

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLMOUCI
FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH VĚD

Ústav klinické rehabilitace

Judita Horňanová

Prevenia bežeckých zranení u rekreačních běžcův

Bakalárska práca

Vedúci práce: Mgr. Petra Gaul Aláčová, Ph.D.

Olomouc 2023

Prehlasujem, že som bakalársku prácu vypracovala samostatne a použila len uvedené bibliografické a elektronické zdroje.

Olomouc 11. mája 2023

Judita Horňanová

Pod'akovanie

Týmto by som sa chcela poďakovať Mgr. Petre Gaul Aláčovej, Ph.D. za odborné vedenie a cenné rady a pripomienky pri písaní bakalárskej práce. Tiež by som sa chcela poďakovať mojej rodine za podporu počas celého štúdia.

ANOTÁCIA

Typ záverečnej práce: Bakalárska práca

Téma práce: Prevencia bežeckých zranení u rekreačných bežcov

Názov práce: Prevencia bežeckých zranení u rekreačných bežcov

Názov práce v AJ: Running injury prevention in recreational runners

Dátum zadania: 2022-11-30

Dátum odovzdania: 2023-05-11

Vysoká škola, fakulta, ústav: Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta zdravotníckých vied

Ústav klinické rehabilitácie

Autor práce: Judita Hornánová

Vedúci práce: Mgr. Petra Gaul Aláčová, Ph.D.

Oponent práce: MUDr. Petr Kolář, Ph.D.

Abstrakt: Beh je jednou z najobľúbenejších foriem fyzickej aktivity. S narastajúcim počtom rekreačných bežcov však rastie aj výskyt bežeckých zranení. Cieľom tejto bakalárskej práce je zhrnúť najčastejšie bežecké zranenia na dolnej končatine u rekreačných bežcov a bližšie priblížiť možnosti ich prevencie. Po zhrnutí poznatkov o všeobecnej anatómii a biomechanike dolných končatín, sa práca zameriava na opis najčastejších bežeckých zranení na dolnej končatine u rekreačných bežcov. Hlavná časť bakalárskej práce popisuje rizikové faktory vzniku bežeckých zranení. Taktiež je bližšie zameraná na obuv z pohľadu prevencie. Následne sú predstavené možnosti prevencie bežeckých zranení aj s jednotlivými konkrétnymi odporúčanými cvikmi.

Abstrakt v AJ: Running is one of the most popular forms of physical activity. Its increasing popularity however also increases the incidence of running injuries. The aim of this bachelor thesis is to summarize the most common running injuries of the lower limb in recreational runners and address their possible prevention. After summarizing the general anatomy and biomechanics of the lower limb, the thesis focuses on describing the most common running injuries in recreational runners. The main part of the bachelor thesis is dedicated to the description of the risk factors of running injuries.

It also takes a closer look at footwear from the prevention perspective. Subsequently, the possibilities for prevention methods of running injuries are presented, also with individual-specific recommended exercises.

Kľúčové slová: beh, bežecké zranenia, prevencia, rekreační bežci

Kľúčové slová v AJ: running, running injuries, prevention, recreational runners

Rozsah: 61 strán

Obsah

ÚVOD	8
1 ANATOMICKÉ A FUNKČNÉ SÚVISLOSTI DOLNEJ KONČATINY	10
1.1 Bedrový kĺb	10
1.1.1 Svaly zaisťujúce pohyb v bedrovom kĺbe	10
1.1.2 Iliotibiálny trakt	11
1.2 Kolenný kĺb	11
1.2.1 Podporný aparát kolenného kĺbu	12
1.2.2 Svaly zaisťujúce pohyb v kolennom kĺbe	12
1.3 Akrálna oblasť dolnej končatiny	13
1.3.1 Horný tarzálny kĺb	13
1.3.2 Dolný tarzálny kĺb	14
1.3.3 Svaly pre funkciu nohy	14
1.3.4 Achillova šľacha	15
1.3.5 Plantárna fascia.....	15
2 BEH	16
2.1 Bežecký cyklus	16
2.1.1 Oporná fáza	16
2.1.2 Švihová fáza	17
2.2 Analýza došľapu	18
2.2.1 Spôsob došľapu ako rizikový faktor	18
2.2.2 Kinetické a kinematické parametre	19
3 NAJČASTEJŠIE BEŽECKÉ ZRANENIA	21
3.1 Zranenia v oblasti kolena.....	23
3.1.1 Syndróm patelofemorálnej bolesti.....	23
3.1.2 Iliotibiálny syndróm.....	24
3.1.3 Mediálny syndróm tibiálneho stresu.....	26
3.2 Zranenia členka a chodidla	28
3.2.1 Distorzia členka	28
3.2.2 Tendinopatia Achillovej šľachy	29
3.2.3 Plantárna fascitída.....	30
4 PREVENCIA BEŽECKÝCH ZRANENÍ	32
4.1 Rizikové faktory pre vznik bežeckých zranení	33
4.2 Bežecká obuv	35
4.2.1 Predpis obuvi podľa morfológie chodidla.....	36
4.2.2 Vlastnosti tlmenia nárazov	37
4.2.3 Morfológia chodidla a typy obuvi	37
4.2.4 Drop obuvi	38
4.2.5 Beh na boso	38
4.3 Strečing.....	38
4.3.1 Statický strečing	39
4.3.2 Dynamický strečing	40
4.4 Silový tréning.....	40
4.5 Posilňovanie svalov chodidla.....	41
4.6 Plyometrický tréning	42
4.7 Aktivácia trupovej stabilizácie.....	43

4.8 Dynamická neuromuskulárna stabilizácia	45
4.9 SM systém	47
ZÁVER	48
REFERENČNÝ ZOZNAM.....	50
ZOZNAM SKRATIEK	60
ZOZNAM OBRÁZKOV	61

Úvod

Beh spolu s chôdzou patrí k hlavným lokomočným prejavom človeka. Jedná sa o prirodzený ľudský pohyb. Práve vďaka jeho jednoduchosti je možné ho zaradiť medzi jednu z najobľúbenejších športových aktivít, ktorá sa teší čoraz väčšej obľube medzi všetkými vekovými kategóriami. Už v dávnej minulosti boli naši predkovia naučení behať, jednak preto, aby si získali potravu, alebo aby boli schopní utiecť v prípade nebezpečenstva. Aj napriek tomu, že v minulosti bola schopnosť behať otázkou života a smrti, po nejakej dobe sa beh začal vyvíjať aj z iných dôvodov. V starovekom Grécku približne pred 2500 rokmi využívali beh aj na predávanie správ. Známy je bežec Feidipidés, ktorý v priebehu dvoch dní zabehol obrovskú vzdialenosť len preto, aby predal správu o víťazstve nad Peržanmi. Beh bol taktiež súčasťou prvých olympijských hier, v rámci ktorých sa súťažilo v behu na rôzne vzdialenosti. Rápidny nárast popularity behu ako voľnočasovej aktivity bol zaznamenaný až po publicite, ktorú priniesli médiá a televízia počas maratónskych behov v New Yorku a Londýne na konci 70. rokov 20. storočia. Od tejto doby počet rekreačných bežcov každým rokom stúpa (Puleo a Milroy, 2014, s. 9–12).

Pravidelné behanie sa spája s mnohými zdraviu prospešnými účinkami, ktoré zlepšujú kvalitu života. Medzi hlavné dôvody, pre ktoré sa ľudia rozhodnú rekreačne behať, patria zlepšenie vytrvalosti, redukcia hmotnosti či udržanie zdravia. Beh prispieva k celej rade zdravotných výhod, akými sú zníženie celkového telesného tuku, zníženie srdcovej frekvencie a taktiež zlepšenie kondície. Vo všeobecnosti majú bežci znížené riziko predčasného úmrtia o 25 – 40% a žijú približne o 3 roky dlhšie než ľudia, ktorí nebehajú (Mulvad et al., 2018, s. 2). V neposlednej rade treba poukázať na to, že pravidelný beh má veľmi pozitívne dopady aj na duševné zdravie človeka. Bolo dokázané, že ľudia, ktorí pravidelne behajú, majú menej depresíí, úzkosti či stresu a lepšiu psychickú pohodu a náladu než ľudia, ktorí majú sedavý spôsob života. Štúdie preukázali pozitívne dopady behu na zvýšenie efektivity a sebaúcty jedinca ako aj na jeho psychickú odolnosť (Oswald et al., 2020, s. 13).

Pre mňa osobne je beh veľmi dôležitý. Tému tejto práce som si zvolila preto, že práve táto forma fyzickej aktivity je mojou najobľúbenejšou. Navyše beh patrí ku skupine športov, ktoré sú časovo aj finančne nenáročné, preto je to ideálny šport pre každého, kto si chce zlepšiť životný štýl alebo sa jednoducho chce začať viac hýbať. Ďalšou veľkou výhodou je to, že behať možno ísť kedykoľvek a kdekoľvek. Jediné, čo

k behu potrebujeme je vhodná bežecká obuv. Človek sa sám môže rozhodnúť, kedy mu vyhovuje ísť behať, za akého počasia, s kým bude behať a taktiež si sám určuje bežecké tempo, ktoré mu vyhovuje. Beh je účinný spôsob za lepším zdravím, ale tak ako pri každom športe aj pri behu sa môžu bežcovi prihodiť rôzne zranenia. Určitá ostražitosť a prevencia sú však zárukou toho, že niektoré typické bežecké problémy sa nestanú chronickými, nebudeme „behať“ po lekároch a viac času strávime skutočným behaním.

Cieľom tejto bakalárskej práce je zamerať sa na prevenciu najčastejších bežeckých zranení na dolných končatinách, ktoré sa môžu prihodiť každému rekreačnému bežcovi. Videbæk et al. (2015, s. 1024) definujú rekreačného bežca ako každého bežca, ktorý beháva viac ako tri mesiace. Pretože žiadna zo štúdií, ktoré boli prameňom k tejto záverečnej práci, nevenovala pozornosť detailnejšiemu popisu úrovne bežcov, v súlade s cieľom tejto práce sa bližšie zameriam na najčastejšie zranenia u neprofesionálnych bežcov.

Na napísanie tejto práce bolo použitých 65 referenčných zdrojov, z toho 58 vedeckých článkov a 7 knižných zdrojov. K vyhľadávaniu odborných článkov boli využívané online databázy PubMed, EBSCO, ProQuest a Ovid.

1 Anatomické a funkčné súvislosti dolnej končatiny

Vzhľadom na to, že najčastejšie bežecké zranenia sa vyskytujú na dolnej končatine, nasledujúca kapitola bližšie ozrejmí anatomické a funkčné súvislosti dolnej končatiny. Nakoľko poznatky o anatómii a biomechanike dolnej končatiny sú bežne dostupné v literatúre, informácie o nich budú podané len zbežne.

Dolné končatiny nám zaisťujú lokomóciu, posturálnu aktivitu a oporu pohybovej sústavy pri prijímaní alebo udelení kinetickej energie. Z kineziologického hľadiska sa pohyb dolných končatín rozdeľuje podľa hlavných kĺbov do troch oblastí: oblasť bedrového kĺbu, kolena a nohy (Véle, 2006, s. 241).

1.1 Bedrový kĺb

Bedrový kĺb je obmedzeným guľovitým kĺbom, ktorý spojuje hlavicu stehennej kosti a acetabulum bedrovej kosti. Zabezpečuje orientáciu a oporu dolnej končatiny, preto ponúka široké spektrum pohybov vo všetkých troch rovinách ako aj vyššiu mieru stability. Tieto vlastnosti odrážajú jeho úlohu pri podpore tela alebo pri pohybe (Kapandji, 2019, s. 2).

Vykonáva pohyby do flexie do 120° a do extenzie asi do 13°. Ďalej vykonáva pohyb do abdukcie do 40° a pohyb do addukcie do 10°. Vykonáva aj pohyby do vnútornej rotácie do 35° a do vonkajšej rotácie do 15° (Dylevský, 2009, s. 184).

1.1.1 Svaly zaisťujúce pohyb v bedrovom kĺbe

Na flexii v bedrovom kĺbe sa podieľa mnoho svalov. Medzi najdôležitejší patrí m. iliopsoas – najmohutnejší flexor stehna. Spája bedrové stavce a panvu s femurom. Ďalšími flexormi bedrového kĺbu sú m. sartorius, m. tensor fasciae latae a m. rectus femoris, ktoré spájajú panvu s tibiou. M. sartorius vykonáva aj vonkajšiu rotáciu a miernu abdukciu; v kolene vykonáva flexiu s vnútornou rotáciou. M. tensor fasciae latae vykonáva vnútornú rotáciu bedrového kĺbu, napína fascia lata a podieľa sa aj na extenzii kolena rovnako ako m. rectus femoris. Niektoré svaly sú len pomocnými flexormi bedrového kĺbu, ich funkcia však nie je zanedbateľná. Patria sem m. pectineus, m. adductor longus, m. adductor brevis a predné snopce m. gluteus medius et minimus.

Do prvej skupiny extenzorov bedrového kĺbu sa radí m. gluteus maximus, najmohutnejší sval v tele, ktorý spája panvu a femur. Pri vykonávaní extenzie mu

pomáhajú najdorzálnejšie vlákna m. gluteus medius et minimus. V druhej skupine extenzorov sú hamstringy, t. j. m. biceps femoris, m. semitendinosus a m. semimembranosus (Kapandji, 2019, s. 42–44).

1.1.2 Iliotibiálny trakt

Iliotibiálny trakt (ITB) je tuhé väzivové fasciálne tkanivo, ktoré začína na hrebenei bedrovej kosti medzi m. gluteus medius a m. sartorius a končí na proximálnej laterálnej časti tibie. Spredu sa do neho upína m. tensor fasciae latae a zozadu m. gluteus maximus. Dosiaľ však o ňom máme nedostatok informácií vrátane informácií o jeho mechanickej funkcii, predovšetkým čo sa týka prenosu sily m. tensor fasciae latae a m. gluteus maximus cez ITB. Dokonca ani anatómia ITB nie je v odbornej literatúre dostatočne rozpracovaná. V súčasnej evolučnej forme sa ITB spája s udržaním vzpriamenej postury u človeka. Predpokladá sa, že slúži ako opora pri chôdzi a tiež ako stabilizátor bedrového a kolenného kĺbu, a to predovšetkým vo frontálnej rovine. Tiež sa predpokladá, že môže uchovávať značné množstvo elastickej energie pri chôdzi (Hutchinson et al., 2022, s. 995).

1.2 Kolenný kĺb

Kolenný kĺb je najväčší zložený kĺb v tele. Tvoria ho tri kosti: femur, tibia a patella. Medzi styčné plochy femuru a tibie sú vložené menisky. Kolenný kĺb umožňuje prispôbovať dĺžku končatiny potrebám lokomócie a meniť vzdialenosť trupu od terénu, po ktorom je pohyb vedený.

Patella je sezamská kosť v úponovej šľache m. quadriceps femoris. Jej zadná plocha pokrytá hyalínou chrupavkou je v kontakte iba s femurom. Na patellu sa upína m. quadriceps femoris. Pokračovanie šľachy m. quadriceps femoris po prednej ploche patelly prechádza do *lig. patellae*. Patella je dôležitým dynamizujúcim prvkom extenzorového aparátu kolenného kĺbu. Je kladkou, na ktorej dochádza k zmene smeru ťahu m. quadriceps femoris, a poskytuje kostnú ochranu distálnym kondylom femuru pri flexii v kolene.

Pohyby v kolennom kĺbe sú: flexia v rozsahu 130 – 160°, extenzia, ktorá predstavuje základné postavenie kĺbu, vnútorná rotácia do 10° a vonkajšia rotácia maximálne okolo 30°, podľa stupňa flexie kolena (Dylevský, 2009, s. 187–190).

Osové usporiadanie v kolennom kĺbe závisí od vzájomného vzťahu jednotlivých zložiek extenčného aparátu. Osa ťahu kontrahujúceho sa m. quadriceps femoris smeruje na predkolení trochu mediálne. Osa *lig. patellae* je odklonená mierne laterálne. Tento väz spája dolný okraj patelly a tuberositas tibiae v mierne laterálnom smere. Uhol medzi *lig. patellae* a medzi osou ťahu m. quadriceps femoris sa nazýva tzv. Q uhol. Je predisponujúcim faktorom pre laterálnu deviáciu patelly. Q uhol možno merať pomocou troch bodov: spina iliaca anterior inferior, stred patelly a tuberositas tibiae. Patella má pri kontrakcii m. quadriceps femoris tendenciu k laterálnemu posunu. Štruktúry, ktoré patellu fixujú však lateralizácii bránia. Za normálnych okolností je Q uhol ostrý a jeho rozmedzie sa pohybuje od 10 – 15° (Dylevský, 2009, s. 191).

Q uhol sa používa na hodnotenie pacientov so syndrómom patelofemorálnej bolesti. Čím je Q uhol väčší, tým väčšia je lateralizačná sila na patellu, čo zvyšuje retropatelárny tlak medzi laterálnou fazetou patelly a laterálnym kondylom femuru. Nadmerné tlakové sily medzi týmito štruktúrami môžu viesť k vzniku syndrómu patelofemorálnej bolesti. Z dlhodobého hľadiska spôsobujú degeneráciu kĺbnej chrupavky patelly (Almeida et al., 2016, s. 182). Huberti a Hayes (1984, s. 715) uvádzajú, že zvýšenie uhla o 10% zvýšilo zaťaženie na patelofemorálne skĺbenie o 45%. V súčasnej odbornej literatúre nachádzame nejednotné názory ohľadom vzťahu medzi Q uhlom a syndrómom patelofemorálnej bolesti.

1.2.1 Podporný aparát kolenného kĺbu

Ligamentózne aparát kolenného kĺbu má predovšetkým stabilizačnú funkciu. Jeho súčasťou sú *lig. collaterale mediale et laterale*, ktoré sa pri extenzii v kolene napínajú a pri flexii sa uvoľňujú. Najmohutnejšie stabilizátory kolenného kĺbu sú *lig. cruciata anterior et posterior*.

