zatímco 54 % publikací jej vyhodnotilo za neúčinný. Dle mnohých autorů jsou pozitivní účinky kinesiotejpu z velké části založeny na placebo efektu (Williams et al., 2012).

Vědecké publikace uvádějí velké množství rizikových faktorů a preventivních opatření vzniku běžeckých zranění. Názory na jejich působení jsou však nejednotné. Pro objektivní

vyhodnocení by bylo vhodné zavést jednotnou klasifikaci zranění a sjednotit metody výzkumu. Autoři těchto studií se shodují na faktu, že k objasnění problematiky je zapotřebí dalšího výzkumu.

Limitace práce

Vzhledem k rozsáhlosti problematiky běžeckých zranění byly z kapacitních důvodů uvedeny pouze některé rizikové faktory a preventivní opatření. Zároveň byl každý faktor rozebrán pouze okrajově a je možné, že při podrobnějším studiu problematiky by závěry na jednotlivé faktory a opatření mohly být odlišné.

V praktické části byla vyšetřena pacientka s tendinopatií Achillovy šlachy. Tato práce se však nesoustředí výhradně na toto zranění a je proto možné, že vyšetření a terapie nepostupovaly dle nejnovějších metod léčby tohoto poranění. Další limitací je to, že byla pacientka pouze vyšetřena a neproběhlo dlouhodobé sledování k vyhodnocení efektu navržené terapie.

7 ZÁVĚRY

Tato bakalářská práce shrnuje na základě rešerše literárních a elektronických zdrojů poznatky o rizikových faktorech a preventivních opatřeních běžeckých zranění. V úvodu práce jsou uvedena nejčastější zranění související s během a je popsána nožní klenba, fáze běžeckého cyklu, typy došlapu a svaly zapojené při běhu.

Rizikové faktory běžeckých zranění lze dělit na vnitřní a vnější. Mezi vnitřní faktory se řadí biomechanika pohybu, anatomie a osobní znaky jedince. Jako vnější faktory jsou uváděny tréninkové charakteristiky.

Za rizikové označila větší část autorů následující faktory - výskyt předchozího zranění, abnormální výšku podélné klenby chodidla (snížená či zvýšená), rozdíl v délce dolních končetin přesahující 15 mm, hodnoty Q-úhlu překračující 15° - 20°, týdenní tréninkový objem nad 21 km a čas strávený během nad 2 hodiny/týden, hodnoty ACWR přesahující 1,5, prodlouženou dobu stojné fáze, neadekvátní míru tuhosti dolních končetin, overstriding, frekvenci kroku pod 160 kroků/min, nadměrnou vertikální oscilaci, únavu, hodnoty H:Q pod 0,66 a oslabení kyčelních abduktorů. U věku, pohlaví či hmotnosti jsou názory autorů poměrně rozlišné a nelze z nich vyvozovat jednoznačné závěry. Zbývající faktory zahrnující typ povrchu a obuvi, drop běžecké boty a došlap mohou být rizikové u specifické skupiny jedinců a je třeba na jejich působení nahlížet komplexně. Celkově panují v oblasti rizikových faktorů mezi vědci značné rozpory a je kladen důraz na nutnost dalšího výzkumu k objasnění této problematiky.

V další části práce jsou zahrnuta možná preventivní opatření. Warm-up přináší řadu fyziologických výhod v podobě zvýšení tělesné teploty či pružnosti svalů. Z psychologického hlediska zlepšuje soustředění a motivaci k výkonu. Běžecká abeceda rozděluje krok do jednotlivých fází, což napomáhá zlepšení techniky běhu a následně i zvýšení rychlosti.

Při prevenci zranění mohou běžci dále těžit ze zařazení silového tréninku, plyometrie či balančních cvičení. Silový trénink byl v minulosti u vytrvalostních sportovců opomíjen, dnes je však považován za nedílnou součást tréninkové přípravy. Přináší benefity v podobě ovlivnění svalových dysbalancí, zvyšuje maximální aerobní rychlost a kapacitu anaerobního systému a přispívá k pozdějšímu nástupu únavy. Plyometrie má pozitivní vliv na tuhost šlach, díky které se optimalizuje ukládání a návrat energie a zkracuje se doba stojné fáze, což vede k rychlejšímu kroku a efektivnější běžecké formě. Balanční trénink cílí na podráždění proprioceptorů ve svalech a kloubech. Cílem cvičení je dosažení automatické aktivace svalů, která umožňuje koordinované provedení pohybu v optimálním nastavení bez výraznější kortikální kontroly a pomáhá tak předcházet vzniku zranění.

Po tréninkové jednotce by mělo následovat zklidnění, v doporučované délce 10–15 minut. Důležitou součástí prevence je rovněž dostatečná regenerace, která vede k obnovení psychických a tělesných funkcí, narušených předchozím zatížením. Formy regenerace mohou být aktivní a pasivní. Nejčastěji jsou využívány různé formy relaxace (Schultzův autogenní trénink, progresivní relaxace dle E. Jacobsona), fyzikální terapie (termoterapie, elektroterapie, magnetoterapie) a zařazení aktivního odpočinku v podobě cyklické pohybové aktivity vykonávané v aerobním pásmu. Kontroverzním tématem v oblasti terapie bolesti a prevence zranění je kinesiotejping. Názory autorů ohledně efektivity tejpování jsou nejednotné, a někteří připisují jeho pozitivní účinky zejména placebo efektu. I přes nedostatek důkazů podložených výzkumem však může u některých jedinců vést k subjektivnímu zlepšení obtíží a představovat tak vhodnou metodu terapie.

