

UNIVERZITA KARLOVA
3. LÉKAŘSKÁ FAKULTA



Anna Řezníková

**Efekt terapie zaměřené na stabilitu
hlezenních kloubů u běžců přes překážky:
intervenční nerandomizovaná studie**

*Effect of ankle joint stability therapy in hurdle
runners: a non-randomized intervention study*

Bakalářská práce

Praha, květen 2025

Autor práce: Anna Řezníková

Studijní program: Specializace ve zdravotnictví

Bakalářský studijní obor: Fyzioterapie

Vedoucí práce: Mgr. Zuzana Širůčková

Pracoviště vedoucího práce: Zdravotně sociální fakulta, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem předkládanou práci vypracovala samostatně a použila výhradně uvedené citované prameny, literaturu a další odborné zdroje. Současně dávám svolení k tomu, aby má závěrečná práce byla používána ke studijním účelům.

Souhlasím s trvalým uložením elektronické verze mé práce v databázi systému Theses.cz a Turnitin za účelem soustavné kontroly podobnosti závěrečných prací.

V Praze dne

Anna Řezníková

Poděkování

Na tomto místě bych ráda poděkovala své vedoucí práce Mgr. Zuzaně Širůčkové za její čas, ochotu a cenné rady věnované mé bakalářské práci. Velké poděkování patří také atletům z oddílu T. J. Sokol České Budějovice, kteří se výzkumu zúčastnili.

ABSTRAKT

Cíle: Tato bakalářská práce měla za cíl zhodnotit efektivitu čtyřtýdenního cvičebního programu zaměřeného na ovlivnění stability hlezenních kloubů u běžců přes překážky a porovnat stabilitu na odrazové a neodrazové končetině.

Metodika: Studie se účastnilo 10 běžců přes překážky ve věku 15-18 let, kteří byli rozděleni do dvou skupin po pěti. Intervenční skupina obdržela čtyřtýdenní intervenční program zaměřený na ovlivnění stability hlezenních kloubů, který měli atleti za úkol zařadit alespoň 3x týdně do své tréninkové rutiny. Kontrolní skupina pokračovala ve svém běžném tréninku bez nových cviků. Obě skupiny podstoupily na začátku i na konci studie měření, které zahrnovalo Star Excursion Balance Test hodnotící dynamickou stabilitu, měření aktivního rozsahu pohybu v hlezenním kloubu do dorzální a plantární flexe, supinace a pronace, Weight Bearing Lunge Test k ohodnocení dorzální flexe a tři skokové testy: Single hop, Triple hop a Cross-over hop.

Výsledky: V intervenční skupině došlo ke statisticky významnému zlepšení u odrazové končetiny v antero-mediálním směru Star Excursion Balance Testu v porovnání se skupinou kontrolní ($p = 0,04$). Dále došlo u intervenční skupiny ke statisticky významnému zlepšení Cross-over hop testu na odrazové končetině v porovnání se skupinou kontrolní ($p = 0,02$). Měření aktivního rozsahu pohybu nevykázalo žádné zásadní změny, stejně jako zbylé směry Star Excursion Balance Testu, Weight Bearing Lunge Test a ostatní skokové testy. Mezi stabilitou na končetině odrazové a neodrazové nebyl nalezen žádný významný rozdíl.

Závěr: U intervenční skupiny došlo ke statisticky významnému zlepšení odrazové končetiny v antero-mediálním směru Star Excursion Balance Testu a Cross-over hop testu. V ostatních testech nebyla prokázána žádná statisticky významná změna. Na základě těchto výsledků nelze říct, že by intervenční program významně ovlivnil stabilitu hlezenních kloubů u běžců přes překážky.

Klíčová slova: běh přes překážky, stabilita, hlezenní kloub, distorze, Senzomotorická stimulace.

ABSTRACT

Objectives: The objectives of this thesis were to determine the effectiveness of a four-week intervention programme aimed at influencing ankle joint stability of hurdle runners and to compare stability on the preferred and non-preferred take-off leg.

Methods: A sample of 10 hurdlers aged 15-18 years participated in the study. Hurdlers were divided into two groups of five. The intervention group received a four-week intervention program aimed at affecting ankle joint stability, which the athletes were asked to incorporate at least three times a week into their training routine. The control group continued in their training routine without any new exercise. Both groups underwent measurements at the beginning and at the end of the study. Those included the Star Excursion Balance Test, measurements of active range of motion in the ankle joint in dorsiflexion, plantar flexion, supination and pronation, then the Weight Bearing Lunge Test, and lastly three jump tests, which covered: the Single, Triple, and Cross-over hops.

Results: The intervention group showed statistically significant improvement in the Star Excursion Balance Test in the antero-medial direction of the preferred take-off leg compared to the control group ($p = 0.04$). In addition, the intervention group had a statistically significant improvement in the Cross-over hop test on the preferred take-off leg compared to the control group ($p = 0.02$). Active range of motion measurements showed no significant changes, as did the remaining directions of the Star Excursion Balance Test, Weight Bearing Lunge Test, and the other jump tests. No significant difference was found between the stability on the preferred and non-preferred take-off leg.

Conclusion: The intervention group has shown a significant improvement in the preferred take-off leg in the antero-medial direction during the Star Excursion Balance and the Cross-over Hop Test. There has been no significant change in the other tests. Based on these results, it cannot be concluded that the intervention program significantly affected ankle joint stability of hurdlers.

Keywords: hurdle running, stability, ankle joint, ankle sprain, sensorimotor stimulation.

Obsah

| | |
|---|-----------|
| 1. ÚVOD | 9 |
| 2. TEORETICKÁ ČÁST | 10 |
| 2.1 ANATOMIE A KINEZIOLOGIE HLEZENÍHO KLOUBU | 10 |
| 2.1.1 Kostěný aparát hlezenního kloubu a nohy | 10 |
| 2.1.2 Kloubní a vazivový aparát hlezenního kloubu | 10 |
| 2.1.3 Svalový aparát hlezenního kloubu | 11 |
| 2.1.4 Klenba nožní | 11 |
| 2.1.5 Pohyby v hlezenním kloubu | 12 |
| 2.2 STABILITA | 12 |
| 2.2.1 Základní terminologie | 12 |
| 2.2.2 Postura | 13 |
| 2.2.3 Posturální stabilita | 14 |
| 2.2.4 Role propiocepce v udržování stability | 15 |
| 2.2.5 Posturální stabilizace | 15 |
| 2.2.6 Posturální reaktibilita | 16 |
| 2.2.7 Posturální strategie zajišťující stabilitu | 16 |
| 2.2.8 Kloubní stabilita | 17 |
| 2.2.9 Posturální stabilita a sport | 18 |
| 2.3 BĚH PŘES PŘEKÁŽKY | 19 |
| 2.3.1 Přeběh překážky | 20 |
| 2.4 ČASTÁ ZRANĚNÍ V OBLASTI HLEZENÍHO KLOUBU PŘEKÁŽKOVÝCH BĚŽCŮ | 21 |
| 2.4.1 Distorze hlezenního kloubu | 21 |
| 2.4.2 Tendinopatie Achillovy šlachy | 21 |
| 2.4.3 Ruptura Achillovy šlachy | 22 |
| 2.4.4 Plantární fascitida | 22 |
| 2.5 MOŽNOSTI OVLIVNĚNÍ STABILITY HLEZENÍCH KLOUBŮ | 23 |
| 2.5.1 Proprioceptivní a balanční trénink | 23 |
| 2.5.2 Senzomotorická stimulace | 24 |
| 2.5.3 Izolované posilování svalů hlezenního kloubu | 25 |
| 2.5.4 Plyometrický trénink | 25 |
| 2.5.5 Strečink | 26 |
| 2.5.6 Manuální techniky | 26 |
| 2.5.7 Ortézy a tejpování | 26 |
| 3. CÍLE A HYPOTÉZY | 27 |

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 3.1 | CÍLE PRÁCE | 27 |
| 3.2 | HYPOTÉZY | 27 |
| 4. | PRAKTICKÁ ČÁST | 28 |
| 4.1 | METODOLOGIE | 28 |
| 4.1.1 | Popis a organizace studie | 28 |
| 4.1.2 | Účastníci studie | 28 |
| 4.1.3 | Rozdělení do skupin | 29 |
| 4.2 | VYŠETŘOVACÍ METODY | 29 |
| 4.2.1 | Základní údaje | 29 |
| 4.2.2 | Vyšetření | 29 |
| 4.3 | INTERVENČNÍ PROGRAM | 32 |
| 4.3.1 | Obsah intervenčního programu | 33 |
| 4.4 | SBĚR DAT | 35 |
| 4.5 | ANALÝZA DAT | 36 |
| 5. | VÝSLEDKY | 37 |
| 5.1 | VÝZKUMNÝ SOUBOR | 37 |
| 5.2 | VYHODNOCENÍ H1 | 38 |
| 5.3 | VYHODNOCENÍ H2 | 42 |
| 5.4 | VYHODNOCENÍ H3 | 45 |
| 5.5 | VYHODNOCENÍ H4 | 48 |
| 6. | DISKUSE | 50 |
| 7. | ZÁVĚR | 54 |
| | REFERENČNÍ SEZNAM LITERATURY | 55 |
| | SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK | 66 |
| | SEZNAM OBRÁZKŮ | 67 |
| | SEZNAM TABULEK | 67 |
| | SEZNAM GRAFŮ | 67 |
| | SEZNAM PŘÍLOH | 67 |
| | PŘÍLOHY | 68 |

1. ÚVOD

Běh přes překážky je technicky velmi náročná atletická disciplína kombinující běh s překonáváním překážek. Tato disciplína vyžaduje vysokou úroveň sprinterských a technických dovedností, flexibilitu, sílu, koordinaci a stabilitu. Sporty vyžadující skoky a běh představují riziko zranění v oblasti dolní končetiny. Jedním z častých zranění je u běžců přes překážky distorze hlezenního kloubu, které může později vyústit v opakovaná zranění či chronickou hlezenní nestabilitu. Snížit riziko těchto zranění a jejich následné komplikace lze prostřednictvím různých intervenčních programů. Existuje málo studií, které by se věnovaly běhu přes překážky v kombinaci s pozorováním intervenčních programů. Proto jsem se rozhodla ověřit vliv svého intervenčního programu zaměřeného na ovlivnění stability hlezenních kloubů na mladých běžcích přes překážky.

Motivací pro výběr tohoto tématu byla má osobní několikaletá zkušenost s atletikou, konkrétně středními tratěmi a překážkovými běhy. Ani mou atletickou kariéru neminulo jedno z nejběžnějších sportovních zranění jako je zvrtnutí kotníku. Proto jsem hledala různé možnosti, jak těmto zraněním předcházet a zvládat vysoký objem tréninků ve zdraví. Cviky od fyzioterapeuta pro mě představovaly nedílnou součást atletického tréninku a regenerace. Bohužel ne všichni sportovci a trenéři věnují dostatečnou pozornost kompenzačním cvičením a prevenci zranění. Pokud by se efekt terapie prokázal, mohla by mnou vytvořená příručka přiložená v přílohách (Příloha č. 3) posloužit jako inspirace cviků, které je možné zařadit do tréninkového plánu mladých sportovců.

2. TEORETICKÁ ČÁST

2.1 Anatomie a kineziologie hlezenního kloubu

2.1.1 Kostěný aparát hlezenního kloubu a nohy

Hlezenní kloub propojuje nohu s bérce. Kostěnou oporu bérce tvoří kost holenní (*tibia*) a lýtková (*fibula*). *Tibia* nese opěrnou funkci, zatímco *fibula* slouží převážně jako místo svalových začátků. Distální část *tibia* tvoří vnitřní kotník a kloubní plocha na tomto konci slouží k propojení s kladkou hlezenní kosti (*trochlea tali*). Distální část *fibuly* tvoří zevní kotník. I ta má kloubní plošku k propojení s hlezenní kostí. Obě kosti jsou vzájemně propojeny vazivovou *membranou interosseou cruris*, jejíž distální zesílení nazýváme tibiofibulární syndesmóza. Ta spojuje koncovou část *tibia* a *fibuly* ve vidlici, do níž je zasazen *talus*. Její pevnost zajišťuje optimální funkci hlezenního kloubu. Představuje také místo, kde začíná hluboké svalstvo bérce (Hudák a Kachlík, 2021).

Nohu tvoří sedm kostí zánártních, pět nártních a 14 článků prstů. Zánártní kosti se skládají ve dva proximodistální pruhy, na něž navazují kosti nártní. Laterodistální řadu tvoří kost patní (*calcaneus*), krychlová (*os cuboideum*) a IV. a V. nártní kost. Medioproximální řada je složena z kosti hlezenní (*talus*), loďkové (*os naviculare*), tří klínovitých kostí (*ossa cuneiformia*) a I.-III. nártní kosti. *Talus* je prostřednictvím kladky hlezenní kosti (*trochlea tali*) spojen s *tibií* a *fibulou*. Také je v kontaktu s *calcaneem* a *os naviculare*. *Calcaneus* se dále pojí s *os cuboideum*. *Os naviculare* je spojena s *talem*, *os cuboideum* a *ossa cuneiformia*. *Os cuboideum* přiléhá k *os cuneiforme laterale*, *calcaneu*, *os naviculare* a IV. a V. kosti nártní. Na klínovité kosti se napojuje I. -III. kost nártní. *Os cuneiforme mediale* s navazující I. nártní kostí, *os cuneiforme intermedium* ve spojení s II. nártní kostí a *os cuneiforme laterale* se III. kostí nártní (Hudák a Kachlík, 2021).

2.1.2 Kloubní a vazivový aparát hlezenního kloubu

Hlezenní kloub (*articulatio talocruralis*) je složený kloub. Jeho hlavici tvoří *trochlea tali* a jamku spojení distální části *tibia* s distální částí *fibuly*. *Trochlea tali* je vpředu širší, což při pohybu do dorzální flexe zajišťuje lepší stabilitu kloubu. Kloubní pouzdro je mediálně i laterálně stabilizováno postranními vazy. Nejsilnějším mediálním vazem je *lig. deltoideum*. Skládá se ze čtyř částí spojujících se do tvaru trojúhelníku, který spojuje *tibií* s *talem*, *calcaneem* a *os naviculare*. Tvoří ho tyto části: *pars tibiotalaris anterior*, *pars tibionavicularis*, *pars tibio calcanea* a *pars tibiotalaris posterior*. Z laterální strany ho stabilizují tři nezávislé vazy: *lig. talofibulare anterius*,

lig. calcaneofibulare a *lig. talofibulare posterius*. *Talus* s *fibulou* propojují *ligamenta talofibulare anterius* a *posterius*, *calcaneus* s *fibulou* jsou spojeny prostřednictvím *lig. calcaneofibulare*. *Lig. talofibulare anterius* je nejslabší z těchto tří vazů a bývá také nejčastěji poraněno (Manganaro a Alsayouri, 2023).

Dolní kloub zánártní (*articulatio subtalaris*) představuje skloubení *talus* a dalších kostí, díky němuž se uskutečňují inverzní a everzní pohyby. Přední oddíl (*articulatio talocalcaneonavicularis*) je spojení *talus* s *calcaneem* a *os naviculare*. Zadním oddílem (*articulatio talocalcanea*) je samostatné skloubení *talus* a *calcanea* (Hudák a Kachlík, 2021).

Funkční klouby nohy rozdělují nohu na zadonoží, středonoží a předonoží a umožňují provedení supinačně-pronačních a abdukčně-addukčních pohybů. Chopartův kloub nalezneme mezi *articulatio talonavicularis* a *articulatio calcaneocuboidea*. Jeho součástí je *lig. bifurcatum*. Lisfrankův kloub je spojení *ossa cuneiformia* a *os cuboideum* s nártními kostmi (Hudák a Kachlík, 2021).

2.1.3 Svalový aparát hlezenního kloubu

Svalstvo obklopující bércové kosti dělíme na tři skupiny: přední, boční a zadní. *M. tibialis anterior*, *m. extensor digitorum longus* a *m. extensor hallucis longus* jsou svaly přední skupiny, jejichž společnou funkcí je dorzální flexe. Jejich inervaci zajišťuje *n. fibularis profundus*. *M. fibularis longus* a *brevis* nalezneme v boční skupině. Společně vykonávají everzní pohyby a inervuje je *n. fibularis superficialis*. Zadní skupinu členíme na povrchovou a hlubokou část. Povrchovou vrstvu tvoří *m. triceps surae*, který se podílí především na plantární flexi. Hluboká vrstva obsahuje *m. tibialis posterior*, *m. flexor digitorum longus* a *m. flexor hallucis longus*. Na inverzních pohybech se významně podílí *m. tibialis posterior*, zatímco zbývající dva svaly této vrstvy se podílí na plantární flexi. Zadní skupinu inervuje *nervus tibialis* (Hudák a Kachlík, 2021; Manganaro a Alsayouri, 2023).

2.1.3.1 Klenba nožní

Na noze rozlišujeme klenbu podélnou a příčnou. Tyto klenby jsou tvořeny metatarzálními a tarzálními kostmi a udržovány vazy a svaly nohy. Klenby tvoří pružnou a adaptabilní základnu, která se podílí na správné funkci dolní končetiny při chůzi a běhu. Noha díky klenutí zvládá tlumit nárazy a přizpůsobovat se nerovnému povrchu. Na udržování podélné klenby se podílejí následující svaly: *m. tibialis posterior*,

m. tibialis anterior, *m. flexor hallucis longus*, *m. flexor digitorum longus*, *m. fibularis longus* a krátké svaly planty. Z vazivových struktur její udržování zajišťuje hlavně *lig. plantare longum*, *lig. plantocalcaneonaviculare (spring ligament)* a *plantární aponeuróza*. Snížení podélné klenby může být důsledek opakovaných distorzí hlezenního kloubu (Chauhan a Taqi, 2022; Babu a Bordoni, 2024).

Příčnou klenbu formují zánártní a nártní kosti, které podporují plantárně uložené vazivové struktury a šlachy svalů *m. tibialis anterior* a *m. fibularis longus*. Nejvýraznější je v oblasti *ossa cuneiformia* a *os cuboideum* (Chauhan a Taqi, 2022).

2.1.4 Pohyby v hlezenním kloubu

Výchozí pozicí je myšlena taková poloha, kterou noha zaujme při rovnovážném stoji. Mezi základní pohyby patří plantární flexe s rozsahem 40-50 ° a dorzální flexe s rozsahem 20-35 °. Inverze s everzí jsou složené rotační pohyby, ke kterým dochází v subtalárním kloubu. Inverze je pohyb složen z plantární flexe, addukce a supinace s běžným rozsahem kolem 20 °. Everze vzniká spojením dorzální flexe, abdukce a pronace, její rozsah je asi 10 °. Na složených pohybech se podílejí i další klouby nohy. Např. do supinačních a pronačních pohybů se významně zapojuje Chopartův kloub. Tyto klouby se vzájemně doplňují a umožňují pohyby ve všech třech rovinách (Kolář et al., 2020). Všechny pohyby v hlezenním kloubu doprovází rotace kostí bérce, zejména *fibuly*. Plantární flexe způsobuje posun *fibuly* vpřed, naopak při dorzální flexi dochází k jejímu posunu dozadu a nahoru (Anatomie kotníku, 2009).

V některých zdrojích se rozsahy pohybů mírně liší. Véle (2006) uvádí následovné rozpětí pohybů: plantární flexe 30-50 °, dorzální flexe 20-30 °, supinace 35 ° a pronace 15 °.

2.2 Stabilita

2.2.1 Základní terminologie

V oblasti stability se můžeme setkat s následujícími termíny.

Opěrná plocha je místo, ve kterém je tělo v přímém kontaktu s podložkou. Tento pojem však nesmíme zaměňovat s opěrnou bází. Takto označujeme plochu ohraničenou nejdále uloženými hranicemi plochy opěrné. Opěrná báze bývá oproti opěrné ploše rozsáhlejší (Vařeka, 2002a).

Dalšími významnými pojmy jsou COM (*centre of mass*), COP (*centre of pressure*) a COG (*centre of gravity*). COM nebo také těžiště je imaginární hmotný bod, ve kterém je soustředěna veškerá tělesná hmotnost. COG představuje přenesení těžiště těla do opěrné báze. Jeho význam je pouze ve spojitosti s opěrnou bází, ve chvíli, kdy opěrná báze chybí, např. v letové fázi běhu, není důvod se jím zabývat. Ve statické poloze musí být vždy promítán do opěrné báze. COP je bod, ve kterém působí vektor reakční síly podložky. COP a COG jsou shodné výhradně ve chvíli, kdy je těleso dokonale nehybné (Vařeka, 2002a; Bizovská et al., 2017).

Limitem stability ve stoji na dvou dolních končetinách je maximální naklonění těla, kterého může jedinec dosáhnout v libovolném směru pohybu bez ztráty rovnováhy a beze změny opěrné báze. COM (a také COG) musí být udržováno v hranicích opěrné báze (Bizovská et al., 2017).

Stabilita je dále ovlivňována neurofyzilogickými faktory, mezi které patří multisenzorické vstupy (zrakové, vestibulární a proprioceptivní vjemy) vyhodnocované centrálním nervovým systémem, vlivy psychické a vlivy vnitřního prostředí. Mezi vlivy vnitřního prostředí řadíme procesy ovlivňující nervový systém, pohybové programy a zpětnovazebné receptory (Bizovská et al., 2017).

2.2.2 Postura

Pro udržení rovnováhy při provádění pohybových úkolů je zapotřebí udržovat vhodnou posturu (Bizovská et al., 2017). Véle (2006) ji popisuje jako klidovou polohu těla, která se vyznačuje určitým uspořádáním pohyblivých segmentů. Kolář et al. (2020) ji definuje jako aktivní držení tělesných segmentů vůči vnějším silám, zejména proti síle tíhové, která je v životě nejvýznamnější.

Hlavní roli v udržování postury hraje svalová aktivita řízená centrální nervovou soustavou. Zaujetí postury a její udržení je neoddelitelnou součástí motorických programů. Postura provází pohyb od začátku až do konce a je jeho základní podmínkou. Její nastavení umožňující realizaci plánovaného pohybu, nazýváme atituda. K nalezení nejvýhodnějšího pohybu je klíčové zaujmout a udržet optimální posturu a to vzpřímenou. Podmínkou optimálního vzpřímení je napřímení neboli narovnání osového orgánu. To je důležité i pro optimální rozsah pohybu ve velkých kloubech končetin a páteře (Vařeka, 2002a).