Napäté *ligg. collateralia* a všetky väzy na zadnej strane kĺbneho puzdra sa podieľajú na uzamknutí kolena. Pri uzamknutí prilieha femur na tibiú a kĺb je v tzv. stabilnej polohe. Pri odomknutí kolena sa uvoľňujú *ligg. collateralia* a *lig. cruciatum anterior*. Odomknutie kolena je podmienkou na vykonanie flexie kolenného kĺbu (Dylevský, 2009, s. 189–190).

1.2.2 Svaly zaisťujúce pohyb v kolennom kĺbe

Jediný extenzor kolenného kĺbu je m. quadriceps femoris. Skladá sa z mm. vasti (medialis, lateralis et intermedius) a m. rectus femoris. Mm. vasti spájajú femur s tibiou,

a vykonávajú extenziu predkolenia. Sú dôležité pre stabilitu kolena. M. rectus femoris spája panvu s tibiou.

Flexory kolenného kĺbu sa nachádzajú na zadnej strane dolnej končatiny. Zahrnujú hamstringy, t. j. m. biceps femoris, m. semitendinosus a m. semimebranosus, ďalej m. gracilis, m. sartorius, m. popliteus a m. gastrocnemius. M. gastrocnemius má však v tejto funkcii len malú účinnosť. Väčší význam má pre stabilizáciu kolena a pre plantárnu flexiu nohy, ktorá je vlastným motorom chôdze (Véle, 2006, s. 253–255).

1.3 Akrálna oblasť dolnej končatiny

Z anatomického hľadiska noha označuje časť dolnej končatiny distálne od členkového kĺbu. Jej funkciou je sprostredkovať styk tela s terénom, po ktorom sa uskutočňuje pohyb. Je schopná aktívne „uchopovať“ terénne nezrovnalosti a tým zaisťovať potrebnú oporu pre lokomóciu po nerovnom teréne. Každý krok začína noha ako pružná, flexibilná a prispôsobivá štruktúra a končí ako rigidná páka.

Kostra nohy tvorí dve klenby – jednu priečnu a druhú pozdĺžnu. Jej súčasťou je aj nepatrná klenba laterálneho okraja nohy, takže noha sa opiera o zem v podobe trojnožky na päte, na palcovom metatarze a na metatarze piateho prsta. Nohu tvoria mnohopočetné artikulácie medzi segmentmi, ktoré sú spevnené mohutným väzivovým aparátom (Véle, 2006, s. 257).

1.3.1 Horný tarzálny kĺb

Horný tarzálny kĺb (alebo známejšie členkový kĺb) je skĺbením tibie a fibuly s talom. Kĺb spevňuje puzdro, ktoré je zosilnené po stranách väzmi. Z boku puzdro zosilňujú *ligg. collateralia*. *Lig. collaterale mediale* alebo tiež *lig. deltoideum* je silný trojuholníkový väz pevne zrastajúci s kĺbovým puzdrom. Má povrchovú a hlbokú vrstvu. Hlboká časť má základný význam pre stabilitu na vnútornom okraji nohy. *Lig. collaterale laterale* je slabším náprotivkom *lig. deltoideum*.

Najvýznamnejšou súčasťou tohto väzivového komplexu je *lig. talofibulare anterius*. Tento väz je primárnym stabilizátorom členkového kĺbu. Býva najčastejším miestom poranenia väzivového aparátu členkového kĺbu pri inverzne pôsobiacom násilí. Je tiež hlavným zdrojom bolestivej signalizácie pri preťažení členkového kĺbu. Ďalšie dva väzy, ktoré spolu s *lig. talofibulare anterius* patria do väzivového komplexu, sú *lig. calcaneofibulare* a *lig. talofibulare posterius*.

V členkovom kĺbe sú možné pohyby do plantárnej flexie v rozsahu do 35° a do dorzálnej flexie v rozsahu do 25° (Vařeka a Vařeková, 2009, s. 18; Dylevský, 2009, s. 197).

1.3.2 Dolný tarzálny kĺb

Označuje kĺbové spojenie medzi talom a ďalšími kosťami. Skladá sa z dvoch hlavných oddielov: *art. subtalaris*, nazývaný aj *art. talocalcanea*, ktorý predstavuje zadný oddiel, a *art. talocalcaneonavicularis*, ktorý predstavuje predný oddiel. Stabilitu kĺbu zaisťujú štyri silné väzy: *lig. talocalcaneare posterius, mediale, laterale et interosseum*.

Pohyby v dolnom tarzálnom kĺbe sú inverzia a everzia nohy (Dylevský, 2009, s. 188–199).

1.3.3 Svaly pre funkciu nohy

Svaly ovládajúce segment nohy možno rozdeliť do dvoch skupín. Prvou skupinou sú dlhé vonkajšie svaly (*extrinsic muscles*) lokalizované v oblasti lýtka a predkolenia. Druhou skupinou sú krátke vnútorné svaly (*intrinsic muscles*) lokalizované v oblasti vlastnej nohy. Skupina dlhých svalov nohy sa ďalej delí na prednú a zadnú skupinu lýtkových svalov.

Na dorzálnej flexii a inverzii nohy sa podieľa predná skupina svalov lýtka, a to m. tibialis anterior, m. extensor hallucis longus a m. extensor digitorum longus, ktorý, naopak, podporuje everziu nohy. Na plantárnej flexii a everzii nohy sa podieľa m. peroneus longus et brevis (Véle, 2006, s. 257–258).

M. triceps surae patrí do zadnej skupiny svalov lýtka. Je tvorený m. soleus a mm. gastrocnemii. M. soleus spája tibiú a fibulu s tuber calcanei. Mm. gastrocnemii spájajú femur a tuber calcanei. Majú dvojkĺbový charakter, ale ich účinok na kolenný kĺb je relatívne malý v porovnaní s účinkom na nohu. M. triceps surae vykonáva plantárnu flexiu v členkovom kĺbe. Je hlavným svalom pri odvíjaní chodidla a pri propulzii pri chôdzi. Jeho tri hlavy sa spoločne upínajú ako Achillova šľacha na tuber calcanei.

Ďalšími svalmi, ktoré patria do zadnej skupiny lýtkových svalov a ktoré pomáhajú pri plantárnej flexii členkového kĺbu sú m. plantaris, m. tibialis posterior, m. flexor digitorum longus a m. flexor hallucis longus. Zároveň sa podieľajú aj na inverzii nohy. Táto skupina svalov sa zúčastňuje na odvíjaní chodidla pri chôdzi,

predovšetkým v jej terminálnej fáze, keď ako posledný sa odlepuje palec na nohe (Véle, 2006, s. 259).

1.3.4 Achillova šľacha

Achillova šľacha (AŠ) je najväčšia a najsilnejšia šľacha v ľudskom tele. Spája mediálnu a laterálnu hlavu m. gastrocnemius a m. soleus distálne na tuber calcanei, pričom niektoré jej vlákna priliehajú k plantárnej aponeuróze. U 6 – 8% pacientov tvorí jej mediálnu stranu m. plantaris. Primárnou funkciou AŠ je plantárna flexia. Tiež pomáha pri stabilizácii tibiotalárneho kĺbu pri chôdzi. Skladá sa prevažne z tenocytov a tenoblastov, ktoré sa nachádzajú v kolagénových vláknach. Tie sú longitudinálne orientované v sieti extracelulárneho matrixu, ktorý vytvára silnú šľachu, schopnú prenášať značnú silu.

AŠ nemá pravú synoviálnu pošvu a namiesto nej je obklopená elastickou vrstvou spojivového tkaniva (tzv. paratenón). Zatiaľ čo väčšina samotnej šľachy má slabé cievne zásobenie, paratenón zásobuje prednú časť AŠ, ktorá je väčšia než stredná a zadná časť. Stredná časť šľachy je najslabšie zásobená, hlavne v oblasti 2 – 6 cm proximálne od úponu. Táto slabo zásobená zóna prispieva k vzniku ťažkostí pri autoreparácii po prípadnom zranení (von Rickenbach et al., 2021, s. 327–328).

1.3.5 Plantárna fascia

Plantárna fascia je silný väzivový útvar na plantárnej ploche nohy, ktorý sa delí na centrálnu, mediálnu a laterálnu časť. Najrozsiahlejšia je centrálna časť, ktorá ide od tuber calcanei až do úrovne metatarzofalangeálnych kĺbov. Tam sa ďalej delí na povrchovú a hlbokú vrstvu. Aj keď sa anatomicky jedná o aponeurózu, často sa označuje ako plantárna fascia. Má významnú funkciu pri biomechanike chodidla – pri zaistení nožnej klenby a tiež spevňuje nohu v období strednej opory a odrazu (Vařeka a Vařeková, 2009, s. 33).

2 Beh

Beh je cyklický lokomočný pohyb. Pri behu – na rozdiel od chôdze – chýba fáza dvojitej opory, takže telo je na krátku dobu bez kontaktu s opornou bázou, pohybuje sa v priestore dopredu a má tendenciu padat' smerom k zemi. Okrem toho sa počas behu – v porovnaní s chôdzou – zvyšuje dĺžka kroku a kadencia. Dĺžka kroku je vzdialenosť medzi počiatočným kontaktom jedného chodidla a následným počiatočným kontaktom druhého chodidla. Kadencia označuje počet krokov vykonaných počas určitého časového úseku. Beh si tiež vyžaduje väčší rozsah pohybu všetkých kĺbov dolných končatín ako aj väčší podiel excentrickej svalovej kontrakcie, než sa vyžaduje pri chôdzi z dôvodu väčších nárazových síl (Nicola a Jewison, 2012, s. 187–188).

Ako pri chôdzi aj pri behu existujú dve fázy krokového cyklu – oporná (stojná) fáza a švihová fáza. Pri behu sa náročná končatina brániaca pádu dotýka na konci švihu opornej bázy špičkou nohy pred priemetom ťažiska. Pri rýchlom behu sa táto vzdialenosť ešte viac skracuje až do miesta priemetu ťažiska. Po dotyku s opornou bázou sa švihová končatina stáva končatinou, ktorá zabraňuje pádu, ako aj opornou a propulznou končatinou. Obe dolné končatiny sa v tejto funkcii vzájomne striedajú (Véle, 2006, s. 354–355). Oporná fáza sa vyznačuje počiatočným kontaktom chodidla so zemou, medzistojom a odrazom palca. Tvorí približne 40% bežeckého cyklu. Pri rýchlom behu sa tento podiel ešte znižuje. Švihová fáza sa delí na počiatočný švih, medzišvih a končí sa finálnym švihom (Nicola a Jewison, 2012, s. 189).

2.1 Bežecký cyklus

2.1.1 Oporná fáza

Ako už bolo vyššie spomenuté, oporná fáza sa skladá z troch ďalších podfáz. Na začiatku došľapu sa svaly, šľachy, kosti a kĺby dolnej končatiny snažia tlmiť náraz pri dopade chodidla. Dopad nohy na zem počas došľapu je facilitovaný dianím v subtalárnom kĺbe, ktorý pronuje chodidlo. Okrem toho sa natiahne plantárna fascia, čo umožňuje chodidlu tlmiť nárazy pri dopade. Členok je pri dopade nohy v dorzálnnej flexii. Popritom dochádza aj k flexii kolena a k addukcii v bedrovom kĺbe, ktoré sa podieľajú na rozložení sily nárazu prostredníctvom uzavretého kinematického reťazca vznikajúceho pri došľape. M. rectus femoris a m. gastrocnemius prenášajú energiu

nárazu z distálnej časti dolnej končatiny na proximálnu (z členka na koleno a nakoniec do oblasti bedrového kĺbu). To pomáha rozložiť silu dopadu alebo tlmiť náraz celého chodidla až do horných častí kinetického reťazca. Séria svalových kontrakcií sa počas odrazu mení z proximálnej na distálnu. Táto kinematika a schopnosť tlmiť nárazy sa so zvyšujúcou sa únavou svalov dolných končatín počas behu nemení.

Chodidlo je maximálne pronované približne v polovici opornej fázy. Väzy v členku zabraňujú nadmernej pronácii, rovnako ako aj m. tibialis posterior a m. triceps surae. Keď sa oporná fáza dostane do medzistojia, chodidlo prechádza z pronácie na supináciu v rámci prípravy na odraz. Následne sa skracujú a kontrahujú hamstringy. Ťahový pohyb je posilnený kontrakciou a odrazovým pohybom spôsobeným m. triceps surae a AŠ, ktorých funkciou je plantárna flexia v členkovom kĺbe, ktorou sa noha odrazí od povrchu. Pri odraze palca je bedrový kĺb v maximálnej extenzii, ktorá je prevažne facilitovaná m. gluteus maximus. Tým sa začína už švihová fáza (Nicola a Jewison, 2012, s. 189–191).

2.1.2 Švihová fáza

Švihová fáza nastáva, keď sa dolná končatina pohybuje vo vzduchu od odrazu palca po počiatočný kontakt chodidla. Skladá sa – podobne ako oporná fáza – z troch podfáz. Pri odraze je najaktívnejší m. rectus femoris a m. tibialis anterior. Počas švihovej fázy je flexia v kolennom medzi 90 – 130° – v závislosti od rýchlosti. M. rectus femoris sa excentricky kontrahuje, aby zabránil nadmernej flexii kolena na začiatku švihovej fázy.

Švihová fáza zahŕňa rotáciu ipsilaterálnej časti panvy a flexiu v bedrovom kĺbe, ktorú vykoná m. iliopsoas. Veľkosť rozsahu flexie v bedrovom kĺbe sa zväčšuje so zvyšujúcou sa rýchlosťou. Pri došľape môže byť bedrový kĺb až v 65° flexii. V spolupráci s hlbokým stabilizačným systémom je umožnené pootočenie panvy. Počas strednej fázy je aktívny m. rectus femoris. M. quadriceps femoris sa aktivuje na konci fázy pri extenzii kolena. Na konci fázy sú tiež aktívne hamstringy a m. gluteus maximus, ktoré vykonajú extenziu v bedrovom kĺbe a pritom „ťahajú” telo dopredu. Hamstringy sa excentricky kontrahujú pri extenzii dolnej končatiny v kolennom kĺbe a práve v tejto terminálnej fáze švihu sú najnáchylnejšie k zraneniu. Následne sa chodidlo dotkne bežeckej plochy. Kontralaterálna noha zároveň končí opornú fázu.

Ako pri opornej fáze aj pri švihovej fáze sú adduktory bedrového kĺbu aktívne počas celého bežeckého cyklu. To je ďalší rozdiel medzi behom a chôdzou, pri ktorej sú

aktívne len od švihovej fázy po strednú časť opornej fázy. Abduktory a adduktory bedrového kĺbu poskytujú kokontrakčnú stabilitu stojnej končatiny pri opornej fáze (Nicola a Jewison, 2012, s. 191–194).

2.2 Analýza došľapu

Došľap pri behaní, tzv. *footstrike pattern*, je popisovaný ako spôsob, akým sa chodidlo dotkne zeme. V priebehu rokov vzniklo niekoľko definícií klasifikácie spôsobov došľapu. Došľap primárne rozdeľujeme na 3 typy: predný (*forefoot strike*), stredný (*midfoot strike*) a zadný (*rearfoot strike*). Pri prednom type došľapu (FFS) sa dotkne zeme ako prvá špička, za ktorou zvyčajne nasleduje päta. Pri strednom type došľapu (MFS) dochádza k vzájomnému dotyku špičky a päty; bežec sa často dotkne zeme vonkajším okrajom chodidla alebo topánky. Zadný typ došľapu (RFS) je niekedy označovaný ako „*heel-toe-run*“ či „*heel strike*“, čo vlastne znamená, že zeme sa najprv dotkne päta a až následne chodidlo (Hoenig, Rolvien a Hollander, 2020, s. 55–56). Väčšina rekreačných bežcov využíva pri behoch na dlhé trate RFS. Prevalencia RFS môže byť ovplyvnená rýchlosťou behu, druhom obuvi, návykom na druh obuvi, zabehnutou vzdialenosťou, bežeckou úrovňou, vekom a aj únavou bežca. FFS a MFS sú typické pre šprint a behy na stredné trate. Tak isto sú časté aj pri behu na boso (tzv. *barefoot*), a to z toho dôvodu, že došľap na pätu je nepohodlný.

Doteraz ešte nebolo dokázané, či a do akej miery by tieto typy došľapu mohli zlepšiť výkon u bežcov (Anderson et al., 2020, s. 915).

2.2.1 Spôsob došľapu ako rizikový faktor

Pokiaľ sa jedná o súvislosť medzi spôsobom došľapu a bežeckými zraneniami, stretávame sa s dvoma hlavnými otázkami. Prvá otázka sa týka možnej korelácie medzi spôsobom došľapu a výskytom zranenia u bežca: Majú bežci s určitým typom došľapu zvýšené riziko vzniku zranení? Druhá otázka je: Pomohla by zmena typu došľapu znížiť výskyt bežeckých zranení (Hoenig, Rolvien a Hollander, 2020, s. 58)?

Niektoré štúdie sa zaoberali otázkou, či spôsob došľapu nejako súvisí so zraneniami. Kým niektorí došli k záveru, že u bežcov s došľapom na špičku je výskyt bežeckých zranení nižší, iní, naopak, zistili, že typy došľapu nemajú na zranenia nijaký dopad. V tejto súvislosti len nedávno Anderson et al. (2020, s. 915) poukázali na nedostatok prospektívnych štúdií, ktoré skúmajú súvislosť medzi typmi došľapu a rizikom zranenia.

Biomechanické parametre ako dĺžka kroku, kadencia a everzia nohy pri RFS sa považovali za parametre, ktoré prispievajú k riziku zranenia u bežcov. Bolo dokázané, že bežci s predným typom došľapu preukazujú vyššiu mechanickú záťaž na štruktúry v oblasti členku, zatiaľ čo bežci so zadným typom došľapu zaťažujú viac kolenný kĺb. Jeden z možných záverov je, že FFS bežci sú viac náchylní na zranenia v oblasti členku a chodidla, kým RFS bežci na zranenia v oblasti kolena. Štúdia od Morales-Orcajo et al. (2018, s. 476) sa zmieňuje o tom, že MFS/FFS bežci majú zvýšené riziko metatarzálnej únavovej zlomeniny či plantárnej fascitídy, ktorá patrí medzi najčastejšie zranenia. RFS bežci majú zasa tendenciu k únavovým zlomeninám calcaneu, poškodeniu chrupavky, tendinitíde m. tibialis anterior a k poškodeniu mäkkých tkanív na päte.