Trenéři a terapeuti by měli mít povědomí o těchto možných rizikových faktorech a preventivních opatření, chtějí-li dosáhnout nejlepších možných výsledků a minimalizovat riziko zranění.

8 SOUHRN

Běh je oblíbenou sportovní aktivitou napříč generacemi, která má pozitivní dopad na psychické nastavení a přináší řadu zdravotních benefitů. Jedná se však o sport s vysokým výskytem zranění, se kterými se potýkají jak rekreační, tak profesionální běžci. Nejčastěji dochází k poranění dolních končetin, zejména kolenního kloubu. Mezi zranění s nejvyšší prevalencí patří patelofemorální syndrom, MTSS, plantární fasciitida, ITBS a tendinopatie Achillovy šlachy. Rizikové faktory běžeckých zranění můžeme dělit na vnitřní a vnější. Vnitřní faktory zahrnují biomechaniku pohybu, anatomii a osobní znaky jedince. V této části byl diskutován například vliv věku, pohlaví, hmotnosti či rozdílné délky končetin. Vnější faktory se zabývají tréninkovými charakteristikami, jako je frekvence a objem tréninkových jednotek, typ povrchu nebo drop běžecké obuvi. Dále jsou v práci uvedena preventivní opatření, která mají za cíl předcházet vzniku zranění. Názory autorů na jednotlivé faktory a opatření jsou však různé a v mnoha případech se neshodují. Důvodem toho může být rozdílná definice zranění, metody výzkumu nebo odlišnost ve vzorku zkoumané populace. Pro objektivizaci výsledku by bylo vhodné zavést jednotnou metodologii a klasifikaci zranění. Znalost těchto faktorů by měla být v povědomí trenérů, terapeutů i samotných běžců, chtějí-li dosáhnout nejlepších možných výsledků a minimalizovat riziko zranění.

V praktické části práce je uvedena kazuistika pacientky s tendinopatií Achillovy šlachy, která zahrnuje anamnézu, klinické vyšetření a návrh terapeutického plánu.

9 SUMMARY

Running is a popular sports activity across generations, which has a positive impact on the psychological well-being and provides a number of health benefits. However, it is a sport with a high incidence of injuries, which are experienced by both recreational and professional runners. The most common injuries are to the lower limbs with the knee joint being a particular area of concern. Injuries with the highest prevalence include patelofemoral syndrome, MTSS, plantar fasciitis, ITBS and Achilles tendinopathy. Risk factors for running-related injuries can be divided into intrinsic and extrinsic. Internal factors include biomechanics of movement, anatomy and personality traits of the individual. In this section, factors such as age, gender, weight, or leg-length discrepancy were discussed. Extrinsic factors address training characteristics such as frequency and volume of training units, surface type or drop of running shoes. The paper also presents a series of preventative measures designed to minimise the risk of injury. Nevertheless, the authors' perspectives on the various factors and measures diverge in numerous instances, resulting in conflicting opinions. This may be due to differences in the definition of injury, research methods, or differences in the sample population studied. In order to objectify the result, it would be beneficial to establish a uniform methodology and classification of injuries. Awareness of these factors should be within the knowledge of coaches, therapists, and runners themselves, if they aim to achieve peak performance levels and minimize the risk of injury.

The practical part of the thesis presents a case report of a patient with Achilles tendinopathy, which includes history, clinical examination and proposal of a therapeutic plan.

10 REFERENČNÍ SEZNAM

Adams, D., Pozzi, F., Willy, R. W., Carrol, A., & Zeni, J. (2018). Altering cadence or vertical oscillation druting running: effects on running related injury factors. *International journal of sports physical therapy*, *13*(4), 633–642.

Al Attar, W. S. A., Khaledi, E. H., Bakhsh, J. M., Faude, O., Ghulam, H., & Sanders, R. H. (2022). Injury prevention programs that include balance training exercises reduce ankle injury rates among soccer players: a systematic review. *Journal of physiotherapy*, *68*(3), 165–173. https://doi.org/10.1016/j.jphys.2022.05.019

Almeida, M. O., Davis, I. S., & Lopes, A. D. (2015). Biomechanical Differences of Foot-Strike Patterns During Running: A Systematic Review With Meta-analysis. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy*, *45*(10), 738–755. https://doi.org/10.2519/jospt.2015.6019

Anderson, L. M., Bonanno, D. R., Hart, H. F., & Barton, C. J. (2020). What are the Benefits and Risks Associated with Changing Foot Strike Pattern During Running? A Systematic Review and Meta-analysis of Injury, Running Economy, and Biomechanics. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, *50*(5), 885–917. https://doi.org/10.1007/s40279-019-01238-y

Bernaciková, M., Cacek, J., Dovrtělová, L., Hrnčiříková, I., Hlinský, T., Kapounková, K., Kopřivová, J., Kumstát, M., Králová, D., Novotný, J., Pospíšil, P., Řezaninová, J., Šafář, M., & Struhár, I. (2020). *Regenerace a výživa ve sportu* (3., doplněné vydání). Masarykova univerzita.