Rosario (2017) uvádí, že termín postura postrádá jednoznačnou definici a na základě jeho systematického přehledu ji definoval jako výsledek celkového postavení kloubů, které bylo přizpůsobeno k vyrovnání tělesných segmentů proti gravitaci v určité poloze. Slouží jako základ pro pohyb a neverbální komunikaci a na jejím udržování se podílí pojivové tkáně a svaly řízené nervovým systémem.

2.2.3 Posturální stabilita

Profesor Kolář et al. (2020) ji definují jako proces vyrovnávající přirozenou nestabilitu těla. Tělo jako celek má proměnlivý tvar a pokud je potřeba zaujmout rovnovážnou polohu, musí být stabilita udržována svaly řízenými z CNS (Véle, 2006). Přestože se tělo jako celek ve statické poloze nepohybuje v prostoru, nemůžeme označit udržování stálé polohy za statický děj, nejde totiž o jednorázové zaujetí polohy, ale o její neustálé udržování (Kolář et al., 2020). Posturální stabilita nám umožňuje udržovat vzpřímenou polohu těla a přizpůsobovat se vnějším i vnitřním silám tak, aby nedocházelo k nechtěným či nekontrolovaným pádům. Rovnováha a balance jsou pojmy označující soubor statických a dynamických strategií, které jsou nezbytné pro zajištění posturální stability (Vařeka, 2002a).

Lidské tělo je ve vzpřímeném bipedálním stoji velmi nestabilní, což může být následkem např. malé plochy základny nebo vysoko uloženého těžiště (Vařeka, 2002a; Rosario, 2017). Základní podmínkou k udržení stability ve statické poloze je neustálé promítání těžiště do opěrné báze (Kolář et al., 2020). Čím více se projekce těžiště přibližuje hranicím opěrné báze, tím náročnější je udržení stability vzpřímeného stoje (Véle, 2006). Jinak je to při lokomoci, kde není nutné, aby vektor tíhové síly mířil přímo do opěrné báze, směřovat tam ale musí výslednice zevních sil. Jestliže při statické poloze nedochází k promítání vektoru tíhové síly do opěrné báze, musí být otáčivý moment pro udržení rovnováhy zajištěn vazy a svaly. Nerovnovážený stoj je prve upravován zvýšenou svalovou aktivitou doprovázenou hypertonií určitého svalu, následuje bolest a vznik deformity (Kolář et al., 2020).

Z neurofyziologického hlediska se na udržování stability podílí sensorická, řídicí a výkonná složka. Sensorická složka zahrnuje propiocepci, zrakový a vestibulární aparát. Řídicí funkci má na starosti mozek s míchou a výkonnou složku zastává pohybový aparát (Vařeka, 2002a). Sensorická složka je pro udržení stability nezbytná. Propriocepce prostřednictvím informací ze svalů, kloubů a kůže udává polohu tělesných segmentů. Zrakový systém slouží k určení prostorové orientace a pomáhá předvídat působení

zevních sil na tělo. Podílí se i na informacích o poloze hlavy. Vestibulární systém poskytuje také informace o poloze a pohybu hlavy, zejména pak při rotačních pohybech (Vařeka, 2002b).

2.2.3.1 Role propiocepce v udržování stability

Propriocepce poskytuje centrálnímu nervovému systému informace důležité pro optimální řízení motoriky. Přináší informace z periferních částí těla, které přispívají k posturální kontrole a stabilitě kloubů. Poskytuje informace o pohybech a mění se poloze kloubu, čímž pomáhá jedinci reagovat na změny vnějšího prostředí. Je zajišťována skrze mechanoreceptory, které nazýváme proprioceptory, ty nalezneme převážně ve svalech, šlachách, vazech a kloubních pouzdrech (Riemann a Lephart, 2002a).

Informace ze svalů jsou pro propiocepci klíčové. Skrze svalová vřetenka je detekováno protažení svalu a pomocí Golgiho šlachových tělísek tělo zaznamenává změny ve svalovém napětí (Bizovská et al., 2017). Propriocepce má velký význam pro vnímání nepřírodných pohybů v kloubu, díky čemuž pomáhá předcházet zraněním. Mimo jiné je velmi důležitá pro koordinaci složitých pohybů. Při zranění může dojít k jejímu poškození (Jerosch et Prymka, 1996).

Propriocepce hraje významnou roli v udržování posturální stability na rovném povrchu, v případě povrchu nestabilního se do udržování stability zapojují více zrakové a vestibulární stimuly (Bizovská et al., 2017).

2.2.4 Posturální stabilizace

Kolář et al. (2020) popisuje posturální stabilizaci jako svalovou aktivitu zajišťující zpevnění a udržení tělesných segmentů proti působení vnějších sil. Tento proces je rovněž řízen z CNS. V klidové poloze je svalovou aktivitou agonistů a antagonistů udržována relativní tuhost skloubení. Díky této aktivitě jsme schopni čelit gravitační síle. Zpevněním segmentů dosáhneme vzpřímeného držení a pohybu celého těla v prostoru. Naše kostra by bez této řízené svalové aktivity nemohla fungovat. Posturální stabilizace působí proti gravitační síle a účastní se každého pohybu, a to i ve chvíli, kdy pohybujeme pouze dolními či horními končetinami (Kolář et al., 2020).

Bizovská et al. (2017) označují posturální stabilizaci za balanční funkci, která chrání tělo před pádem. Dochází při ní k neustálé adaptaci svalové aktivity a kloubní polohy na požadavky k udržení těla nad opěrnou bází. Posturální stabilizace je často spojována s posturální kontrolou. Ta je popisována ve spojení s aktivitami běžného

života, kam patří chůze či zacházení s předměty. Posturální kontrola představuje neurální mechanismy, které mají na starosti udržení polohy a zajištění průběhu volního pohybu v poli gravitace. Tento proces je závislý na nervovém systému, který nestabilitu zaznamenává a předvídá, a následně podněcuje tvorbu potřebné svalové aktivity pro koordinaci s dalšími silami, které na tělo působí.

2.2.5 Posturální reaktibilita

S pojmem posturální reaktibilita se setkáme především v české literatuře. Jde o stabilizační funkce sloužící ke zpevnění jednotlivých kloubů za účelem dosažení nejstabilnější opory pro optimální pohyb v jednotlivých segmentech a schopnost vyrovnat se s vnějšími silami (Bizovská et al., 2017). Tato reakce vzniká za účelem zajistit stabilní *punctum fixum*, za což odpovídá zpevněný konec svalu, zatímco druhý konec svalu je volný a provádí v kloubu pohyb, takže je nazýván *punctum mobile*. K lokomoci je v kořenových kloubech nezbytný určitý stupeň volnosti, trup musí být naopak jeden pevný celek. Žádný cílený pohyb nelze vykonat bez stabilizace kloubu v úponové oblasti. Takto zaktivované svaly šíří aktivitu na další okolní a vzdálenější svaly, které zajišťují zpevnění dalších kloubů a takto dochází k postupnému řetězení (Kolář et al., 2020).

2.2.6 Posturální strategie zajišťující stabilitu

Za přítomnosti sil rušících rovnovážný stoj dochází k aktivaci posturálních reakcí, které se snaží vrátit tělo zpět do původní pozice, a to do té doby, než dojde k překročení limitu, jež jsou strategie schopny vyrovnat. Na aktivaci posturálních reakcí se významně podílejí senzorycké informace, které pomáhají předvídat narušení posturální stability. Úroveň strategie se přizpůsobuje vnějším podmínkám a úkolům (Massion, 1994).

2.2.6.1 Statické strategie

Statická strategie představuje balanční mechanismy, které řídicí systém využívá k udržení posturální stability při nezměnění kontaktní plochy. Tyto strategie využívají zejména hlezenní a kyčelní mechanismus. Při stožení udržuje rovnováhu v předozadní rovině zejména aktivita plantárních a dorzálních flexorů, proto tento mechanismus nazýváme jako „hlezenní“ strategie. Laterolaterální mechanismus spočívá v přenášení váhy z jedné dolní končetiny na druhou za aktivity svalstva kyčelního kloubu, proto tuto strategii nazýváme „kyčelní“. Laterolaterální stabilita stoje je v porovnání se stabilitou předozadní výrazně lepší. Tuto skutečnost udává anatomické postavení dolních končetin. K lokomoci dochází v sagitální rovině, kde je velká volnost pohybu, stabilita je ale menší.

Za to do stran je volnost pohybu omezenější ale stabilita vyšší (Vařeka, 2002b). Kotníkové a kyčelní strategie často vytvářejí kontinuum reagující na postupně se měnící vnější podmínky. Odpovědí na poruchu rovnováhy může být i signál pro zahájení chůze (Massion, 1994).

2.2.6.2 Dynamické strategie

Dynamickou strategii tělo využívá ve chvíli, kdy je vystaveno nestabilní poloze překračující hranici bezpečného udržení působíště vektoru reakční síly podložky a opěrné báze. Tělo reaguje částečným přemístěním plochy kontaktu, např. úkrokem. V situacích, kdy už je i dynamická strategie nedostačující, přechází tělo na program preventivního pádu (Vařeka, 2002b).

2.2.7 Kloubní stabilita

Kloubní stabilita je definována jako stav, kdy kloub zůstává v nezměněné poloze, a to i za přítomnosti sil, které by tento stav mohly změnit. Udržování funkční stability kloubů je zajišťováno souhrou statických a dynamických složek. Statickou (pasivní) složku tvoří vazy, kloubní pouzdro, chrupavka, a tvar kostí kloubu. Dynamickou složku tvoří kosterní svalstvo obklopující daný kloub, které je řízeno zpětnovazebným neuromuskulárním systémem. Základem pro funkci dynamických složek jsou biomechanické a fyzikální vlastnosti kloubu: rozsah pohybu, svalová síla a vytrvalost. V kontextu stability kloubu definujeme neuromuskulární kontrolu jako podvědomou aktivaci dynamických složek, k čemuž dochází při přípravě na pohyb. Reakcí je obnovení funkční stability kloubu. Proprioceptivní informace týkající se stavu kloubu a souvisejících struktur jsou pro nervosvalovou kontrolu nezbytné. V souvislosti s poraněním kloubu může dojít k narušení kloubních proprioreceptorů (Riemann a Lephart, 2002a; Riemann a Lephart, 2002b).

Za koordinované pohyby kostěných struktur nohy a kotníku jsou zodpovědné svaly a šlachy, mimo to jsou zásadní v udržování stability kostěného a vazivového aparátu nohy a kotníku. Vazivové struktury a kloubní pouzdra jsou rovněž důležitá v udržování kloubní stability. Akutní zranění, chronická opakovaná zranění či degenerativní onemocnění jsou běžné příčiny vedoucí k narušení správné funkce kloubu. Pokud není vhodně nastavena léčba, může dojít k dlouhodobému omezení pohybu (Ficke a Byerly, 2023).

2.2.7.1 Kloubní hypermobilita

Kloubní hypermobilita je stav, kdy je možné v kloubu provést rozsah pohybu větší, než je fyziologická „norma“ (Nathan et al., 2018). Kolář et al. (2020) rozlišují hypermobilitu kompenzační, při neurologických onemocněních, konstituční a posttraumatickou. Kompenzační je lokální patologická hypermobilita vznikající jako následek omezení pohybu v jiném kloubu či segmentu. Hypermobilita při neurologických onemocněních doprovází obraz daného neurologického onemocnění. Konstituční hypermobilita zasahuje všechny klouby těla, její etiologie je nejasná, postihuje zejména mladé ženy a dívky, s věkem klesá. Posttraumatická hypermobilita vzniká jako následek poškození pasivních stabilizátorů: kloubního pouzdra a vazů. Můžeme ji také nazvat kloubní nestabilitou.

Nathan et al. (2018) zkoumají spojitost mezi hypermobilitou a vyšším rizikem zranění. Tvrdí, že u hypermobilních jedinců je naopak riziko zranění nižší než u jedinců bez hypermobility. Domnívají se, že je to díky větší vazové laxitě a většímu rozsahu pohybu. Pokud však ke zranění dojde, je délka rekonvalescence delší než u jedinců bez hypermobility. Pacey et al. (2010) tvrdí, že hypermobilní jedinci mají v kontaktních sportech výrazně vyšší riziko poranění kolenního kloubu, zatímco pro hlezenní kloub toto zvýšené riziko neplatí.

2.2.8 Posturální stabilita a sport

Pro sportovce je schopnost udržovat posturální stabilitu jedna ze zásadních. Její ovládání může přispět k nižšímu riziku sportovních zranění a zmírnit jeho negativní dopady (McKeon a Hertel, 2008). Je také důležitým předpokladem pro zvládnutí cílených pohybů a pro lepší sportovní výkon (Andreeva et al., 2021; Zemková, 2022).

Andreeva et al. (2021) se domnívají, že věnování se téměř jakémukoliv sportu má pozitivní vliv na posturální řízení, jehož následkem je lepší posturální stabilita. Mimo jiné tvrdí, že sportovci při bipedálním postoji mají lepší výsledky v posturální stabilitě v porovnání s nesportujícími jedinci. Je těžké určit, které z komponent podílejících se na udržování stability je u sportovců lepší než u neaktivních jedinců, jelikož každý sport vyžaduje jiné dovednosti a tím se i mechanismus udržování stability sport od sportu může lišit (Andreeva et al., 2021). Každý sport má na udržování stability své specifické požadavky, některé sporty vyžadují lepší statickou rovnováhu, zatímco jiné dynamickou. Důležité je, aby sportovec ovládal rovnováhu ve specifických pozicích, které jeho sportovní specializace vyžaduje (Zemková, 2022).

Na udržování stability se podílejí senzory informace z celého těla. Důležitou roli hrají rovněž při určování polohy těla v prostoru a při kontrole pohybu. Jelikož je zrak při sportu často zaměstnán informacemi, např. o soupeři, je propiocepce z kotníků jednou z nejdůležitějších složek podílející se na udržování rovnováhy. Komplex kotník-noha je totiž jediná část těla, která je v kontaktu s terénem a poskytuje nám informace na základě kterých, můžeme přizpůsobit celé tělo. To zajišťuje úspěšné provedení komplexních pohybových úkolů, které sportovní aktivity vyžadují (Han et al., 2015).

Witchalls et al. (2012) označují sníženou posturální stabilitu za jeden z faktorů zvyšující riziko poranění hlezenního kloubu. Sportovní zranění dolních končetin obecně mají negativní vliv na stabilitu. Zranění kotníku může vést k poranění svalů a šlach s poškozením mechanoreceptorů, což negativně ovlivňuje kvalitu propioceptivních informací, které jsou potřebné pro kontrolu stability. Nerehabilitovaná propiocepce kotníku může vést k dlouhodobému snížení posturální a rovnovážné kontroly (Han et al., 2015). Posturální stabilita u sportovců může být také negativně ovlivněna dlouhodobým nošením sportovní obuvi se zpevněným kotníkem. Při testování naboso byla jejich stabilita snížena (Andreeva et al., 2020).

2.3 Běh přes překážky

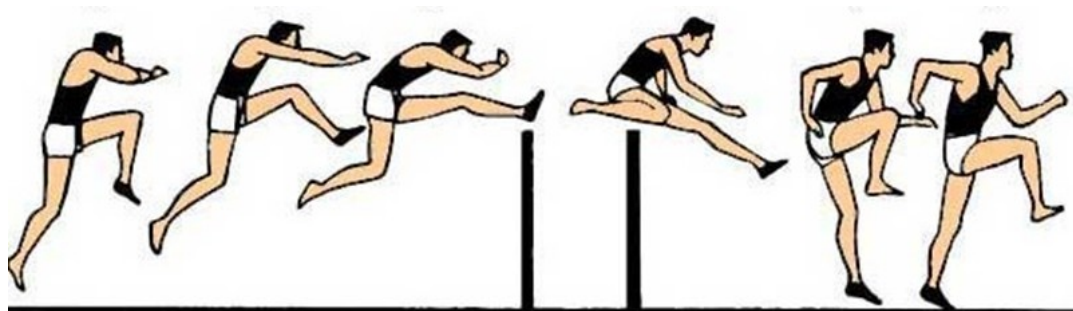
V lehké atletice rozlišujeme několik překážkových disciplín: 60 m s překážkami, 100 m s překážkami, 110 m s překážkami a 400 m s překážkami. V těchto disciplínách se atleti snaží překonat překážky o určité výšce rozestavené v určitých intervalech za nejkratší čas. Rozmístění překážek a jejich výška se u žen a mužů liší (Ozaki a Ueda, 2022).

Technika překonávání překážek je jedním z klíčových prvků určující výsledek závodu. Z hlediska biomechaniky je překážkový běh kombinací cyklického sprintu a acyklického překonávání překážek. Překážkář musí disponovat vysokou úrovní sprinterských dovedností, flexibilitou, silou, koordinací, stabilitou a vysokou úrovní technických dovedností. Při přebíhání překážky musí být ztráta horizontální rychlosti co nejmenší. To závisí na mnoha faktorech, zejména těch, které určují odraz před překážkou, trajektorii pohybu těžiště a dopad po zdolání překážky. Pro správné překonání překážky je důležitý bod odrazu před překážkou a bod dopadu po překonání překážky. Správná poloha těchto dvou bodů je předpokladem pro optimální trajektorii letu těžiště a odráží se v době letu, která musí být co nejkratší (Coh et al., 2019).

Překážkový běh lze rozdělit na: start s náběhem na první překážku, samotný přeběh překážky, běh mezi překážkami a závěrečný doběh do cíle (Kněnický, 1977).

2.3.1 Přeběh překážky

Správný odraz je jeden z nejdůležitějších předpokladů úspěšného překonání překážky. Odraz vychází z přední části chodidla, nikoliv z paty, a jeho směr je spíše dopředu než nahoru. Trup je nakloněn lehce vpřed. Hlezenní, kolenní i kyčelní kloub odrazové nohy jsou v plné extenzi. Druhostranná (švihová) končetina je flektována v kolenním kloubu a provádí aktivní pohyb bérce na překážku dopředu. Následuje fáze letu, která by měla trvat co nejkratší dobu. Švihová končetina směřuje vpřed a postupně dochází k její extenzi v kolenním kloubu, hlezenní kloub svírá s bérce 90°. Trup je flektován, ramena zůstávají rovnoběžně s překážkou. Odrazová noha se stává nohou přetahovou a postupně je přibližována k tělu. Její pohyb vede kolenní kloub, a to stranou a dopředu přes překážku. Bérec nohy je s překážkou přibližně rovnoběžně, kotník je přitážen do dorzální flexe. Po překonání překážky přetahovou končetinou pokračuje koleno v pohybu dopředu a lehce nahoru, bérec se poté postupně dorovná a směřuje dolů. Pro plynulý přechod do běhu je zásadní fáze dopadová. Švihová noha dopadá na špičku, ne na patu, kolenní kloub je v extenzi, trup v lehkém předklonu. Po dopadu švihové končetiny pokračuje přetahová končetina dopředu a aktivně pomáhá dopadové končetině provést první krok za překážkou. Paže doprovází dolní končetiny střídavě jako při běhu (Kněnický, 1977; Jayathunga a Chandana, 2022).



Obrázek 1: Technika přeběhu překážky (Zdroj: MacKenzie, 2001)

2.4 Častá zranění v oblasti hlezenního kloubu překážkových běžců

Vzhledem k vysoké zátěži dolních končetin při běhání a skákání je přirozené, že většina atletických zranění postihuje právě oblast dolních končetin. Nejčastěji bývají postiženy kontraktlní struktury, klouby, vazy a kosti. Často se můžeme setkat s nataženými svaly stehna, poraněními vazů chodidla a kotníku, zraněními kolene, zlomeninami a dalšími. Zranění jsou častější v průběhu tréninku než při závodě. Typ zranění se může lišit i podle disciplíny, které se atlet věnuje (Lambert et al., 2022). Funkční asymetrie končetin s výkonnostními rozdíly končetin může být rizikovým faktorem pro akutní či opakující se zranění (Iskra et al., 2022).

2.4.1 Distorze hlezenního kloubu

Akutní podvrtnutí hlezenního kloubu je jedno z nejčastějších zranění postihující jak aktivně sportující jedince, tak běžnou populaci. Toto zranění se často vyskytuje opakovaně a může vést až k rozvoji chronické nestability hlezna (Herzog et al., 2019). Nejčastěji bývají poraněné vazy laterální, k čemuž dochází při plantární flexi s inverzí. Poranění mediálních vazů a syndesmózy je méně časté (Chen et al., 2019).

Rozlišujeme tři stupně závažnosti podvrtnutí kotníku. První stupeň je nejméně závažný a je charakterizován natažením postranních vazů bez natržení. Druhý stupeň označuje částečné natržení jednoho či více vazů. Třetí stupeň je nejzávažnější a je charakterizován úplným přerušením všech vazů. Rizikovým faktorem může být omezený rozsah pohybu do dorzální flexe, snížená propriocepce či narušená stabilita. Za nejvýznamnější rizikový faktor můžeme považovat druh sportu, kterému se jedinec věnuje (Chen et al., 2019). Malliarapoulos et al. (2018) zjistili, že atleti, kteří již v minulosti prodělali poranění vazů hlezenního kloubu, mají vyšší riziko zranění svalů zadní strany stehna.

Chronická hlezenní nestabilita je stav charakterizován opakovanými pocity podlomení hlezenního kloubu, přetrvávající bolestí, slabostí či sníženým rozsahem pohybu, omezenou funkcí a opakovanými podvrtnutími hlezenního kloubu rok od prodělání počátečního úrazu (Hertel a Corbett, 2019).

2.4.2 Tendinopatie Achillovy šlachy

Tendinopatie Achillovy šlachy je bolestivé zranění způsobené dlouhodobým přetěžováním. Je popisováno jako degenerativní změny či neúspěšné hojení trvale přetěžované šlachy. Doprovází zejména sportovce, jejichž sport je založen na běhu a skákání. Atleti popisují lokální citlivost, zesílení šlachy a funkční poruchy

doprovázející zátěž. Bolest nebo tuhost jsou často přítomny ráno nebo na začátku cvičení. Bolest může v průběhu aktivity ustoupit. V chronických případech může bolest přetrvávat a objevovat se i v klidu (Silbernagel et al., 2020).

2.4.3 Ruptura Achillovy šlachy

Rupturu šlachy definujeme jako částečné či úplné přetržení šlachových vláken. To může nastat akutně, kdy dojde k ruptuře v důsledku jednorázového nárazu s velkým zatížením, nebo chronicky, kdy dochází k postupnému oslabení šlachy v důsledku tendinopatie či degenerativních procesů a praskne i při nižší zátěži. Akutní ruptura Achillovy šlachy je spojená s náhlou či prudkou dorziflexí kotníku nebo výpadem (Sharma a Maffulli, 2005).