Napriek relatívne vysokému počtu štúdií, ktoré sa zaoberali vzťahom medzi rôznymi typmi došľapu a rizikom zranení, je potrebné spomenúť, že spôsob došľapu celkom nevystihuje muskuloskeletálnu funkciu chodidla pri behu. Biomechanické vlastnosti ako spôsob došľapu môžu u niekoho zvýšiť riziko niektorých bežeckých zranení, kým u iných, naopak, znížiť. V konečnom dôsledku všetky odporúčania týkajúce sa zmeny techniky behu založené výlučne na spôsobe došľapu je však vždy potrebné kriticky zvážiť (Hoenig, Rolvien a Hollander, 2020, s. 59).

2.2.2 Kinetické a kinematické parametre

Aj pri štúdiách hodnotiacich spôsob došľapu sa stretáme s nejednotnými, ba aj s protikladnými výsledkami štúdií, ktoré porovnávajú riziko úrazu s kinematickými a kinetickými parametrami. Jedným z týchto parametrov je vertikálna zložka reakčnej sily (vGRF), ktorá patrí spomedzi troch ďalších zložiek medzi najväčší komponent reakčnej sily pri behu. Z vGRF vyplývajú ďalšie špecifické vlastnosti ako vrchol nárazu (*impact peak*) a okamžitá vertikálna rýchlosť zaťaženia. Výskyt viditeľného vrcholu nárazu, krátko po počiatočnom kontakte so zemou, závisí od typu došľapu. Vysoký vrchol nárazu vo vGRF je prítomný u bežcov so zadným typom došľapu. Neprítomnosť vysokého vrcholu nárazu u bežcov s predným a stredným typom došľapu bola donedávna považovaná za preventívny faktor. Toto zistenie však už ďalšie štúdie nepodporujú. Ukázalo sa totiž, že FFS je v porovnaní s RFS spojený s väčšou plantárnou flexiou členku pri prvom kontakte so zemou, väčšou flexiou v kolene pri kontakte chodidla so zemou, s menším rozsahom pohybu v kolene a s nižšou rýchlosťou vertikálneho zaťaženia (Anderson et al., 2019, s. 886). Okrem biomechanických a kinetických zmien, akými sú veľkosť flexie v kolene, plantárnej flexie členka

a rýchlosť vertikálneho zaťaženia, zmena z RFS na MFS/FFS mení primárne dĺžku kroku, čas kontaktu a frekvenciu.

Spomedzi všetkých kinetických a kinematických parametrov si v posledných rokoch získalo veľkú pozornosť skúmanie rýchlosti vertikálneho zaťaženia počas behu. Vertikálna rýchlosť zaťaženia sa pokladá za faktor, ktorý prispieva k vzniku bežeckých zranení, a to najmä únavových zlomenín kostí. Bolo dokázané, že bežkyne s diagnostikovaným zranením mali vyššiu vertikálnu rýchlosť zaťaženia než bežkyne bez zranenia. Aj nedávne zistenie nelineárneho vzťahu medzi uhlom došľapu a vGRF spochybňuje časté odporúčania zmeny typu došľapu z RFS na MFS/FFS (Hoenig, Rolvien a Hollander, 2020, s. 59).

3 Najčastejšie bežecké zranenia

Napriek všetkým zdravotným benefítom, ktoré pravidelný beh prináša, je táto aktivita spojená s vyšším rizikom zranení než akákoľvek iná forma aeróbnej aktivity, ako napr. chôdza, plávanie či bicyklovanie. Bežecké zranenia (*running-related injuries* – RRI) sú definované ako muskuloskeletálne ťažkosti v oblasti dolnej končatiny spôsobené bežeckou aktivitou (van Poppel et al., 2021, s. 14). RRI – bez ohľadu na typ zranenia – znižujú potešenie z cvičenia a sú spojené s nežiaducimi následkami, ako sú finančné dôsledky, dočasné alebo trvalé prerušenie tréningu alebo práceneschopnosť.

Až 50% bežcov prekoná za rok nejaké RRI. Prevažná väčšina RRI je obvykle spôsobená preťažením pri nadmernom opakovaní repetitívnych bežeckých cyklov, a to aj napriek relatívne malému zaťaženiu. Mnohé štúdie skúmali podiel incidencie a prevalencie zranení u bežcov, pričom miera výskytu sa pohybovala medzi 3,2% a 84,9%. Prílišná odchýlka je podmienená rôznorodosťou štúdií, rozmanitosťou druhov zranení ako aj rôznymi obdobiami monitorovania počas výskumu, pričom jednotlivé parametre sa v týchto štúdiách líšili (Kakouris, Yener a Fong, 2021, s. 513–514).

Nadmerná väčšina RRI sa vyskytuje na dolnej končatine. Medzi najčastejšie miesta výskytu zranenia u neprofesionálnych bežcov patrí práve oblasť kolena – na rozdiel od profesionálnych bežcov, u ktorých sa zranenia vyskytujú najčastejšie v okolí členka. Až 70–80% všetkých RRI je spôsobených v dôsledku preťaženia, a to predovšetkým v oblasti kolena, členka a chodidla. Je to dané tým, že propulzia je generovaná primárne dolnou časťou nohy, čo zvyšuje biomechanickú záťaž na tieto štruktúry (Kakouris, Yener a Fong, 2021, s. 517–518).

V systematickom prehľade Kakourisa, Yenera a Fonga (2021, s. 513–520) sa hodnotilo najčastejšie RRI z hľadiska incidencie a prevalencie. Incidencia vyjadruje údaj o počte výskytov nových zranení u športovcov a udáva informáciu o riziku zranenia. Prevalencia zasa vyjadruje, ako je rozšírené dané zranenie vo vzorke populácie. Vyššie zmienený prehľad porovnával 42 relevantných štúdií, ktoré sa týkajú najčastejších RRI od roku 1974 do roku 2020, a vyhodnotil ich podľa anatomickej polohy a konkrétnej patológie. Medzi najčastejšie RRI podľa podielu incidencie u neprofesionálnych bežcov patrí tendinopatia Achillovej šľachy, mediálny syndróm tibiálneho stresu, syndróm patelofemorálnej bolesti, plantárna fascitída a distorzia členka. Medzi najčastejšie RRI podľa podielu prevalencie patrí syndróm

patelofemorálnej bolesti, mediálny syndróm tibiálneho stresu, plantárna fascitída, iliotibiálny syndróm a tendinopatia Achillovej šľachy.

Pri porovnaní RRI neprofesionálnych a profesionálnych bežcov bolo zaujímavým zistením, že u neprofesionálnych bežcov bolo najčastejšie RRI iné ako u profesionálnych. Kým u neprofesionálnych bežcov bolo RRI s najvyšším podielom incidencie tendinopatia Achillovej šľachy, u profesionálnych bežcov to bola tendinopatia m. tibialis anterior. Tendinopatia m. tibialis anterior, ktorá sa nazýva aj „ultramaratónsky členok“, sa u neprofesionálnych bežcov takmer vôbec nevyskytovala, z čoho vyplýva, že ide o zranenie špecifické pre trénovaných bežcov na dlhé trate, príp. až ultramaratóny (Kakouris, Yener a Fong, 2021, s. 513–520).

Hlavný rozdiel medzi pomermi incidencie a prevalencie pre každé RRI bol ten, že podľa incidencie sa distorzia členka nachádzala medzi najčastejšími zraneniami, no nie v rebríčku podľa prevalencie. Pravdepodobný dôvod tejto nezrovnalosti je ten, že vo väčšine prípadov sa distorzia členka nepovažovala za dostatočne závažnú diagnózu, a tak v predmetných štúdiách nebola často uvádzaná.

Výsledky výskumov preukázali aj to, že muži sú viac náchylní na zranenia v oblasti členku, čo dokazuje aj fakt, že tendinopatia Achillovej šľachy sa vyskytuje viac u mužov než u žien. Ženy sú na druhej strane viac náchylné na syndróm patelofemorálnej bolesti. Väčšiu náchylnosť k zraneniam v oblasti kolena u žien môže spôsobovať rozdielna biomechanika dolných končatín a rozdielna neuromuskulárna kontrola, ktorá u žien v dôsledku väčšieho Q uhlu a zníženej flexie kolena počas dopadu, spôsobuje abnormálne zaťaženie dolnej končatiny. Tieto rozdiely medzi pohlaviami môžu mať vplyv aj na podiel zranení u konkrétnych patológií.

V jednotlivých štúdiách uvádzaných v spomínanom prehľade však chýbali presné popisy úrovne bežcov, napr. či sa jedná o nováčikov, rekreačných alebo profesionálnych bežcov. Detailnejší popis úrovne bežcov, ktorý by zohľadňoval vzdialenosť, frekvenciu a intenzitu bežeckého tréningu, by spresnil analýzu porovnávajúcu mieru incidencie a prevalencie medzi rozličnými typmi bežcov, a tak viac podložil závery výskumu (Kakouris, Yener a Fong, 2021, s. 520).

3.1 Zranenia v oblasti kolena

Oblasť kolena patrí medzi najzraniteľnejšie u neprofesionálnych bežcov. Medzi najčastejšie RRI, ktoré sa v tejto oblasti vyskytujú, patria syndróm patelofemorálnej bolesti, iliotibiálny syndróm a mediálny syndróm tibiálneho stresu.

3.1.1 Syndróm patelofemorálnej bolesti

Syndróm patelofemorálnej bolesti (PFPS) sa vyznačuje difúznou bolesťou v peripatelárnej alebo retropatelárnej oblasti, ktorá sa zhoršuje pri činnostiach, ktoré zaťažujú patelofemorálne skĺbenie pri flektovanom kolene. Bolesť môže byť v rozpätí miernej až silnej. Nástup symptómov môže byť pomalý alebo akútne. Pacient pociťuje bolesť počas behu alebo pri bežných činnostiach, napr. pri chôdzi, sedení, drepaní či chôdzi po schodoch. PFPS býva tiež označovaný ako syndróm bežeckého kolena alebo syndróm bolesti predného kolena. Pacienti môžu v tejto oblasti tiež pociťovať nestabilitu a krepitus. Práve pre typicky progresívne začiatky príznakov je PFPS často diagnostikovaný neskoro, a preto opis jeho typického klinického priebehu je náročný (Willy et al., 2019, s. 10–11).

Pacienti s PFPS často uvádzajú bolesť pri palpácii distálneho pólu alebo mediálnej časti patelly a mediálneho kondylu femuru. Bolesť sa môže vyskytnúť aj pri posune patelly či tlaku na ňu. Pri vyšetrení EMG majú bežci s PFPS v porovnaní so zdravými bežcami slabší až atrofovaný m. quadriceps, a to hlavne v oblasti mm. vasti. Pri tomto syndróme je prítomný silový deficit, najmä pri extenzii v kolene. Pri funkčných pohyboch môže byť znížený rozsah pohyblivosti do flexie, čo predstavuje kompenzačný mechanizmus. Často sa mylne predpokladá, že PFPS u bežcov súvisí s nadmernou pronáciou chodidla. Doteraz to však žiadna štúdia nepotvrdila. Nebolo by teda presvedčivé tvrdiť, že väčšia pronácia chodidla by bola významným faktorom vedúcim k rozvinutiu PFPS, a preto zmena biomechaniky chodidla a členku ani nebýva u bežcov s PFPS sledovaná (Willy et al., 2019, s. 11).

Pacienti s PFPS tiež pociťujú slabosť abduktorov, extenzorov a vonkajších rotátorov bedrového kĺbu. Tiež je u nich znížená rýchlosť rozvoja sily abduktorov a extenzorov bedrového kĺbu. Odborné štúdie preukázali, že neexistuje súvislosť medzi silou svalov v oblasti bedrového kĺbu a rozvojom PFPS. Čo sa týka abdukcie, extenzie a vonkajšej rotácie bedrového kĺbu medzi bežcami s PFPS a bez PFPS jestvujú len minimálne rozdiely. Preto je pravdepodobné, že slabosť v oblasti bedrového kĺbu nie je

príčinou tohto syndrómu, ale skôr dôsledkom bolesti ním spôsobenej (Esculier et al., 2020, s. 1208).

PFPS sa môže vyskytovať počas celého života u malých detí, ale aj u starších ľudí so sedavým spôsobom života. Podľa niektorých štúdií možno najvyššiu prevalenciu tohto zranenia pozorovať u ľudí vo veku od 12 do 19 rokov, kým iné zdroje, naopak, uvádzajú, že najvyššie percento ľudí s PFPS sa vyskytuje u ľudí vo veku 50 – 59 rokov. Tieto rozdiely môžu súvisieť s tým, že väčšina štúdií sa zameriava hlavne na mladých športovcov na športových klinikách. Štúdie ďalej hovoria o väčšej prevalencii tohto zranenia u ženského pohlavia. Bolo tiež preukázané, že PFPS je spojený s vysokou mierou recidívy a chronicity. Recidivujúce symptómy sa vyskytujú až u 70 – 90% bežcov. Až v polovici prípadov došlo k zlepšeniu až po 4 rokoch od diagnostikovania PFPS a u ďalších 23% až po 12 rokoch (Willy et al., 2019, s. 10–12)

PFPS nepatrí medzi zranenia, ktoré by bežca nejako výrazne limitovali. V minulosti sa tento syndróm považoval u adolescentov za úplne bežný stav, ktorý sa časom sám upraví. Až polovica adolescentov však uviedla, že bolesť pretrvávala aj po dvoch rokoch od prvej diagnózy a znižovala kvalitu ich života, napr. stratili fyzickú zdatnosť, alebo sa cítili zmätení či vystrašení pre bolesti, alebo sa obávali o svoju budúcnosť (Smith et al., 2018, s. 3).

3.1.2 Iliotibiálny syndróm

Iliotibiálny syndróm (ITBS) patrí medzi veľmi časté RRI z preťaženia. Býva jednou z najčastejších príčin bolesti laterálnej časti kolena u bežcov. Zodpovedá za približne jednu desatinu všetkých bežeckých zranení. Nárast výskytu ITBS za posledné desaťročie súvisí s rapidným nárastom počtom bežcov vo svete (Friede et al., 2022, s. 44).

Etiológia ITBS nie je celkom jasná. Existujú dva mechanizmy, ktoré opisujú mechanickú funkciu ITB a prispievajú k etiológii ITBS: „teória frikcie“ a „teória kompresie“. V minulosti sa ITBS považoval za zranenie spôsobené podráždením. Pri plnej extenzii v kolene ITB prechádza z predného na laterálny epikondylus femuru. Pri 30° flexii v kolene prechádza na zadný a na laterálny epikondylus. Pôvodne sa predpokladalo, že cyklické zaťaženie počas behu spôsobilo, že ITB opakovane prechádzal laterálnym epikondylom, čo spôsobovalo podráždenie („frikciu“) inervovaného tukového tkaniva pod ním (Hutchinson et al., 2022, s. 1002). Nedávno však túto teóriu spochybnili Fairclough et al. (2006), ktorí prišli s tým, že „teória

frikcie“ je len ilúzia vytvorená sekvenčným presunom zaťaženia vlákien ITB z prednej strany na zadnú pri napínaní ITB. Tvrdia, že ITB je v skutočnosti pripevnený k distálnemu femuru, s výnimkou hornej časti laterálneho kondyla femuru, čím sa bráni už vyššie spomínanému prechodu ITB cez laterálny epikondylus. Preto nie je možné, aby ITBS vznikol „teóriou frikcie“.

Novšia teória Fairclougha et al. (2006) vznikla za pomoci magnetickej rezonancie. Podľa tejto teórie sa pri viac ako 30° flexii v kolene ITB mediálne stláča proti laterálnemu epikondylu, zatiaľ čo v jeho zadných vláknach sa zvyšuje napätie. Predpokladá sa, že kompresia spôsobuje podráždenie bohato inervovaného tkaniva medzi ITB a kosťou, čo indikuje, že ITBS by mal byť klasifikovaný ako kompresný syndróm (Fairclough et al., 2006, s. 313).

U začínajúcich bežcov sa príznaky ITBS môžu prejaviť v priebehu týždňov od začiatku tréningu. Bolesť obvykle začína pri extenzii kolena pri došľape nohy. Bežci s týmto zranením pociťujú bolesť na laterálnej strane kolena približne 2 – 3 cm proximálne od laterálnej línie tibiofemorálneho kĺbu v oblasti laterálneho kondyla femuru. Bolesť býva často zhoršená aj zvýšeným napätím v ITB. Nástupu bolesti predchádza prudký nárast bežeckej záťaže, ako napr. dlhšie zabehnutá vzdialenosť, rýchlejšie tempo či beh z kopca. Obzvlášť dráždivý ITBS je citeľný počas chôdze dolu schodmi, keďže extenzia v bedrovom kĺbe je spojená s flexiou v kolene, lebo m. tensor fasciae latae sa excentricky kontrahuje, aby napomohol pri kontrole dolnej končatiny (Hutchinson et al., 2022, s. 1003).

Vo všeobecnosti bežci s ITBS často preukazujú slabosť abduktorov bedrového kĺbu, no prekvapivo táto nepatrí medzi rizikové faktory pre vznik ITBS. Pre nedostatok štúdií, ktoré by preukazovali vzťah medzi abduktormi bedrového kĺbu a ITBS, je možné sa domnievať, že sprievodná bolesť je spôsobená kompresiou bohato inervovaného tkaniva hlboko v ITB. Bolesť môže u bežcov inhibovať m. tensor fasciae latae a m. gluteus maximus pri snahe o zníženie napätia v ITB (Hutchinson et al., 2022, s. 1004–1005).