Beyer, R., Kongsgaard, M., Hougs Kjær, B., Øhlenschlæger, T., Kjær, M., & Magnusson, S. P. (2015). Heavy Slow Resistance Versus Eccentric Training as Treatment for Achilles Tendinopathy: A Randomized Controlled Trial. *The American journal of sports medicine*, *43*(7), 1704–1711. https://doi.org/10.1177/0363546515584760

Bhatt, J., D'Onofrio, R., Padasala, M., Joksimovic, M., Bruno, C., Melino, D., & Manzi, V. (2020). Muscle injuries in athletes: The relationship between H/Q ratio (Hamstring/Quadriceps ratio). *Italian Journal of Sports Rehabilitation and Posturology,* 7(1), 1478-1498

Buist, I., Bredeweg, S. W., Lemmink, K. A., van Mechelen, W., & Diercks, R. L. (2010). Predictors of running-related injuries in novice runners enrolled in a systematic training program: a prospective cohort study. *The American journal of sports medicine*, *38*(2), 273–280. https://doi.org/10.1177/0363546509347985

Cacek, J. (2017). *Kondiční trénink 3.* Brno: Masarykova univerzita

Čihák, R. (2011). *Anatomie*. Praha: Grada

Daley, A. (2008). Exercise and Depression: A Review of Reviews. *Journal of Clinical Psychology in Medical Settings*, 15(2), 140–147.

Dehghan, F., Fouladi, R., & Martin, J. (2023). Kinesio taping in sports: A scoping review. *Journal of Bodywork and Movement Therapies.* https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2023.05.008

Dillon, S., Burke, A., Whyte, E. F., O'Connor, S., Gore, S., & Moran, K. A. (2022). Are impact accelerations during treadmill running representative of those produced overground?. *Gait & posture*, *98*, 195–202. https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2022.09.076

Dylevský, I. (2009). *Funkční anatomie*. Praha: Grada.

Filipas, L., Bonato, M., Maggio, A., Gallo, G., & Codella, R. (2023). Effects of plyometric training on different 8-week training intensity distributions in well-trained endurance runners. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, *33*(3), 200–212. https://doi.org/10.1111/sms.14257

Flato, R., Passanante, G. J., Skalski, M. R., Patel, D. B., White, E. A., & Matcuk, G. R., Jr (2017). The iliotibial tract: imaging, anatomy, injuries, and other pathology. *Skeletal radiology*, *46*(5), 605–622. https://doi.org/10.1007/s00256-017-2604-y

Gaitonde, D. Y., Ericksen, A., & Robbins, R. C. (2019). Patellofemoral Pain Syndrome. *American family physician*, *99*(2), 88–94.

Gioftsidou, A. F., Malliou, P., Pafis, G., Beneka, A., Tsapralis, K., Sofokleous, P., Kouli, O., Rokka, S., & Godolias, G. (2012). Balance training programs for soccer injuries prevention. *Journal of Human Sport and Exercise*, *7*(3), 639–647. https://doi.org/10.4100/jhse.2012.73.04

Guo, J., Li, L., Gong, Y., Zhu, R., Xu, J., Zou, J., & Chen, X. (2017). Massage Alleviates Delayed Onset Muscle Soreness after Strenuous Exercise: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Frontiers in physiology*, *8*, 747. https://doi.org/10.3389/fphys.2017.00747

Hamill, J., & Gruber, A. H. (2017). Is changing footstrike pattern beneficial to runners?. *Journal of sport and health science*, *6*(2), 146–153. https://doi.org/10.1016/j.jshs.2017.02.004

Hulme, A., Nielsen, R. O., Timpka, T., Verhagen, E., & Finch, C. (2017). Risk and Protective Factors for Middle- and Long-Distance Running-Related Injury. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, *47*(5), 869–886. https://doi.org/10.1007/s40279-016-0636-4

Hussein, H. M., Kamel, W. M., Kamel, E. M., Attyia, M. R., Acar, T., Kanwal, R., & Ibrahim, A. A. (2023). The Effect of Kinesio Taping on Balance and Dynamic Stability in College-Age Recreational Runners with Ankle Instability. *Healthcare (Basel, Switzerland)*, *11*(12), 1749. https://doi.org/10.3390/healthcare11121749

Chennaoui, M., Vanneau, T., Trignol, A., Arnal, P., Gomez-Merino, D., Baudot, C., Perez, J., Pochettino, S., Eirale, C., & Chalabi, H. (2021). How does sleep help recovery from exercise-induced muscle injuries?. *Journal of science and medicine in sport*, *24*(10), 982–987. https://doi.org/10.1016/j.jsams.2021.05.007

Iwata, M., Yamamoto, A., Matsuo, S., Hatano, G., Miyazaki, M., Fukaya, T., Fujiwara, M., Asai, Y., & Suzuki, S. (2019). Dynamic Stretching Has Sustained Effects on Range of Motion and Passive Stiffness of the Hamstring Muscles. *Journal of sports science & medicine*, *18*(1), 13–20.