Zranění jedinci obvykle uvádějí bolest postižené nohy a pocit, že je v době zranění někdo kopl do zadní části dolní končetiny. Dále nejsou schopni přenést váhu, běžná je i slabost či tuhost postiženého kotníku. Plantární flexe nemusí být vždy omezena. Přítomen je otok, podlitina, někdy můžeme nahmatat i štěrbinu v postižené části šlachy. Zranění můžeme potvrdit prostřednictvím diagnostických testů (Longo et al., 2013).

Poranění Achillovy šlachy se často objevuje u skoků a v běžeckých disciplínách, 1/3 pacientu s touto patologií však pravidelně neprovozuje intenzivní fyzickou aktivitu (Aicale et al., 2017).

2.4.4 Plantární fascitida

Chronická plantární fascitida je nejčastější příčinou bolesti paty u dospělých. Způsobuje ji dlouhodobé přetížení plantární fascie, které může být způsobeno nadměrnou fyzickou aktivitou jako u běžců, nebo nadměrnou zátěží v důsledku obezity. Za rizikový faktor lze pokládat různé deformity nohy, např. *pes planus* či *pes cavus*. Pacienti obvykle uvádějí tupou či pulzující bolest lokalizovanou v oblasti začátku plantární fascie na *calcaneu*. Bolest je obvykle nejhorší ráno a po delším sezení. Při aktivitě může dojít ke zlepšení, avšak při delším trvání aktivity se opět horší (Latt et al., 2020).

2.5 Možnosti ovlivnění stability hlezenních kloubů

V dnešní době existuje mnoho možností, kterými lze stabilitu hlezenních kloubů ovlivnit. Nejčastěji se můžeme setkat s prvky senzomotorického tréninku, balančního tréninku či silového tréninku. Balanční trénink může probíhat na nestabilních površích, může být ve formě stoje na jedné noze, poskoků či kombinací těchto prvků. Využívány jsou i různé druhy balančních plošin. Pro zvýšení síly svalů v okolí hlezenního kloubu je nejčastěji využíván trénink s odporovými gumami či cvičení „malé nohy“ (Mollà-Casanova et al., 2021).

Tyto metody vykazují největší efektivitu zejména v rehabilitaci u chronicky nestabilních hlezenních kloubů, ale používají se i k prevenci opakovaného zranění hlezenního kloubu. Některé studie se snaží objasnit, zda jsou metody užitečné i v prevenci poranění hlezenního kloubu u zdravých jedinců bez předchozího zranění, zatím však nebyl prokázán žádný výrazný efekt. Nejlepších výsledků je v prevenci opakovaného zranění dosahováno propioceptivním a balančním tréninkem. U jedinců s chronicky nestabilním kotníkem jsou kromě těchto dvou zmíněných metod efektivní i metody zaměřené na posílení svalů v okolí hlezenního kloubu (Verhagen et al., 2004; Schiffan et al., 2015; Mollà-Casanova et al., 2021, Tedeschi et al., 2024).

2.5.1 Proprioceptivní a balanční trénink

Proprioreceptory zajišťují důležité informace z končetin těla a informují CNS o pohybech a polohách kloubů, čímž jedinci umožňují reagovat na změny vnějšího prostředí (Riemann a Lephart, 2002a). Pomáhají také rozlišovat nefyziologické pozice kloubů, které by mohly vést ke zranění. Zranění může propioceptory výrazně negativně ovlivnit, což následně může vyústit v opakovaná zranění (Jerosch a Prymka, 1996). Tuto omezenou funkci zraněného kloubu může zlepšit trénink s využitím propioceptivních a balančních cvičení (Verhagen et al., 2004).

Proprioceptivní trénink představuje jednoduchou a lehce dostupnou metodu, která prostřednictvím stabilizace hlezenního kloubu může pomoci ke snížení rizika zranění tohoto kloubu. Tyto preventivní programy byly testovány např. na fotbalistech a volejbalistech, avšak jejich vliv na sportovce specializující se na jiný druh sportu se může lišit (de Vasconcelos et al., 2021).

Proprioceptivní trénink je efektivní metodou pro zlepšení dynamické posturální kontroly, a i pro posílení jednotlivých svalů hlezenního kloubu (de Vasconcelos et al., 2021). Je přínosný zejména pro jedince, kteří již dříve prodělali zranění v oblasti hlezenního kloubu. U zdravých jedinců bez předchozího zranění se vliv této terapie jako preventivní metody zatím neprokázal (Verhagen et al., 2004;

Schiftan et al., 2015). Obdobné výsledky má i balanční trénink. U jedinců s historií zranění působí jako efektivní preventivní metoda, zatímco jeho vliv na prevenci zranění u zdravých jedinců se zatím nepovedlo zaznamenat (McGuine a Keene, 2006). Obě tyto metody jsou ale velmi přínosné pro zlepšení dynamické stability u jedinců s chronicky nestabilním kotníkem (Cruz-Diaz et al., 2015; Anguish a Sandrey, 2018; Tedeschi et al., 2024).

V propioceptivních cvičebních programech je často základní pozicí stoj na jedné noze. Postupně je tato pozice ztěžována pomocí balančních podložek či zavřením očí. Cviky můžeme doplnit o podřepy na obou nohách či jen na jedné, přidat pohyby rukou či jiné pohybové úkoly, např. chytání míče (Verhagen et al., 2004).

Balanční cvičební programy jsou provedením velmi podobné programům propioceptivním. Zahrnují udržování stoje na jedné noze s prováděním komplexních úkolů (driblování, kopání, házení či chytání míče) nebo stoj na balanční podložce. Cviky je možné provádět i se zavřenými očima. Dobré je také cviky přizpůsobit vlastnímu sportu, např. basketbalisté mohou při stoji na jedné noze driblovat míčem (McGuine a Keene, 2006). Využívány mohou být různé druhy plošin, měkkých podložek, balančních podložek, Bosu či malá trampolína (Cruz-Diaz et al., 2015).

2.5.2 Senzomotorická stimulace

Tato metoda založená na neurofyziologickém podkladě vychází z teorie o dvoustupňovém motorickém učení. Jejím cílem je dosáhnout svalové aktivity a optimálního a nezatěžujícího pohybu bez výrazné kortikální aktivity. K facilitaci je využíváno propioceptivních informací z periferních struktur, které se uplatňují při řízení motoriky a chrání kloubní struktury. Nejdůležitější aferentní složku zajišťují propioceptory ze šlívových svalů a chodidla. Proprioceptory z chodidla lze aktivovat provedením tzv. „malé nohy“, která je využívána ve všech pozicích této metodiky. Při cvičení je nutné následovat určité zásady. Mezi ně patří cvičení na boso, aktivace svalů začíná na distálních částech a šíří se proximálně, což znamená, že jsou nejdříve aktivovaná chodidla, poté kolena, pánev, hlava a na konec ramena. Cvičení by nemělo působit bolest a není vhodné ho provádět v únavě. Po zvládnutí základních pozic můžeme ke cvičení využít i pomůcky. Hlavními indikacemi pro senzomotorickou stimulaci je nestabilní pouřazový kotník, vertebrogenní syndromy, nestabilní koleno, idiopatická skolióza, vadné držení těla ale i vestibulární a organické mozečkové poruchy a poruchy hlubokého cití (Janda a Vávrová, 1992).

2.5.3 Izolované posilování svalů hlezenního kloubu

Cviky zaměřené na posílení svalů v oblasti hlezenních kloubů jsou využívány především u jedinců, kteří již prodělali zranění hlezenního kloubu či u jedinců, kteří trpí chronickou hlezenní nestabilitou. Tyto cvičební programy vykazují efektivitu zejména v krátkodobých programech, jejich dlouhodobý efekt je zatím neznámý (Mohammadi, 2007). Posilovací programy dosahují lepších výsledků v kombinaci s balančním tréninkem (Su et al., 2024).

Předpokládá se, že excentrická kontrakce svalů provádějících everzi nohy poskytuje oporu vnějším postranním vazům a pomáhá tak odolat inverzním zraněním kotníku. Oslabení těchto svalů může být rizikové pro opakované úrazy hlezenního kloubu. Trénink zaměřený na posílení těchto svalů by mohl být vhodnou preventivní metodou předcházející opakovaná zranění kotníku (Mohammadi, 2007).

Posilování svalů můžeme začít izometrickými cviky, které jsou prováděny proti nepohyblivému předmětu. Postupně můžeme navyšovat obtížnost pomocí odporových gum či kotníkových závaží. S těmito pomůckami provádíme nohou pohyby do plantární a dorzální flexe, inverze a everze. Posílení do plantární flexe můžeme rovněž provádět při stožení na jedné dolní končetině opakovaným stoupáním si na špičku nohy, tzv. „*single-leg heel raise*“. K posílení svalů je možné využít i prvky metodiky PNF (Mohammadi, 2007; Hall et al., 2018; Cain et al., 2020; Park et al., 2024).

2.5.4 Plyometrický trénink

Plyometrický trénink se skládá ze série pohybů tvořících cyklus protažení a zkrácení („*stretch-shortening cycle*“). Nejprve dochází k pohybu prodlužujícímu (excentrickému), po kterém rychle následuje pohyb zkracující (koncentrický). Dochází tedy k opakovanému prodlužování a zkracování různých svalových a šlachových komplexů. Na dolní končetině se plyometrická cvičení provádějí ve formě skoků. Sportovní fyzioterapeuti využívají tyto techniky k prevenci zranění a zlepšení výkonnosti v průběhu rehabilitace (Davies et al., 2015).

Plyometrický trénink byl původně využíván v preventivních a rehabilitačních programech zaměřujících se na kolenní kloub, jeho využití je ale přínosné i pro kloub hlezenní (Huang et al., 2021).

Trénink obsahující prvky plyometrie může vypadat následovně: skoky do stran, skoky dopředu a dozadu, skoky „cik-cak“, do čtverce či do osmičky, výskoky na bednu

či ze dřepu. Náročnost tréninku bývá postupně navyšována. Lehčí variantou je provedení skoků snožmo, těžší je provedení pouze na jedné dolní končetině. Záleží i na umístění rukou, ty mohou být buď volně nebo překřížené na hrudníku či za hlavou. Postupně bývá navyšována i četnost a opakování cviků (Ardakani et al., 2019, Lee et al., 2020).

2.5.5 Strečink

Protahovací metody se v rámci pohybové aktivity a rehabilitace užívají především za účelem zvýšení rozsahu pohybu v kloubu s cílem zlepšit výkonnost a snížit riziko zranění. Nejčastěji je využíván statický strečink, dynamický strečink, balistický strečink či prvky PNF (Smith et al., 2019).

Pro správnou funkci hlezenního kloubu je zásadní rozsah pohybu do dorzální flexe. Ten je dán flexibilitou plantárních flexorů, jejíž nedostatečnost může vyústit v řadu muskuloskeletálních dysfunkcí, jako je plantární fascitida, zánět Achillovy šlasy či zranění kolenního kloubu (Medeiros a Martini, 2018).

2.5.6 Manuální techniky

Manuální mobilizace hlezenního kloubu může v akutní fázi zraněného kotníku dočasně snížit intenzitu bolesti. Její opakované provedení se zdá být přínosné i pro zvýšení rozsahu pohybu do dorzální flexe. V subakutní a chronické fázi může mobilizace rovněž přispět ke snížení bolesti i zvýšení rozsahu pohybu, avšak efekt je pouze krátkodobý (Loudon et al., 2013).

2.5.7 Ortézy a tejpování

Měkká hlezenní ortéza a tejpování jsou účinné prostředky k prevenci prvního i opakovaného podvrtnutí kotníku. V prevenci opakovaného zranění jsou ortézy výrazně efektivnější než u zranění prvního. Nošení ortéz v porovnání s tejpováním přináší velmi podobné výsledky a volba může být založena na preferenci daného sportovce. Nošení ortézy pro zabránění opakovaného zranění je doporučováno zejména po dobu jednoho roku od zranění kotníku (Chen et al., 2019).

3. CÍLE A HYPOTÉZY

3.1 Cíle práce

Cílem této bakalářské práce je zhodnotit efektivitu čtyřtýdenního cvičebního programu zaměřeného na ovlivnění stability hlezenních kloubů u běžců přes překážky a porovnat stabilitu na odrazové a neodrazové končetině.

Hlavním cílem teoretické části je shrnout možnosti, kterými lze stabilitu hlezenního kloubu ovlivnit.

3.2 Hypotézy

H1: Předpokládám, že po absolvování čtyřtýdenního programu zaměřeného na ovlivnění stability hlezenních kloubů dojde u běžců přes překážky v intervenční skupině ke zlepšení ve Star Excursion Balance Testu v porovnání se skupinou kontrolní.

H2: Předpokládám, že po absolvování čtyřtýdenního programu zaměřeného na ovlivnění stability hlezenních kloubů dojde u běžců přes překážky v intervenční skupině ke zvýšení aktivního rozsahu pohybu v hlezenním kloubu v porovnání se skupinou kontrolní.

H3: Předpokládám, že po absolvování čtyřtýdenního programu zaměřeného na ovlivnění stability hlezenních kloubů dojde u běžců přes překážky v intervenční skupině ke zlepšení ve skokových testech v porovnání se skupinou kontrolní.

H4: Běžci přes překážky mají lepší výsledky ve Star Excursion Balance Testu na odrazové končetině než na končetině neodrazové.

4. PRAKTICKÁ ČÁST

4.1 Metodologie

4.1.1 Popis a organizace studie

Studie proběhla za souhlasu Etické komise 3. lékařské fakulty Univerzity Karlovy v Praze. Všichni probandi byli informováni o průběhu studie a s účastí zcela dobrovolně souhlasili. Většina účastníků nebyla plnoletá, tudíž informace o průběhu studie obdrželi i jejich zákonní zástupci, kteří s účastí museli taktéž souhlasit. Všichni obdrželi k podepsání informovaný souhlas.

Šlo o nerandomizovanou intervenční studii, ve které byla porovnávána intervenční skupina individuálně cvičící čtyřtýdenní program zaměřený na ovlivnění stability hlezenních kloubů se skupinou kontrolní, která tyto cviky necvičila. Cílem bylo vyhodnotit efektivitu cvičebního programu a porovnat stabilitu na odrazové a neodrazové noze. Probandi intervenční skupiny cvičili 3 - 4x týdně po dobu jednoho měsíce.

V průběhu studie absolvovali všichni zúčastnění dvě měření. Jedno na začátku (vstupní) a druhé na konci (výstupní). K testování byl využit Star Excursion Balance Test (SEBT), dále byl hodnocen aktivní rozsah pohybu v hlezenním kloubu, Weight-Bearing Lunge Test a skokové testy. Vstupní vyšetření zahrnovalo i vyšetření strukturální integrity vazů hlezenního kloubu a zaznamenání vybraných anamnestických údajů. Účastníci byli vyšetřováni autorkou této práce.

4.1.2 Účastníci studie

Pro tento výzkum byli probandi nabíráni v atletickém oddíle T. J. Sokol České Budějovice. Atleti byli následně na základě splňujících a vylučujících kritérií rozřazeni do dvou skupin.

Kritéria pro zahrnutí do studie:

- běžec přes překážky
- věk 15-18 let
- alespoň 3x týdně atletický trénink

Vylučující kritéria:

- zranění v oblasti hlezenního kloubu během posledních šesti měsíců
- zranění v oblasti kolenního kloubu během posledních šesti měsíců
- nepravidelný trénink
- nezájem o účast

Do studie bylo zahrnuto celkem 10 účastníků, kteří byli rozděleni do dvou skupin po pěti. Intervenční skupina obdržela cvičební program zaměřený na ovlivnění stability hlezenních kloubů, druhá skupina byla kontrolní a pokračovala běžně v tréninku. Měsíční studii dokončilo 9 z 10 zúčastněných.

4.1.2.1 Rozdělení do skupin

Jelikož byl vzorek probandů poměrně rozmanitý a malý, bylo zvoleno rozdělení nerandomizované. Cílem bylo vyvážené rozložení chlapců a dívek, zohledňováno bylo i předchozí zranění kotníku, které by mohlo ovlivnit výsledky studie. Do vstupního vyšetření byly zařazeny testy na strukturální integritu vazů za účelem odlišit jedince, kteří by v důsledku dřívějšího zranění mohli mít stabilitu výrazněji horší v porovnání s ostatními probandy, čímž by mohlo dojít ke zkreslení výsledků. Při rozdělování byla zohledňována i osobní preference probandů.

Rozdělení vypadalo následovně: intervenční skupiny se účastnily tři dívky a dva chlapci, z nichž tři v minulosti prodělali poranění kotníku. Kontrolní skupina zahrnovala také tři dívky a dva chlapce, poraněný kotník v minulosti měli pouze dva z nich.

4.2 Vyšetřovací metody

4.2.1 Základní údaje

Všichni účastníci uváděli následující základní údaje: pohlaví, věk, váha, výška. Dále byla zaznamenána jejich odrazová noha a četnost a závažnost všech předchozích zranění v oblasti hlezenních a kolenních kloubů.

4.2.2 Vyšetření

Obě vyšetření, vstupní i výstupní, probíhala před atletickým tréninkem probandů po důkladném rozběhání a rozcvičení a zabrala přibližně 20-30 minut.

Vyšetření zahrnovalo měření aktivního rozsahu pohybu v hlezenním kloubu, Weight-Bearing Lunge test, Star Excursion Balance test a skokové testy. Do vstupního vyšetření byly navíc zařazeny testy na strukturální integritu vazů hlezenního kloubu. Z těchto testů byly využity následující: Přední zásuvkový test, Talar Tilt Test a External Rotation Test. Vždy byly vyšetřeny a porovnány obě končetiny.

Přední zásuvkový test slouží k vyšetření strukturální integrity *lig. fibulotalare anterioris* a *lig. fibulocalcaneare*. Provádíme ho v sedě, vyšetřovaná končetina je pokrčena v kolenním kloubu a spuštěna z lehátka. Vyšetřovaný hlezenní kloub je ve 20° plantární flexi, distální část bérce je z ventrální strany fixována rukou vyšetřujícího. Druhou rukou

vyšetřující uchopí calcaneus a snaží se ho anteriorně vysunout. Nadměrný posun, často doprovázený lupnutím, považujeme za pozitivitu (Gross et al., 2005).

Talar Tilt Test slouží k posouzení strukturální integrity *lig. calcaneofibulare*. Test provádíme ve stejné poloze jako přední zásuvkový test. Vyšetřující fixuje distální část bérce kostí. Druhou rukou uchopí *calcaneus* a provádí inverzi v subtalárním skloubení. Zvýšený rozsah pohybu značí pozitivitu testu (Kolář et al., 2020).

External Rotation Test (test zevní rotace) slouží k identifikaci poranění distální části tibiofibulární syndesmózy. Je vyšetřován v sedě, kolena v 90° flexi, bérce spuštěné z lehátka dolů. Vyšetřující uchopí *calcaneus* testované končetiny do dlaně, podepře chodidlo svým předloktím tak, aby byl hlezenní kloub v neutrální pozici a provede zevní rotaci. Pozitivitu značí bolest v oblasti tibiofibulární syndesmózy (Larkins et al., 2020).

Aktivní rozsah pohybu v hlezenním kloubu byl měřen v poloze v sedě se spuštěnými dolními končetinami z lehátka. Měřené pohyby byly následující: plantární flexe, dorzální flexe, supinace a pronace. Rozsah pohybu byl měřen pomocí plastového goniometru.

Weight-Bearing Lunge Test je využíváný k hodnocení dorzální flexe v hlezenním kloubu. Testovaný je v pozici výpadu a snaží se dotknout kolenem zdi. Měříme nejdelší možnou vzdálenost palce u nohy od zdi, při které je testovaný schopen se dotknout kolenem zdi, aniž by odlepil patu od podložky. Ruce jsou při testování v bok. Vzdálenost měříme v centimetrech pomocí krejčovského metru (Powden et al., 2015).



Obrázek 2: Provedení Weight-Bearing Lunge Testu. (Zdroj: Vlastní zpracování)

Star Excursion Balance Test (SEBT) se používá k hodnocení dynamické stability a často se užívá k testování sportovců. Testovaný stojí na jedné dolní končetině uprostřed hvězdy, kterou tvoří osm čar, ty jsou od sebe vzdálené 45°. Druhou končetinou usiluje o dosažení co nejdělsí vzdálenosti podél každé z čar, lehce se špičkou nohy dotkne země a vrátí se zpět do středu. Test je prováděn bez bot s rukami v bok. V průběhu celého testu musí stát vyšetřovaný pouze na testované končetině, v případě, že by se dosahující nohou dotkl země, byl by pokus testu neúspěšný. Mezi další pohyby, kterým se vyšetřovaný v průběhu testování musí vyvarovat, patří přemístění rukou z boků, pohyb stojné nohy, položení dosahující končetiny či nevrácení se do původní polohy (Karagiannakis et al., 2020).

Výsledek testu závisí na vzdálenosti, kterou je testovaný schopen dosáhnout končetinou v osmi různých směrech: anterolaterálním, anteriorním, anteromediálním, mediálním, posteromediálním, posteriorním, posterolaterálním a laterálním. Pro porovnání jednotlivců je nutné výsledky SEBT normalizovat. K tomu je potřebná délka vyšetřované končetiny, která byla měřena krejčovským metrem ze *spina iliaca anterior superior* k *malleolus medialis*. Dosaženou vzdálenost poté vydělíme délkou končetiny a vynásobíme 100. Tím získáme procento dosažené vzdálenosti ve vztahu k délce končetiny vyšetřovaného (Gribble a Hertel, 2003).

Vyšší dosažená vzdálenost bývá spojena s lepší dynamickou stabilitou, zatímco nižší s mechanickou či senzomotorickou nedostatečností. Test může sloužit k porovnání zraněné a zdravé končetiny či pro porovnání výsledků před a po intervenci (Gribble et al., 2012).



Obrázek 3: Provedení SEBT v laterálním směru. (Zdroj: Vlastní zpracování)

Skokové testy jsou prováděny na jedné dolní končetině a slouží k ohodnocení funkční výkonnosti dolní končetiny. V *single leg hop* testu se vyšetřovaný snaží o co nejdelší skok na jedné noze bez ztráty rovnováhy. V *triple hop* testu provádí vyšetřovaný tři na sebe navazující skoky po jedné dolní končetině s udržení rovnováhy. V *cross-over hop* testu testovaný opět provádí tři skoky na jedné končetině za sebou, ale střídavě překonává středovou čáru. Tento test vypadá následovně: 1. skok doprava, 2. skok doleva, 3. skok zpět doprava. Opět musí být test proveden bez ztráty rovnováhy. Za neúspěšný pokus je považován ten, kdy se obě nohy vyšetřovaného dotknou země, či ztráta rovnováhy. Výsledkem všech tří testů je vzdálenost od startovní čáry k patě dopadové nohy, vzdálenost je zaznamenána v centimetrech (Wang, et al., 2021).