Existuje mnoho štúdií, ktoré sa zaoberajú biomechanikou ITB a ktoré skúmajú ITBS. Poväčšine však namiesto odpovedí a riešení prichádzajú len s ďalšími otázkami. Friede et al. (2020, s. 127) zistili, že jedinci, ktorí majú nábeh na vznik ITBS, v porovnaní s ostatnými preukazovali väčšiu addukciu v bedrovom kĺbe a väčšiu vnútornú rotáciu kolena počas behu. Foch et al. (2020, s. 67) prišli s tým, že bežci, ktorí už niekedy prekonali ITBS, majú zníženú addukciu bedrového kĺbu v porovnaní so

zdravými jedincami. Noehren et al. (2014, s. 220) zasa prišli k záveru, že muži s ITBS behajú s výrazne väčšou vnútornou rotáciou v bedrovom kĺbe a s väčším uhlom addukcie kolena. Uhol addukcie kolena pritom predstavuje moment pôsobiaci na kĺb vo frontálnej rovine a pri chôdzi či behu pôsobí na rotáciu tibie mediálne na femur (Creaby, 2015, s. 1038). Tieto kinematické zmeny v spojitosti so zvýšenou prevalenciou ITBS u mužov môžu nepriamo poukazovať na kompenzačné stratégie bolesti, ktoré vedú ku kinematickým zmenám a pri ktorých sa bežci snažia nezaťažovať ITB (Hutchinson et al., 2022, s. 1003).

3.1.3 Mediálny syndróm tibiálneho stresu

Mediálny syndróm tibiálneho stresu (MTSS) patrí medzi časté zranenia z preťaženia u aktívnych jedincov, najmä u bežcov. Postihuje 35% bežeckej populácie. MTSS sa najčastejšie vyskytuje u bežcov vo veku 20 až 30 rokov. Toto zranenie býva tiež označované ako „*shin splints (pain)*“, čo v preklade znamená bolesť v tibii (Deshmukh a Phansopkar, 2022, s. 1). Pacienti s MTSS pociťujú difúznu bolesť pozdĺž posteromediálnej hrany tibie, ktorá je vyvolaná nejakou formou aktivity (Reinking et al., 2017, s. 256). Bolesť spojená s MTSS je jednou z najčastejších príčin bolesti v dolnej časti nôh vyvolanej cvičením. Vzniká tak, že beh alebo nárazové opakované zaťaženie dolnej končatiny vytvára veľké napätie v tibii, ktoré spôsobuje bolesť a tá má zvyčajne za následok obmedzenie danej aktivity (Deshmukh a Phansopkar, 2022, s. 1).

MTSS sa vyznačuje bilaterálnou bolesťou, ktorá sa zvyčajne neprejavuje len na jednom mieste. Býva veľmi častá aj v distálnej tretine tibie na mediálnej strane alebo v proximálnej časti ako aj na prednej, zadnej, laterálnej alebo mediálnej strane nohy. Spoločný zdroj bolesti je v centrálnej časti tibie na mediálnej strane tibie. S pohybom sa bolesť zvyčajne zväčšuje, a v pokoji, naopak, ustupuje. Bolesť býva najčastejšie prítomná na začiatku tréningu a počas neho sa postupne znižuje. Nasledujúci deň je bolesť najvýraznejšia, ale po čase ustúpi. Najcitelnejšia býva pri dopade nohy na zem a pri prípadnom skákaní. Pri chronickom MTSS môže pacient pociťovať bolesť aj pri odpočinku. V najhoršom prípade môže bolesť vystreľovať až do chodidla a môžu ju sprevádzať príznaky dyzestézie (Deshmukh a Phansopkar, 2022, s. 1–2).

Väčšina ľudí pociťuje MTSS ako periostalgiiu alebo tendinopatiu pozdĺž úponu m. tibialis posterior alebo m. solus. Presná príčina vzniku tohto syndrómu nie je známa, ale existujú dve hlavné teórie o spúšťacích mechanizmoch tohto zranenia. Prvá z nich je „trakčná teória“, podľa ktorej príznaky MTSS sú spôsobené zápalom periostu

v dôsledku nadmernej trakcie spôsobenej m. tibialis posterior alebo m. soleus. Táto teória bola tiež podporená scintigrafickými vyšetreniami, ktoré potvrdili difúzne zvýšenú absorpciu v oblasti periostu ako dôkaz zápalového procesu.

Do oblasti posteromediálnej hrany tibie, v ktorej sa typicky objavujú bolesti, sa upína viacero anatomických škrutúr. MTSS môže vzniknúť trakciou už vyššie spomínaného m. soleus, ale aj m. flexor digitorum longus alebo fasciou predkolenia (*fascia cruris*). M. tibialis posterior, ktorého preťažovanie sa tiež považovalo za možnú príčinu vzniku MTSS, sa na posteromediálny okraj tibie neupína, a preto tento syndróm pravdepodobne nespôsobuje. Pri porovnaní periosteálneho a šľachového edému pomocou ultrazvuku však nebol zistený žiadny rozdiel medzi zdravými športovcami a tými, ktorým bol diagnostikovaný MTSS (Winters et al., 2017, s. 131).

Druhá teória hovorí o tom, že MTSS vzniká z dôvodu preťaženia pri opakovanom ohýbaní tibie svalmi predkolenia. Najväčšia ohybová sila v oblasti tibie pôsobí medzi strednou a distálnou tretinou, čo je najčastejšie miesto, kde vzniká MTSS. Patogénny mechanizmus je v tomto prípade podobný ako pri vzniku únavových zlomenín. Ak dôjde k abnormálnemu zaťaženiu kosti, dôjde k mikropoškodeniu, ktoré pre nedostatok času na regeneráciu nie sú schopné napraviť ani reparačné procesy, čím sa zvyšuje krehkosť kosti a jej náchylnosť k zraneniu (Winters et al., 2018, s. 2). Na podporu tejto teórie Winters et al. (2018) skúmali biopsie bolestivých tkanív u niekoľkých športovcov trpiacich na MTSS. Výsledky ich štúdie boli nejednoznačné, keďže mikrotrhliny sa objavili len u štyroch zo šiestich prípadov a len u jedného z nich bol znateľný remodelačný proces. Mikrotrhliny nájdené u probandov boli lineárne, čo naznačuje, že výskyt MTSS sa môže spájať s aktivitami, ktoré vytvárajú v kosti väčšie šmykové napätie. Tvorba lineárnych mikrotrhlín – namiesto difúzneho poškodenia – poukazuje na nižšiu kvalitu kosti a na jej zvýšenú krehkosť.

MTSS môže byť často spôsobený náhlym zvýšením dĺžky a intenzity tréningu, hlavne čo sa týka tréningu na tvrdých a nerovných povrchoch. Prispieva k nemu aj nevhodná bežecká obuv s nedostatočným tlmením nárazov (Deshmukh a Phansopkar, 2022, s. 2). Medzi ďalšie rizikové faktory patria biomechanické abnormality, akými sú deformity klenby chodidla, nadmerná pronácia chodidla, rozdielna dĺžka dolných končatín či väčšia vonkajšia rotácia v bedrovom kĺbe s flektovaným kolenom. Ženy majú väčšiu tendenciu k nábehu na vznik MTSS (Reinking et al., 2017, s. 260). Zvýšené riziko u žien môže byť spojené s rozdielmi medzi kinematikou behu u žien a mužov, no tento predpoklad zatiaľ nepotvrdila žiadna štúdia. Ďalším významným faktorom, ktorý

prispieva k rozvoju tohto zranenia, je obezita. Rovnako aj chladné počasie môže zhoršovať príznaky MTSS, preto je vhodné pred behom zvoliť krátku zahrievaciu rozcvičku (Deshmukh a Phansopkar, 2022, s. 2).

3.2 Zranenia členka a chodidla

Odhaduje sa, že zranenia členka a chodidla tvoria 31% z celkového počtu RRI. Medzi najčastejšie zranenia tejto oblasti patria distorzia členka, tendinopatia Achillovej šľachy a plantárna fascitída (Tenforde, Yin a Hunt, 2016, s. 121).

3.2.1 Distorzia členka

V praxi sa fyzioterapeuti často stretávajú s podceňovaním poranenia mäkkých štruktúr kĺbu, ktoré sa súhrnne označujú ako distorzie. Akútne distorzie (podvrtnutia) členka sú častým zranením u bežnej aj bežeckej populácie. Postihujú predovšetkým tých bežcov, ktorí behajú po nerovnom teréne. Najčastejšou príčinou akútnej instability členka je traumatické poškodenie laterálnych väzov, predovšetkým *lig. talofibulare anterius*. Poranenie laterálnych ligament členka tvorí 25% všetkých úrazov muskuloskeletálneho aparátu (Chen, McInnis a Borg-Stein, 2019, s. 217).

Až pri 70% poranení väzivového aparátu členka dochádza k izolovanému poškodeniu *lig. talofibulare anterius*. Je to dané jednak tým, že sa jedná o najslabší väzivový pruh laterálnej strany, a aj mechanizmom, keď pri zvyšujúcej sa plantárnej flexii v kombinácii s inverziou a addukciou nohy dochádza k napätiu laterálnych väzov, predovšetkým už spomínaného *lig. talofibulare anterius*. Pokiaľ prichádza k ďalšiemu násilnému pohybu v inverznom smere, dochádza nielen k poškodeniu tohto ligamenta a anterolaterálnej časti kĺbového puzdra, ale následne aj k poškodeniu *lig. calcaneofibulare*, *lig. talofibulare posterius* a prednej časti *lig. deltoideum*. Výnimočne dochádza aj ku kombinácii abdukcie, everzie a vonkajšej rotácie, keď dochádza k poškodeniu mediálneho väzivového aparátu. Pri zvyšujúcej sa dorzálnej flexii spoločne s vonkajšou rotáciou môže tiež dôjsť k poškodeniu syndesmózy medzi tibiou a fibulou (Chen, McInnis a Borg-Stein, 2019, s. 218).

Až u 40% pacientov, ktorí utrpeli distorziu členka, sa symptómy postupne rozvinú do trvalých následkov. Chronickú nestabilitu členku charakterizuje neustupujúca bolesť, opuch, pocit úľavy a nástup ďalších opakujúcich sa distorzií, ktoré sa pacientovi prihodia najmenej 12 mesiacov po prvotnom zranení členka. Zanedbanie

liečby distorzie členka môže vyústiť až do zvyškového deficitu v proprioceptii, do svalových dysbalancií a poškodenia neuromuskulárnej kontroly, ktoré následne prispievajú k rozvoju chronickej nestability členka (Chen, McInnis a Borg-Stein, 2019, s. 217–220; Vuurberg et al., 2018, s. 956; Tenforde, Yin a Hunt, 2016, s. 127).

3.2.2 Tendinopatia Achillovej šľachy

Zranenie AŠ v zmysle degenerácie alebo zápalu sa označuje ako tendinopatia (Líška a Sýkora, 2020, s. 225). Ide o klinickú diagnózu, ktorá sa u pacienta prejavuje typicky ako opuch a lokalizovaná bolesť, zhoršujúca sa pri činnostiach, ktoré AŠ zaťažujú. Okrem bolesti ju sprevádzajú aj zmeny v štruktúre AŠ, ďalej zmeny jej mechanických vlastností, zmeny funkcie dolnej končatiny ako aj obavy z obmedzenia pohybu. Pri tomto zranení býva obmedzená dorzálna flexia v členku a tiež býva prítomné lokálne zhrubnutie šľachy (tzv. tendinóza). Môže byť prítomná aj citlivosť na dotyk. Často býva prítomná aj ranná bolestivosť či stuhnutosť počas prvých krokov alebo bolesť na začiatku cvičenia, ktorá po čase môže ustúpiť. V chronických prípadoch môže bolesť pretrvávajúť aj v pokoji (Silbernagel, Hanlon a Sprague, 2020, s. 438).

V závislosti od miesta poškodenia možno tendinopatie AŠ rozdeliť na dve skupiny: na úponové tendinopatie a na tendinopatie strednej časti AŠ (Líška a Sýkora, 2020, s. 225). Obe skupiny majú svoje špecifické vlastnosti. Tendinopatie strednej časti AŠ bývajú častejšie – predstavujú 66% prípadov. Bolesť býva lokalizovaná 2 – 6 cm proximálne od úponu AŠ, približne v strede šľachy. Bolesť spojené s úponovou tendinopatiou sa vyskytujú v mieste úponu AŠ na calcaneu. Popri úponovej tendinopatii AŠ sa môžu vyskytovať aj ďalšie komplikácie, napr. retrokalkaneálna burzitída, intratendinózne kalcifikácie či kostné defekty, ktoré môžu bolesť ešte znásobiť (von Rickenbach et al., 2021, s. 327; Silbernagel, Hanlon a Sprague, 2020, s. 438).

AŠ je mechanoresponzívna, čo znamená, že sa dokáže prispôbiť záťažovým požiadavkám na tkanivo. Najčastejšia príčina vzniku tendinopatie AŠ u bežcov býva nadmerné zaťaženie spojené s nedostatočným časom zotavenia medzi tréningami. Medzi športovcami, u ktorých sa vyvinula tendinopatia AŠ, 60 – 80% uviedlo náhlu zmenu alebo zvýšenie tréningovej intenzity, alebo trvania tréningu. Nie všetky prípady však súvisia so športom. Aj každodenná práca alebo bežné činnosti prispievajú k nadmernému zaťaženiu AŠ. Tlakové sily na AŠ a calcaneus spôsobené obuvou alebo činnosťami, pri ktorých sa využíva dorzálna flexia v členku, napr. beh do kopca či

anatomické abnormality (Haglundova deformita), tiež prispievajú k vzniku bolesti (Silbernagel, Hanlon a Sprague, 2020, s. 439).

Tendinopatia AŠ je častou príčinou invalidity u mnohých športovcov v dôsledku nepretržitých intenzívnych funkčných nárokov vyvinutých na AŠ. Dve tretiny bežcov zo štúdie Silbernagela, Hanlona a Spraguea (2020) uviedli, že bolesť spojená s tendinopatiou AŠ negatívne ovplyvnila ich ďalší výkon. Športovci s týmto zranením často pokračujú v športových aktivitách, a to aj napriek bolesti. Keďže nevenujú dostatočnú pozornosť tomuto zraneniu, prípadne si nezaobstarajú adekvátnu liečbu, vedie to len k ďalšiemu zhoršeniu príznakov. Celkové zotavenie potom môže trvať aj viac než rok a opakované zranenia bývajú v tomto prípade oveľa častejšie, najmä, ak sa návrat k športovej aktivite unáhli. Za posledné tri desaťročia incidencia tohto zranenia prudko narástla v dôsledku väčšej popularity rekreačných športov. Tendinopatia AŠ však nepatrí len medzi RRI. Býva častá aj u obéznych ľudí so sedavým spôsobom života, čo dokazuje fakt, že väčšina diagnostikovaných zranení tendinopatie AŠ nesúvisí so športom (Silbernagel, Hanlon a Sprague, 2020, s. 438).

3.2.3 Plantárna fascitída

Plantárna fascitída (PF) je najčastejšou príčinou bolesti piat u dospelých. Patrí medzi časté zranenia, s ktorými sa počas života stretne každý desiaty človek. Najčastejšie sa vyskytuje u žien medzi 40 – 60 vekom života. Vyznačuje sa bodavou bolesťou v proximálnej medioplantárnej oblasti chodidla, ktorá nevystreľuje do iných častí dolnej končatiny. Najčastejšie býva prítomná ráno pri prvých krokoch po dlhšej inaktivite. Počas činnosti bolesť ustupuje alebo úplne vymizne. Na konci dňa býva bolesť najintenzívnejšia. Oblasť chodidla býva tiež citlivá na dotyk, predovšetkým v oblasti proximálneho fasciálneho úponu na anteromediálnej časti calcaneu. Može byť prítomný krepitus a zhrubnutie fascie až jej opuch. V niektorých prípadoch sa môže objaviť aj pätná ostroha (Trojian a Tucker, 2019, s. 744–745; Arnold a Moody, 2018, s. 513).

PF je časté zranenie medzi rekreačnými či elitnými bežcami, ale trpieť naň môžu aj ľudia so sedavým spôsobom života. Je výsledkom degeneratívneho dráždenia začiatku plantárnej fascie na mediálnej calcaneálnej tuberosite päty ako aj okolitých perifasciálnych štruktúr. Presná príčina PF je neznáma. Vo väčšine prípadov vznikne PF ako následok z preťaženia. Opakované namáhanie spôsobuje miktrotrhliny v plantárnej fascii, čo vedie k degeneratívnym zmenám na jej úpone na calcaneu. Ako vyplýva už

z názvu, PF býva často označovaná ako zápalové ochorenie. Histologické výskumy PF to však vyvrátili, nakoľko sa zistilo, že sa nejedná o zápalový proces. Preto presnejšie označenie pre PF je plantárna fasciopatia alebo plantárna fasciôza (Trojian a Tucker, 2019, s. 744–745; Hamstra-Wright et al., 2021, s. 296).

Medzi rizikové faktory pre PF patrí obmedzená dorzálna flexia v členku, plochonožie (*pes planus*), zvýšená nožná klenba (*pes cavus*), obezita či dlhotrvajúce státie (Trojian a Tucker, 2019, s. 744; Arnold a Moody, 2018, s. 513). Naproti tomu Hamstra-Wright et al. (2021) uvádzajú, že veľkosť rozsahu dorzálnej flexie v chodidle a deformity klenby nemajú žiadny vplyv na vznik PF a odôvodňujú to tým, že obmedzená dorzálna flexia v členku u jedincov s PF môže súvisieť s kompenzačným zväčšením everzie zadnej časti chodidla. Keď porovnávali jedincov s PF a jedincov bez PF, veľkosť dorzálnej flexie bola podobná. Prišli k záveru, že hlavným rizikovým faktorom je zvýšená plantárna flexia v členku. Vysvetľujú to tým, že skrátены m. triceps surae zvyšuje rozsah plantárnej flexie počas bežeckého cyklu vďaka priamo úmernému vzťahu medzi napätím plantárnej fascie a zaťažením AŠ. Navyše priamo úmerný vzťah medzi hrúbkou plantárnej fascie a hrúbkou paratenónu AŠ naznačuje, že AŠ má tiež vplyv na vznik PF (Hamstra-Wright et al., 2021, s. 296–302).