Janda, V., & Vávrová, M. (1992). Senzomotorická stimulace. Základy metodiky proprioceptivního cvičení. *Rehabilitácia*, 25(3), 14–34.

Kakouris, N., Yener, N., & Fong, D. T. P. (2021). A systematic review of running-related musculoskeletal injuries in runners. *Journal of sport and health science*, *10*(5), 513–522. https://doi.org/10.1016/j.jshs.2021.04.001

Kapandji, A. I. (1987). *The physiology of the joints: annotated diagrams of the mechanics of the human joints* (5th ed). Edinburgh: Churchill Livingstone.

Khamis, S., & Carmeli, E. (2017). A new concept for measuring leg length discrepancy. *Journal of orthopaedics*, *14*(2), 276–280. https://doi.org/10.1016/j.jor.2017.03.008

Knapik, J. J., Orr, R., Pope, R., & Grier, T. (2016). Injuries And Footwear (Part 2): Minimalist Running Shoes. *Journal of special operations medicine : a peer reviewed journal for SOF medical professionals*, *16*(1), 89–96.

Knutson G. A. (2005). Anatomic and functional leg-length inequality: a review and recommendation for clinical decision-making. Part I, anatomic leg-length inequality: prevalence, magnitude, effects and clinical significance. *Chiropractic & osteopathy*, *13*, 11. https://doi.org/10.1186/1746-1340-13-11

Kobrová, J., & Válka, R. (2017). *Terapeutické využití tejpování*. Praha: Grada Publishing.

Kolář, P. et. al. (2009). *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha: Galén. ISBN 978-80- 7262-657-1

Koldenhoven, R. M., Virostek, A., DeJong, A. F., Higgins, M., & Hertel, J. (2020). Increased Contact Time and Strength Deficits in Runners With Exercise-Related Lower Leg Pain. *Journal of athletic training*, *55*(12), 1247–1254. https://doi.org/10.4085/1062-6050-0514.19

Labianca, L., Andreozzi, V., Princi, G., Princi, A. A., Calderaro, C., Guzzini, M., & Ferretti, A. (2022). The effectiveness of Kinesio Taping in improving pain and edema during early rehabilitation after Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Prospective, Randomized, Control Study. *Acta bio-medica : Atenei Parmensis*, *92*(6), e2021336. https://doi.org/10.23750/abm.v92i6.10875

Larsen, C., Zürcher, S., & Altmann, J. (2021). *Medical running: analýza anatomie běhu – optimalizace běžecké techniky - odstraňování potíží tréninkem* (přeložil Mária SCHWINGEROVÁ). Poznání.

Lehnert, M., Kudláček, M., Háp, P., Bělka, J., Neuls, F., Ješina, O. & Šťastný, P. (2014). *Sportovní trénink 1*. Olomouc: Univerzita palackého.

Lopes, A. D., Hespanhol, L. C., Junior, Yeung, S. S., & Costa, L. O. P. (2012). What are the Main Running-Related Musculoskeletal Injuries? *Sports Medicine*, 42(10), 891–905.

Mahmoud, W. & Kamel, E. (2015). The efect of additional balance training program to gluteus medius strengthening exercises on patellofemoral pain syndrome. *Int. J. Ther. Rehabil, Res.,* 4(2). https://doi.org/10.5455/ ijtrr.00000051

Maloney, S. J., & Fletcher, I. M. (2021). Lower limb stiffness testing in athletic performance: a critical review. *Sports biomechanics*, *20*(1), 109–130. https://doi.org/10.1080/14763141.2018.1460395

McGowan, C. J., Pyne, D. B., Thompson, K. G., & Rattray, B. (2015). Warm-Up Strategies for Sport and Exercise: Mechanisms and Applications. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, *45*(11), 1523–1546. https://doi.org/10.1007/s40279-015-0376-x

McHugh, M. P., & Cosgrave, C. H. (2010). To stretch or not to stretch: the role of stretching in injury prevention and performance. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, *20*(2), 169–181. https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2009.01058.x

Michaud, T. C. (2022). *Běhejte bez zranění: ilustrovaný průvodce biomechanikou, správným držením těla a prevencí zranění* (přeložil Manfred STRNAD). Euromedia Group.

Monteagudo, M., de Albornoz, P. M., Gutierrez, B., Tabuenca, J., & Álvarez, I. (2018). Plantar fasciopathy: A current concepts review. *EFORT open reviews*, *3*(8), 485–493. https://doi.org/10.1302/2058-5241.3.170080

Moore, I. S., Ashford, K. J., Cross, C., Hope, J., Jones, H. S. R., & McCarthy-Ryan, M. (2019). Humans Optimize Ground Contact Time and Leg Stiffness to Minimize the Metabolic Cost of Running. *Frontiers in sports and active living*, *1*, 53. https://doi.org/10.3389/fspor.2019.00053

Mucha, M. D., Caldwell, W., Schlueter, E. L., Walters, C., & Hassen, A. (2017). Hip abductor strength and lower extremity running related injury in distance runners: A systematic review. *Journal of science and medicine in sport*, *20*(4), 349–355. https://doi.org/10.1016/j.jsams.2016.09.002

Napier, C. (2022). *Běh z pohledu anatomie: pochopte fungování těla pro lepší a účinnější cvičení* (přeložil Markéta SCHUBERTOVÁ). Euromedia Group.