4.3 Intervenční program

Intervenční program obdrželi pouze účastníci intervenční skupiny, skupina kontrolní pokračovala v běžné tréninkové rutině bez nových cviků. Se všemi účastníky intervenční skupiny byla celá cvičební jednotka individuálně probrána, aby se předešlo chybám a nejasnostem. Všichni zároveň obdrželi videa se správným provedením cviků a příručku, která obsahovala fotografie jednotlivých cviků s bližším popisem. Po celý průběh studie měli probandi možnost konzultovat jakékoliv nejasnosti programu s autorkou. Individuální cvičení probíhalo 3 - 4x týdně po dobu jednoho měsíce, jedno cvičení zabralo přibližně 20 minut.

Do intervenčního programu byly zahrnuty cviky na automobilizaci a automasáž chodidla, posilovací a protahovací cviky, cvičení na labilních plochách a odrazy. Cvičební jednotka byla inspirována prvky metodiky Senzomotorické stimulace a studiemi, které byly zaměřené na cvičební programy pro sportovce s chronicky nestabilními hlezenními klouby nebo na prevenci zranění. Součástí některých cviků byly i pomůcky: balanční podložka, ježek a posilovací guma (Thera-Band), v případě, že některou z pomůcek probandi neměli, byla jim zapůjčena.

Cviky byly prováděny naboso a úkolem probandů bylo soustředit se na provedení cviků, než na jejich četnost a opakování.

4.3.1 Obsah intervenčního programu

Příručka cviků s bližším popisem a fotografiemi je k nalezení v Příloze č. 3.

Automobilizace přednoží a paty

Pro automobilizaci přednoží provlékneme prsty ruky mezi prsty nohy a pasivně pohybujeme přednožím do všech směrů (supinace, pronace, dorzální a plantární flexe). Automobilizaci paty provádíme tak, že si jednou rukou zafixujeme přednoží a druhou uchopíme do dlaně patní kost, kterou kroužíme do všech směrů.

Automasáž s ježkem, aktivace krátkých svalů nohy

K automasáži využijeme ježka, kterým si promasírujeme celé chodidlo včetně paty. Pro aktivaci krátkých svalů nohy zapřeme patu o zem, míček umístíme do úrovně přední příčné klenby a střídavě provádíme extenzi a flexi prstců.

Malá noha

Cvik je vhodné zezáčátku provádět v sedě na židli a až později přejít do provedení ve stoje. Cílem je zvýraznění příčné a podélné klenby. Snažíme se o zkrácení a zúžení chodidla (přiblížení přednoží k patě). Prstce by měly být po celou dobu uvolněné bez křečovitého zatnutí.

Aktivace *m. tibialis posterior*

Cvik provádíme v sedě na židli, ovlivňovaná noha je položena na kolenním kloubu druhé končetiny. K provedení využíváme odporovou gumu, kterou zachytíme o mediální hranu chodidla. Chodidlo je v lehké plantární flexi a provádí supinaci.

Aktivace *m. peroneus longus a brevis*

Tento cvik slouží k aktivaci peroneálních svalů, jejichž oslabení může zvyšovat riziko opakovaného zranění hlezna (Mohammadi, 2007).

Cvik provádíme v sedě, ovlivňovaná končetina je natažená. Opět využíváme odporovou gumu, kterou tentokrát umístíme na laterální stranu chodidla. Chodidlo provádí pronaci s dorzální flexí.

Pozice běžce

Výchozí pozicí pro tento cvik je stoj na jedné dolní končetině, zatímco druhá dolní končetina je pokrčena v kolenním a kyčelním kloubu. Ruce doprovázejí dolní končetiny jako při běhu. Z výchozí pozice přecházíme do zanožení a extenze v kyčelním kloubu původně flektované dolní končetiny, zároveň přenášíme váhu těla dopředu. Poté se zpět vracíme do výchozí pozice. Provedení cviku je možné i na balanční plošině.

Hodiny

Tento cvik je zaměřený na dynamickou stabilitu těla a sílu dolní končetiny, jelikož jeho podstatou je provádění podřepů na jedné dolní končetině. Pro tento cvik je výchozí pozicí stoj na jedné dolní končetině, ruce umístěné v bok. Druhá dolní končetina je v lehké flexi, postupně přechází do natažení a snažíme se s ní dosáhnout co nejdelší vzdálenosti v osmi různých směrech. Snažíme se o udržení výchozí pozice, nesundat ruce z boků a zvládnout celý cvik bez opření se o dosahující končetinu.

Korigovaný stoj s podřepy na balanční podložce

Výchozí pozicí je korigovaný stoj na balanční podložce. Nejprve je vhodné se naučit korigovaný stoj na pevné podložce a poté přejít na podložku balanční. Korigovaný stoj vypadá následovně: chodidla jsou mírně od sebe a směřují vpřed, oboustranně malá noha, mírně pokrčená a lehce zevně rotovaná kolena, protažení osy těla, aktivace břišní stěny, hlava vzpřímená, ramena stažená dolů. Po nalezení stabilní pozice, začneme provádět lehké podřepy, zároveň se snažíme o udržení rovnováhy a korigovaného držení.

Výpad na balanční podložku

Úkolem je provést výpad na balanční podložku bez ztráty rovnováhy a přemístění horních končetin. Výchozí pozicí je bipedální stoj na zemi s rukama v bok. Přední dolní končetinu umístíme na balanční podložku a provedeme výpad, poté se pomalu vracíme zpět do výchozí pozice, vystřídáme nohy a několikrát opakujeme.

Odrazy do čtverce

Z nízkých překážek či lana vytvoříme čtverec. Výchozí pozicí je stoj na jedné dolní končetině, druhá je ve flexi, ruce umístěné v bok či doprovázejí tělo běžecky. Následně provádíme odrazy na jedné dolní končetině. Nejprve skočíme dovnitř čtverce, poté do strany (ven ze čtverce), zpět dovnitř, do druhé strany, zpět dovnitř, a nakonec skočíme dopředu (ven ze čtverce). Snažíme se o plynulé provedení.

Dva odrazy a dopad na špičku

Výchozí pozicí je bipedální stoj, ruce umístěné v bok. Provedeme dva odrazy do výšky na obou končetinách a dopadneme na jednu dolní končetinu, ideálně na špičku a 3 vteřiny se snažíme udržet tuto pozici. Tento cvik je zaměřen na kontrolovaný dopad a jeho udržení, výška skoku nehraje roli.

Protažení lýtkových svalů

Začínáme v názkoku, předloktí zapřeme o židli nebo gymnastický míč, poté přeneseme váhu na předloktí a propneme zadní nohu. Celým tělem jdeme nejprve dozadu do protažení zadní nohy a celé zadní strany nohy včetně lýtky a poté zpět dopředu pro odpočinek. Několikrát opakujeme a vyměníme nohy.

Protažení extenzorů nohy

Tento cvik provádíme ve stoje. Ovlivňovanou nohu uvedeme do plantární flexe a zapřeme o nárt. Pomalu přenášíme váhu ze strany na stranu pro zacílení všech svalů přední strany bérce.

4.4 Sběr dat

Shromažďování dat pro tuto studii probíhalo od září do konce října roku 2024. Na konci září proběhlo vstupní vyšetření, které zahrnovalo všechny již výše zmíněné testy. Před vstupním vyšetřením byly probandům a jejich zákonným zástupcům zaslány na email všechny informace týkající se výzkumu včetně informovaného souhlasu. Ten samý týden proběhlo i seznámení probandů z intervenční skupiny s intervenčním programem, který mimo osobního setkání obdrželi i ve formě příručky a videí. Intervenční program probíhal individuálně v průběhu října. Na konci října proběhlo měření výstupní, tentokrát v rámci kondičního soustředění.

4.5 Analýza dat

Všechna data byla zaznamenána a statisticky vyhodnocena v aplikaci Microsoft Excel. Následně v tomto programu byly vytvořeny i tabulky a grafy.

K výběru vhodných statistických testů bylo využito konzultace se studenty Matematicko-fyzikální fakulty Univerzity Karlovy. K ověření hypotéz H1, H2 a H3, ve kterých byla porovnávána intervenční skupina se skupinou kontrolní, byl použit dvou-výběrový t-test. T-test byl vypočítán z rozdílů mezi 1. a 2. měření jednotlivých probandů. K vyhodnocení hypotézy H4, kde je porovnávána končetina odrazová s neodrazovou, byly využity hodnoty z 1. měření všech probandů. Pro tuto hypotézu byl použit párový t-test. Hladina statistické významnosti byla stanovena na $\alpha = 0,05$. Vzhledem k tomu, že se proband 3 nezúčastnil 2. měření, nebylo možné jej zařadit do analýzy hypotéz H1, H2 a H3. Do vyhodnocení hypotézy H4 však zařazen být mohl, neboť 1. měření absolvoval.

5. VÝSLEDKY

5.1 Výzkumný soubor

Tabulka 1: Charakteristika výzkumného souboru

| | |
|---------------------------------|------------|
| Celkem probandů | 10 |
| Skupiny | 2 |
| Pohlaví (muži/ženy) | 4/6 |
| Věk | 16,1 ± 0,9 |
| Výška | 177,9 ± 8 |
| Váha | 63,2 ± 8,8 |
| BMI | 19,9 ± 1,4 |
| Délka končetiny | 97,3 ± 5,8 |
| Počet atletů s historií zranění | 5 |
| Pozitivní Přední zásuvkový test | 2 |

Legenda: věk, výška, váha, BMI a délka končetiny představují průměrnou hodnotu celého souboru ± směrodatná odchylka.

Výzkumný soubor zahrnoval 10 probandů rozdělených do dvou skupin. Charakteristika probandů je znázorněna v Tabulce č. 1. Výzkumný soubor zahrnoval 4 chlapce a 6 dívek s průměrným věkem 16,1 ± 0,9. Průměrná výška probandů činila 177,9 ± 8 cm a váha 63,2 ± 8,8 kg. Polovina účastníků (5 z 10) v minulosti prodělala zranění hlezenního kloubu, z nichž pouze u dvou byl zaznamenán pozitivní Přední zásuvkový test. Zbylé testy na strukturální integritu vazů (Talar tilt test, External rotation test) nebyly pozitivní u žádného z probandů, proto v Tabulce č. 1 nejsou zahrnuty. Obě měření absolvovalo 9 probandů z 10.

Tabulka 2: Základní charakteristiky probandů dle skupin

| Základní parametr | Intervenční skupina | Kontrolní skupina |
|---------------------------------|---------------------|-------------------|
| Celkem probandů | 5 | 5 |
| Pohlaví (muži/ženy) | 2/3 | 2/3 |
| Věk | 15,6 ± 1 | 16,6 ± 0,5 |
| Výška (cm) | 175 ± 9 | 180,8 ± 6,6 |
| Váha (kg) | 60 ± 7,9 | 66,4 ± 9,4 |
| BMI (kg/m ²) | 19,5 ± 0,9 | 20,2 ± 1,8 |
| Délka končetiny (cm) | 94,2 ± 4,4 | 100,4 ± 5,7 |
| Počet atletů s historií zranění | 3 | 2 |
| Pozitivní Přední zásuvkový test | 1 | 1 |

Legenda: věk, výška, váha, BMI a délka končetiny představují průměrnou hodnotu celé skupiny ± směrodatná odchylka.

Přehled charakteristik dle skupin je uveden v Tabulce č. 2. Probandi byli rozřazeni do intervenční a kontrolní skupiny. Obě skupiny zahrnovaly 5 probandů se shodným zastoupením pohlaví (2 muži a 3 ženy). V intervenční skupině byl nepatrně nižší věkový

průměr ($15,6 \pm 1$ let) než ve skupině kontrolní ($16,6 \pm 0,5$ let). Kontrolní skupina zahrnovala v průměru vyšší probandy ($180,8 \pm 6,6$ cm) v porovnání se skupinou intervenční (175 ± 9 cm). Kontrolní skupina měla vyšší i průměrnou hmotnost ($66,4 \pm 9,4$ kg) než skupina intervenční ($60 \pm 7,9$ kg). Rozdíl lze zaznamenat i v délce dolní končetiny. Probandi kontrolní skupiny měli v průměru delší končetinu ($100,4 \pm 5,7$ cm) než probandi skupiny intervenční ($94,2 \pm 4,4$ cm). Z hlediska zranění zahrnovala intervenční skupina více probandů s historií zranění (3 z 5) než skupina kontrolní (2 z 5). Pozitivní Přední zásuvkový test byl zaznamenán u jednoho probanda v každé skupině.

5.2 Vyhodnocení H1

H1: Předpokládám, že po absolvování čtyřtýdenního programu zaměřeného na ovlivnění stability hlezenních kloubů dojde u běžců přes překážky v intervenční skupině ke zlepšení ve Star Excursion Balance Testu v porovnání se skupinou kontrolní.

Odrázová končetina

Tabulka 3: SEBT odrazová končetina, porovnání 1. a 2. měření

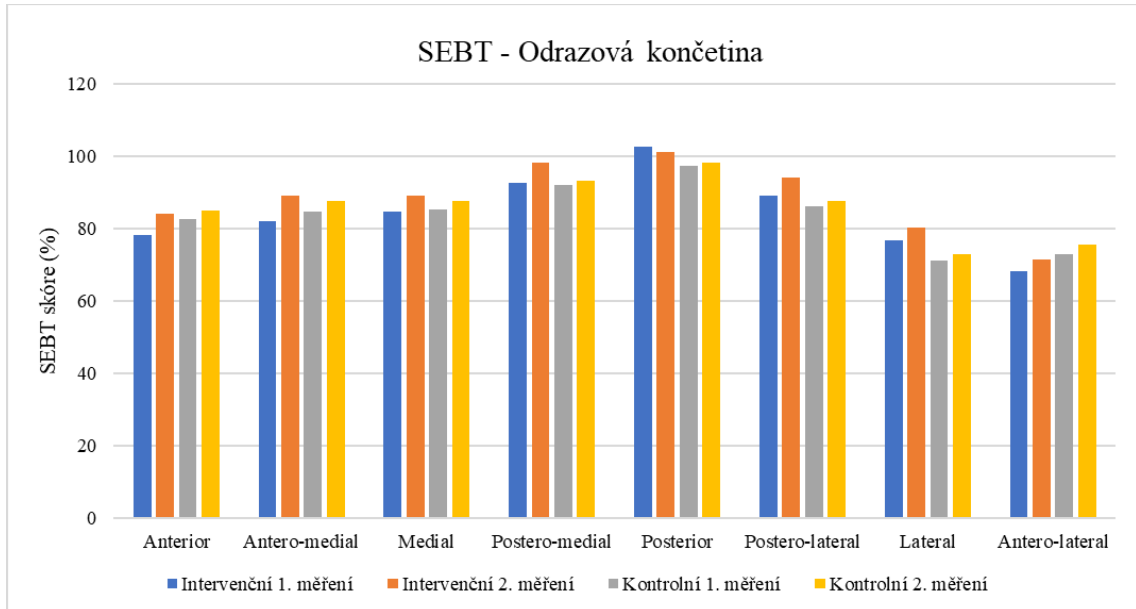
| Směr | Intervenční skupina | | | Kontrolní skupina | | | p |
|----------------|---------------------|-----------------|--------|-------------------|----------------|--------|-------------|
| | 1. měření | 2. měření | Rozdíl | 1. měření | 2. měření | Rozdíl | |
| Anterior | $78,3 \pm 5$ | $83,9 \pm 3,7$ | 5,6 | $82,7 \pm 2,8$ | $85 \pm 1,3$ | 2,3 | 0,07 |
| Anteromedial | $81,9 \pm 9,6$ | $88,9 \pm 8$ | 7 | $84,5 \pm 3,5$ | $87,6 \pm 4,5$ | 3,1 | 0,04 |
| Medial | $84,7 \pm 8,9$ | $89,1 \pm 6,9$ | 4,4 | $85,1 \pm 4,3$ | $87,5 \pm 4,2$ | 2,4 | 0,13 |
| Posteromedial | $92,7 \pm 6,1$ | $98,2 \pm 2,8$ | 5,5 | $91,9 \pm 4,2$ | $93,1 \pm 4,9$ | 1,2 | 0,1 |
| Posterior | $102,7 \pm 3,7$ | $101 \pm 8,1$ | -1,7 | $97,3 \pm 2,8$ | $98,2 \pm 3,7$ | 0,9 | 0,25 |
| Posterolateral | $89,1 \pm 4,7$ | $93,9 \pm 5,8$ | 4,8 | $86,1 \pm 7,6$ | $87,5 \pm 8,4$ | 1,4 | 0,06 |
| Lateral | $76,6 \pm 9$ | $80,1 \pm 10,8$ | 3,5 | $71 \pm 5,1$ | $73 \pm 4,8$ | 2 | 0,19 |
| Anterolateral | $68,1 \pm 6,2$ | $71,4 \pm 5,7$ | 3,3 | $73 \pm 3,6$ | $75,6 \pm 3,2$ | 2,6 | 0,16 |
| Průměr | $84,2 \pm 6$ | $88,3 \pm 6$ | 4,1 | $83,9 \pm 2$ | $85,9 \pm 2,3$ | 2 | 0,07 |

Legenda: data 1. a 2. měření představují průměrné hodnoty směrů SEBT skóre celé skupiny v % \pm směrodatná odchylka, Rozdíl vyjadřuje rozdíl mezi 1. a 2. měřením, p je hodnota určující hladinu statistické významnosti ($\alpha = 0,05$).

V Tabulce č. 3 lze zaznamenat zlepšení intervenční skupiny ve většině směrech. Nejvýraznějších rozdílů dosáhla tato skupina v antero-mediálním (+7 %), anteriorním (+5,6 %) a postero-mediálním (+5,5 %) směru. Ve směru posteriorním došlo naopak k mírnému zhoršení (-1,7 %). Intervenční skupina vykazovala v některých ze směrů vyšší hodnoty směrodatné odchylky. Kontrolní skupina se také ve většině směrech zlepšila, avšak ve srovnání se skupinou intervenční nebylo zlepšení tak velké. Největší rozdíl byl zaznamenán v antero-mediálním (+3,1 %) a antero-laterálním (+2,6 %) směru.

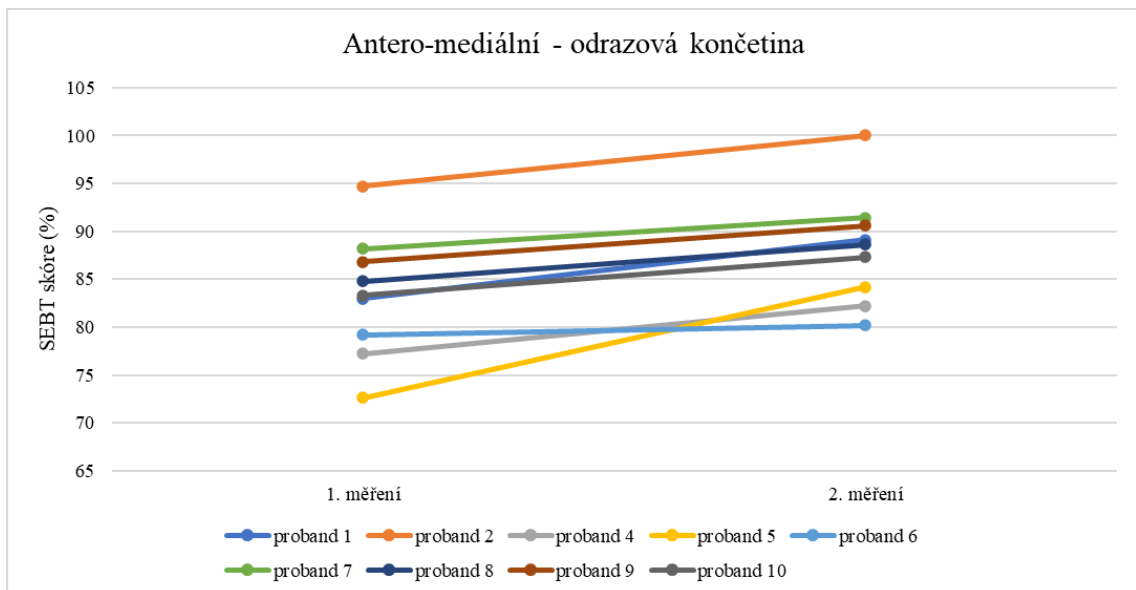
V průměrné hodnotě SEBT skóre zlepšení intervenční skupiny činilo +4,1 %, zatímco u kontrolní skupiny jen +2 %. Statisticky významné zlepšení bylo zaznamenáno pouze v antero-mediálním směru ($p = 0,04$). Hodnoty ostatních směrů nevykazují statisticky významná zlepšení.

Graf 1: SEBT odrazová končetina, porovnání 1. a 2. měření



Graf č. 1 porovnává skupiny při 1. a 2. měření v jednotlivých směrech SEBT. Z grafu je patrné, že obě skupiny vykázaly ve většině směrů zlepšení, u intervenční skupiny bylo nejvýraznější v antero-mediálním směru.

Graf 2: 1. a 2. měření jednotlivých probandů, odrazová končetina, směr antero-mediální



Legenda: proband 1-5 = intervenční skupina, proband 6-10 = kontrolní skupina, proband 3 studii nedokončil a nebylo možné ho zařadit.

V Grafu č. 2 je vyobrazeno, jak se u jednotlivých probandů změnila hodnota SEBT v antero-mediálním směru. Téměř u všech probandů z obou skupin došlo k mírnému zlepšení. Výrazného zlepšení dosáhl zejména proband 5. Proband 2 dosahoval výrazně lepších výsledků v tomto směru v porovnání s ostatními účastníky studie.