4 Prevencia bežeckých zranení

Beh je skvelou a ľahko dostupnou aktivitou, ktorou si každý jedinec môže udržiavať fyzickú kondíciu. Je to cesta k lepšiemu zdraviu a ku kvalitnejšiemu životu. Aj keď beh je s pojený s potešením, môžu ho sprevádzať aj riziká rôznych bežeckých zranení. Bežcov, ktorí behajú na neprofesionálnej úrovni, najčastejšie trápia zranenia nohy a kolena. Utrpenie RRI je najčastejším dôvodom, prečo bežci prestanú behať. Preto je dôležité venovať pozornosť všeobecnej prevencii zranení, ktorá by bežcom pomohla vyhnúť sa počiatočnému zraneniu, znížila by riziko ďalších zranení a zoptimalizovala ich zdravie. Je tiež namieste uviesť aj to, že prevencia RRI je zároveň aj terapiou (Stenerson a Melton, 2021, s. 12).

Keďže beh je obľúbenou aktivitou mnohých ľudí po celom svete, spájajú sa s ním aj vysoké počty zranených bežcov. Príkladom je Holandsko, kde beh patrí medzi športy s najvyšším výskytom zranení, pričom viac než polovica týchto prípadov si vyžaduje lekársku starostlivosť. Tieto fakty len zdôrazňujú dôležitosť a potrebu prevencie RRI u rekreačných bežcov. Aj keď RRI sú veľmi časté, doteraz neboli vyvinuté žiadne účinné programy či opatrenia na ich prevenciu (Fokkema et al., 2020, s. 1).

K všeobecnej prevencii RRI je potrebné pochopenie behaviorálneho kontextu, do ktorého sú implementované opatrenia týkajúce sa prevencie RRI. Zohľadnenie bariér, facilitátorov a rôznych postojov týkajúcich sa prevencie RRI môže zvýšiť šance na jej úspešnosť. Pri skúmaní názorov rekreačných bežcov sa ukázalo, že väčšina týchto bežcov si myslí, že RRI súvisia najmä s tréningom, bežeckou obuvou a nadmernou záťažou v podobe prekračovania vlastných limitov. Tieto faktory by sa mali zväziť pri vývoji nových stratégií prevencie RRI (Fokkema et al., 2019, s. 736).

Štúdia od Fokkema et al. (2019) prostredníctvom dotazníka zistovala názory rekreačných bežcov na prevenciu RRI s cieľom nájsť bariéry ako aj facilitátory prevencie u tejto skupiny bežcov. Dotazník vyplnilo viac než 1000 respondentov. Väčšina rekreačných bežcov považuje prevenciu RRI za dôležitú. Skoro 70% bežcov uviedlo, že sa aktívne zaujímajú o prevenciu RRI, a viac ako 80% bežcov uviedlo, že sami už vykonávajú opatrenia na predchádzanie RRI. Počet RRI medzi rekreačnými bežcami je však relatívne vysoký, čo naznačuje, že tieto opatrenia nemusia mať zamýšľaný efekt.

Medzi najčastejšie uvádzanými bariérami prevencie RRI boli spomínané „nevedomosť, čo robiť” a „žiadna anamnéza RRI”, zatiaľ čo práve „utrpenie RRI” patrilo medzi najväčší facilitátor, pre ktorý sa bežci začnú o prevenciu RRI zaujímať.

Práve preto, že najčastejšie spomínanou bariérou bola „nevedomosť, čo robiť”, budúce preventívne opatrenia by mali obsahovať jasné a praktické informácie, ktoré môžu bežci ľahko využívať pri svojom tréningu. Významným facilitátorom bolo aj „viac poznatkov o účinnosti programu prevencie”. Zatiaľ však nie je možné poskytnúť dostatočné informácie o nových programoch prevencie, nakoľko sú stále predmetom skúmania. Bežci by mali byť aj napriek tomu informovaní o tom, že opatrenia na predchádzanie zraneniam súvisia napr. s rizikovými faktormi pre RRI a sú navrhnuté tak, aby znížili počet RRI. Tiež by sa mali brať do úvahy aj preferované spôsoby získavania informácií o prevencii RRI, a preto by budúce opatrenia mohli byť bežcom k dispozícii na internete či v mobilných aplikáciách (Fokkema et al., 2019, s. 738–741).

4.1 Rizikové faktory pre vznik bežeckých zranení

Doposiaľ bolo vedených mnoho štúdií, ktoré sa zaoberali rizikovými faktormi pre vznik RRI. Celkovo sa v týchto štúdiách identifikovalo veľké množstvo rizikových faktorov, čo naznačuje, že príčina RRI je multifaktoriálna (Fokkema et al., 2017, s. 1; van Poppel et al., 2021, s. 14). Rizikové faktory sa dajú rozdeliť do troch skupín. Prvou skupinou sú osobné faktory, kam patrí vek bežca, hmotnosť či výška. Druhou skupinou sú tréningové faktory, ktoré zahŕňujú zabehnutú vzdialenosť, frekvenciu, intenzitu a bežeckú obuv. Poslednou skupinou sú zdravotné faktory, ktoré sa týkajú užívaných liekov, predchádzajúceho zranenia či prípadného užívania alkoholu (van Poppel et al., 2021, s. 15).

Podľa zistení z nedávnych systematických prehľadov patrí predchádzajúce zranenie medzi najdôležitejší rizikový faktor pre vznik RRI. Používanie ortopedických vložiek do topánok a slabosť abduktorov bedrového kĺbu sú tiež spojené so zvýšeným rizikom zranenia. O ďalších rizikových faktoroch, akými sú napr. index telesnej hmotnosti (BMI), vek, či zabehnutá vzdialenosť, boli zistené len rozporuplné výsledky. Napriek tomu nebolo jednoznačne dokázané, že by niektorý z týchto rizikových faktorov bol príčinou konkrétneho RRI. Tak isto konkrétne zranenia nemusia súvisieť len s jedným rizikovým faktorom, ale sú výsledkom ich vzájomného pôsobenia.

Zistilo sa, že rizikové faktory sú u rôznych typoch bežcov rozličné. Neskúsení bežci majú dvakrát vyššiu pravdepodobnosť toho, že utrpia RRI v porovnaní so skúsenými bežcami. Tiež sa vyskytujú rozdiely aj medzi pohlaviami. Navyše bolo dokázané, že bežci na krátke trate majú iné rizikové faktory ako bežci na dlhé trate. Bežci na krátke trate sú vystavení vyššiemu riziku zranenia, ak majú BMI vyššie ako 30, ak sú vo veku v rozmedzí 45 – 65 rokov, behajú rekreačne a ak už niekedy utrpeli RRI. Naproti tomu iné zdroje uvádzajú, že bežci na dlhé trate majú väčšie riziko vzniku RRI, ak ich BMI je vyššie než 26 a ak už niekedy v priebehu života utrpeli RRI. U týchto bežcov sa práve vyšší vek a vyššia zabehnutá vzdialenosť za týždeň považovali za ochranné faktory (van Poppel et al., 2021, s. 15).

Na rozvoj stratégií prevencie zranení pre rekreačných bežcov je dôležitá identifikácia rizikových faktorov. Ak sa rizikové faktory líšia podľa dĺžky zabehutej vzdialenosti, stratégie prevencie zranení medzi bežcami na krátke a dlhé trate by sa tiež mali líšiť. Preto sa van Poppel et al. (2021) v ich výskume zamerarali na vyhodnotenie rizikových faktorov pre RRI na dolnej končatine samostatne u rekreačných bežcov na krátke trate a samostatne u rekreačných bežcov na dlhé trate (van Poppel et al., 2021, s. 15).

Ako už bolo vyššie spomenuté, prechádzajúce zranenie je najvýznamnejším rizikovým faktorom. V prehľade van Poppela et al. (2021) sa však uvádza, že tento fakt platí len pre bežcov na dlhé trate. Definícia „predchádzajúceho zranenia“ sa v štúdiách pohybovala od „vynechania bežeckého tréningu“, ktoré bolo bez časového ohraničenia, až po „utrpenie RRI za posledných dvanásť mesiacov“. Stále však nie je jasné, či vyššie riziko zranenia súvisí s neúplným vyliečením predchádzajúceho zranenia, zmenenou biomechanikou v dôsledku predchádzajúceho zranenia alebo s inými dôvodmi. Hoci neexistuje jednotná definícia predchádzajúcich a súčasných RRI, mnohé články potvrdili túto súvislosť. Preto možno predpokladať, že predošlé zranenie zvyšuje riziko nového.

Naopak, u bežcov na krátke trate bolo najväčším rizikovým faktorom predchádzajúce zranenie, ktoré nesúvisí s behom. V tomto prípade zostáva nejasné, prečo sa u bežcov na krátke trate nezistila súvislosť s predchádzajúcim RRI. Možným vysvetlením tejto chýbajúcej súvislosti je, že väčšina štúdií skúmajúcich tento typ bežcov zahrnovala i začínajúcich bežcov. Keďže títo bežci nemajú s behom skúsenosti, a teda doteraz neutrpeli žiadne zranenia, nemohli mať predchádzajúce RRI. Ďalšími významnými faktormi pre vznik RRI u týchto bežcov boli vyššie BMI, vyšší vek,

mužské pohlavie, nulové bežecké skúsenosti a nižší bežecký objem, keď bežci behajú menej ako dve hodiny za týždeň (van Poppel et al., 2021, s. 25–26).

Ohľadom BMI tiež nachádzame rozdielne názory. Prehľad van Poppela et al. (2021) spomína, že vyššie BMI patrí medzi rizikové faktory pre RRI. Ďalšia štúdia túto súvislosť však nezistila (Hulme et al., 2017, s. 882). Tento rozdiel by sa dal vysvetliť rozdielom v typoch RRI. Mnohé štúdie skúmali BMI ako rizikový faktor pre celkové zranenia, nie pre špecifické typy zranení. Nižší BMI sa spája s nižšou minerálnou hustotou kostí, čo by mohlo zvýšiť riziko únavových zlomenín. Zvýšený BMI bol predovšetkým spojený so vznikom MTSS v dôsledku väčšej nárazovej záťaže, ktorá pravdepodobne súvisí so zvýšeným BMI. V každom prípade je však nutné brať do úvahy nízku kvalitu zdrojov, z ktorých sa v prehľadových štúdiách vychádzalo (van Poppel et al., 2021, s. 26; Nunns et al., 2016, s. 1209; Newman et al., 2013, s. 239).

4.2 Bežecká obuv

Beh patrí medzi najobľúbenejšie formy fyzickej aktivity pre jeho jednoduchosť a nenáročnosť, najmä čo sa týka vybavenia. Jediná vec, ktorú si beh vyžaduje, je pár „vhodných“ bežeckých topánok. Pojem „vhodný“ je však nejednoznačný, a preto otázka, či vhodná obuv môže predchádzať zraneniam vždy vyvolávala diskusie medzi odborníkmi či samotnými bežcami.

Bežecká obuv spája bežca s vonkajším prostredím a zohráva dôležitú úlohu pri zvládaní opakovaného vonkajšieho mechanického zaťaženia, ktoré pôsobí na pohybový aparát, čím má súčasne dopad aj na prevenciu zranení. V dôsledku toho sa v posledných desaťročiach bežecká obuv predpisovala podľa zhodných vlastností obuvi a morfológie chodidla. Táto stratégia je v súlade so všeobecným názorom, že obuv je jedným z hlavných vonkajších faktorov, ktoré ovplyvňujú riziko RRI. Aj napriek tejto zdanlivo správnej stratégii a neustálemu vývoju v technológii bežeckej obuvi však miera zranení zostáva stále vysoká (Malisoux a Theisen, 2020, s. 1215).

Ako už bolo vyššie spomenuté, RRI majú nielen komplexný multifaktorálny pôvod, ale zároveň často konkrétne zranenie súvisí s viacerými rizikovými faktormi. Medzi tieto rizikové faktory patria aj tréningové faktory, ktoré zahŕňujú tréningové chyby v podobe náhleho zvýšenia tréningovej záťaže. Na základe rizikových faktorov pre vznik RRI bol navrhnutý koncepčný rámec pre súhrnné multifaktoriálne príčiny RRI. Z neho vyplýva, že k RRI dochádza vtedy, keď bežec zvýši svoju bežeckú aktivitu

do takej miery, že vzhľadom na ostatné rizikové faktory, napr. vlastnosti obuvi, dôjde k prekročeniu zaťažiteľnosti telesnej štruktúry. Možno konštatovať, že bežecká obuv nespôsobuje samotné zranenie, ale modifikuje záťaž pred utrpením zranenia.

Rekreační bežci zvyčajne venujú výberu bežeckých topánok veľkú pozornosť, nakoľko veľká väčšina z nich sa domnieva, že bežecká obuv má vplyv na vznik RRI. Práve preto sa v posledných desaťročiach do bežeckej obuvi pridávali, resp. odstraňovali rôzne vlastnosti, ktoré mali ovplyvniť biomechaniku nohy a tým nepriamo zabrániť vzniku RRI. Objasnenie podielu jednotlivých vlastností obuvi na vznik RRI je však veľmi zložitý vzhľadom na to, že modely obuvi sa často v mnohých aspektoch líšia a tiež sa vo vedeckej literatúre dôsledne neuvádzajú (Malisoux a Theisen, 2020, s. 1216–1217).

Nasledujúca časť práce je zameraná práve na súčasné poznatky týkajúcich sa spojitosti medzi určitými vlastnosťami bežeckej obuvi a rizikom RRI.

4.2.1 Predpis obuvi podľa morfológie chodidla

Predpisovanie obuvi vychádza z názoru, že RRI sú spôsobené nadmernými vonkajšími reakčnými silami a nadmerným pohybom chodidla. Preto by bežecká obuv mala byť navrhnutá tak, aby znižovala nárazové sily a znižovala nadmernú pronáciu chodidla v stojnej fáze.

Na základe morfológie chodidla a predovšetkým tvaru chodidla sa rozlišujú tri hlavné typy obuvi. Prvým typom je odpružená obuv, ktorá má väčšie tlmiace vlastnosti a je vhodná pre bežcov s tuhým vysoko klenutým chodidlom so zníženou pronáciou. Druhým typom je stabilizačná obuv, ktorá má menšie tlmenie a kontrolu pohybu. Tento typ je vhodný pre bežcov s neutrálnym došľapom. Posledným typom je obuv s kontrolou pohybu, ktorá má prvky na podporu klenby, medzipodrážku, ktorá sa skladá z dvoch rôzne hustých zložiek, alebo má podporu päty pri došľape na obmedzenie everzie zadnej časti chodidla. Tento typ obuvi sa odporúča bežcom s plochými nohami, u ktorých sa vyskytuje pronačný došľap.

Podarilo sa nám dohľadať iba pár štúdií, ktoré sa snažili overiť teóriu predpisovania topánok. Žiadne dôkazy však zatiaľ nenasvedčujú tomu, že by zohľadnenie tejto teórie znižovalo riziko RRI. Neznamená to však, že jednotlivé vlastnosti topánok sú v rámci prevencie irelevantné. Do budúca sú však v tejto oblasti nutné ďalšie výskumy (Malisoux a Theisen, 2020, s. 1217–1218).

4.2.2 Vlastnosti tlmenia nárazov

Vlastnosti tlmenia nárazov vyplývajú najmä z materiálov použitých v podrážke, ako aj z geometrie topánky. Využitie tlmiacich vlastností bežeckej obuvi je založené na predpoklade, že vonkajšie nárazové sily, ktoré sú spôsobené behom na tvrdom povrchu, sú spojené s rizikom zranenia. Tieto nárazové sily môže materiál odpruženia znížiť. Tým pádom má samotné odpruženie celkovo vplyv na riziko zranenia u rekreačných bežcov (Malisoux a Theisen, 2020, s. 1218).

Iba dve štúdie skúmali súvislosť medzi vlastnosťami tlmenia nárazov a rizikom zranenia u rekreačných bežcov (Malisoux et al., 2017; Theisen et al., 2014). Dôležitým zistením bolo, že miera zranení bola vyššia u bežcov, ktorí behávali v tvrdej obuvi. Podľa obecného názoru by bežci s vyššou hmotnosťou mali používať obuv s väčšími tlmiacimi vlastnosťami. Tieto štúdie skúmali vplyv vlastnosti tlmenia nárazov u bežcov s vysokou a nízkou hodnotou BMI. Hoci nebol pozorovaný žiadny globálny vplyv telesnej hmotnosti na riziko zranenia, preukázalo sa, že u bežcov s nižšou hmotnosťou sa uplatnili ochranné tlmiace vlastnosti obuvi, zatiaľ čo u bežcov s vyššími hodnotami BMI nebol pozorovaný žiadny účinok (Malisoux et al., 2020, s. 479).

4.2.3 Morfológia chodidla a typy obuvi

Jedným z ďalších rozšírených názorov je, že postavenie chodidla pri došľape súvisí s rizikom RRI. Odôvodňuje sa to tým, že pronačný a supinačný došľap môžu zvýšiť riziko RRI. Tu sa stretávame s rozporuplnými názormi ohľadom súvislosti medzi pronačným došľapom a rizikom vzniku RRI. Bolo tiež dokázané, že rôzne ortézy na podporu mediálnej klenby nohy boli neúčinné v snahe o zamedzenie everzie chodidla počas behu (Malisoux a Theisen, 2020, s. 1218).

Nejednotné názory ohľadom toho, či postavenie chodidla pri došľape a prvky kontroly pohybu v obuvi majú vplyv na riziko RRI, sa snažila riešiť štúdia od Malisoux et al. (2016). V ich výskume sa zistilo, že pozitívny účinok prvkov kontroly pohybu sa týkal iba rekreačných bežcov s pronačným došľapom. Zaujímavým zistením bolo, že obuv s kontrolou pohybu nemala žiadny negatívny účinok pre bežcov s neutrálnym či supinačným typom došľapu. Z výsledkov tejto štúdie vyplýva, že rekreační bežci s pronačným došľapom by sa mali vyhýbať obuvi bez kontroly pohybu (Malisoux et al., 2016, s. 483–484).