Neal, B. S., Griffiths, I. B., Dowling, G. J., Murley, G. S., Munteanu, S. E., Franettovich Smith, M. M., Collins, N. J., & Barton, C. J. (2014). Foot posture as a risk factor for lower limb overuse injury: a systematic review and meta-analysis. *Journal of foot and ankle research*, *7*(1), 55. https://doi.org/10.1186/s13047-014-0055-4

Nelson, A. G., & Kokkonen, J. (2023). *Strečink na anatomických základech* (3rd ed.). Praha: Grada Publishing.

Nielsen, R. O., Buist, I., Parner, E. T., Nohr, E. A., Sørensen, H., Lind, M., & Rasmussen, S. (2014). Foot pronation is not associated with increased injury risk in novice runners wearing a neutral shoe: a 1-year prospective cohort study. *British journal of sports medicine*, *48*(6), 440–447. https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-092202

Nielsen, R. O., Buist, I., Parner, E. T., Nohr, E. A., Sørensen, H., Lind, M., & Rasmussen, S. (2013). Predictors of Running-Related Injuries Among 930 Novice Runners: A 1-Year Prospective Follow-up Study. *Orthopaedic journal of sports medicine*, *1*(1), 2325967113487316. https://doi.org/10.1177/2325967113487316

Novacheck T. F. (1998). The biomechanics of running. *Gait & posture*, *7*(1), 77–95. https://doi.org/10.1016/s0966-6362(97)00038-6

Okamura, K., Hasegawa, M., Ikeda, T., Fukuda, K., Egawa, K., & Kanai, S. (2022). Classification of medial longitudinal arch kinematics during running and characteristics of foot muscle morphology in novice runners with pronated foot. *Gait & posture*, *93*, 20–25. https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2022.01.006

Pérez-Morcillo, A., Gómez-Bernal, A., Gil-Guillen, V. F., Alfaro-Santafé, J., Alfaro-Santafé, J. V., Quesada, J. A., Lopez-Pineda, A., Orozco-Beltran, D., & Carratalá-Munuera, C. (2019). Association between the Foot Posture Index and running related injuries: A case-control study. *Clinical biomechanics (Bristol, Avon)*, *61*, 217–221. https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2018.12.019

Prieto-González, P., & Sedlacek, J. (2022). Effects of Running-Specific Strength Training, Endurance Training, and Concurrent Training on Recreational Endurance Athletes' Performance and Selected Anthropometric Parameters. *International journal of environmental research and public health*, *19*(17), 10773. https://doi.org/10.3390/ijerph191710773

Psotta, R. (2006). *Fotbal: kondiční trénink: moderní koncepce tréninku, principy, metody a diagnostika, teorie sportovního tréninku*. Grada Publishing.

Puleo, J., & Milroy, P. (2022). *Běhání na anatomických základech* (přeložil Daniela STACKEOVÁ). Grada Publishing.

Rauh M. J. (2018). Leg-length inequality and running-related injury among high school runners. *International journal of sports physical therapy*, *13*(4), 643–651.

Sanfilippo, D., Beaudart, C., Gaillard, A., Bornheim, S., Bruyere, O., & Kaux, J. F. (2021). What Are the Main Risk Factors for Lower Extremity Running-Related Injuries? A Retrospective Survey Based on 3669 Respondents. *Orthopaedic journal of sports medicine*, *9*(11), 23259671211043444. https://doi.org/10.1177/23259671211043444

Sharma, R., Vaibhav, V., Meshram, R., Singh, B., & Khorwal, G. (2023). A Systematic Review on Quadriceps Angle in Relation to Knee Abnormalities. *Cureus*, *15*(1), e34355. https://doi.org/10.7759/cureus.34355

Schubert, A. G., Kempf, J., & Heiderscheit, B. C. (2014). Influence of stride frequency and length on running mechanics: a systematic review. *Sports health*, *6*(3), 210–217. https://doi.org/10.1177/1941738113508544

Silvers-Granelli, H. J., Bizzini, M., Arundale, A., Mandelbaum, B. R., & Snyder-Mackler, L. (2017). Does the FIFA 11+ Injury Prevention Program Reduce the Incidence of ACL Injury in Male Soccer Players?. *Clinical orthopaedics and related research*, *475*(10), 2447–2455. https://doi.org/10.1007/s11999-017-5342-5

Souza R. B. (2016). An Evidence-Based Videotaped Running Biomechanics Analysis. Physical medicine and rehabilitation clinics of North America, 27(1), 217–236. https://doi.org/10.1016/j.pmr.2015.08.006

Sun, X., Lam, W. K., Zhang, X., Wang, J., & Fu, W. (2020). Systematic Review of the Role of Footwear Constructions in Running Biomechanics: Implications for Running-Related Injury and Performance. *Journal of sports science & medicine*, *19*(1), 20–37.