Neodrazová končetina

Tabulka 4: SEBT neodrazová končetina, porovnání 1. a 2. měření

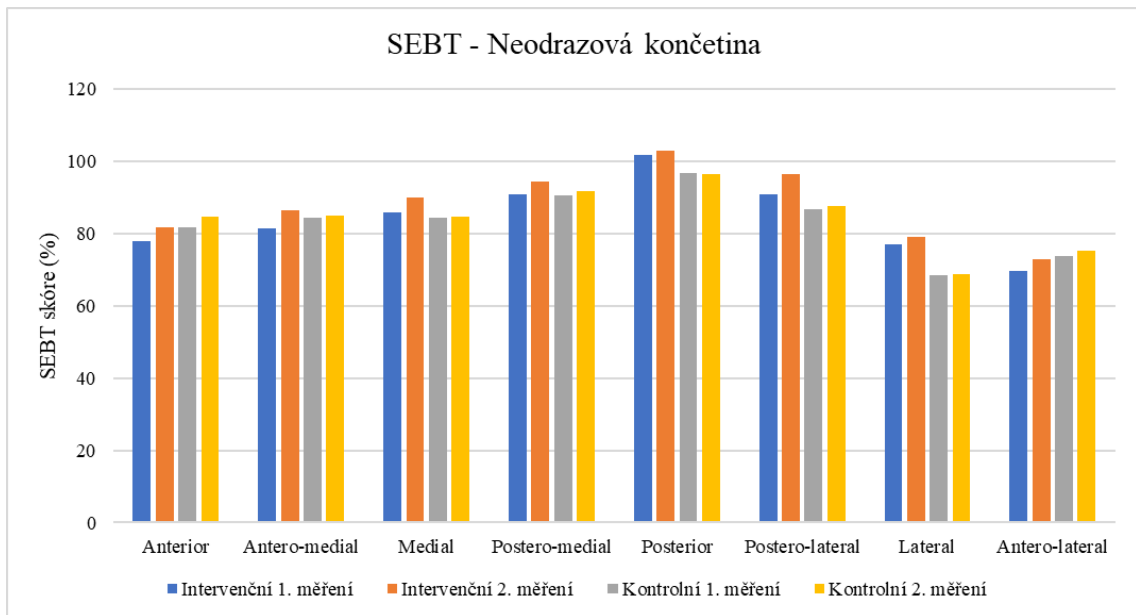
| Směr | Intervenční skupina | | | Kontrolní skupina | | | p |
|----------------|---------------------|-------------|--------|-------------------|------------|--------|------|
| | 1. měření | 2. měření | Rozdíl | 1. měření | 2. měření | Rozdíl | |
| Anterior | 77,7 ± 7,9 | 81,7 ± 9 | 4 | 81,7 ± 1,5 | 84,7 ± 2,2 | 3 | 0,4 |
| Anteromedial | 81,3 ± 11,3 | 86,5 ± 7,9 | 5,2 | 84,4 ± 2,8 | 85 ± 2,8 | 0,6 | 0,06 |
| Medial | 85,7 ± 5,2 | 89,9 ± 4,9 | 4,2 | 84,4 ± 2,3 | 84,5 ± 1,7 | 0,1 | 0,07 |
| Posteromedial | 90,8 ± 5,9 | 94,2 ± 7,5 | 3,4 | 90,6 ± 5,3 | 91,7 ± 4,5 | 1,1 | 0,21 |
| Posterior | 101,7 ± 7,6 | 102,7 ± 3,7 | 1 | 96,6 ± 4,8 | 96,5 ± 4,5 | -0,1 | 0,36 |
| Posterolateral | 90,9 ± 5,6 | 96,4 ± 4,4 | 5,5 | 86,6 ± 7,9 | 87,6 ± 8,5 | 1 | 0,07 |
| Lateral | 76,8 ± 9,9 | 78,9 ± 7,1 | 2,1 | 68,5 ± 4 | 68,6 ± 6,9 | 0,1 | 0,24 |
| Anterolateral | 69,7 ± 8,5 | 72,9 ± 5,2 | 3,2 | 73,7 ± 6,5 | 75,3 ± 4,4 | 1,6 | 0,27 |
| Průměr | 84,3 ± 6,9 | 87,9 ± 4,5 | 3,6 | 83,3 ± 2,6 | 84,2 ± 2,8 | 0,9 | 0,09 |

Legenda: data 1. a 2. měření představují průměrné hodnoty směrů SEBT celé skupiny v % ± směrodatná odchylka, Rozdíl vyjadřuje rozdíl mezi 1. a 2. měřením, p je hodnota určující hladinu statistické významnosti ($\alpha = 0,05$).

Z Tabulky č. 4 vyplývá, že se intervenční skupina zlepšila ve všech směrech, přičemž největšího zlepšení bylo dosaženo v postero-laterálním (+5,5 %) a antero-mediálním (+5,2 %) směru. I u této končetiny lze zaznamenat vyšší hodnoty směrodatných odchylek této skupiny. Kontrolní skupina nevykazovala žádné významné změny, k malému zlepšení došlo pouze ve směru anteriorním (+3 %), ve směru posteriorním došlo naopak k nepatrnému zhoršení (-0,1 %). Zlepšení průměrné hodnoty SEBT intervenční skupiny činilo +3,6 % a kontrolní skupiny pouze +0,9 %.

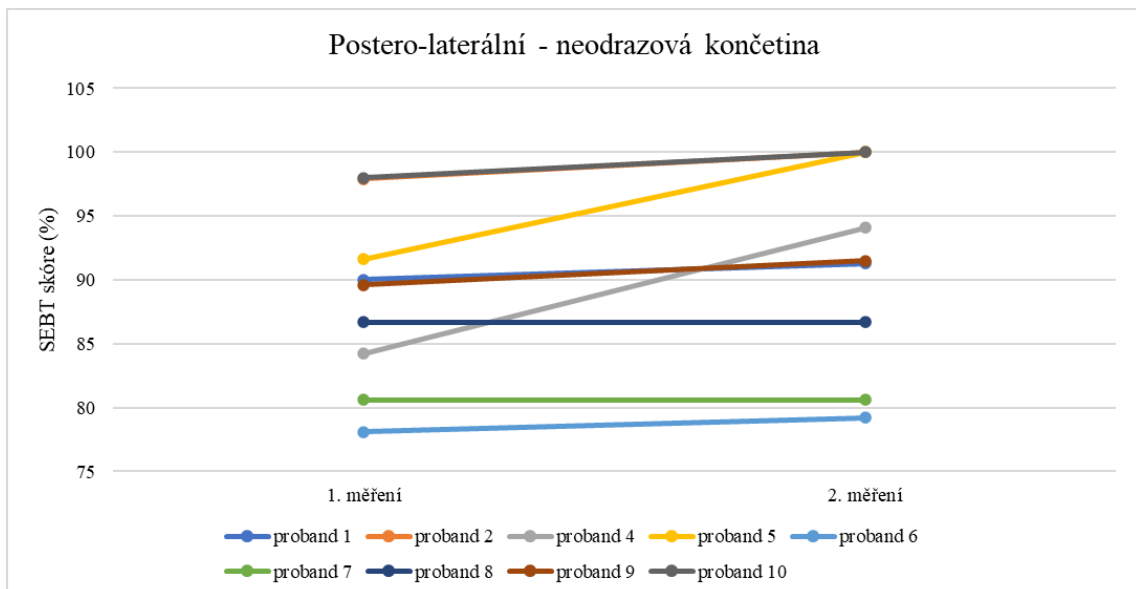
P-hodnoty pro všechny sledované směry SEBT u neodrazové končetiny značí, že žádná ze změn nebyla statisticky významná. Nejnižší p-hodnota byla zaznamenána v antero-mediálním směru ($p = 0,06$), ta však stále nepřesáhla hranici statistické významnosti ($\alpha = 0,05$).

Graf 3: SEBT, 1. a 2. měření, neodrazová končetina



Graf č. 3 znázorňuje průměrné hodnoty jednotlivých směrů SEBT u neodrazové končetiny obou skupin při 1. a 2. měření. Je patrné, že u intervenční skupiny došlo k mírnému zlepšení, zatímco hodnoty kontrolní skupiny vykazovaly minimální změny. Nejvýraznější zlepšení intervenční skupiny můžeme pozorovat v antero-mediálním a postero-laterálním směru.

Graf 4: 1. a 2. měření jednotlivých probandů, neodrazová končetina, směr postero-laterální



Legenda: proband 1-5 = intervenční skupina, proband 6-10 = kontrolní skupina, proband 3 studii nedokončil a nebylo možné ho zařadit.

V Grafu č. 4 lze vidět, jak se u jednotlivých probandů změnila hodnota dosažené vzdálenosti v postero-laterálním směru neodrazové končetiny. Výrazné zlepšení můžeme zaznamenat zejména u probandů 4 a 5. Výsledky ostatních účastníků byly poměrně vyrovnané a nedošlo k žádným výrazným změnám.

Závěr hypotézy: Výsledky ukazují, že po čtyřech týdnech došlo ke zlepšení SEBT u obou skupin, přičemž intervenční skupina dosahovala ve srovnání se skupinou kontrolní výraznějšího zlepšení. Ke statisticky významnému zlepšení došlo pouze ve směru antero-mediálním u odrazové končetiny ($p = 0,04$), čímž můžeme hypotézu pro tento směr a končetinu potvrdit. V ostatních směrech hypotézu potvrdit nelze, neboť jejich hodnoty p přesahovaly hranici statistické významnosti ($p > 0,05$).

5.3 Vyhodnocení H2

H2: Předpokládám, že po absolvování čtyřtýdenního programu zaměřeného na ovlivnění stability hlezenních kloubů dojde u běžců přes překážky v intervenční skupině ke zvýšení aktivního rozsahu pohybu v hlezenním kloubu v porovnání se skupinou kontrolní.

Odrazová končetina

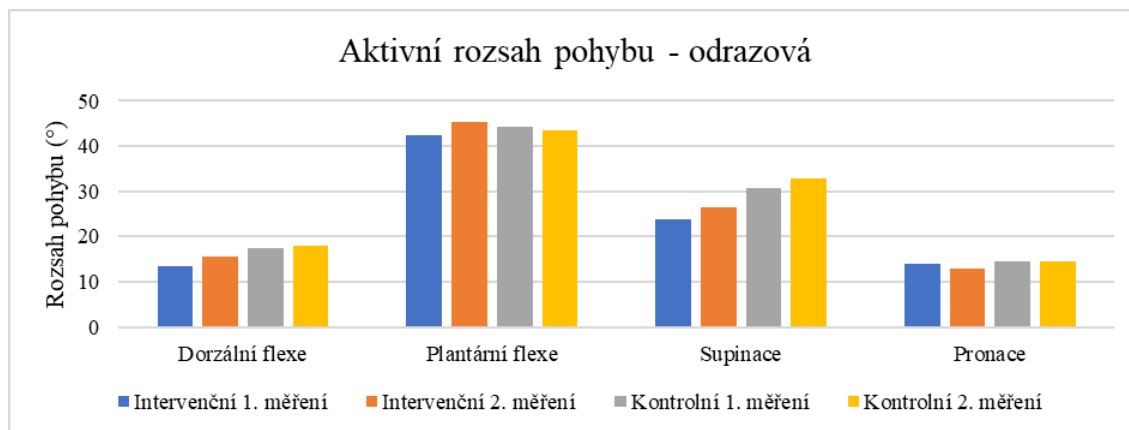
Tabulka 5: Aktivní rozsah pohybu, odrazová končetina

| Pohyb | Intervenční skupina | | | Kontrolní skupina | | | p-hodnota |
|-----------------|---------------------|-----------|--------|-------------------|-----------|--------|-----------|
| | 1. měření | 2. měření | Rozdíl | 1. měření | 2. měření | Rozdíl | |
| Dorzální flexe | 14 ± 5 | 16 ± 3 | 2 | 17 ± 4 | 18 ± 5 | 1 | 0,26 |
| Plantární flexe | 43 ± 9 | 45 ± 7 | 2 | 44 ± 5 | 43 ± 6 | -1 | 0,12 |
| Supinace | 24 ± 6 | 27 ± 6 | 3 | 31 ± 4 | 33 ± 5 | 2 | 0,38 |
| Pronace | 14 ± 2 | 13 ± 2 | -1 | 15 ± 3 | 15 ± 3 | 0 | 0,15 |

Legenda: data 1. a 2. měření představují průměrnou hodnotu aktivního rozsahu pohybu celé skupiny ve ° ± směrodatná odchylka, Rozdíl vyjadřuje rozdíl 1. a 2. měření, p-hodnota určuje hladinu statistické významnosti ($\alpha = 0,05$).

Výsledky v Tabulce č. 5 ukazují, že v žádné ze skupin nedošlo k výrazným změnám aktivního rozsahu pohybu. V intervenční skupině byl zaznamenán nepatrný nárůst v dorzální flexi (+2°) a supinaci (+3°), změny v plantární flexi a pronaci byly minimální. V kontrolní skupině se hodnoty téměř nezměnily, došlo pouze k nepatrnému zlepšení v supinaci (+2°). P-hodnoty pro všechny sledované pohyby potvrzují, že žádná ze změn nebyla statisticky významná ($p > 0,05$).

Graf 5: Aktivní rozsah pohybu, odrazová končetina



Při celkovém srovnání skupin v Grafu č. 5 lze zaznamenat, že intervenční skupina obecně dosahovala nižších hodnot aktivního rozsahu pohybu ve srovnání se skupinou kontrolní, a to zejména v dorzální flexi a supinaci. Největší rozdíl mezi skupinami lze zaznamenat v supinaci, kde kontrolní skupina dosahovala v obou měřeních výrazně vyšších hodnot.

Neodrazová končetina

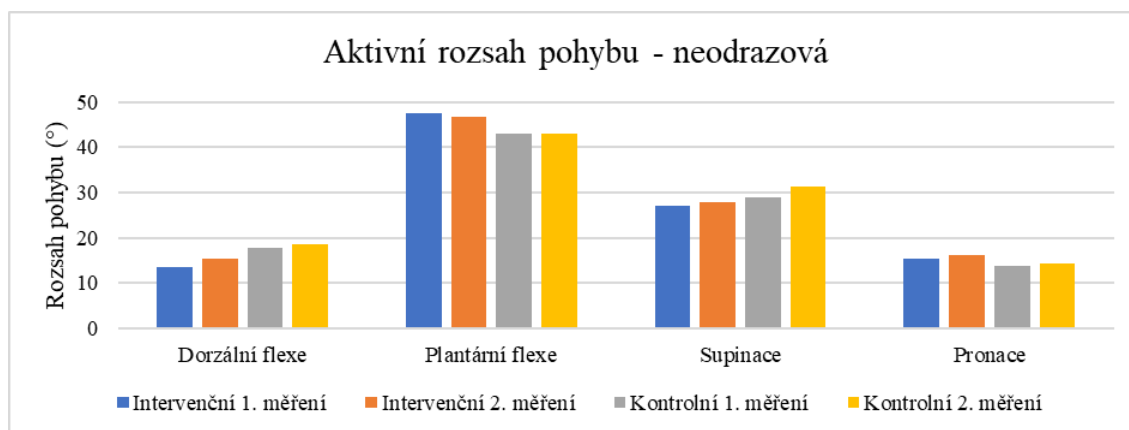
Tabulka 6: Aktivní rozsah pohybu, neodrazová končetina

| Pohyb | Intervenční skupina | | | Kontrolní skupina | | | p-hodnota |
|-----------------|---------------------|-----------|--------|-------------------|-----------|--------|-----------|
| | 1. měření | 2. měření | Rozdíl | 1. měření | 2. měření | Rozdíl | |
| Dorzální flexe | 14 ± 3 | 16 ± 5 | 2 | 18 ± 2 | 19 ± 4 | 1 | 0,26 |
| Plantární flexe | 48 ± 5 | 47 ± 4 | -1 | 43 ± 6 | 43 ± 5 | 0 | 0,4 |
| Supinace | 27 ± 4 | 28 ± 5 | 1 | 29 ± 5 | 31 ± 5 | 2 | 0,12 |
| Pronace | 16 ± 3 | 16 ± 3 | 1 | 14 ± 4 | 14 ± 3 | 0 | 0,37 |

Legenda: data 1. a 2. měření představují průměrnou hodnotu aktivního rozsahu pohybu celé skupiny ve ° ± směrodatná odchylka, Rozdíl vyjadřuje rozdíl 1. a 2. měření, p-hodnota určuje hladinu statistické významnosti ($\alpha = 0,05$).

Výsledky v Tabulce č. 6 naznačují, že ani v jedné ze skupin nedošlo k výraznému zlepšení nebo zhoršení. Intervenční skupina se nepatrně zlepšila v dorzální flexi (+2 °), u ostatních pohybů došlo pouze k zanedbatelným změnám. U kontrolní skupiny došlo k mírnému zlepšení v supinaci (+2 °), ostatní rozsahy pohybů zůstaly téměř beze změny. P-hodnoty naznačují, že ani u neodrazové končetiny nedošlo v žádném směru ke statisticky významnému zlepšení ($p > 0,05$).

Graf 6: Aktivní rozsah pohybu, neodrazová končetina



Graf č. 6 zobrazuje porovnání obou skupin při 1. a 2. měření. Je z něj patrné, že kontrolní skupina dosahovala lepších výsledků v dorzální flexi již při prvním měření, stejně jako u končetiny odrazové. Rozdíly mezi 1. a 2. měřením obou skupin jsou minimální.

Weight-Bearing Lunge Test

Tabulka 7: Weight-Bearing Lunge Test

| Končetina | Intervenční skupina | | | Kontrolní skupina | | | p-hodnota |
|------------|---------------------|------------|--------|-------------------|-----------|--------|-----------|
| | 1. měření | 2. měření | Rozdíl | 1. měření | 2. měření | Rozdíl | |
| Odrazová | 11 ± 6,5 | 11,5 ± 5,7 | 0,5 | 14,2 ± 3,5 | 14 ± 3,5 | -0,2 | 0,26 |
| Neodrazová | 10,5 ± 5,3 | 11,3 ± 4,6 | 0,8 | 15,2 ± 3 | 14,6 ± 3 | -0,6 | 0,09 |

Legenda: data 1. a 2. měření představují průměrnou hodnotu Weight-Bearing Lunge Testu celé skupiny v cm ± směrodatná odchylka, Rozdíl vyjadřuje rozdíl 1. a 2. měření, p-hodnota určuje hladinu statistické významnosti ($\alpha = 0,05$).

V Tabulce č. 7 lze pozorovat, že v intervenční skupině došlo u odrazové končetiny ke zlepšení o 0,5 cm, přičemž hodnoty kontrolní skupiny zůstaly téměř beze změny. Pro neodrazovou končetinu byl v intervenční skupině zaznamenán nárůst o 0,8 cm, zatímco v kontrolní skupině došlo k poklesu o 0,6 cm. P-hodnoty značí, že žádné z těchto rozdílů nejsou statisticky významné ($p > 0,05$).

Závěr hypotézy: V intervenční skupině došlo k nepatrnému zlepšení aktivního rozsahu pohybu v dorzální flexi a supinaci. Skupina se nepatrně zlepšila i ve Weight-Bearing Lunge Testu, a to pro obě končetiny. Skupina kontrolní nevykázala žádné výrazné změny v aktivním rozsahu pohybu. Ve Weight-Bearing Lunge Testu došlo naopak k lehkému zhoršení pro obě končetiny. Výsledek t-testu pro obě končetiny ve všech testovaných pohybech vykazuje hodnotu větší než 0,05, hypotézu tudíž nelze potvrdit.

5.4 Vyhodnocení H3

H3: Předpokládám, že po absolvování čtyřtýdenního programu zaměřeného na ovlivnění stability hlezenních kloubů dojde u běžců přes překážky v intervenční skupině ke zlepšení ve skokových testech v porovnání se skupinou kontrolní.

Odrázová končetina

Tabulka 8: Skokové testy, odrazová

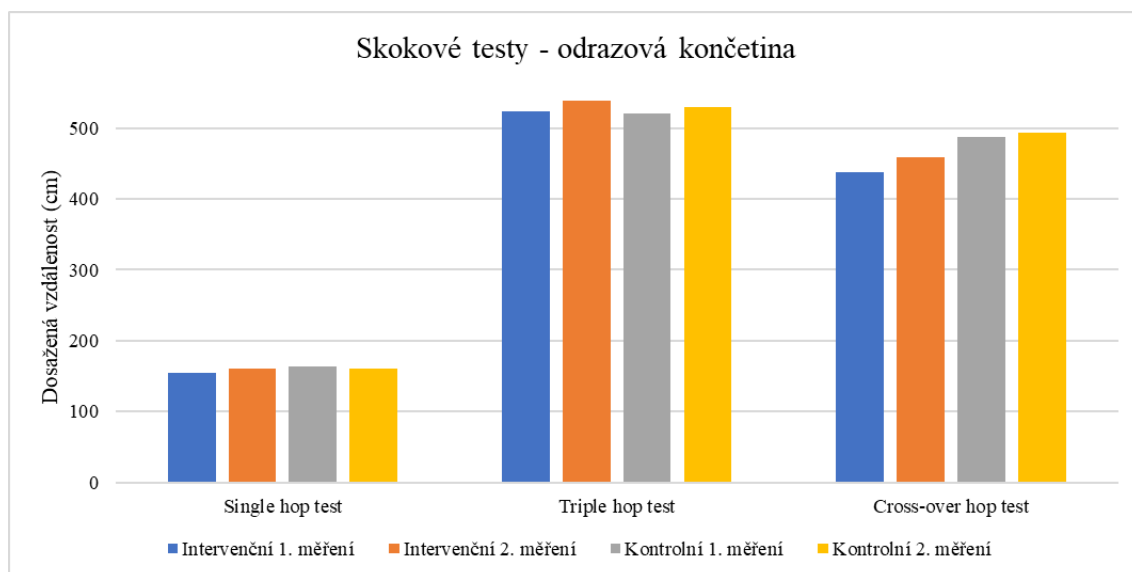
| Test | Intervenční skupina | | | Kontrolní skupina | | | p-hodnota |
|----------------|---------------------|-----------|--------|-------------------|-----------|--------|-------------|
| | 1. měření | 2. měření | Rozdíl | 1. měření | 2. měření | Rozdíl | |
| Single hop | 154 ± 15 | 161 ± 11 | 7 | 163 ± 21 | 161 ± 22 | -2 | 0,08 |
| Triple hop | 523 ± 67 | 538 ± 60 | 15 | 520 ± 69 | 530 ± 72 | 10 | 0,24 |
| Cross-over hop | 438 ± 71 | 458 ± 79 | 20 | 487 ± 79 | 493 ± 84 | 6 | 0,02 |

Legenda: data 1. a 2. měření představují průměrnou hodnotu skokových testů celé skupiny v cm ± směrodatná odchylka, Rozdíl vyjadřuje rozdíl 1. a 2. měření, p-hodnota určuje hladinu statistické významnosti ($\alpha = 0,05$).

V Tabulce č. 8 lze pozorovat zlepšení intervenční skupiny ve všech třech skokových testech. Největší zlepšení bylo zaznamenáno v Cross-over hop testu (+20 cm). V kontrolní skupině došlo v Single hop testu k mírnému poklesu výkonu (-2 cm), nejvýraznější zlepšení bylo zaznamenáno v Triple hop testu (+10 cm).