4.2.4 Drop obuvi

Ďalšou vlastnosťou obuvi, ktorá je v poslednej dobe predmetom skúmania, je drop *heel-to-toe* (sklon päta-špička). Drop *heel-to-toe* predstavuje rozdiel vo výške medzi pätou a špičkou na bežeckej obuvi. Nedávna štúdia od Malisoux et al. (2016) porovnávala tri verzie jedného modelu bežeckej obuvi, ktoré sa od seba odlišovali len rozdielnym dropom (10, 6 a 0 mm). Bolo dokázané, že u príležitostných bežcov, ktorí používali obuv s dropom nízkym alebo s nulovým dropom, bolo menšie riziko zranenia. Vzhľadom na toto zistenie by sa príležitostným či začínajúcim bežcom mala odporúčať obuv s nízkym dropom. Naopak, u pravidelných bežcov, ktorí používali obuv s nízkym dropom, bolo riziko zranenia väčšie. Je však možné, že tento výsledok bol spôsobený zmenou obuvi z ich bežnej bežeckej obuvi na obuv s nízkym dropom (Malisoux a Theisen, 2020, s. 1218; Malisoux et al., 2016, s. 2939).

4.2.5 Beh na boso

Otázku, či beh na boso môže znížiť výskyt RRI skúmala doteraz iba jedna štúdia. Tá porovnávala výskyt a mieru zranení medzi bežcami s bežeckou obuvou a *bare-foot* bežcami minimálne polovicu času počas jednoročného výskumu. U *bare-foot* bežcov bol zistený výrazne menší počet RRI. Vo výsledku však miera zranení medzi týmito dvoma skupinami bola podobná, nakoľko *bare-foot* bežci vykazovali menšiu týždennú kilometráž než bežci s bežeckou obuvou (Altman a Davis, 2016, s. 480).

Štúdia od Hollander et al. (2019) sa zasa zamerala na skúmanie vplyvu návyku na *bare-foot* na kinematiku behu. Prechod z bežeckej obuvi na *bare-foot* spôsobuje viaceré biomechanické zmeny, z ktorých znížená rýchlosť zaťaženia môže byť prospešná pri prevencii RRI. V tejto štúdii sa po navyknutí na *bare-foot* však pozorovalo zvýšenie rýchlosti zaťaženia, čo je v rozpore s doterajšími zisteniami ohľadom biomechaniky behu na boso (Hollander et al., 2019, s. 1982).

4.3 Strečing

Tréningové chyby sa často uvádzajú medzi najčastejšie rizikové faktory RRI. Jeden z ďalších tréningových faktorov, o ktorom sa v poslednej dobe často diskutuje v rámci prevencie RRI, je strečing. Tento pojem označuje celý rad pasívnych a aktívnych pohybov na zlepšenie flexibility. Už dlhšiu dobu sa považuje za

neoddeliteľnú súčasť tréningovej rutiny športovcov. Používa sa vo všetkých športových disciplínach ako súčasť prípravy na športový výkon, ako nástroj na zvyšovanie výkonnosti a tiež ako súčasť prevencie zranení. Vykonáva sa buď pred cvičením alebo na konci cvičenia, príp. aj na začiatku a na záver športovej aktivity. Strečing využívajú všetci športovci, či sa jedná o vrcholových alebo rekreačných (Baxter et al., 2016, s. 78–79).

Bolo dokázané, že občasný strečing zvyšuje riziko RRI. Preto sa bežcom odporúča, aby využívali strečing v rámci každého bežeckého tréningu alebo ho naopak nevyužívali vôbec. Tiež existujú rozporuplné názory týkajúce sa frekvencie a typu strečingu v rámci prevencie. Vo všeobecnosti sa ale predpokladá sa, že každá varianta strečingu poskytuje športovcom radu výhod (Fokkema et al., 2017, s. 5).

Nasledujúca časť bude bližšie zameraná na dva základné typy strečingu, a to statický a dynamický strečing.

4.3.1 Statický strečing

Statický strečing spočíva v predĺžení svalu do bodu, v ktorom človek pociťuje mierne napätie a v tejto polohe zotrvá minimálne 30 sekúnd. Tento čas sa ukázal ako optimálny a jeho predlžovanie neprináša žiadne ďalšie výhody. Zvyčajne sa vykonáva viacero strečingových cvičení cielene na jednu svalovú skupinu (Baxter et al., 2016, s. 79).

Mýtus o preventívnych účinkoch statického strečingu u bežcov vyvrátila štúdia Baxter et al. (2016), ktorá skúmala vplyv statického strečingu u vytrvalostných bežcov na riziko zranenia. Výskumom sa zistila zaujímavá skutočnosť, že statický strečing nemá pre bežcov žiadne priaznivé účinky, čo sa týka zlepšenia výkonnosti a prevencie RRI.

Hoci statický strečing sa nepreukázal ako súčasť prevencie RRI, je dôležité poznamenať, že stále môže byť dobrým spôsobom, ako si zachovať či zlepšiť rozsah pohybu v kĺbe po zranení. Namiesto statického strečingu pred tréningom sa odporúča dynamická zahrievacia rozvička, ktorá zahŕňa niektoré prvky z programu prevencie úrazov nazývaný FIFA 11+, špeciálne navrhnutého na prevenciu zranení u futbalistov. Táto alternatíva obsahuje na začiatok 5 – 10 minút chôdze alebo pomalšieho behu. Následne sa odporúča 6 – 8 dynamických cvičení zameraných na multisegmentovú koordináciu a na dolné končatiny (výpady v chôdzi, švihy nohami, *skipping*, vertikálne

výskoky, rýchly beh dopredu a vzad, *inchworm* atď.). Na zakončenie rozvičky sa odporúča trikrát zabehnúť vzdialenosť 100 m v plánovanom bežeckom tempe (Alexander, Barton a Willy, 2019, s. 1058–1059; Baxter et al., 2016, s. 85).

4.3.2 Dynamický strečing

V dynamickom strečingu je krajný rozsah pohybu dosahovaný opakovanými dynamickými pohybmi telesného segmentu v konkrétnom smere. Jeho intenzita môže byť rôzna, čo sa týka rýchlosti pohybu alebo dosahovaného rozsahu (Krištofič, 2018, s. 79).

Na rozdiel od statického strečingu, k dispozícii bola len jedna štúdia, ktorá sa zaoberá vplyvom dynamického strečingu v rámci prevencie zranení. Zistilo sa, že zahrievacia rozvička s využitím dynamického strečingu prispieva nielen k zlepšeniu flexibility, ale aj k zlepšeniu funkcie rovnováhy, čo teoreticky môže viesť k zníženiu výskytu zranení (Sudo et al., 2022, s. 7).

4.4 Silový tréning

Silový tréning má okrem nárastu svalovej hmoty vplyv aj na svalovú silu a vytrvalosť, čo je kľúčové pre zdravie športovca a jeho výkonnosť, nakoľko sa tým znižuje riziko zranenia. Z biomechanického hľadiska je beh multiplanárny pohyb, prevláda však pohyb v sagitálnej rovine. Pokiaľ sa nevenuje dostatočná pozornosť stabilite, mobilite a posilňovaniu v každej z rovín, môže dôjsť k svalovej nerovnováhe a relatívnej slabosti vo frontálnej a transverzálnej rovine, čo následne môže viesť k zraneniam. Konkrétne slabosť či dysfunkcia abduktorov bedrového kĺbu sa spája s vyšším výskytom RRI u bežcov, zatiaľ čo, naopak, vyššia sila je spojená so znížením rizika zranenia (Stenerson a Melton, 2021, s. 14).

Nízka sila abduktorov bedrového kĺbu môže predovšetkým súvisieť s ITBS. Aby sa tomu predišlo, je dôležité zahrnúť posilňovanie abduktorov bedrového kĺbu do programu prevencie RRI. Odporúča sa cvik *clamshell* čiže „mušľa“. Pri tomto cviku je človek na boku s pokrčenými kolenami do uhla 90°. S výdychom človek zaktivuje abduktory bedrového kĺbu. Pri cviku je nutné, aby sa po jeho celú dobu chodidlá vzájomne dotýkali. Medzi ďalšie cviky patrí bočný plank či *monster walk*, ktorý predstavuje kroky do strán v čiastočnej drepovej pozícii. Pri tomto cviku je dôležité, aby po celú dobu chodidlá smerovali po rovno. Odporúčané cviky možno prispôbovať

každému bežcovi podľa potreby, či už regresne alebo progresívne s pomocou posilňovacích gúm s ľahkým, stredným a ťazkým odporom (Stenerson a Melton, 2021, s. 14).

Silný a kontrolovaný pohyb pri vhodnom zapojení svalov v kinetickom reťazci počas bežeckého cyklu pomáha predchádzať RRI. Riziko zranenia môžu bežci znížiť aj odstránením možných deficitov v stabilite po dopade chodidla na zem, posilnenie hamstringov a m. quadriceps femoris v predĺžení a udržiavanie vyváženého pomeru sily v týchto svaloch (Vincent, Brownstein a Vincent, 2022, s. 155).



Obrázok 1 Bočný plank (vlastný zdroj)

4.5 Posilňovanie svalov chodidla

Prostredníctvom štruktúr vytvárajúcich klenbu a tiež prostredníctvom dlhých vonkajších a krátkych vnútorných svalov nohy chodidlo zabezpečuje posturálnu korekciu, stabilitu a správne udržanie a kontrolu klenby. Svaly chodidla tiež menia tuhosť klenby a poskytujú senzorickú spätnú väzbu. Preto je potrebné, aby chodidlo bolo pri odraze a došľape stabilné a pri stojnej fáze zasa schopné prispôbiť sa na tlmenie záťaže a kontrolu pohybu. Posilnenie svalov chodidla je dôležité hlavne u bežcov, ktorí behajú vo voľnej prírode, nakoľko sa u nich musí neuromotorická reakcia rýchlo prispôbiť zmenám povrchu terénu a sklonu svahu a zároveň tlmiť nárazové sily.

Posilnenie svalov chodidla zahnuje cviky, ktoré zlepšujú svalovú vytrvalosť, kontrolu pohybu v členku, či aktivujú svaly nohy, čím sa zlepšuje prenos sily cez chodidlo, podporuje sa klenba a zväčšuje sa objem svalov. V rámci prevencie zranení sa tiež odporúča bosé státie a cviky v stojí či v sede. Cvičeniu dominuje aktivácia malej nohy, pri ktorej sa aktivuje klenba, zatiaľ čo päta a prsty ostávajú na zemi. Táto izometrická kontrakcia by mala trvať 5 sekúnd. Ďalšie cviky zahŕňujú striedanie inverzie a everzie v členku či nácvik úchopu bavlnenej guľičky, gumenej loptičky či pera prstami s päťou položenou na zemi (Vincent, Brownstein a Vincent, 2022, s. 155).

Pokiaľ sa tieto krátke cvičenia na posilnenie svalov chodidla vykonávajú aspoň 2 – 3-krát týždenne po dobu 4 – 8 týždňov, môžu zlepšiť stabilitu nohy a zvýšiť objem svalov. Nedávno sa tiež dokázalo, že tieto cvičenia majú pozitívny vplyv aj na bolesť kolena či silu v oblasti bedrového a kolenného kĺbu, čo má za následok vyššiu rýchlosť behu (Vincent, Brownstein a Vincent, 2022, s. 155).

Medzi ďalšie cvičenie na posilnenie svalov chodidla patrí chôdza s uchopovaním zeme. Skladá sa z 10 krokov, pri ktorých sa snaží každý z prstov uchopiť zem a držať ju 3 sekundy. Ďalším cvičením je chôdza s prstami v abdukcii. Tento typ cvičenia zahŕňa 10 krokov dopredu a dozadu s prstami v abdukcii, ktoré človek má pokiaľ sa noha neodlepí od zeme. Tieto rôzne typy chôdze vrátane bosej chôdze trénujú chodidlo k aktivácii malých *intrinsic* svalov, ktoré pomáhajú kontrolovať nárazové zaťaženie a stabilitu počas stojnej fázy a odrazu (Vincent, Brownstein a Vincent, 2022, s. 155).

4.6 Plyometrický tréning

Plyometria predstavuje cviky, ktoré umožňujú vyvinúť maximálnu výbušnú svalovú silu v čo najkratšom možnom čase s cieľom zvýšiť výkon, predovšetkým rýchlosť a silu. Zahŕňa cviky, v ktorých sú svaly opakovane a rýchlo natiahnuté a následne skrátané. Patria sem cviky *drop jumps*, čiže zoskoky z vyvýšenej plošiny (po výskoku môže nasledovať výskok na ďalší objekt), *tuck jumps*, čo predstavuje drepy s výskokom a zároveň s pritiahnutím kolien k hrudníku, *scissor jumps*, čo predstavuje striedavé výpady s výskokom, *squat jumps*, známe ako drepy s výskokom a *countermovement jumps*, ktoré predstavujú výskoky s protipohybom. Patria sem aj skoky na jednej alebo oboch nohách.

Tieto cvičenia zlepšujú neuromuskulárnu reaktivitu prostredníctvom facilitácie senzomotorického systému. Medzi pozitívne účinky patrí zlepšenie nervového vedenia agonistov, zlepšená medzisvalová koordinácia a priaznivé zmeny v mechanických vlastnostiach a stavbe svalov a šliach. Tréningový program, ktorý zahrnuje plyometrické cvičenia môže znížiť tiažovú silu o 17 – 26% za 6 – 9 týždňov, čím sa môže znížiť výskyt zranení kolena (Vincent, Brownstein a Vincent, 2022, s. 155).

Halvarsson a von Rossen (2019) nedávno navrhli program pre bežcov, ktorý zahrnoval balančné a plyometrické cvičenia. V rámci cvikov tam boli zaradené stoj na jednej nohe, výpady, výpony na jednej nohe a poskoky na jednej nohe zo strany na stranu s tromi stupňami náročnosti. Bolo dokázané, že tieto cviky, pokiaľ sa vykonávali 4-krát týždenne, výrazne znížili výskyt zranení (Halvarsson a von Rossen, 2019, s. 179).

4.7 Aktivácia trupovej stabilizácie

Pojem trupová stabilizácia označuje telesné jadro, tiež nazývané aj hlboký stabilizačný systém (HSS) či *core*. HSS je zložený z viacerých svalových skupín. Tieto svaly sa dajú ďalej rozdeliť do dvoch systémov – lokálny a globálny. Lokálny systém označuje svaly, ktoré začínajú alebo sa upínajú na bedrové stavce s výnimkou m. psoas major. Patria sem m. multifidi, m. transversus abdominis, m. obliquus internus a svaly panvového dna. Globálny systém zahrnuje svaly, ktoré začínajú na panve a upínajú sa na hrudný kôš. Do tejto skupiny patrí m. rectus abdominis, m. quadratus lumborum, m. erector spinae a m. obliquus externus.

HSS zabezpečuje stabilitu, ktorá umožňuje vytvárať silu a pohyb v dolných končatinách. Rozkladá tiež sily nárazu a umožňuje kontrolované a efektívne pohyby tela. Nerovnováha alebo dysfunkcia týchto svalov u bežcov môže viesť k zvýšenej únavnosti, zníženej vytrvalosti či k zraneniam (Rivera, 2016, s. 319–320).

Aktivácia trupovej stabilizácie je zameraná na zlepšenie flexibility, sily, rovnováhy, vytrvalosti a funkčnosti samotného HSS. Pre aktiváciu trupovej stabilizácie je nutná stabilita chrbtice a udržanie jej neutrálneho postavenia. K spinálnej stabilite prispieva vnútrobrušný tlak. Jedným zo spôsobov, ako ho nastimulovať, je kontrakcia m. transversus abdominis. Na udržaní neutrálneho postavenia chrbtice sa nepodieľa len jeden sval, ale je dôležitá kokontrakcia svalov. Spinálna stabilita je dôležitá aj pred vykonaním pohybu. Keďže beh je vytrvalostná pohybová aktivita, stabilita HSS musí zahŕňať vytrvalostný tréning svalov na udržanie jeho stability.

V rámci posilnenia HSS sa odporúča začať s cvikmi, ktoré pomáhajú vytvoriť stabilný základ, ktorý neskôr umožní kontrolované pohyby. Tieto cviky podporujú kokontrakciu svalov pri zachovaní nízkeho kompresného zaťaženia chrbtice. Izometrické cviky by sa mali vykonávať maximálne 8 sekúnd, potom by malo dôjsť k relaxácii. Následne sa postup opakuje. Medzi tieto cviky patrí napr. *bracing*, čiže vystuženie brucha, plank a bočný plank. Ďalej cvik *bird dog*, ktorý predstavuje jógovú pozíciu kravy na jednej ruke a jednej nohe, či excentrické cviky na brušné svalstvo (Rivera, 2016, s. 320–324).



Obrázok 2 Bird dog (vlastný zdroj)

V rámci prevencie je tiež dôležité minimalizovať únavu, nakoľko fyziologická únava spôsobuje zlú bežeckú techniku, ktorá má za následok zhoršený výkon a zvýšené riziko zranenia. Bolo dokázané, že intenzívny bežecký tréning môže u bežcov vyvolať únavu svalov HSS. Túto únavu je možné čiastočne pripísať dýchacej činnosti, ktorá môže zhoršiť bežeckú vytrvalosť. Tréning dýchacích svalov zvyšuje funkčný účinok na HSS. Svaly sa potom dokážu lepšie vyrovnáť so zvýšenou námahou pri intenzívnom tréningu (Rivera, 2016, s. 326–327).

V rámci aktivácie trupovej stabilizácie je nielen dôležité zamerať sa na neutrálne postavenie chrbtice, ale aj na zlepšenie flexibility a posilnenie svalov v oblasti bedrového kĺbu. Odporúčajú sa cviky ako výpady, panvový most, most na jednej nohe či na labilnom povrchu alebo pozícia mačky. Vhodné je aj pomocou penového valca uvoľniť oblasť adduktorov a flexorov bedrového kĺbu, hamstringov, m. triceps surae,

m. tensor fasciae latae, oblasť iliotibiálneho traktu, m. rectus femoris a m. piriformis, nakoľko tieto štruktúry bývajú často skrátene. Odporúča sa tiež strečing m. iliopsoas a AŠ. Nacvičuje sa aj izolovaná flexia v bedrových kĺboch. Udržanie neutrálneho postavenia chrbtice a vyhýbanie sa flexii v bedrovej chrbtici optimalizuje pohyblivosť bedrových kĺbov a odvádza tlak od chrbtice. V rámci cvičenia je vhodné zahrnúť tiež cviky na jednej nohe, napr. drepy. Na rozdiel od obyčajného drepu, drepy na jednej nohe lepšie stimulujú funkčné aktivity, akými sú beh či skákanie.