Sundaramurthy, A., Tong, J., Subramani, A. V., Kote, V., Baggaley, M., Edwards, W. B., & Reifman, J. (2023). Effect of stride length on the running biomechanics of healthy women of different statures. *BMC musculoskeletal disorders*, *24*(1), 604. https://doi.org/10.1186/s12891-023-06733-y

Šuc, A., Šarko, P., Pleša, J., & Kozinc, Ž. (2022). Resistance Exercise for Improving Running Economy and Running Biomechanics and Decreasing Running-Related Injury Risk: A Narrative Review. *Sports (Basel, Switzerland)*, *10*(7), 98. https://doi.org/10.3390/sports10070098

Taunton, J. E., Ryan, M. B., Clement, D. B., McKenzie, D. C., Lloyd-Smith, D. R., & 51 Zumbo, B. D. (2002). A retrospective case-control analysis of 2002 running injuries. *British Journal of Sports Medicine*, 36(2), 95–101. https://doi.org/10.1136/bjsm.36.2.95

Teng, H. L., & Powers, C. M. (2015). Influence of trunk posture on lower extremity energetics during running. *Medicine and science in sports and exercise*, *47*(3), 625–630. https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000436

Teng, H. L., & Powers, C. M. (2016). Hip-Extensor Strength, Trunk Posture, and Use of the Knee-Extensor Muscles During Running. *Journal of athletic training*, *51*(7), 519–524. https://doi.org/10.4085/1062-6050-51.8.05

Tong, J. W., & Kong, P. W. (2013). Association between foot type and lower extremity injuries: systematic literature review with meta-analysis. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy*, *43*(10), 700–714. https://doi.org/10.2519/jospt.2013.4225

Toresdahl, B. G., Metzl, J. D., Kinderknecht, J., McElheny, K., de Mille, P., Quijano, B., & Fontana, M. A. (2023). Training patterns associated with injury in New York City Marathon runners. *British journal of sports medicine*, *57*(3), 146–152. https://doi.org/10.1136/bjsports-2022-105670

Tvrzník, A., Soumar, L. & Škorpil, M. (2006). *Běhání: od joggingu po maraton.* Grada

Tvrzník, A., Soumar, L., & Soulek, I. (2004). *Běhání: rozvoj a udržení kondice, zvyšování výkonnosti.* Grada.

van der Worp, M. P., ten Haaf, D. S., van Cingel, R., de Wijer, A., Nijhuis-van der Sanden, M. W., & Staal, J. B. (2015). Injuries in runners; a systematic review on risk factors and sex differences. *PloS one*, *10*(2), e0114937. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0114937

Van Hooren, B., Fuller, J. T., Buckley, J. D., Miller, J. R., Sewell, K., Rao, G., Barton, C., Bishop, C., & Willy, R. W. (2020). Is Motorized Treadmill Running Biomechanically Comparable to Overground Running? A Systematic Review and Meta-Analysis of Cross-Over Studies. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, *50*(4), 785–813. https://doi.org/10.1007/s40279-019-01237-z

Van Middelkoop, M., Kolkman, J., Van Ochten, J., Bierma-Zeinstra, S. M., & Koes, B. W. (2008). Risk factors for lower extremity injuries among male marathon runners. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, *18*(6), 691–697. https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2007.00768.x

van Poppel, D., van der Worp, M., Slabbekoorn, A., van den Heuvel, S. S. P., van Middelkoop, M., Koes, B. W., Verhagen, A. P., & Scholten-Peeters, G. G. M. (2021). Risk factors for overuse injuries in short- and long-distance running: A systematic review. *Journal of sport and health science*, *10*(1), 14–28. https://doi.org/10.1016/j.jshs.2020.06.006

Vařeka, I. (2009). *Kineziologie nohy*. Univerzita Palackého v Olomouci.

Vincent, H. K., Brownstein, M., & Vincent, K. R. (2022). Injury Prevention, Safe Training Techniques, Rehabilitation, and Return to Sport in Trail Runners. *Arthroscopy, sports medicine, and rehabilitation*, *4*(1), e151–e162. https://doi.org/10.1016/j.asmr.2021

Weir, C. B., & Jan, A. (2023). BMI Classification Percentile And Cut Off Points. In *StatPearls*. StatPearls Publishing.

Williams, D. S., 3rd, Davis, I. M., Scholz, J. P., Hamill, J., & Buchanan, T. S. (2004). High-arched runners exhibit increased leg stiffness compared to low-arched runners. *Gait & posture*, *19*(3), 263–269. https://doi.org/10.1016/S0966-6362(03)00087-0

Williams, S., Whatman, C., Hume, P. A., & Sheerin, K. (2012). Kinesio taping in treatment and prevention of sports injuries: a meta-analysis of the evidence for its effectiveness. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, *42*(2), 153–164. https://doi.org/10.2165/11594960-000000000-00000

Xu, Y., Yuan, P., Wang, R., Wang, D., Liu, J., & Zhou, H. (2021). Effects of Foot Strike Techniques on Running Biomechanics: A Systematic Review and Meta-analysis. *Sports health*, *13*(1), 71–77. https://doi.org/10.1177/1941738120934715

Yu, P., He, Y., Gu, Y., Liu, Y., Xuan, R., & Fernandez, J. (2022). Acute Effects of Heel-to-Toe Drop and Speed on Running Biomechanics and Strike Pattern in Male Recreational Runners: Application of Statistical Nonparametric Mapping in Lower Limb Biomechanics. *Frontiers in bioengineering and biotechnology*, *9*, 821530. https://doi.org/10.3389/fbioe.2021.821530

Zahradník, D. & Korvas, P. (2012). *Základy sportovního tréninku.* Masarykova univerzita.