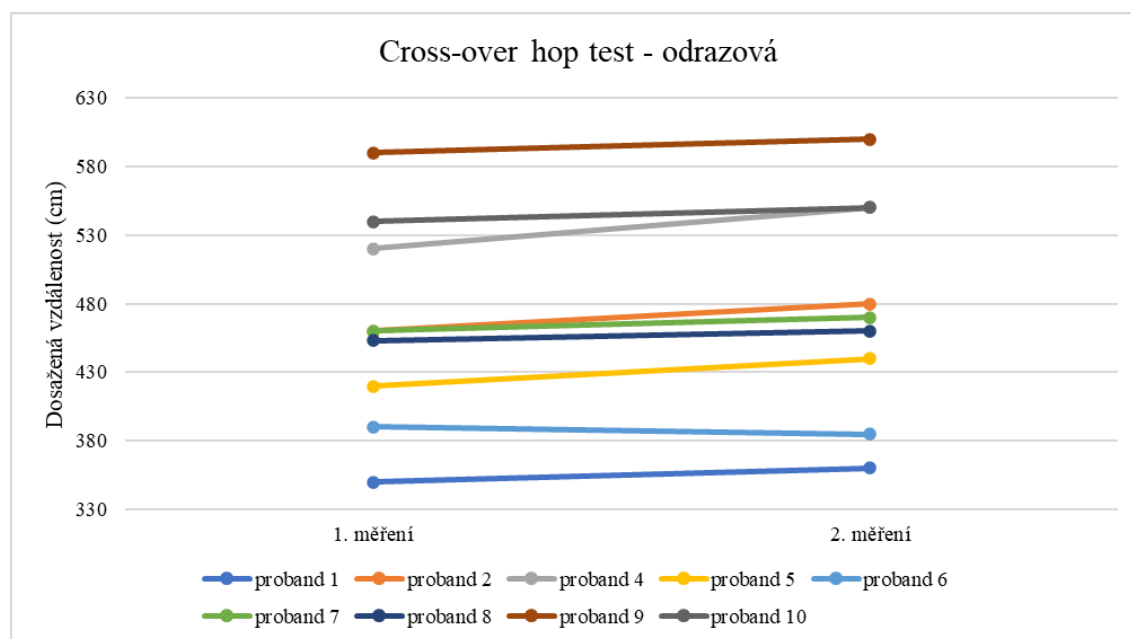
V Cross-over hop testu bylo zaznamenáno statisticky významné zlepšení ($p = 0,02$), kde intervenční skupina dosáhla výrazně většího zlepšení v porovnání se skupinou kontrolní. V ostatních testech nebyly změny mezi skupinami statisticky významné ($p > 0,05$).

Graf 7: Skokové testy, odrazová končetina



V Grafu č. 7 je znázorněno porovnání výsledků 1. a 2. měření obou skupin ve všech třech skokových testech. Nejvýraznější zlepšení lze pozorovat v Cross-over hop testu intervenční skupiny. Kontrolní skupina dosáhla již při 1. měření výrazně lepších výsledků v tomto testu než skupina kontrolní. Skupina intervenční se ani přes statisticky významné zlepšení výsledkům skupiny kontrolní nevyrovnala.

Graf 8: Cross-over hop test, odrazová končetina



Legenda: proband 1-5 = intervenční skupina, proband 6-10 = kontrolní skupina, proband 3 studii nedokončil a nebylo možné ho zařadit.

Graf č. 8 znázorňuje individuální výsledky všech probandů v Cross-over hop testu na odrazové končetině. Téměř všichni probandi vykázali alespoň malé zlepšení. Rozpětí dosažených výkonů bylo poměrně široké a pohybovalo se mezi 350 cm – 600 cm. Největšího zlepšení dosáhl proband 4, vzápětí byl proband 2 a 5.

Neodrazová končetina

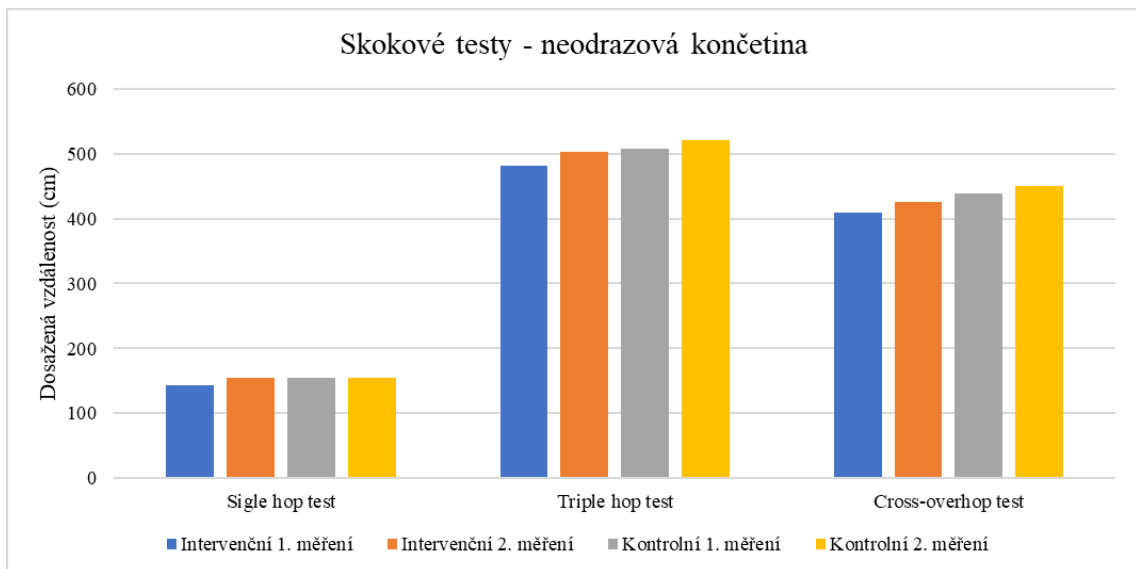
Tabulka 9: Skokové testy, neodrazová

| Test | Intervenční skupina | | | Kontrolní skupina | | | p-hodnota |
|----------------|---------------------|-----------|--------|-------------------|-----------|--------|-----------|
| | 1. měření | 2. měření | Rozdíl | 1. měření | 2. měření | Rozdíl | |
| Sigle hop | 144 ± 5 | 155 ± 6 | 11 | 153 ± 11 | 160 ± 13 | 7 | 0,06 |
| Triple hop | 481 ± 43 | 500 ± 41 | 19 | 508 ± 59 | 521 ± 53 | 13 | 0,07 |
| Cross-over hop | 410 ± 74 | 426 ± 75 | 16 | 438 ± 68 | 450 ± 59 | 12 | 0,26 |

Legenda: data 1. a 2. měření představují průměrnou hodnotu skokových testů celé skupiny v cm ± směrodatná odchylka, Rozdíl vyjadřuje rozdíl 1. a 2. měření, p-hodnota určuje hladinu statistické významnosti ($\alpha = 0,05$).

V Tabulce č. 9 lze pozorovat zlepšení obou skupin ve všech skokových testech. Intervenční skupina se však zlepšila o trochu více než skupina kontrolní. Největší rozdíl byl mezi skupinami v Triple hop testu (intervenční +19 cm, kontrolní + 13 cm) a Single hop testu (intervenční +11 cm, kontrolní +7 cm). Přesto žádná ze změn nebyla statisticky významná ($p > 0,05$).

Graf 9: Skokové testy, neodrazová končetina



Z Grafu č. 9 je patrné, že dosažené výsledky i zlepšení obou skupin byly poměrně vyrovnané, zejména pak v Single hop testu. V Triple hop testu a Cross-over hop testu došlo ke srovnatelnému zlepšení obou skupin.

Závěr hypotézy: Po čtyřech týdnech došlo u obou skupin ke zlepšení ve skokových testech. Zlepšení intervenční skupiny bylo výraznější než u skupiny kontrolní, a to zejména v Cross-over hop testu odrazové končetiny (intervenční + 20 cm, kontrolní + 6 cm). Hodnota statistické významnosti pro Cross-over hop test se rovná 0,02, čímž můžeme pro tento test a odrazovou končetinu hypotézu potvrdit. Pro ostatní skokové testy hypotézu potvrdit nelze, jelikož jejich hodnoty p přesahovaly hranici statistické významnosti ($p > 0,05$).

5.5 Vyhodnocení H4

H4: Běžci přes překážky mají lepší výsledky ve Star Excursion Balance Testu na odrazové končetině než na končetině neodrazové.

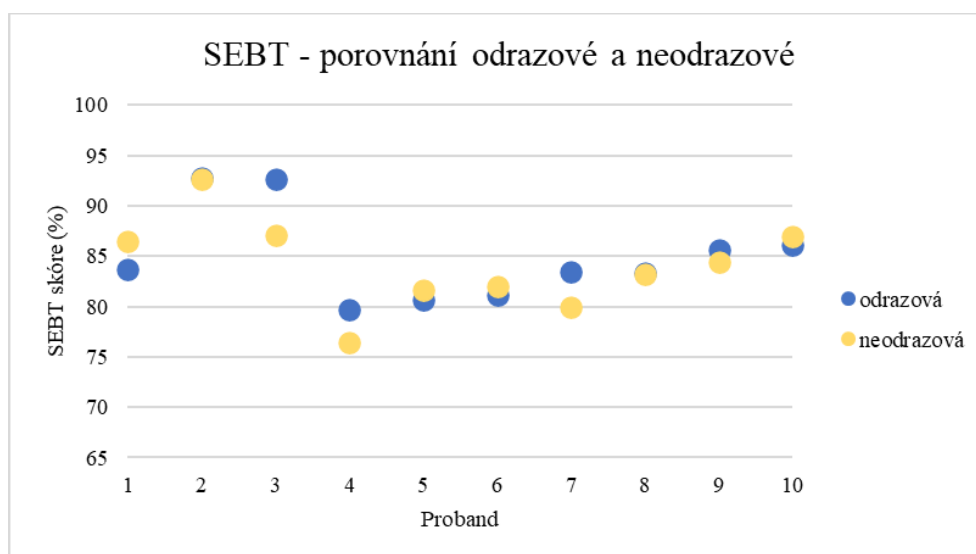
Tabulka 10: SEBT, porovnání odrazové a neodrazové končetiny

| Dosažený směr | Odrazová | Neodrazová | Rozdíl | p-hodnota |
|-----------------|------------|------------|--------|-----------|
| Anterior | 82,2 ± 6,2 | 79,8 ± 5,1 | 2,4 | 0,13 |
| Antero-medial | 83,4 ± 6,1 | 83,2 ± 7 | 0,2 | 0,45 |
| Medial | 86 ± 6,8 | 86,6 ± 6,2 | -0,6 | 0,32 |
| Postero-medial | 92,6 ± 4,7 | 90,6 ± 4,9 | 2 | 0,1 |
| Posterior | 99,8 ± 3,9 | 99,1 ± 6 | 0,7 | 0,29 |
| Postero-lateral | 88,2 ± 6,5 | 88,1 ± 6,7 | 0,1 | 0,47 |
| Lateral | 75,1 ± 8,5 | 72,9 ± 7,8 | 2,2 | 0,06 |
| Antero-lateral | 72,2 ± 6,5 | 72,6 ± 7,2 | -0,4 | 0,39 |
| Průměr | 84,9 ± 6,2 | 84,1 ± 6,4 | 0,8 | 0,17 |

Legenda: data Odrazová a Neodrazová představují průměrné hodnoty směrů SEBT skóre dané končetiny v % ± směrodatná odchylka, Rozdíl vyjadřuje rozdíl mezi končetinami, p-hodnota určuje hladinu statistické významnosti ($\alpha = 0,05$).

V Tabulce č. 10 nalezneme porovnání všech směrů SEBT odrazové a neodrazové končetiny. Největšího rozdílu mezi končetinami lze zaznamenat ve směru anteriorním (odrazová lepší o 2,4 %) a laterálním (odrazová lepší o 2,2 %). V ostatních směrech i průměrných hodnotách testu byl mezi končetinami téměř minimální rozdíl, což potvrzují i hodnoty p, které nabývají hodnot vyšších než 0,05.

Graf 10: SEBT – porovnání odrazové a neodrazové



Graf č. 9 porovnává průměrné hodnoty SEBT skóre odrazové a neodrazové končetiny jednotlivých probandů. Proband 3 dosáhl odrazovou končetinou výrazně lepšího výkonu v porovnání s končetinou neodrazovou. Probandi 4 a 7 také dosáhli

odrazovou končetinou lepšího výsledku, rozdíl však nebyl tak výrazný jako u probanda 3. Proband 1 dosáhl lepšího výsledku naopak končetinou neodrazovou. U ostatních probandů byly dosažené průměrné hodnoty SEBT skóre odrazovou a neodrazovou končetinou bez výrazných rozdílů.

Závěr hypotézy: Probandi dosahovali v SEBT skóre odrazovou a neodrazovou končetinou velmi podobných výsledků, což potvrdila i hladina statistické významnosti ($p > 0,05$). Hypotéza tudíž nemůže být potvrzena.

6. DISKUSE

Tato bakalářská práce měla za cíl ověřit efekt čtyřtýdenního intervenčního programu na stabilitu hlezenních kloubů u běžců přes překážky a porovnat stabilitu odrazové a neodrazové končetiny. Intervence spočívala v zařazení 20minutového cvičebního programu 3x týdně do běžné tréninkové rutiny. Intervenční program zahrnoval automobilizační, posilovací, protahovací, balanční a plyometrická cvičení. Kontrolní skupina pokračovala v klasickém tréninku bez intervence. Studii dokončilo 9 z 10 zúčastněných probandů, z nichž 5 prodělalo v minulosti zranění v oblasti hlezenního kloubu. Probandi podstoupili měření ve Star Excursion Balance Testu (SEBT), který se používá k hodnocení dynamické stability. Dále byl goniometrem měřen aktivní rozsah pohybu v hlezenním kloubu do dorzální flexe, plantární flexe, supinace a pronace. K ohodnocení dorzální flexe byl využit i Weight Bearing Lunge Test (WBLT). Posledním sledovaným parametrem byly tři skokové testy: Single hop test, Triple hop test a Cross-over hop test, které hodnotí funkční výkonnost končetiny.

Běh přes překážky je velmi úzce zaměřená disciplína a dostupné zdroje, které by ji spojovaly s intervenčními programy zaměřenými na stabilitu hlezenních kloubů a obecně intervenčními programy, jsou omezené. Studie se nejčastěji zabývají kolektivními sporty jako je fotbal, basketbal (McGuine et Keene, 2006) či volejbal (Verhagen et al., 2004), kde je riziko poranění hlezenního kloubu nejvyšší (Roos et al., 2017). Tyto výzkumy jsou prováděny hlavně u sportovců s historií zranění, či dokonce s chronickou hlezenní nestabilitou.

SEBT je jeden z nejčastěji užívaných testů k hodnocení dynamické stability dolní končetiny. Původní verze zahrnovala měření dosažených vzdáleností do osmi směrů, v posledních letech je však z důvodu sběru nadbytečných dat doporučováno využívat jeho zkrácenou verzi měřící pouze tři směry: anteriorní, postero-mediální a postero-laterální (Gribble et al., 2012).

Výsledky této studie ukázaly zlepšení SEBT v obou skupinách, přičemž většího zlepšení dosáhla intervenční skupina. Statisticky významné zlepšení bylo zaznamenáno pouze v antero-mediálním směru odrazové končetiny. K dalším výraznějším změnám došlo ve směru anteriorním a postero-mediálním u odrazové končetiny a ve směrech antero-mediálním a postero-laterálním u končetiny neodrazové. Žádná z těchto změn však nebyla statisticky významná.

Studie Filipa et al. (2012) zkoumala vliv osmitýdenního neuromuskulárního tréninku se zaměřením na stabilitu středu těla a sílu dolní končetiny u fotbalistek. Ve studii vyšetřovali zkrácenou verzi SEBT (anteriorní, postero-laterální a postero-mediální směr). Výsledkem bylo zlepšení zejména obou posteriorních směrů. Zlepšení do posteriorních směrů převažovalo i ve studii Leavey et al. (2010), kteří porovnávali účinky tří šestitýdenních intervenčních programů. První skupina obdržela cvičení pro posílení *m. gluteus medius*, druhá skupina obdržela proprioceptivní trénink a třetí skupina kombinovala obě zmíněné metody. Největšího zlepšení dosáhla třetí skupina, a to ve směru postero-mediálním, posteriorním a laterálním. Skupina absolvující pouze proprioceptivní trénink vykazovala v uvedených směrech zlepšení výrazně nižší. I naše studie ukázala zlepšení postero-laterálního a postero-mediálního směru, změny však nedosáhly statistické významnosti. V naší studii došlo zejména ke zlepšení dosažené vzdálenosti v antero-mediálním směru, kterého ani jedna z výše zmíněných studií nedosáhla. První zmíněná tento směr vůbec nezahrnula do vyšetření a ve směru anteriorním ke zlepšení nedošlo. Zlepšení tohoto směru ale vykazovala studie McLeod et al. (2009), která testovala šestitýdenní trénink zahrnující posilovací, plyometrická, agility a balanční cvičení u basketbalistů. V SEBT bylo dosaženo zlepšení v laterálním, antero-mediálním, mediálním a posteriorním směru, což byly všechny testované směry. Rovněž Kahle a Gribble (2009) dosáhli výrazného zlepšení SEBT v antero-mediálním směru, jejich intervence se však výrazně lišila od té naší, jelikož byla zaměřena výhradně na stabilitu středu těla.

Studie McKeon et al. (2008) a Cruz-Diaz et al. (2015) se věnovaly efektivitě intervenčních programů u jedinců s chronickou nestabilitou hlezenního kloubu. McKeon et al. (2008) zkoumali vliv čtyřtýdenního progresivního tréninku a využili zkrácenou verzi SEBT. Největšího zlepšení bylo dosaženo právě v obou posteriorních směrech. Podobných výsledků dosáhli i Cruz-Diaz et al. (2015). Ti po šestitýdenním balančním tréninku dosáhli také zlepšení ve směru postero-laterálním a postero-mediálním, zatímco směr anteriorní zůstal beze změny. I v naší studii došlo ke zlepšení postero-medialního (na odrazové) a postero-laterálního (na neodrazové) směru, tato zlepšení však nedosáhla statistické významnosti.

Tato srovnání mohou poukazovat na skutečnost, že zlepšení jednotlivých směrů SEBT může souviset se zaměřením intervenčního programu. Do posteriorních směrů se zlepšovali probandi, jejichž intervenční program zahrnoval více cviků zaměřených

na posílení svalů dolní končetiny, zároveň se zlepšovali i probandi, kteří trpěli chronickou hlezenní nestabilitou. Spousta studií však netestovala zbylých pět směrů, a tak je těžké říct, zda i v těchto směrech nedošlo ke zlepšení. Kromě typu intervenčního programu měla na zlepšení určitě vliv i jeho délka. Všechny výše zmíněné studie trvaly alespoň šest týdnů, kdežto naše studie pouze čtyři. Za možnou příčinu statisticky nevýznamného zlepšení lze předpokládat i složení výzkumného souboru. Skupiny zahrnovaly jedince bez funkční hlezenní nestability a ti nevykazovali poruchy rovnováhy ani propriocepce, které by vedly ke zhoršené dynamické stabilitě a vyžadovaly by její cílené zlepšení.

Při porovnání SEBT odrazové a neodrazové končetiny nebyly nalezeny žádné zásadní rozdíly mezi končetinami. Schorderet et al. (2021) ve své rešeršní práci analyzovali studie, které porovnávaly stabilitu na dominantní a nedominantní končetině u zdravých aktivních jedinců. Ve studiích, které zkoumá tato rešeršní práce, nebyl zaznamenán žádný zásadní rozdíl mezi odrazovou a neodrazovou končetinou u zdravých jedinců, což odpovídá i výsledkům naší práce. Při pohledu na průměrné hodnoty SEBT skóre jednotlivých probandů této práce v Grafu č. 9, lze zaznamenat, že pouze proband č. 3 vykazuje poměrně výrazné rozdíly mezi odrazovou a neodrazovou končetinou, to však nemůžeme přisoudit zranění, jelikož tento proband při úvodním vyšetření žádné neuvedl. U ostatních účastníků nebyly rozdíly mezi odrazovou a neodrazovou končetinou významné. Výrazné rozdíly nelze zaznamenat ani u jedinců s historií poranění hlezenního kloubu (proband 1, 4, 5, 6, 10), což by mohlo značit, že jejich zranění nebyla závažná, nebo absolvovali úspěšnou rehabilitaci.

Hoch et al. (2011) prokázali významnou korelaci mezi dosaženou vzdáleností v anteriorním směru SEBT a dorzální flexí hlezenního kloubu měřenou pomocí WBLT, což naznačuje, že zranění spojená s omezeným rozsahem pohybu do dorzální flexe mohou negativně ovlivňovat dynamickou posturální stabilitu. V naší studii probandi intervenční skupiny dosahovali nižších rozsahů pohybu v hleznu do dorzální flexe v porovnání s probandy kontrolní skupiny, což potvrzuje jak měření goniometrem, tak WBLT. Rovněž dosažené vzdálenosti do anteriorního směru SEBT byly nižší v porovnání se skupinou kontrolní. To mohlo být způsobeno vyšším zastoupením atletů s historií zranění hlezna v intervenční skupině. Alomar et al. (2023) potvrdili, že zranění hlezenního kloubu může vést k omezení rozsahu pohybu, a to zejména dorzální flexe.

K ohodnocení funkční výkonnosti dolní končetiny byly použity skokové testy provedené na jedné končetině. Naderifar et al. (2024) zkoumali vliv neuromuskulárního programu u sportovců s rizikem rekurentního zranění hlezna. Jejich intervence trvala šest týdnů a skládala se především z plyometrických cvičení. Výsledky ukázaly výrazné zlepšení ve Y-balance testu i ve všech skokových testech (Single hop, Triple hop, Cross-over hop, 6 m-timed hop). V naší práci došlo rovněž ke zlepšení všech tří skokových testů, avšak pouze Cross-over hop test u odrazové končetiny dosáhl statisticky významného zlepšení. V porovnání se studií Naderifar et al. (2024) byla naše studie kratší a zahrnovala méně plyometrických prvků, což by mohlo být vysvětlení, proč ve skokových testech nebylo dosaženo významnějších zlepšení. Dále se studie lišily ve složení sportovců. Naše nezahrnovala atlety s nestabilními hlezenními klouby, a proto u nich nebyl takový prostor pro zlepšení.