Cvičenie sa odporúča dva až trikrát týždenne, spočiatku 1 – 2 série po 15 opakovaní a postupne sa dostať až na 3 série po 15 – 20 opakovaní (Rivera, 2016, s. 328–333).



Obrázok 3 Uvoľnenie iliotibiálneho traktu pomocou penového valca (vlastný zdroj)

4.8 Dynamická neuromuskulárna stabilizácia

Dynamická neuromuskulárna stabilizácia (DNS) je diagnostický a terapeutický koncept široko využiteľný vo fyzioterapii. Koncept DNS vypracoval prof. Kolář. Je založený na neurofyziologickom podklade. Cvičenie prebieha v pozíciách z vývojovej kineziológie. Využíva sa v ňom aktivácia svalov v komplexných biomechanických reťazcoch. Jeho cieľom je ovplyvniť funkciu svalu v jeho posturálne lokomočnej funkcii, vždy v súvislosti s centrálnym riadením. Nezáleží na sile svalu ako jednotke, ale vždy je nutné hodnotiť silu a zapojenie svalu v súvislosti s aktivitou agonistov

a antagonistov – v súhre svalov. Pohyby by podľa konceptu DNS mali prebiehať v centrovanom postavení kĺbu, aby sa predchádzalo preťažovaniu mäkkých štruktúr a skeletu (Kolář et al., 2020, s. 234).

Koncept DNS sa využíva nielen pri vyšetrení a terapii neurologických či ortopedických porúch, ale jeho využitie sa uplatňuje aj u športovcov za účelom prevencie zranení z opakovaného preťažovania či za účelom zvýšenia, príp. skvalitnenia športového výkonu. Každý pohyb je doprevádzaný posturálnou aktivitou. Dynamická neuromuskulárna stabilita je nevyhnutná pre optimálny športový výkon a dosahuje sa vyváženou koordináciou svalov, ktoré sú súčasťou HSS a reguláciou vnútrobrušného tlaku. Vnútrobrušný tlak je hlavným stabilizátorom trupu a panvy. Je výsledkom vyváženej ko-aktivity bránice, svalov panvového dna a m. transversus abdominis (Frank, Kobesova a Kolar, 2013, s. 62).

Cvičenie sa začína ovplyvnením HSS, ktorý je základným predpokladom preciznú funkciu končatín. Svaly sa cvičia vo vývojových posturálne lokomočných stupňoch. Pri voľbe cvičenia na ovplyvnenie stabilizácie je dôležité rešpektovať, že spevnenie segmentu nikdy nie je viazané len na svaly príslušného segmentu, ale vždy je začlenené do globálnej svalovej súhry vychádzajúcej z opory. Posturálna sila musí vždy zodpovedať sile svalov, ktoré vykonávajú pohyb. Tzn. že sila, ktorá vykonáva pohyb nesmie byť väčšia než je sila stabilizujúcich svalov, inak pohyb vykonávajú náhradné silnejšie svaly (Kolář et al., 2020, s. 235).

Často sa u športovcov pracuje s cvičením posturálnych funkcií vo vývojových stupňoch. Príkladom cvičenia je nácvik hlbkej posturálnej stabilizácie chrbtice v modifikovaných polohách. Akonáhle si je človek schopný aspoň čiastočne kontrolovať stabilizačnú funkciu a fyziologický posturálny dychový stereotyp, je možné prejsť aj do náročnejších pozícií, príp. využiť aj odpor. Zároveň je však nutné rešpektovať adekvátnosť cvičenia, aby nedochádzalo k svalovej substitúcii a náhradnému stereotypu, ktorý má človek zažitý (Kolář et al., 2020, s. 235–240).

Nedávno sa dokonca skúmalo, či sa prostredníctvom konceptu DNS dá zlepšiť technika behu. Pozitívny vplyv konceptu DNS však nebol dokázateľný, nakoľko výsledky výskumu neboli jednoznačne merateľné (Nechlebová a Touška, 2021, s. 5).

4.9 SM systém

SM systém vychádza zo slov – stabilizácia a mobilizácia – dva základné prvky, z ktorých táto metóda vychádza. Zakladateľom tohto systému je MUDr. Smíšek. Táto metóda pracuje s anatomicky definovanými špirálovými svalovými reťazcami. Hlavný efekt SM systému je vyvolanie trakčnej sily, ktorá smeruje hore. Tým sa odľahčí tlak na medzistavcové platničky a kĺby a umožní sa ich výživa, regenerácia a liečba. Zároveň svalové špirály dávajú chrbtici optimálnu pohyblivosť. SM systém sa využíva nielen pri funkčných a štrukturálnych poruchách chrbtice, ale aj v rámci prevencie zranení z preťaženia a pri optimálnom pohybe pri športe (Smíšek, Smíšková a Smíšková, 2017, s. 4–6). Nedávna štúdia českých autorov zdôraznila dôležitosť zaradenia cvičenia v SM systéme do športového tréningu v rámci prevencie zranení. Výsledky ukázali, že 45-minútové cvičenie 4-krát týždenne po dobu 3 mesiacov zlepšuje posturálnu stabilitu (Struhár, Kapounková a Vencúrik, 2015, s. 284).

Pri cvikoch v SM systéme sa využíva špeciálne elastické lano, ktoré umožňuje rozsiahly pohyb končatín proti malej, postupne rastúcej sile, ktorá aktivuje stabilizačné svalové špirály. Elastické lano sa dá chápať ako predĺženie svalových vlákien aktivujúcich špirálu. Toto cvičenie umožňuje posilňovať a zároveň preťažovať svaly v dobe, kedy prirodzene relaxujú (Smíšek, Smíšková a Smíšková, 2017, s. 4–6).

Cvičenie metódou SM je vhodné pre všetkých športovcov, či už profesionálnych alebo rekreačných, ako súčasť kondičnej prípravy alebo v rámci preventívneho či regeneračného cvičenia. Bežcom sa s cvičením podstatne predĺži krok a zrýchli beh. Je však nutné, aby cviky obsahovali nasledovné základné princípy: svalová rovnováha, vyrovnané držanie tela, koordinácia pohybu a špirálna stabilizácia pohybu. Dosiahnutie špirálnej stabilizácie pohybu je hlavný predpoklad regenerácie pohybového aparátu (Smíšek, Smíšková a Smíšková, 2017, s. 103).

Zásada optimálne koordinovaného behu je osovú postavenie tela a rotácia panvy proti ramenám. Tá nie je možná bez špirálnej stabilizácie behu, ktorá rotáciu umožňuje tým, že sa chrbtica pretiahne smerom nahor. V rámci kondičného tréningu pre optimálny a stabilizovaný beh sa odporúča cvičiť dvakrát denne. Cvičenie zahŕňa pretiahnutie lopatky dozadu a dole v osovom postavení tela či pretiahnutie svalov chrbta cez aktívne brucho. Taktiež posilnenie zadnej svalovej skupiny ramenného alebo panvového pletenca a pretiahnutie prednej svalovej skupiny ramenného alebo panvového pletenca (Smíšek, Smíšková a Smíšková, 2017, s. 152).

Záver

Hlavnou úlohou bakalárskej práce je predstaviť čitateľovi najčastejšie bežecké zranenia na dolnej končatine u neprofesionálnych bežcov a bližšie ozrejmiť možnosti ich prevencie. V rámci úvodu je tiež stručne zmienená história behu a pozitívne účinky, ktoré sa s ním spájajú. Aj napriek jeho priaznivým účinkom a veľkej obľube medzi ľuďmi po celom svete, viažu sa k nemu aj vysoké počty zranených bežcov.

Väčšina všetkých bežeckých zranení u neprofesionálnych bežcov je spôsobená preťažением, predovšetkým v oblasti kolena, členka a chodidla. Medzi najčastejšie bežecké zranenia v oblasti kolena patria syndróm patelofemorálnej bolesti, iliotibiálny syndróm a mediálny syndróm tibiálneho stresu. V oblasti členka a chodidla sú to distorzia členka, tendinopatia Achillovej šľachy a plantárna fascitída. Aj keď sa zranenia medzi bežcami vyskytujú veľmi často, doteraz neboli vyvinuté žiadne účinné programy na ich prevenciu.

Väčšina rekreačných bežcov sa domnieva, že výberom vhodnej bežeckej obuvi môže predísť vzniku bežeckého zranenia. Zo štúdií vyplýva, že rekreační bežci by mali pri výbere obuvi zvážiť jej vlastnosti a vybrať si obuv na základe vhodných parametrov. Do budúcnosti by však boli potrebné ďalšie výskumy, ktoré by jednoznačne podporili účinnosť jednotlivých vlastností v rámci prevencie zranení.

Pri riešení otázky prevencie bežeckých zranení sa v štúdiách ukázalo, že strečing, či už statický alebo dynamický, nemá žiadnu účinnosť. Namiesto strečingu sa pred behom odporúča dynamická zahrievacia rozcvička s prvkami preventívneho futbalového programu FIFA 11+. V rámci silového tréningu je dôležité zamerať sa na posilňovanie oblasti abduktorov bedrového kĺbu, tiež hamstringov a extenzorov kolena. Bežci, ktorí obľubujú beh v teréne by sa mali zamerať aj na posilnenie svalov chodidla. Tu sa odporúča predovšetkým nácvik malej nohy, ktorým sa aktivuje klenba. Do tréningového programu je tiež vhodné zapojiť aj balančné a plyometrické cviky, ako napr. rôzne výskoky, nakoľko sa ukázalo, že ich pravidelné cvičenie znižuje výskyt zranení.

Z výskumov vyplynulo, že pri prevencii bežeckých zranení je potrebné zamerať sa aj na aktiváciu trupovej stabilizácie, ktorá je potrebná pri vykonávaní akéhokoľvek pohybu. Tú zabezpečujú svaly hlbokého stabilizačného systému. Ich nerovnováha alebo príp. dysfunkcia môže viesť až k zraneniam.

V práci boli predstavené aj dva fyzioterapeutické koncepty, ktoré prispievajú k prevencii bežeckých zranení. Prvým konceptom je Dynamická neuromuskulárna stabilizácia, ktorá hovorí o dôležitosti správnej aktivácie už spomínaného hlbokého stabilizačného systému. Druhým konceptom je SM systém, ktorý pracuje so správnou aktiváciou špirálových svalových reťazcov.

Z pohľadu fyzioterapeuta je prevencia bežeckých zranení veľmi dôležitá, čomu nasvedčuje aj fakt, že prevencia zranení je zároveň aj ich terapiou. Práve to ešte zdôrazňuje všeobecnú dôležitosť prevencie zranení. Snaha o predchádzanie zranení by mala byť v povedomí každého bežca. Výber vhodnej bežeckej obuvi a jednoduchá dynamická rozcvička pred behom v kombinácii s posilnením svalov na dolnej končatine sa javí ako najprístupnejšia možnosť. Aktivácia trupovej stabilizácie, či dva predložené fyzioterapeutické koncepty sú tiež vhodnou voľbou, vyžadujú si však zaučenie alebo cvičenie pod dozorom fyzioterapeuta.

Vzhľadom na to, že beh sa teší čoraz väčšej obľube u rekreačných bežcov, s čím súvisí aj zvýšený počet bežeckých zranení, zostáva téma tejto práce naďalej aktuálna. Do budúcnosti by bolo potrebné vypracovať špeciálny preventívny program, ktorý by staval na výsledkoch doterajšieho výskumu, ktoré zhrnuje aj táto záverečná práca, a ktorý by ich ešte viac ďalej rozvíjal.

Referenčný zoznam

ALEXANDER, James L N, Christian J BARTON a Richard W WILLY, 2020. Infographic running myth: static stretching reduces injury risk in runners. *British Journal of Sports Medicine* [online]. **54**(17), 1058-1059 [cit. 2023-04-28]. ISSN 0306-3674. Dostupné z: doi:10.1136/bjsports-2019-101169

ALMEIDA, Gabriel Peixoto Leão, Fábio Jorge Renovato FRANÇA, Maurício Oliveira MAGALHÃES, Thomaz Nogueira BURKE a Amélia Pasqual MARQUES, 2016. Q-angle in patellofemoral pain: relationship with dynamic knee valgus, hip abductor torque, pain and function. *Revista Brasileira de Ortopedia (English Edition)* [online]. **51**(2), 181-186 [cit. 2023-03-13]. ISSN 22554971. Dostupné z: doi:10.1016/j.rboe.2016.01.010

ALTMAN, Allison R a Irene S DAVIS, 2016. Prospective comparison of running injuries between shod and barefoot runners. *British Journal of Sports Medicine* [online]. **50**(8), 476-480 [cit. 2023-04-27]. ISSN 0306-3674. Dostupné z: doi:10.1136/bjsports-2014-094482

ANDERSON, Laura M., Daniel R. BONANNO, Harvi F. HART a Christian J. BARTON, 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* [online]. **50**(5), 885-917 [cit. 2023-02-09]. ISSN 0112-1642. Dostupné z: doi:10.1007/s40279-019-01238-y

ARNOLD, M. J. a A. L. MOODY, 2018. Common Running Injuries: Evaluation and Management. *American family physician* [online]. **97**(8), 510-516 [cit. 2023-03-26]. ISSN 15320650.

BAKER, Robert L., Richard B. SOUZA a Michael FREDERICSON, 2011. *Iliotibial Band Syndrome: Soft Tissue and Biomechanical Factors in Evaluation and Treatment* [online]. **3**(6), 550-561 [cit. 2023-03-20]. ISSN 19341482. Dostupné z: doi:10.1016/j.pmrj.2011.01.002

BAXTER, Claire, Lars R. MC NAUGHTON, Andy SPARKS, Lynda NORTON a David BENTLEY, 2016. Impact of stretching on the performance and injury risk of

long-distance runners. *Research in Sports Medicine* [online]. **25**(1), 78-90 [cit. 2023-04-28]. ISSN 1543-8627. Dostupné z: doi:10.1080/15438627.2016.1258640

CHEN, Eric T., Kelly C. MCINNIS a Joanne BORG-STEIN, 2019. Ankle Sprains. *Current Sports Medicine Reports* [online]. **18**(6), 217-223 [cit. 2023-03-16]. ISSN 1537-890X. Dostupné z: doi:10.1249/JSR.0000000000000603

DESHMUKH, Nikita S a Pratik PHANSOPKAR. Medial Tibial Stress Syndrome: A Review Article. *Cureus* [online]. [cit. 2023-02-26]. ISSN 2168-8184. Dostupné z: doi:10.7759/cureus.26641

DYLEVSKÝ, Ivan. *Funkční anatomie*. Praha: Grada Publishing, 2009, 532 s. ISBN 978-80-247-3240-4.

ESCULIER, Jean-Francois, Kevin MAGGS, Ellora MAGGS a Blaise DUBOIS, 2020. A Contemporary Approach to Patellofemoral Pain in Runners. *Journal of Athletic Training* [online]. **55**(12), 1206-1214 [cit. 2023-03-24]. ISSN 1062-6050. Dostupné z: doi:10.4085/1062-6050-0535.19

FAIRCLOUGH, John, Koji HAYASHI, Hechmi TOUMI, Kathleen LYONS, Graeme BYDDER, Nicola PHILLIPS, Thomas M. BEST a Mike BENJAMIN, 2006. The functional anatomy of the iliotibial band during flexion and extension of the knee: implications for understanding iliotibial band syndrome. *Journal of Anatomy* [online]. **208**(3), 309-316 [cit. 2023-03-19]. ISSN 0021-8782. Dostupné z: doi:10.1111/j.1469-7580.2006.00531.x

FOCH, Eric, Kevin AUBOL a Clare E. MILNER, 2020. *Relationship between iliotibial band syndrome and hip neuromechanics in women runners* [online]. **77**, 64-68 [cit. 2023-03-20]. ISSN 09666362. Dostupné z: doi:10.1016/j.gaitpost.2019.12.021

FOKKEMA, Tryntsje, Robert-Jan DE VOS, SITA M. A. BIERMA-ZEINSTRA a Marienke VAN MIDDELKOOP, 2019. Opinions, Barriers, and Facilitators of Injury Prevention in Recreational Runners. *Journal of Orthopaedic* [online]. **49**(10), 736-742 [cit. 2023-04-17]. ISSN 01906011. Dostupné z: <https://www.jospt.org/doi/10.2519/jospt.2019.9029>

FOKKEMA, Tryntsje, Robert-Jan DE VOS, John M VAN OCHTEN, Jan AN VERHAAR, Irene S DAVIS, Patrick JE BINDELS, Sita MA BIERMA-ZEINSTRAN a Marienke van MIDDELKOOP, 2017. *Preventing running-related injuries using evidence-based online advice: the design of a randomised-controlled trial* [online]. **3**(1) [cit. 2023-04-19]. ISSN 2055-7647. Dostupné z: doi:10.1136/bmjsem-2017-000265

FOKKEMA, Tryntsje, Robert-Jan DE VOS, Edwin VISSER, et al., 2020. *Enhanced injury prevention programme for recreational runners (the SPRINT study): design of a randomised controlled trial* [online]. **6**(1) [cit. 2023-04-18]. ISSN 2055-7647. Dostupné z: doi:10.1136/bmjsem-2020-000780

FRANK, Clare, Alena KOBESOVA a Pavel KOLAR, 2013. DYNAMIC NEUROMUSCULAR STABILIZATION & SPORTS REHABILITATION. *International Journal of Sports Physical Therapy* [online]. **8**(1), 62-73 [cit. 2023-05-04]. ISSN 21592896. Dostupné z: <https://eds.s.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=2&sid=1f18255a-1a90-47a9-b866-a97574406b40%40redis&bdata=JkF1dGhUeXBIPWlwLHN0aWImbGFuZz1jcyZzaXRIPWVkcylsaXZl#db=s3h&AN=87518552>

FRIEDE, Miriam C., Gunnar INNERHOFER, Christian FINK, Luis M. ALEGRE a Robert CSAPO, 2022. Conservative treatment of iliotibial band syndrome in runners: Are we targeting the right goals?. *Physical Therapy in Sport* [online]. **54**, 44-52 [cit. 2023-05-10]. ISSN 1466853X. Dostupné z: doi:10.1016/j.ptsp.2021.12.006

FRIEDE, Miriam C., Andrea KLAUSER, Christian FINK a Robert CSAPO, 2020. Stiffness of the iliotibial band and associated muscles in runner's knee: Assessing the effects of physiotherapy through ultrasound shear wave elastography. *Physical Therapy in Sport* [online]. **45**, 126-134 [cit. 2023-03-20]. ISSN 1466853X. Dostupné z: doi:10.1016/j.ptsp.2020.06.015

HALVARSSON, Bodil a Philip VON ROSEN, 2019. Could a specific exercise programme prevent injury in elite orienteers? A randomised controlled trial. *Physical Therapy in Sport* [online]. **40**, 177-183 [cit. 2023-05-03]. ISSN 1466853X. Dostupné z: doi:10.1016/j.ptsp.2019.09.010

HAMSTRA-WRIGHT, Karrie L., Kellie C. HUXEL BLIVEN, R. Curtis BAY a Burcu AYDEMIR, 2021. Risk Factors for Plantar Fasciitis in Physically Active Individuals: A Systematic Review and Meta-analysis. *Sports Health: A Multidisciplinary Approach* [online]. **13**(3), 296-303 [cit. 2023-03-01]. ISSN 1941-7381. Dostupné z: doi:10.1177/1941738120970976

HOENIG, T., T. ROLVIEN a K. HOLLANDER, 2020. Footstrike Patterns in Runners: Concepts, Classifications, Techniques, and Implications for Running-Related Injuries. *German Journal of Sports Medicine / Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin* [online]. **71**(3), 55-61 [cit. 2023-02-09]. ISSN 03445925. Dostupné z: doi:10.5960/dzsm.2020.424.