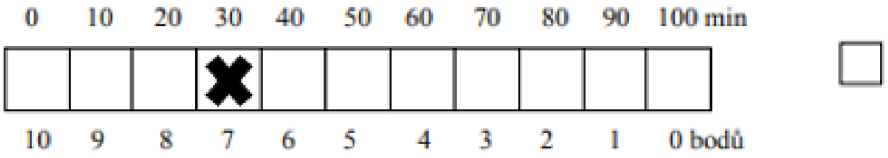
Zandbergen, M. A., Marotta, L., Bulthuis, R., Buurke, J. H., Veltink, P. H., & Reenalda, J. (2023). Effects of level running-induced fatigue on running kinematics: A systematic review and meta-analysis. *Gait & posture*, *99*, 60–75. https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2022.09.089

Zhang, M., Zhou, X., Zhang, L., Liu, H., & Yu, B. (2022). The effect of heel-to-toe drop of running shoes on patellofemoral joint stress during running. *Gait & posture*, *93*, 230–234. https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2022.02.008

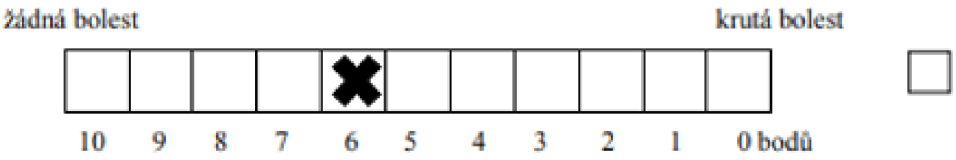
11 PŘÍLOHY

11.1 VISA-A dotazník

1. Jak dlouho (kolik minut) máte pocit ztuhlé Achillovy šlachy poté co ráno vstanete?

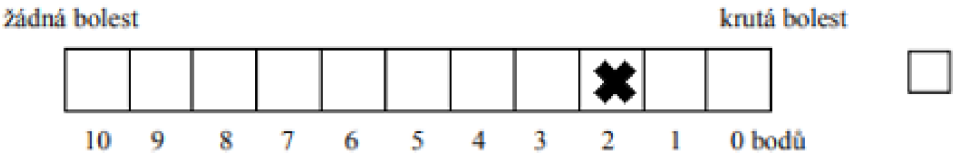


2. Když jste zahřátý(á) – rozcvičený(á) bolí vás plné protažení Achillovy šlachy o hranu schodu?

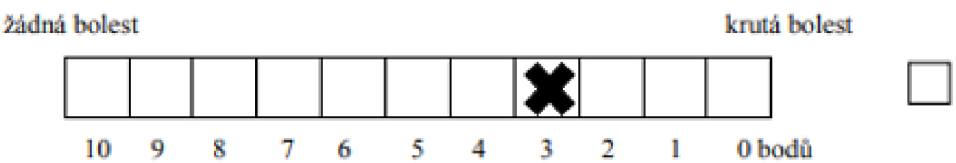


3. Bolí vás Achillova šlacha po 30-ti minutové chůzi po rovném terénu během následujících 2 hodin?

(Pokud kvůli bolesti nejste schopen/schopna chodit 30 minut, zaškrtněte 0.)



4. Máte bolesti při normální - střídavé chůzi ze schodů?



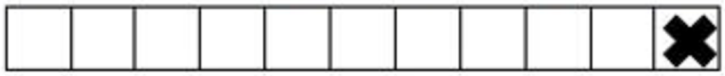
5. Máte bolesti, když provedete 10x stoupnutí na špičku na jedné dolní končetině, během nebo ihned po skončení pohybu?

žádná bolest krutá bolest

10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0 bodů

6. Kolik poskoků na jedné dolní končetině jste schopen/schopna provést, než se dostaví bolest?

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10



0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 bodů

7. Provádíte v současné době nějaký sport nebo jinou fyzickou aktivitu?

0 ☐ Vůbec ne

4 ☐ Upravený trénink a/nebo závody dle aktuální bolestivosti

7 ☐ Plný trénink, ale závody na nižší úrovni od počátku potíží

10 ☒ Trénink i závody na stejné až vyšší úrovni od počátku potíží

8. Vyplňte, prosím, pouze jednu z otázek A, B nebo C.

Pokud nemáte žádné bolesti při pohybu/sportu zatěžujícím Achillovu šlachu, odpovězte na otázku A.

Pokud máte bolesti při pohybu/sportu zatěžujícím Achillovu šlachu, ale nebrání vám v jeho dokončení, odpovězte na otázku B.

Pokud máte bolesti při pohybu/sportu zatěžujícím Achillovu šlachu a brání vám v jeho dokončení, odpovězte na otázku C.