Limity studie

Tato studie měla četná omezení, která je při interpretaci výsledků potřeba zohlednit. Jedním z hlavních limitů byl nízký počet probandů ($n = 10$). S čímž souvisí i nerandomizované rozdělení do skupin a vysoká variabilita výzkumného souboru, a to zejména v oblasti historie zranění hlezenního kloubu. Pro kvalitnější provedení práce by bylo vhodné pracovat buďto pouze se zraněnými, nebo naopak se zcela zdravými atlety bez historie poranění. Další omezení se týkala intervenčního programu, konkrétně jeho délky a náročnosti. Čtyři týdny může být u zdravých jedinců příliš krátká doba na to, aby došlo k výraznějším změnám ve stabilitě. Intervence navíc postrádala progresivní navyšování obtížnosti, které by ji mohlo zefektivnit. Do intervenčního programu záměrně nebyly zařazeny technicky náročné cviky, protože by mohlo hrozit chybné provedení cviku či dokonce zranění. Cvičení totiž neprobíhalo pod přímým dohledem výzkumníka, který by případné chyby opravil. Za omezení lze považovat i volbu diagnostických testů, konkrétně SEBT, který vyžaduje měření ve všech osmi směrech na každé končetině. Tento test je časově náročný, a proto nebylo možné provést tři opakování na každé končetině pro každý směr, což by zvýšilo přesnost výsledků zprůměrováním hodnot. Do budoucna by bylo vhodné zvážit využití zkrácené verze tohoto testu, která měří pouze tři směry. Tím by mohla být snížena časová náročnost a obecně by došlo ke zvýšení přesnosti jednotlivých měření.

7. ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo ověřit vliv čtyřtýdenního intervenčního programu na stabilitu hlezenních kloubů u běžců přes překážky. Studie zahrnovala 10 probandů z atletického oddílu TJ. Sokol České Budějovice, druhého měření se však zúčastnilo pouze 9 probandů. Atleti byli následně rozděleni do intervenční nebo kontrolní skupiny. Intervenční skupina obdržela 20minutový intervenční program, který měla skupina 3x týdně zařadit do svého tréninku. Program zahrnoval automobilizační, posilovací, protahovací, balanční a plyometrická cvičení. Kontrolní skupina pokračovala běžně ve své tréninkové rutině.

Výsledky odhalily statisticky významné zlepšení intervenční skupiny v SEBT v antero-mediálním směru odrazové končetiny ($p = 0,04$). Zlepšení zbylých směrů odrazové ani neodrazové končetiny nedosáhlo statistické významnosti. Dalším pozorovaným parametrem byl aktivní rozsah pohybu do dorzální flexe, plantární flexe, supinace a pronace. V žádném z těchto pohybů nedošlo ani u jedné z končetin ke statisticky významnému zlepšení. Ve skokových testech došlo ke statisticky významnému zlepšení pouze v Cross-over hop testu odrazové končetiny ($p = 0,02$). U ostatních skokových testů nebyla zaznamenána žádná statisticky významná změna. Ani při porovnání SEBT odrazové a neodrazové končetiny nebyl zaznamenán žádný statisticky významný rozdíl.

Závěrem tedy nelze říct, že by došlo k významnému ovlivnění stability hlezenních kloubů u běžců přes překážky, a to z toho důvodu, že nedošlo ke zlepšení posturální dynamické stability a rozsahu pohybu v hlezenním kloubu zároveň. Došlo pouze k významnému zlepšení SEBT v antero-mediálním směru a Cross-over hop testu u odrazové končetiny. Při porovnání dynamické stability odrazové a neodrazové končetiny rovněž nebyl zaznamenán žádný významný rozdíl. Studie vykazovala četné limity, které je nutné zohlednit a v budoucnu se případně pokusit o jejich odstranění. Ačkoliv po absolvování intervenčního programu nedošlo k žádnému výraznému zlepšení v oblasti hlezenního kloubu, mohla by příručka (Příloha č. 3), která byla vytvořena v rámci této bakalářské práce, posloužit atletickým trenérům či samotným atletům jako inspirace k častějšímu zařazení kompenzačních cvičení do tréninkové rutiny, ať už za cílem prevence zranění či rozvoje pohybových dovedností.

REFERENČNÍ SEZNAM LITERATURY

Anatomie kotníku, 2009. Online. In: Medical Tribune. 21.12.2009. Dostupné z: <https://www.tribune.cz/archiv/anatomie-kotniku/>. [cit. 2025-02-19].

AICALE, Rocco; TARANTINO, Domiziano a MAFFULLI, Nicola, 2017. Basic Science of Tendons. Online. In: *Bio-orthopaedics*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, s. 249-273. ISBN 978-3-662-54180-7. Dostupné z: https://doi.org/10.1007/978-3-662-54181-4_21. [cit. 2025-03-27].

ALOMAR, Ahmed I.; NUHMANI, Shibili; AHSAN, Mohammad a MUAIDI, Qassim I., 2023. A comparison of the range of motion and dynamic stability of the ankle joint of athletes with an ankle sprain as compared to healthy controls: A cross-sectional study. Online. *International Journal of Critical Illness and Injury Science*. Roč. 13, č. 3, s. 138-144. ISSN 2229-5151. Dostupné z: https://doi.org/10.4103/ijciis.ijciis_2_23. [cit. 2025-04-18].

ANDREEVA, Albina; MELNIKOV, Andrey; SKVORTSOV, Dmitry; AKHMEROVA, Kadriya; VAVAEV, Alexander et al., 2020. Postural Stability in Athletes: The Role of Age, Sex, Performance Level, and Athlete Shoe Features. Online. *Sports*. Roč. 8, č. 6, s. 120-125. ISSN 2075-4663. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/sports8060089>. [cit. 2024-12-11].

ANDREEVA, Albina; MELNIKOV, Andrey; SKVORTSOV, Dmitry; AKHMEROVA, Kadriya; VAVAEV, Alexander et al., 2021. Postural stability in athletes: The role of sport direction. Online. Roč. 89, s. 120-125. ISSN 09666362. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2021.07.005>. [cit. 2024-12-11].

ANGUISH, Ben a SANDREY, Michelle A., 2018. Two 4-Week Balance-Training Programs for Chronic Ankle Instability. Online. *Journal of Athletic Training*. 2018-07-01, roč. 53, č. 7, s. 662-671. ISSN 1062-6050. Dostupné z: <https://doi.org/10.4085/1062-6050-555-16>. [cit. 2025-02-28].

ARDAKANI, Mohammad Karimizadeh; WIKSTROM, Erik A.; MINOONEJAD, Hooman; RAJABI, Reza a SHARIFNEZHAD, Ali, 2019. Hop-Stabilization Training and Landing Biomechanics in Athletes With Chronic Ankle Instability: A Randomized Controlled Trial. Online. *Journal of Athletic Training*. 2019-12-01, roč. 54, č. 12, s. 1296-1303. ISSN 1062-6050. Dostupné z: <https://doi.org/10.4085/1062-6050-550-17>. [cit. 2025-03-03].

BABU, Deepika a BORDONI, Bruno, 2024. Anatomy, Bony Pelvis and Lower Limb: Medial Longitudinal Arch of the Foot. Online. In: *StatPearls [Internet]*. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK562289/>. [cit. 2025-02-19].

BIZOVSKÁ, Lucia; JANURA, Miroslav; MÍKOVÁ, Marcela a SVOBODA, Zdeněk, 2017. *Rovnováha a možnosti jejího hodnocení*. Monografie. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 978-80-244-5259-3.

CAIN, M. Spencer; BAN, Rebecca J.; CHEN, Yu-Ping; GEIL, Mark D.; GOERGER, Benjamin M. et al., 2020. Four-Week Ankle-Rehabilitation Programs in Adolescent Athletes With Chronic Ankle Instability. Online. *Journal of Athletic Training*. 2020-08-01, roč. 55, č. 8, s. 801-810. ISSN 1062-6050. Dostupné z: <https://doi.org/10.4085/1062-6050-41-19>. [cit. 2025-02-28].

COH, Milan; ZVAN, Milan; BONCINA, Nejc a STUHEC, Stanko, 2019. Biomechanical Model of Hurdle Clearance in 100m Hurdle Races: A Case Study. Online. *Journal of Anthropology of Sport and Physical Education*. 2019-10-11, roč. 3, č. 4, s. 3-6. ISSN 2536569X. Dostupné z: <https://doi.org/10.26773/jaspe.191001>. [cit. 2025-03-11].

CRUZ-DIAZ, D.; LOMAS-VEGA, R.; OSUNA-PÉREZ, M.; CONTRERAS, F. a MARTÍNEZ-AMAT, A., 2015. Effects of 6 Weeks of Balance Training on Chronic Ankle Instability in Athletes: A Randomized Controlled Trial. Online. *International Journal of Sports Medicine*. 2015-07-27, roč. 36, č. 09, s. 754-760. ISSN 0172-4622. Dostupné z: <https://doi.org/10.1055/s-0034-1398645>. [cit. 2025-01-17].

DAVIES, George; RIEMANN, Bryan L. a MANSKE, Robert, 2015. CURRENT CONCEPTS OF PLYOMETRIC EXERCISE. Online. *The International Journal of Sports Physical Therapy*. Roč. 10, č. 6, s. 760-786. Dostupné z: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4637913/>. [cit. 2025-03-03].

DE VASCONCELOS, Gabriela Souza; CINI, Anelize a LIMA, Cláudia Silveira, 2021. Proprioceptive Training on Dynamic Neuromuscular Control in Fencers: A Clinical Trial. Online. *Journal of Sport Rehabilitation*. 2021-02-1, roč. 30, č. 2, s. 220-225. ISSN 1056-6716. Dostupné z: <https://doi.org/10.1123/jsr.2019-0469>. [cit. 2025-01-17].

FICKE, Jennifer a BYERLY, Doug W., 2023. Anatomy, Bony Pelvis and Lower Limb: Foot. Online. In: *StatPearls [Internet]*. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK546698/>. [cit. 2025-02-19].

FILIPA, Alyson; BYRNES, Robyn; PATERNO, Mark V.; MYER, Gregory D. a HEWETT, Timothy E., 2010. Neuromuscular Training Improves Performance on the Star Excursion Balance Test in Young Female Athletes. Online. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy*. Roč. 40, č. 9, s. 551-558. ISSN 0190-6011. Dostupné z: <https://doi.org/10.2519/jospt.2010.3325>. [cit. 2025-04-18].

GRIBBLE, Phillip A. a HERTEL, Jay, 2003. Considerations for Normalizing Measures of the Star Excursion Balance Test. Online. *Measurement in Physical Education and Exercise Science*. Roč. 7, č. 2, s. 89-100. ISSN 1091-367X. Dostupné z: https://doi.org/10.1207/S15327841MPEE0702_3. [cit. 2025-01-10].

GRIBBLE, Phillip A.; HERTEL, Jay a PLISKY, Phil, 2012. Using the Star Excursion Balance Test to Assess Dynamic Postural-Control Deficits and Outcomes in Lower Extremity Injury: A Literature and Systematic Review. Online. *Journal of Athletic Training*. 2012-05-01, roč. 47, č. 3, s. 339-357. ISSN 1062-6050. Dostupné z: <https://doi.org/10.4085/1062-6050-47.3.08>. [cit. 2025-01-10].

GROSS, Jeffrey M.; FETTO, Joseph a ROSEN, Elaine, 2005. *Vyšetření pohybového aparátu*. Překlad druhého anglického vydání. Praha: TRITON. ISBN 80-7254-720-8.

HALL, Emily A.; CHOMISTEK, Andrea K.; KINGMA, Jackie J. a DOCHERTY, Carrie L., 2018. Balance- and Strength-Training Protocols to Improve Chronic Ankle Instability Deficits, Part I: Assessing Clinical Outcome Measures. Online. *Journal of Athletic Training*. 2018-06-01, roč. 53, č. 6, s. 568-577. ISSN 1062-6050. Dostupné z: <https://doi.org/10.4085/1062-6050-385-16>. [cit. 2025-03-02].

HAN, Jia; ANSON, Judith; WADDINGTON, Gordon; ADAMS, Roger a LIU, Yu, 2015. The Role of Ankle Proprioception for Balance Control in relation to Sports Performance and Injury. Online. *BioMed Research International*. Roč. 2015, s. 1-8. ISSN 2314-6133. Dostupné z: <https://doi.org/10.1155/2015/842804>. [cit. 2024-12-11].

HERTEL, Jay a CORBETT, Revay O., 2019. An Updated Model of Chronic Ankle Instability. Online. *Journal of Athletic Training*. 2019-06-04, roč. 54, č. 6, s. 572-588. ISSN 1062-6050. Dostupné z: <https://doi.org/10.4085/1062-6050-344-18>. [cit. 2025-03-06].

HERZOG, Mackenzie M.; KERR, Zachary Y.; MARSHALL, Stephen W. a WIKSTROM, Erik A., 2019. Epidemiology of Ankle Sprains and Chronic Ankle Instability. Online. *Journal of Athletic Training*. 2019-05-28, roč. 54, č. 6, s. 603-610. ISSN 1062-6050. Dostupné z: <https://doi.org/10.4085/1062-6050-447-17>. [cit. 2025-03-06].

HOCH, Matthew C.; STATON, Geoffrey S. a MCKEON, Patrick O., 2011. Dorsiflexion range of motion significantly influences dynamic balance. Online. *Journal of Science and Medicine in Sport*. Roč. 14, č. 1, s. 90-92. ISSN 14402440. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2010.08.001>. [cit. 2025-04-18].

HUANG, Pi-Yin; JANKAEW, Amornthep a LIN, Cheng-Feng, 2021. Effects of Plyometric and Balance Training on Neuromuscular Control of Recreational Athletes with Functional Ankle Instability: A Randomized Controlled Laboratory Study. Online. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. Roč. 18, č. 10. ISSN 1660-4601. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/ijerph18105269>. [cit. 2025-03-03].

HUDÁK, Radovan a KACHLÍK, David, 2021. *Memorix Anatomie*. 5. vydání. Praha: Triton. ISBN 978-80-7553-873-4.

CHAUHAN, Hiteshkumar M. a TAQI, Muhammad, 2022. Anatomy, Bony Pelvis and Lower Limb: Arches of the Foot. Online. In: *StatPearls [Internet]*. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK587361/>.

CHEN, Eric T.; MCINNIS, Kelly C. a BORG-STEIN, Joanne, 2019. Ankle Sprains: Evaluation, Rehabilitation, and Prevention. Online. *Current Sports Medicine Reports*. Roč. 18, č. 6, s. 217-223. ISSN 1537-8918. Dostupné z: <https://doi.org/10.1249/JSR.0000000000000603>. [cit. 2025-03-03].

ISKRA, Janusz; PRZEDNOWEK, Krzysztof; DOMARADZKI, Jarosław; COH, Milan; GWIAZDOŃ, Paweł et al., 2022. Temporal and Spatial Characteristics of Pacing Strategy in Elite Women's 400 Meters Hurdles Athletes. Online. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. Roč. 19, č. 6. ISSN 1660-4601. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/ijerph19063432>. [cit. 2025-03-12].

JANDA, V. a VÁVROVÁ, M., 1992. SENZOMOTORICKÁ STIMULACE: Základy metodiky proprioceptivního cvičení. *Rehabilitácia*. Roč. 25, č. 3, s. 14-34.

JAYATHUNGA, J.A.L.N. a CHANDANA, A.W.S., 2022. Biomechanical model and kinematic analysis of hurdle clearance flight phase: a review. Online. *International Journal of Research in Engineering and Innovation*. Roč. 06, č. 01, s. 38-47. ISSN 24566934. Dostupné z: <https://doi.org/10.36037/IJREI.2022.6104>. [cit. 2025-03-11].

JEROSCH, J. a PRYMKA, M., 1996. Proprioception and joint stability. Online. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. Roč. 4, č. 3, s. 171-179. ISSN 0942-2056. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/BF01577413>. [cit. 2024-12-11].

KAHLE, Nicole L. a GRIBBLE, Phillip A., 2009. Core Stability Training in Dynamic Balance Testing Among Young, Healthy Adults. Online. *Athletic Training & Sports Health Care*. Roč. 1, č. 2, s. 65-73. ISSN 1942-5864. Dostupné z: <https://doi.org/10.3928/19425864-20090301-03>. [cit. 2025-04-18].

KARAGIANNAKIS, Dimitris N.; IATRIDOU, Katerina I. a MANDALIDIS, Dimitris G., 2020. Ankle muscles activation and postural stability with Star Excursion Balance Test in healthy individuals. Online. *Human Movement Science*. Roč. 69, č. 2, s. 89-100. ISSN 01679457. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.humov.2019.102563>. [cit. 2025-01-10].

KNĚNICKÝ, Karel, 1977. *Technika lehkootletických disciplín*. 3. vydání. Praha: Státní pedagogické nakladatelství. ISBN 14-355-77.

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

LAMBERT, Christophe; REINERT, Noémie; STAHL, Linda; PFEIFFER, Thomas; WOLFARTH, Bernd et al., 2022. Epidemiology of injuries in track and field athletes: a cross-sectional study of specific injuries based on time loss and reduction in sporting level. Online. *The Physician and Sportsmedicine*. 2022-01-02, roč. 50, č. 1, s. 20-29. ISSN 0091-3847. Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/00913847.2020.1858701>. [cit. 2025-03-12].

LARKINS, Lindsay W.; BAKER, Russell T. a BAKER, Jayme G., 2020. Physical Examination of the Ankle: A Review of the Original Orthopedic Special Test Description and Scientific Validity of Common Tests for Ankle Examination. Online. *Archives of Rehabilitation Research and Clinical Translation*. Roč. 2, č. 3. ISSN 25901095. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.arrct.2020.100072>. [cit. 2025-01-11].

LATT, L. Daniel; JAFFE, David Eric; TANG, Yunting a TALJANOVIC, Mihra S., 2020. Evaluation and Treatment of Chronic Plantar Fasciitis. Online. *Foot & Ankle Orthopaedics*. 2020-01-01, roč. 5, č. 1. ISSN 2473-0114. Dostupné z: <https://doi.org/10.1177/2473011419896763>. [cit. 2025-03-06].

LEAVEY, Vincent J.; SANDREY, Michelle A. a DAHMER, Greg, 2010. Comparative Effects of 6-Week Balance, gluteus Medius Strength, and Combined Programs on Dynamic Postural Control. Online. *Journal of Sport Rehabilitation*. Roč. 19, č. 3, s. 268-287. ISSN 1056-6716. Dostupné z: <https://doi.org/10.1123/jsr.19.3.268>. [cit. 2025-04-18].

LEE, Ha Min; OH, Seunghue a KWON, Jung Won, 2020. Effect of Plyometric versus Ankle Stability Exercises on Lower Limb Biomechanics in Taekwondo Demonstration Athletes with Functional Ankle Instability. Online. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. Roč. 17, č. 10. ISSN 1660-4601. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/ijerph17103665>. [cit. 2025-03-03].

LONGO, Umile Giuseppe; PETRILLO, Stefano; MAFFULLI, Nicola a DENARO, Vincenzo, 2013. Acute Achilles Tendon Rupture in Athletes. Online. *Foot and Ankle Clinics*. Roč. 18, č. 2, s. 319-338. ISSN 10837515. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.fcl.2013.02.009>. [cit. 2025-03-27].

- LOUDON, Janice K; REIMAN, Michael P a SYLVAIN, Jonathan, 2014. The efficacy of manual joint mobilisation/manipulation in treatment of lateral ankle sprains: a systematic review. Online. *British Journal of Sports Medicine*. 2014-02-11, roč. 48, č. 5, s. 365-370. ISSN 0306-3674. Dostupné z: <https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-092763>. [cit. 2025-03-04].
- MACKENZIE, Brian, 2001. *Sprint Hurdle*. Online. Dostupné z: <https://www.brianmac.co.uk/hurdles/index.htm>. [cit. 2025-03-28].
- MALLIAROPOULOS, Nikolaos; BIKOS, Georgios; MEKE, Maria; VASILEIOS, Korakakis; VALLE, Xavier et al., 2018. Higher frequency of hamstring injuries in elite track and field athletes who had a previous injury to the ankle - a 17 years observational cohort study. Online. *Journal of Foot and Ankle Research*. Roč. 11, č. 7. ISSN 1757-1146. Dostupné z: <https://doi.org/10.1186/s13047-018-0247-4>. [cit. 2025-03-12].
- MANGANARO, Daniel a ALSAYOURI, Khalid, 2023. Anatomy, Bony Pelvis and Lower Limb: Ankle Joint. Online. In: *StatPearls [Internet]*. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK545158/>. [cit. 2025-02-19].
- MASSION, Jean, 1994. Postural control system. Online. *Current Opinion in Neurobiology*. Roč. 4, č. 6, s. 877-887. ISSN 09594388. Dostupné z: [https://doi.org/10.1016/0959-4388\(94\)90137-6](https://doi.org/10.1016/0959-4388(94)90137-6). [cit. 2025-02-20].
- MCGUINE, Timothy A. a KEENE, James S., 2006. The Effect of a Balance Training Program on the Risk of Ankle Sprains in High School Athletes. Online. *The American Journal of Sports Medicine*. Roč. 34, č. 7, s. 1103-1111. ISSN 0363-5465. Dostupné z: <https://doi.org/10.1177/0363546505284191>. [cit. 2025-01-17].
- MCKEON, Patrick O. a HERTEL, Jay, 2008. Systematic Review of Postural Control and Lateral Ankle Instability, Part I: Can Deficits Be Detected With Instrumented Testing? Online. *Journal of Athletic Training*. 2008-05-01, roč. 43, č. 3, s. 293-304. ISSN 1062-6050. Dostupné z: <https://doi.org/10.4085/1062-6050-43.3.293>. [cit. 2025-01-11].
- MCKEON, Patrick O.; INGERSOLL, Christopher D.; KERRIGAN, D. Casey; SALIBA, Ethan; BENNETT, Bradford C. et al., 2008. Balance Training Improves Function and Postural Control in Those with Chronic Ankle Instability. Online. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. Roč. 40, č. 10, s. 1810-1819. ISSN 0195-9131. Dostupné z: <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31817e0f92>. [cit. 2025-04-18].

MCLEOD, Tamara C. Valovich; ARMSTRONG, Travis; MILLER, Mathew a SAUERS, Jamie L., 2009. Balance Improvements in Female High School Basketball Players after a 6-Week Neuromuscular-Training Program. Online. *Journal of Sport Rehabilitation*. Roč. 18, č. 4, s. 465-481. ISSN 1056-6716. Dostupné z: <https://doi.org/10.1123/jsr.18.4.465>. [cit. 2025-04-18].