HOLLANDER, Karsten, Dominik LIEBL, Stephanie MEINING, Klaus MATTES, Steffen WILLWACHER a Astrid ZECH, 2019. Adaptation of Running Biomechanics to Repeated Barefoot Running: A Randomized Controlled Study. *The American Journal of Sports Medicine* [online]. **47**(8), 1975-1983 [cit. 2023-04-27]. ISSN 0363-5465. Dostupné z: doi:10.1177/0363546519849920

HUBERTI, H. H., a HAYES, W. C. (1984). Patellofemoral contact pressures. The influence of q-angle and tendofemoral contact. *The Journal of bone and joint surgery. American volume*, **66**(5), 715–724.

HULME, Adam, Rasmus Oestergaard NIELSEN, Toomas TIMPKA, Evert VERHAGEN a Caroline FINCH, 2017. Risk and Protective Factors for Middle- and Long-Distance Running-Related Injury. *Sports Medicine* [online]. **47**(5), 869-886 [cit. 2023-05-10]. ISSN 0112-1642. Dostupné z: doi:10.1007/s40279-016-0636-4

HUTCHINSON, L. A., G. A. LICHTWARK, R. W. WILLY a L. A. KELLY, 2022. The Iliotibial Band: A Complex Structure with Versatile Functions. *Sports Medicine* [online]. **52**(5), 995-1008 [cit. 2023-03-19]. ISSN 0112-1642. Dostupné z: doi:10.1007/s40279-021-01634-3

KAKOURIS, Nicolas, Numan YENER a Daniel T.P. FONG, 2021. A systematic review of running-related musculoskeletal injuries in runners. *Journal of Sport and Health Science* [online]. **10**(5), 513-522 [cit. 2023-02-12]. ISSN 20952546. Dostupné z: doi:10.1016/j.jshs.2021.04.001

KAPANDJI, Adalbert Ibrahim. *The physiology of the joints*. 2. Seventh edition. Autor úvodu Thierry JUDET, přeložil Louis HONORÉ. Pencaitland: Handspring Publishing, 2019, xii, 323 s. ISBN 978-1-912085-60-6.

KOLÁŘ, Pavel. *Rehabilitace v klinické praxi*. Druhé vydání. Praha: Galén, [2020], xxxi, 713 s. ISBN 978-80-7492-500-9.

KRIŠTOFIČ, Jaroslav, 2018. Static stretching - functions and effects: Review. *Tělesná kultura* [online]. **40**(2), 78-87 [cit. 2023-04-28]. ISSN 12116521. Dostupné z: doi:10.5507/tk.2017.002

LÍŠKA, D. a J. SÝKORA, 2020. Zranění Achillovej šlachy. *Rehabilitace a fyzikální lékařství* [online]. **27**(4), 225-233 [cit. 2023-03-27]. ISSN 12112658. Dostupné z: <https://www.prolekare.cz/casopisy/rehabilitace-fyzikalni-lekarstvi/2020-4-21/zranenia-achillovej-slachy-125765>

MALISOUX, Laurent, Nicolas CHAMBON, Nicolas DELATTRE, Nils GUEGUEN, Axel URHAUSEN a Daniel THEISEN, 2016. Injury risk in runners using standard or motion control shoes: a randomised controlled trial with participant and assessor blinding. *British Journal of Sports Medicine* [online]. **50**(8), 481-487 [cit. 2023-04-26]. ISSN 0306-3674. Dostupné z: doi:10.1136/bjsports-2015-095031

MALISOUX, Laurent, Nicolas CHAMBON, Axel URHAUSEN a Daniel THEISEN, 2016. Influence of the Heel-to-Toe Drop of Standard Cushioned Running Shoes on Injury Risk in Leisure-Time Runners. *The American Journal of Sports Medicine* [online]. **44**(11), 2933-2940 [cit. 2023-04-26]. ISSN 0363-5465. Dostupné z: doi:10.1177/0363546516654690

MALISOUX, Laurent, Nicolas DELATTRE, Axel URHAUSEN a Daniel THEISEN, 2017. Shoe cushioning, body mass and running biomechanics as risk factors for running injury: a study protocol for a randomised controlled trial. *BMJ Open* [online]. **7**(8) [cit. 2023-05-10]. ISSN 2044-6055. Dostupné z: doi:10.1136/bmjopen-2017-017379

MALISOUX, Laurent, Nicolas DELATTRE, Axel URHAUSEN a Daniel THEISEN, 2020. Shoe Cushioning Influences the Running Injury Risk According to Body Mass: A Randomized Controlled Trial Involving 848 Recreational Runners. *The American*

Journal of Sports Medicine [online]. **48**(2), 473-480 [cit. 2023-04-26]. ISSN 0363-5465. Dostupné z: doi:10.1177/0363546519892578

MALISOUX, Laurent a Daniel THEISEN, 2020. Can the “Appropriate” Footwear Prevent Injury in Leisure-Time Running? Evidence Versus Beliefs. *Journal of Athletic Training* [online]. **55**(12), 1215-1223 [cit. 2023-04-24]. ISSN 1062-6050. Dostupné z: doi:10.4085/1062-6050-523-19

MORALES-ORCAJO, Enrique, Ricardo BECERRO DE BENGEOA VALLEJO, Marta LOSA IGLESIAS, Javier BAYOD a Estevam BARBOSA DE LAS CASAS, 2018. Foot internal stress distribution during impact in barefoot running as function of the strike pattern. *Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering* [online]. **21**(7), 471-478 [cit. 2023-02-10]. ISSN 1025-5842. Dostupné z: doi:10.1080/10255842.2018.1480760

MULVAD, B., R. O. NIELSEN, M. LIND a D. RAMSKOV, 2018. Diagnoses and time to recovery among injured recreational runners in the RUN CLEVER trial. *PloS one* [online]. **13**(10), e0204742 [cit. 2022-06-12]. ISSN 19326203. Dostupné z: doi:10.1371/journal.pone.0204742

NECHLEBOVÁ, E. a TOUŠKA, M., 2021, APPLICATION OF THE DNS METHOD FOR IMPROVING RUNNING TECHNIQUE”, *Acta Salus Vitae*, 9(1), 5–13. Dostupné z: <http://odborne.casopisy.palestra.cz/index.php/actasalusvitae/article/view/248>

NEWMAN, Phillip, Jeremy WITCHALLS, Gordon WADDINGTON a Roger ADAMS. Risk factors associated with medial tibial stress syndrome in runners: a systematic review and meta-analysis. *Open Access Journal of Sports Medicine* [online]. 229-241 [cit. 2023-05-10]. ISSN 1179-1543. Dostupné z: doi:10.2147/OAJSM.S39331

NICOLA, Terry L. a David J. JEWISON, 2012. The Anatomy and Biomechanics of Running. *Clinics in Sports Medicine* [online]. **31**(2), 187-201 [cit. 2023-04-02]. ISSN 02785919. Dostupné z: doi:10.1016/j.csm.2011.10.001

NOEHREN, Brian, Anne SCHMITZ, Ross HEMPEL, Carolyn WESTLAKE a William BLACK, 2014. *Assessment of Strength, Flexibility, and Running Mechanics in Men With Iliotibial Band Syndrome* [online]. **44**(3), 217-222 [cit. 2023-03-20]. ISSN 0190-6011. Dostupné z: doi:10.2519/jospt.2014.4991

NUNNS, Michael, Carol HOUSE, Hannah RICE, et al., 2016. Four biomechanical and anthropometric measures predict tibial stress fracture: a prospective study of 1065 Royal Marines. *British Journal of Sports Medicine* [online]. **50**(19), 1206-1210 [cit. 2023-05-10]. ISSN 0306-3674. Dostupné z: doi:10.1136/bjsports-2015-095394

PULEO, Joe a Patrick MILROY, 2014. *Běhání - anatomie*. Brno: CPress. ISBN 978-80-264-0358-6.

REINKING, Mark F., Tricia M. AUSTIN, Randy R. RICHTER a Mary M. KRIEGER, 2017. Medial Tibial Stress Syndrome in Active Individuals: A Systematic Review and Meta-analysis of Risk Factors. *Sports Health: A Multidisciplinary Approach* [online]. **9**(3), 252-261 [cit. 2023-02-25]. ISSN 1941-7381. Dostupné z: doi:10.1177/1941738116673299

RIVERA, Carlos E., 2016. Core and Lumbopelvic Stabilization in Runners. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America* [online]. **27**(1), 319-337 [cit. 2023-04-29]. ISSN 10479651. Dostupné z: doi:10.1016/j.pmr.2015.09.003

SILBERNAGEL, Karin Grävare, Shawn HANLON a Andrew SPRAGUE, 2020. Current Clinical Concepts: Conservative Management of Achilles Tendinopathy. *Journal of Athletic Training* [online]. **55**(5), 438-447 [cit. 2023-02-26]. ISSN 1062-6050. Dostupné z: doi:10.4085/1062-6050-356-19

SMITH, Benjamin E, Fiona MOFFATT, Paul HENDRICK, Marcus BATEMAN, Michael Skovdal RATHLEFF, James SELFE, Toby O SMITH a Pip LOGAN, 2018. The experience of living with patellofemoral pain—loss, confusion and fear-avoidance: a UK qualitative study. *BMJ Open* [online]. **8**(1) [cit. 2023-03-24]. ISSN 2044-6055. Dostupné z: doi:10.1136/bmjopen-2017-018624

SMÍŠEK, Richard, Kateřina SMÍŠKOVÁ a Zuzana SMÍŠKOVÁ. *Spirální stabilizace páteře: léčba a prevence bolestí zad : metoda SPS - spirální stabilizace páteře : stabilizace páteře a celého těla spirálními svalovými řetězci : SMíšek systém - funkční stabilizace a mobilizace páteře : systém výuky, léčby, regenerace, prevence, organizace rehabilitační péče*. 7. rozšířené vydání. [Praha]: Richard Smíšek, 2017, 171 stran, 28 nečíslovaných. ISBN 978-80-87568-87-3

STENERSON, L. a B. MELTON. Injury Prevention in Recreational Runners. *ACSM's Health and Fitness Journal* [online]. 2021, **25**(6), 12 - 17 [cit. 2023-04-15]. ISSN 1536593X. Dostupné z: doi:10.1249/FIT.0000000000000717

STRUHÁR, Ivan, Kateřina KAPOUNKOVÁ a Tomáš VENCÚRIK, 2015. The role of spiral stabilization exercise on the level of postural stability. *Journal of Human Sport and Exercise* [online]. **10**(Proc1), 279-285 [cit. 2023-05-05]. ISSN 1988-5202. Dostupné z: doi:10.14198/jhse.2015.10.Proc1.15

SUDO, Yuta, Kazuki KUBO, Toshihiko SHINOHARA a Kazumasa NAKAGAWA, 2022. Effectiveness of a Warm-up Program with Dynamic Stretching in Preventing Sports Injuries. *Exercise Medicine* [online]. **6**, 1-8 [cit. 2023-04-29]. ISSN 2508-9056. Dostupné z: doi:10.26644/em.2022.001

TENFORDE, Adam S., Amy YIN a Kenneth J. HUNT, 2016. Foot and Ankle Injuries in Runners. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America* [online]. **27**(1), 121-137 [cit. 2023-02-12]. ISSN 10479651. Dostupné z: doi:10.1016/j.pmr.2015.08.007

THEISEN, Daniel, Laurent MALISOUX, Joakim GENIN, Nicolas DELATTRE, Romain SEIL a Axel URHAUSEN, 2014. Influence of midsole hardness of standard cushioned shoes on running-related injury risk. *British Journal of Sports Medicine* [online]. **48**(5), 371-376 [cit. 2023-05-10]. ISSN 0306-3674. Dostupné z: doi:10.1136/bjsports-2013-092613

TROJIAN, Thomas a Alicia K. TUCKER, 2019. Plantar Fasciitis. *American Family Physician* [online]. **99**(12), 744-750 [cit. 2023-03-27]. ISSN 0002838X. Dostupné z: <https://www.aafp.org/pubs/afp/issues/2019/0615/p744.html>

VAN POPPEL, Dennis, Maarten VAN DER WORP, Anouk SLABBEKOORN, Sylvia S.P. VAN DEN HEUVEL, Marienke VAN MIDDELKOOP, Bart W. KOES, Arianne P. VERHAGEN a Gwendolyne G.M. SCHOLTEN-PEETERS, 2021. Risk factors for overuse injuries in short- and long-distance running: A systematic review. *Journal of Sport and Health Science* [online]. **10**(1), 14-28 [cit. 2023-04-18]. ISSN 20952546. Dostupné z: doi:10.1016/j.jshs.2020.06.006

VAŘEKA, Ivan a Renata VAŘEKOVÁ. *Kineziologie nohy*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2009, 189 s. Monografie. ISBN 9788024424323

VÉLE, František, 2006. *Kineziologie: přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy*. Vyd. 2., (V Tritonu 1.). Praha: Triton. ISBN 80-725-4837-9

VIDEBÆK, Solvej, Andreas Moeballe BUENO, Rasmus Oestergaard NIELSEN a Sten RASMUSSEN, 2015. Incidence of Running-Related Injuries Per 1000 h of running in Different Types of Runners: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine* [online]. **45**(7), 1017-1026 [cit. 2023-03-25]. ISSN 0112-1642. Dostupné z: doi:10.1007/s40279-015-0333-8

VINCENT, Heather K., Michael BROWNSTEIN a Kevin R. VINCENT, 2022. Injury Prevention, Safe Training Techniques, Rehabilitation, and Return to Sport in Trail Runners. *Arthroscopy, Sports Medicine, and Rehabilitation* [online]. **4**(1), e151-e162 [cit. 2023-05-01]. ISSN 2666061X. Dostupné z: doi:10.1016/j.asmr.2021.09.032

VON RICKENBACH, Kristian J., Haylee BORGSTROM, Adam TENFORDE, Joanne BORG-STEIN a Kelly C. MCINNIS, 2021. Achilles Tendinopathy: Evaluation, Rehabilitation, and Prevention. *Current Sports Medicine Reports* [online]. **20**(6), 327-334 [cit. 2023-02-26]. ISSN 1537-8918. Dostupné z: doi:10.1249/JSR.0000000000000855

VUURBERG, Gwendolyn, Alexander HOORNTJE, Lauren M WINK, et al., 2018. Diagnosis, treatment and prevention of ankle sprains: update of an evidence-based clinical guideline. *British Journal of Sports Medicine* [online]. **52**(15), 956-956 [cit. 2023-03-18]. ISSN 0306-3674. Dostupné z: doi:10.1136/bjsports-2017-098106

WILLY, Richard W., Lisa T. HOGLUND, Christian J. BARTON, et al., 2019. *Patellofemoral Pain* [online]. **49**(9), CPG1-CPG95 [cit. 2023-02-25]. ISSN 0190-6011. Dostupné z: doi:10.2519/jospt.2019.0302

WINTERS, M., P. BON, S. BIJVOET, E.W.P. BAKKER a M.H. MOEN, 2017. Are ultrasonographic findings like periosteal and tendinous edema associated with medial tibial stress syndrome? A case-control study. *Journal of Science and Medicine in*

Sport [online]. **20**(2), 128 - 133 [cit. 2023-03-25]. ISSN 18781861. Dostupné z: doi:10.1016/j.jsams.2016.07.001

WINTERS, Marinus, David B. BURR, Henk VAN DER HOEVEN, Keith W. CONDON, Johan BELLEMANS a Maarten H. MOEN, 2018. *Microcrack-associated bone remodeling is rarely observed in biopsies from athletes with medial tibial stress syndrome* [online]. [cit. 2023-03-25]. ISSN edsair. Dostupné z: doi:10.1007/s00774-018-0945-9

Zoznam skratiek

art.	articulatio
AŠ	Achillova šľacha
atď.	a tak ďalej
BMI	body mass index
DNS	Dynamická neuromuskulárna stabilizácia
FFS	forefoot strike
HSS	hlboký stabilizačný systém
ITB	iliotibial band
ITBS	iliotibial band syndrome
lig.	ligamentum
m.	musculus
MFS	midfoot strike
MTSS	medial tibial stress syndrome
napr.	napríklad
PF	plantárna fascitída
PFPS	patellofemoral pain syndrome
príp.	prípadne
resp.	respektíve
RFS	rearfoot strike
RRI	running-related injury
t. j.	to jest
tzn.	to znamená
vGRF	vertical ground reaction force

Zoznam obrázkov

Obrázok 1 Bočný plank (vlastný zdroj)	41
Obrázok 2 Bird dog (vlastný zdroj)	44
Obrázok 3 Uvoľnenie iliotibiálneho traktu pomocou penového valca	45