A. Pokud nemáte žádné bolesti při pohybu/sportu zatěžujícím Achillovu šlachu, jak dlouho jste schopen/schopna provádět takový pohyb/sport?

vůbec	1-10 min	11-20 min	21-30 min	>30 min
☐	☐	☐	☐	☐
0	7	14	21	30

☐

B. Pokud máte bolesti při pohybu/sportu zatěžujícím Achillovu šlachu, ale nebrání vám v jeho dokončení, jak dlouho jste schopen/schopna provádět takový pohyb/sport?

vůbec	1-10 min	11-20 min	21-30 min	>30 min
☐	☐	☐	☐	☐
0	4	10	14	20

☐

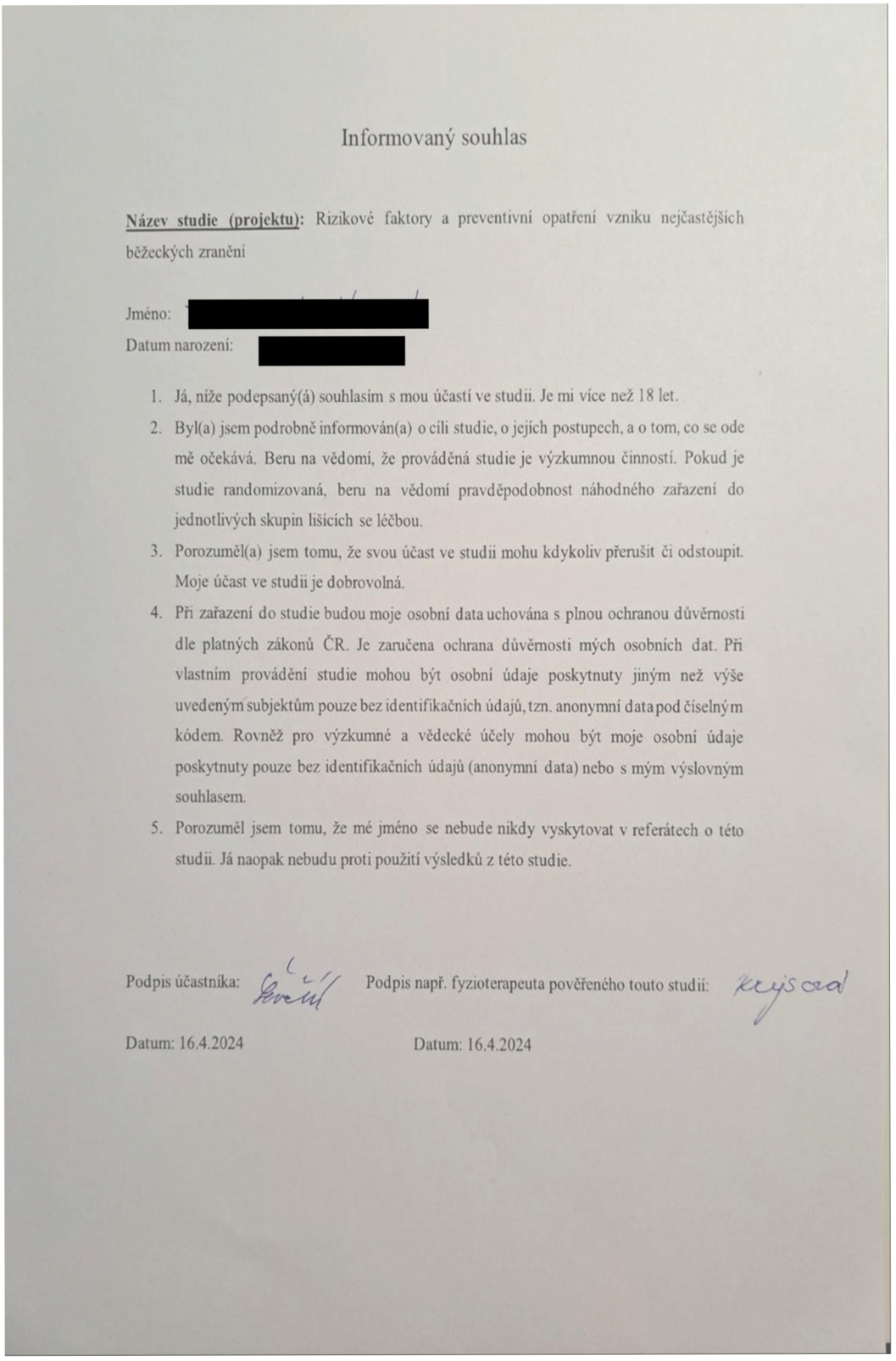
C. Pokud máte bolesti při pohybu/sportu zatěžujícím Achillovu šlachu a brání vám v jeho dokončení, jak dlouho jste schopen/schopna provádět takový pohyb/sport?

vůbec	1-10 min	11-20 min	21-30 min	>30 min
☐	☐	☐	☐	☒
0	2	5	7	10

☒

Celkové skóre (53/100)

11.2 Informovaný souhlas pacientky



Informovaný souhlas

Název studie (projektu): Rizikové faktory a preventivní opatření vzniku nejčastějších běžeckých zranění

Jméno: [redacted]

Datum narození: [redacted]

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

Podpis účastníka: [signature] Podpis např. fyzioterapeuta pověřeného touto studií: [signature]

Datum: 16.4.2024 Datum: 16.4.2024