MEDEIROS, Diulian Muniz a MARTINI, Tamara Fenner, 2018. Chronic effect of different types of stretching on ankle dorsiflexion range of motion: Systematic review and meta-analysis. Online. *The Foot*. Roč. 34, s. 28-35. ISSN 09582592. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.foot.2017.09.006>. [cit. 2025-03-04].

MOHAMMADI, Farshid, 2007. Comparison of 3 Preventive Methods to Reduce the Recurrence of Ankle Inversion Sprains in Male Soccer Players. Online. *The American Journal of Sports Medicine*. Roč. 35, č. 6, s. 922-926. ISSN 0363-5465. Dostupné z: <https://doi.org/10.1177/0363546507299259>. [cit. 2025-03-02].

MOLLÀ-CASANOVA, Sara; INGLÉS, Marta a SERRA-AÑÓ, Pilar, 2021. Effects of balance training on functionality, ankle instability, and dynamic balance outcomes in people with chronic ankle instability: Systematic review and meta-analysis. Online. *Clinical Rehabilitation*. Roč. 35, č. 12, s. 1694-1709. ISSN 0269-2155. Dostupné z: <https://doi.org/10.1177/02692155211022009>. [cit. 2025-01-15].

NADERIFAR, Homa; BABAKHANIAN, Shima; NAJAFI-VOSOUGH, Roya a KARIMIZADEH ARDAKANI, Mohammad, 2024. Neuromuscular Control Training is Effective to Prevent Ankle Sprains in Athletes. Online. *Muscles, Ligaments & Tendons Journal*. Roč. 14, č. 01, s. 188-196. ISSN 22404554. Dostupné z: <https://doi.org/10.32098/mltj.01.2024.16>. [cit. 2025-04-18].

NATHAN, Joseph Alexander; DAVIES, Kevin a SWAINE, Ian, 2018. Hypermobility and sports injury. Online. *BMJ Open Sport Exerc Med*. 2018-10-18, roč. 4, č. 1. ISSN 2055-7647. Dostupné z: <https://doi.org/10.1136/bmjsem-2018-000366>. [cit. 2025-01-11].

OZAKI, Yusuke a UEDA, Takeshi, 2022. Do Different Hurdle Heights Alter Important Spatiotemporal Variables in Hurdle Clearance? Online. *Frontiers in Sports and Active Living*. 2022-3-10, roč. 4. ISSN 2624-9367. Dostupné z: <https://doi.org/10.3389/fspor.2022.822592>. [cit. 2025-03-11].

- PACEY, Verity; NICHOLSON, Leslie L.; ADAMS, Roger D.; MUNN, Joanne a MUNNS, Craig F., 2010. Generalized Joint Hypermobility and Risk of Lower Limb Joint Injury During Sport: A Systematic Review With Meta-Analysis. Online. *The American Journal of Sports Medicine*. Roč. 38, č. 7, s. 1487-1497. ISSN 0363-5465. Dostupné z: <https://doi.org/10.1177/0363546510364838>. [cit. 2025-01-11].
- PARK, Han Soo; OH, Jae Keun; KIM, Jun Young a YOON, Jin Ho, 2024. The Effect of Strength and Balance Training on Kinesiophobia, Ankle Instability, Function, and Performance in Elite Adolescent Soccer Players with Functional Ankle Instability: A Prospective Cluster Randomized Controlled Trial. Online. *Journal of Sports Science and Medicine*. Roč. 23, č. 3, s. 593-602. ISSN 1303-2968. Dostupné z: <https://doi.org/10.52082/jssm.2024.593>. [cit. 2025-02-28].
- POWDEN, Cameron J.; HOCH, Johanna M. a HOCH, Matthew C., 2015. Reliability and minimal detectable change of the weight-bearing lunge test: A systematic review. Online. *Manual Therapy*. Roč. 20, č. 4, s. 524-532. ISSN 1356689X. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.math.2015.01.004>. [cit. 2025-01-09].
- RIEMANN, Bryan L. a LEPHART, Scott M., 2002a. The Sensorimotor System, Part I: The Physiologic Basis of Functional Joint Stability. Online. *Journal of Athletic Training*. Roč. 37, č. 1, s. 71-79. Dostupné z: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC164311/>. [cit. 2025-02-19].
- RIEMANN, Bryan L. a LEPHART, Scott M., 2002b. The Sensorimotor System, Part II: The Role of Proprioception in Motor Control and Functional Joint Stability. Online. *Journal of Athletic Training*. Roč. 37, č. 1, s. 80-84. Dostupné z: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC164312/>. [cit. 2025-02-19].
- ROOS, Karen G.; KERR, Zachary Y.; MAUNTEL, Timothy C.; DJOKO, Aristarque; DOMPIER, Thomas P. et al., 2017. The Epidemiology of Lateral Ligament Complex Ankle Sprains in National Collegiate Athletic Association Sports. Online. *The American Journal of Sports Medicine*. Roč. 45, č. 1, s. 201-209. ISSN 0363-5465. Dostupné z: <https://doi.org/10.1177/0363546516660980>. [cit. 2025-04-10].
- ROSARIO, Jose Luis, 2017. What is Posture? A Review of the Literature in Search of a Definition. Online. *EC Orthopaedics*. Roč. 6, č. 3, s. 111-133. Dostupné z: <https://ecronicon.net/assets/ecor/pdf/ECOR-06-00168.pdf>. [cit. 2025-02-19].

- SEPASGOZAR SARKHOSH, Sadaf; KHANMOHAMMADI, Roya; SHIRAVI, Zeinab a KOZINC, Žiga, 2024. Comparison of the effects of exergaming and balance training on dynamic postural stability during jump-landing in recreational athletes with chronic ankle instability. Online. *PLOS ONE*. 2024-12-16, roč. 19, č. 12. ISSN 1932-6203. Dostupné z: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0314686>. [cit. 2025-02-28].
- SCHIFTAN, Gabriella Sophie; ROSS, Lauren Ashleigh a HAHNE, Andrew John, 2015. The effectiveness of proprioceptive training in preventing ankle sprains in sporting populations: A systematic review and meta-analysis. Online. *Journal of Science and Medicine in Sport*. Roč. 18, č. 3, s. 238-244. ISSN 14402440. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2014.04.005>. [cit. 2025-01-17].
- SHARMA, Pankaj a MAFFULLI, Nicola, 2005. Tendon Injury and Tendinopathy. Online. *The Journal of Bone & Joint Surgery*. Roč. 87, č. 1, s. 187-202. ISSN 0021-9355. Dostupné z: <https://doi.org/10.2106/JBJS.D.01850>. [cit. 2025-03-27].
- SILBERNAGEL, Karin Grävare; HANLON, Shawn a SPRAGUE, Andrew, 2020. Current Clinical Concepts: Conservative Management of Achilles Tendinopathy. Online. *Journal of Athletic Training*. 2020-05-01, roč. 55, č. 5, s. 438-447. ISSN 1062-6050. Dostupné z: <https://doi.org/10.4085/1062-6050-356-19>. [cit. 2025-03-06].
- SMITH, Jason Chadwick; WASHELL, Brandi R.; AINI, Mary Frances; BROWN, Sydney a HALL, Macgregor C., 2019. Effects of Static Stretching and Foam Rolling on Ankle Dorsiflexion Range of Motion. Online. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. Roč. 51, č. 8, s. 1752-1758. ISSN 1530-0315. Dostupné z: <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001964>. [cit. 2025-03-04].
- SU, Yuying; LI, Wei; PAN, Changbo a SHI, Yu, 2024. Effects of combination of strength and balance training on postural control and functionality in people with chronic ankle instability: a systematic review and meta analysis. Online. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*. Roč. 16, č. 1. ISSN 2052-1847. Dostupné z: <https://doi.org/10.1186/s13102-024-00845-1>. [cit. 2025-03-01].
- TEDESCHI, Roberto; RICCI, Vincenzo; TARANTINO, Domiziano; TARALLO, Luigi; CATANI, Fabio et al., 2024. Rebuilding Stability: Exploring the Best Rehabilitation Methods for Chronic Ankle Instability. Online. *Sports*. Roč. 12, č. 10. ISSN 2075-4663. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/sports12100282>. [cit. 2025-02-28].

VAŘEKA, Ivan, 2002a. Posturální stabilita (I. část): Terminologie a biomechanické principy. *Rehabilitace a Fyzikální lékařství*. (4), 115-121. ISSN 1211-2658.

VAŘEKA, Ivan, 2002b. Posturální stabilita (II. část): Řízení, zajištění, vývoj, vyšetření. *Rehabilitace a Fyzikální lékařství*. (4), 122-129. ISSN 1211-2658.

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

VERHAGEN, Evert; VAN DER BEEK, Allard; TWISK, Jos; BOUTER, Lex; BAHR, Roald et al., 2004. The Effect of a Proprioceptive Balance Board Training Program for the Prevention of Ankle Sprains. Online. *The American Journal of Sports Medicine*. Roč. 32, č. 6, s. 1385-1393. ISSN 0363-5465. Dostupné z: <https://doi.org/10.1177/0363546503262177>. [cit. 2025-01-17].

WANG, Haifang; YU, Hailong; KIM, Yong Hwan a KAN, Wencong, 2021. Comparison of the Effect of Resistance and Balance Training on Isokinetic Eversion Strength, Dynamic Balance, Hop Test, and Ankle Score in Ankle Sprain. Online. *Life*. Roč. 11, č. 4. ISSN 2075-1729. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/life11040307>. [cit. 2025-01-11].

WITCHALLS, Jeremy; BLANCH, Peter; WADDINGTON, Gordon a ADAMS, Roger, 2012. Intrinsic functional deficits associated with increased risk of ankle injuries: a systematic review with meta-analysis. Online. *British Journal of Sports Medicine*. 2012-06-01, roč. 46, č. 7, s. 515-523. ISSN 0306-3674. Dostupné z: <https://doi.org/10.1136/bjsports-2011-090137>. [cit. 2024-12-11].

ZEMKOVÁ, Erika, 2022. Physiological Mechanisms of Exercise and Its Effects on Postural Sway: Does Sport Make a Difference? Online. *Frontiers in Physiology*. 2022-2-14, roč. 13. ISSN 1664-042X. Dostupné z: <https://doi.org/10.3389/fphys.2022.792875>. [cit. 2024-12-11].

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

BMI Body Mass Index

CNS centrální nervový systém

č. číslo

lig. ligamentum

m. musculus

n. nervus

např. například

PNF Proprioceptivní Neuromuskulární Facilitace

SEBT Star Excursion Balance Test

Tzv. takzvaný

WBLT Weight Bearing Lunge Test

SEZNAM OBRÁZKŮ

| | |
|---|----|
| Obrázek 1: Technika přeběhu překážky (Zdroj: MacKenzie, 2001)..... | 20 |
| Obrázek 2: Provedení Weight-Bearing Lunge Testu. (Zdroj: Vlastní zpracování)..... | 30 |
| Obrázek 3: Provedení SEBT v laterálním směru. (Zdroj: Vlastní zpracování)..... | 31 |

SEZNAM TABULEK

| | |
|---|----|
| Tabulka 1: Charakteristika výzkumného souboru..... | 37 |
| Tabulka 2: Základní charakteristiky probandů dle skupin..... | 37 |
| Tabulka 3: SEBT odrazová končetina, porovnání 1. a 2. měření..... | 38 |
| Tabulka 4: SEBT neodrazová končetina, porovnání 1. a 2. měření..... | 40 |
| Tabulka 5: Aktivní rozsah pohybu, odrazová končetina..... | 42 |
| Tabulka 6: Aktivní rozsah pohybu, neodrazová končetina..... | 43 |
| Tabulka 7: Weight-Bearing Lunge Test..... | 44 |
| Tabulka 8: Skokové testy, odrazová..... | 45 |
| Tabulka 9: Skokové testy, neodrazová..... | 46 |
| Tabulka 10: SEBT, porovnání odrazové a neodrazové končetiny..... | 48 |

SEZNAM GRAFŮ

| | |
|---|----|
| Graf 1: SEBT odrazová končetina, porovnání 1. a 2. měření..... | 39 |
| Graf 2: 1. a 2. měření jednotlivých probandů, odrazová končetina, směr antero-mediální..... | 39 |
| Graf 3: SEBT, 1. a 2. měření, neodrazová končetina..... | 41 |
| Graf 4: 1. a 2. měření jednotlivých probandů, neodrazová končetina, směr postero-laterální..... | 41 |
| Graf 5: Aktivní rozsah pohybu, odrazová končetina..... | 43 |
| Graf 6: Aktivní rozsah pohybu, neodrazová končetina..... | 44 |
| Graf 7: Skokové testy, odrazová končetina..... | 45 |
| Graf 8: Cross-over hop test, odrazová končetina..... | 46 |
| Graf 9: Skokové testy, neodrazová končetina..... | 47 |
| Graf 10: SEBT – porovnání odrazové a neodrazové..... | 48 |

SEZNAM PŘÍLOH

| | |
|--|----|
| Příloha 1: Vyjádření etické komise 3. LF UK..... | 68 |
| Příloha 2: Vzor informovaného souhlasu..... | 69 |
| Příloha 3: Příručka cviků..... | 70 |

PŘÍLOHY

Příloha 1: Vyjádření etické komise 3. LF UK

Anna Řezníková
Studentka 3. ročníku oboru Fyzioterapie
3. lékařská fakulta UK
Ruská 87
Praha 10
100 00

V Praze, 18. června 2024

Vedoucí práce: Mgr. Zuzana Širůčková
Zdravotně sociální fakulta, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Věc: Vyjádření Etické komise 3.LF UK k žádosti o posouzení projektu „Ovlivnění stability hlezenních kloubů u běžců přes překážky: intervenční nerandomizovaná studie.“

Vážená paní kolegyně,
Etická komise 3. LF UK nemá námitek proti provedení projektu „Ovlivnění stability hlezenních kloubů u běžců přes překážky: intervenční nerandomizovaná studie“ v rozsahu Vámi uvedeném.

V bakalářské práci bude hodnoceno zlepšení stability hlezenních kloubů u běžců přes překážky. Účastníci budou rozděleni na dvě skupiny: jedna bude čtyři týdny praktikovat cviky na posílení a stabilitu kotníků, druhá bude pokračovat v běžném tréninku. Testy na stabilitu a skokové testy vyhodnotí účinnost cviků. Cílem je zjistit, zda je vhodné zařadit více cviky na stabilitu hlezenního kloubu do tréninku běžců přes překážky.

Přílohy:
Protokol studie
Informace pro účastníky – Informovaný souhlas

S mnoha pozdravy



UNIVERZITA KARLOVA
3. lékařská fakulta
Etická komise
Ruská 87, 100 00 Praha 10
IČ: 00216288, DIČ: CZ00216288

Marek Vácha
Předseda Etické komise
3. LF UK, Praha
Ruská 87
Praha 10, 100 00

Příloha 2: Vzor informovaného souhlasu

Informovaný souhlas pro účastníka

Název studie: **Ovlivnění hlezenních kloubů u běžců přes překážky: intervenční nerandomizovaná studie**

Jméno a příjmení účastníka:

Datum narození:

Vyšetřující:

Já, níže podepsaný/-á potvrzuji, že:

1. jsem se seznámil/-a s informacemi o cílech a průběhu výše popsaného výzkumu (dále jen „výzkum“).
2. souhlasím s účastí své osoby / svého dítěte v tomto výzkumu.
3. rozumím tomu, že mohu kdykoliv účast ve výzkumu přerušit či úplně ukončit.
4. moje účast ve výzkumu je plně dobrovolná.
5. v případě zranění či nemoci vyšetřujícího informuji.
6. s mou účastí ve studii není spojeno poskytnutí žádné odměny.
7. jsem porozuměl/-a, že při zařazení do studie budou moje osobní data uchována s plnou ochranou důvěrnosti dle platných zákonů ČR.
8. jsem porozuměl/-a tomu, že mé jméno se nebude nikde ve studii vyskytovat.
9. souhlasím se zveřejněním anonymizovaných dat a výstupů vzešlých z výzkumu a s jejich dalším využitím.
10. jsem převzal/-a podepsaný stejnopis tohoto informovaného souhlasu.

Podpis účastníka (zákonného zástupce):

Podpis vyšetřujícího:

Datum:

Datum:

Cvičení pro ovlivnění stability hlezenních kloubů u běžců přes překážky

Jmenuji se Anna Řezníková a jsem studentkou fyzioterapie na 3. lékařské fakultě Univerzity Karlovy. V rámci své bakalářské práce jsem zpracovala tuto příručku, jejíž obsahem jsou cviky zaměřené na ovlivnění stability hlezenních kloubů. Příručka zahrnuje cviky na automasáž a automobilizaci chodidla, protahovací, posilovací a odrazová cvičení. Správné provedení cviků je naboso se zaměřením na techniku. Tyto cviky doporučuji zařadit alespoň 3x týdně do tréninkové rutiny atleta.



Automobilizace chodidla

Vložíme prsty ruky mezi prsty nohy a pasivně pohybujeme přední částí nohy do všech směrů.



Automobilizace paty

Jednou rukou fixujeme přední část chodidla, druhou uchopíme patu do dlaně a kroužíme s ní do všech směrů



Automasáž chodidla s ježkem, aktivace krátkých svalů nohy

Ježka vložíme pod chodidlo a „koulením“ provádíme masáž. Míček poté umístíme pod přední část chodidla a patou se zapřeme o zem. Poté střídavě přitahujeme a krčíme prsty.



Nakonec vložíme ježka pod patu a promasírujeme patu pohybem ze strany na stranu.



Malá noha

Cvik provádíme zezачátku v sedě na židli a později ve stoje. Snažíme se zkrátit a zúžit chodidlo, jako bychom chtěli přiblížit přednoží k patě. Prsty by měly být uvolněné.



Aktivace musculus tibialis posterior

Cvik provádíme v sedě s odporovou gumou, která je zachycena o vnitřní stranu chodidla. Ovlivňovanou nohu umístíme na koleno druhé nohy. Chodidlo je v mírné plantární flexi a provádí supinaci.



Aktivace musculi peronei

Cvik provádíme v sedě s dolní končetinou nataženou. Odporovou gumou umístíme na vnější stranu chodidla a provádíme pronaci s dorzální flexí.



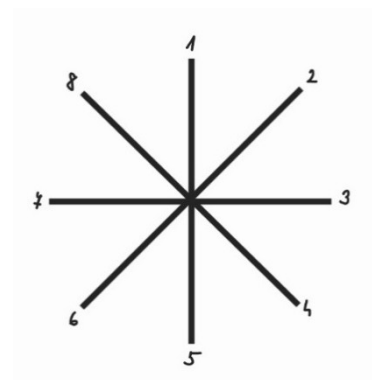
Pozice běžce

Výchozí pozicí je stoj na jedné noze, druhá noha je pokrčená v kolenním i kyčelním kloubu, ruce doprovázejí tělo běžky. Z výchozí pozice přecházíme do zanožení původně pokrčené dolní končetiny a přenášíme váhu dopředu. Cvik může být rovněž proveden na Bosu či jiné balanční podložce.



Hodiny

Cvik provádíme ve stoji na jedné dolní končetině, ruce jsou v bok. Druhou dolní končetinou se snažíme dosáhnout co nejdále v osmi různých směrech. Snažíme se udržet stabilitu a neopřít se o dosahující končetinu.



Korigovaný stoj na balanční podložce s podřepy

Výchozí pozicí je stoj na balanční podložce s lehce pokrčenými koleny směřujícími ven, ruce volně na stehnech, ramena od uší, hlava v napřímění. Po nalezení stabilní pozice, začneme provádět svižné podřepy.



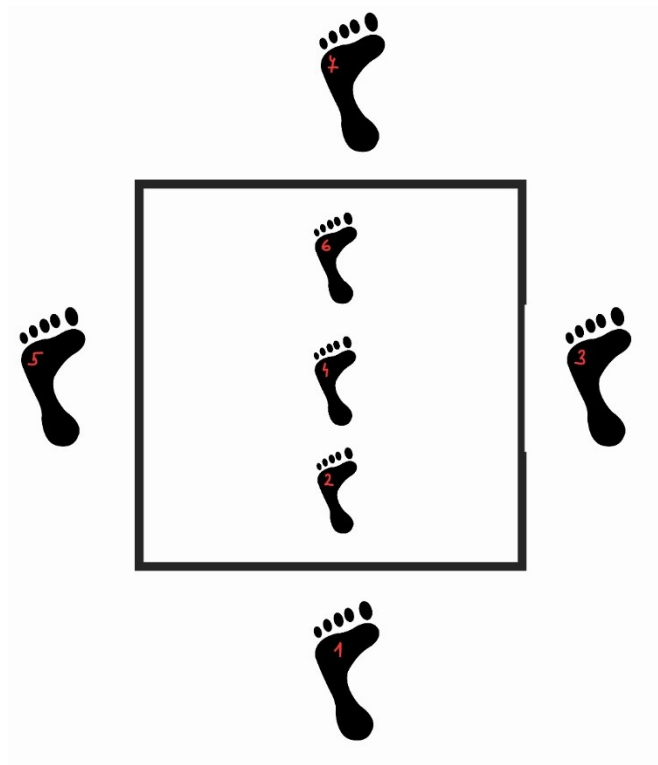
Výpad na balanční podložku

Výchozí pozicí je stoj, ruce v bok. Přední končetinu pokládáme na balanční podložku a provedeme výpad.



Odrazy do čtverce

Čtverec uděláme z nízkých překážek či lana. Odrazy provádíme na jedné noze, druhá je pokrčena, ruce v bok či běžecky. Nejprve skočíme dovnitř čtverce, poté do strany (ven), zpět dovnitř, do druhé strany, zpět dovnitř, a nakonec ven ze čtverce.



Dva odrazy a dopad na špičku jedné nohy

Výchozí pozicí je stoj snožmo, ruce v bok. Provedeme dva odrazy do výšky a dopadneme na jednu dolní končetinu (ideálně na špičku) a 3 vteřiny se snažíme udržet tuto pozici. Tento cvik je zaměřen na dopad a udržení stability, nejde o výšku výskoku!

Protažení svalů lýtka

Začínáme v nároku, předloktí si zapřeme o židli nebo gymnastický míč. Poté přeneseme váhu na předloktí a propneme zadní nohu. Celým tělem jdeme nejdříve dozadu do propnutí zadní nohy a poté dopředu na špičku.



Protažení extenzorů nohy

Cvik provádíme ve stoje, ovlivňovanou nohu opřeme o nárt a pomalinku přenášíme váhu ze strany na stranu pro zacílení všech svalů.

