

UNIVERZITA KARLOVA
3. LÉKAŘSKÁ FAKULTA

*Klinika rehabilitačního lékařství
Fakultní nemocnice Královské Vinohrady*



Natálie Moláčková

*Využití senzomotorické stimulace v léčbě a prevenci
nestability hlezna v teamgymu*

*Application of sensorimotor stimulation in the treatment
and prevention of ankle instability in Teamgym*

Bakalářská práce

Praha 2022

Autor práce: Natálie Moláčková

Studijní program: Fyzioterapie

Bakalářský studijní obor: Specializace ve zdravotnictví

Vedoucí práce: Mgr. Gabriela Angelová Ph.D.

Pracoviště: Ústav preventivního a sportovního lékařství v Praze

Předpokládaný termín obhajoby: červen 2022

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 bakalářská práce byla používána ke studijním účelům.

Souhlasím s trvalým uložením elektronické verze mé práce v databázi systému meziuniverzitního projektu Theses.cz za účelem soustavné kontroly podobnosti kvalifikačních prací. Potvrzuji, že tištěná i elektronická verze v Studijním informačním systému UK je totožná.

V Praze dne 9. 5. 2022

Natálie Moláčková

Poděkování

Na tomto místě bych ráda poděkovala vedoucí práce Mgr. Gabriele Angelové PhD. za odborné a cenné rady při vedení práce, za poskytnutí prostoru, věnovaný čas, vstřícnost a ochotu. Dále bych ráda poděkovala přátelům, rodině, a především zúčastněným gymnastkám, za jejich čas, trpělivost a ochotu.

ABSTRAKT

- Název:** Využití senzomotorické stimulace v léčbě a prevenci nestability hlezna v teamgymu
- Cíl:** Cílem práce je zjistit efektivitu krátkodobého terapeutického plánu založeného na metodě senzomotorické stimulace u vybraných gymnastek s poraněním hlezenního kloubu v anamnéze.
- Metodika:** Výzkumný soubor se skládal ze 7 gymnastek se subjektivně pociťovanou nestabilitou hlezna či úrazem v anamnéze. Účastnice podstoupily třítydenní intervenční program propioceptivního cvičení. Měření probíhalo v prostorách ÚPSL v Praze. Sledována byla distribuce zatížení ve stoji, délka trajektorie COP v rámci statického vyšetření na stabilometrické desce Footscan a dynamická stabilita, která byla testována Y-balance testem. Pro analýzu dat byl použit párový t-test.
- Výsledky:** Výzkum prokázal pozitivní efekt propioceptivního cvičení založeného na metodě senzomotorické stimulace na rozložení váhy při Rombergově stoji I, částečný efekt na délku trajektorie COP během stoje na LDK a dynamickou stabilitu PDK.
- Závěr:** Terapeutická intervence měla pozitivní efekt na změnu rozložení váhy při normálním stoji, částečný vliv na délku trajektorie COP a částečný efekt v rámci dynamického testu. Terapie byla ze stran gymnastek hodnocena pozitivně, vedla k redukci bolesti, subjektivnímu snížení pocitu nestability a zlepšení propioceptivního vnímání.
- Klíčová slova:** Proprioceptivní cvičení, rozložení váhy, působiště tlaku, stabilita, funkční nestabilita hlezna

ABSTRACT

- Title:** Application of sensorimotor stimulation in the treatment and prevention of ankle instability in Teamgym
- Objectives:** The aim of this work is to determine the effectiveness of a short-term therapeutic plan based on sensorimotor stimulation in selected gymnasts with a history of ankle sprains.
- Methods:** The research group consisted of 7 gymnasts with a subjective feeling of ankle instability or with a history of injury. The participants underwent a three-week exercise program based on the sensorimotor stimulation method. The measurement took place in ÚPSL in Prague. The weight distribution in standing and the length of the COP trajectory in the static examination were monitored on the Footscan® pressure plate. Dynamic stability was tested by the Y-balance test. For data analysis was used paired t-test.
- Results:** The research showed a positive effect of proprioceptive exercise based on sensorimotor stimulation on the weight distribution at Romberg's I, a partial effect on the length of the COP trajectory while standing on left leg and dynamic stability on the right leg.
- Conclusion:** The therapeutic intervention had a positive effect on weight distribution at Romberg's I, a partial effect on the length of the COP trajectory and a partial effect in the dynamic test. The therapy was evaluated positively by the participants, leading to a reduction in pain, a subjective reduction in the feeling of instability and improvement in proprioceptive perception.
- Key words:** Proprioceptive exercise, weight distribution, centre of pressure, stability, functional ankle instability

OBSAH

ÚVOD.....	9
TEORETICKÁ ČÁST	10
1.1 Anatomie a kineziologie nohy	10
1.1.1 Klouby nohy – Articulationes pedis	10
1.1.2 Nožní klenba	14
1.1.3 Zatížení chodidla ve stoji.....	15
1.2 Posturální stabilita.....	16
1.3 Propriocepce a senzomotorická stimulace	17
1.4 Poranění hlezenního kloubu ve sportu.....	20
1.4.1 Distorze hlezenního kloubu	21
1.5 Teamgym	24
CÍLE PRÁCE a HYPOTÉZY	25
1.6 Cíl práce	25
1.7 Hypotézy	26
PRAKTICKÁ ČÁST	27
1.8 Metodika	27
1.8.1 Výzkumný soubor.....	27
1.8.2 Popis a organizace studie	27
1.8.3 Analýza dat	31
1.9 Výsledky	33
1.9.1 Charakteristika výzkumného souboru	33
1.9.2 Výsledky měření a test hypotéz	34
DISKUZE	44
1.10 Limity studie	47
ZÁVĚR.....	49
SEZNAM LITERATURY	51

SEZNAM ZKRATEK	56
SEZNAM OBRÁZKŮ.....	57
SEZNAM GRAFŮ	58
SEZNAM TABULEK	59
SEZNAM PŘÍLOH.....	60

ÚVOD

Podvrtnutí hlezenního kloubu je velmi běžné zranění nejen ve sportovním světě. Často podceňovaná jsou však rizika, která s sebou i „obyčejný“ výron může nést. Jedná se především o bolest, omezení rozsahu pohybu, snížení svalové síly a kondice, zvýšení rizika úrazu a vzniku chronické nestability hlezna a s tím problémy související.

Jedním z důvodů, proč jsem si toto téma vybrala, je vlastní zkušenost, kdy jsem se jako vrcholová sportovkyně a reprezentantka České republiky potýkala s opakovanými lehčími či těžšími distorzemi následované fatálním úrazem, který vyžadoval operační řešení. Stěžejní pro mě byl co nejrychlejší návrat do plné sportovní zátěže. Dalším důvodem je aktuálnost tématu, neboť nemalá část gymnastek je řeší bolest a nestabilitu tejpny nebo bandážemi, a zároveň v trénincích většinou nebývá cíleně zařazeno žádné preventivní cvičení.

Nestabilita hlezna u gymnastických sportů, kde je stále větší tlak na vyšší obtížnost a kombinaci těžších prvků, které zvyšují riziko zranění, je stále bagatelizovanou záležitostí, která bývá často podceňována a přehlížena ze stran gymnastek i trenérů. Cílené cvičení na zvýšení stability nebývá součástí tréninkové přípravy a snahou je, aby následná rekonvalescence vyřadila sportovce z tréninkového procesu na co nejkratší dobu. Vše se však odvíjí od prevence a edukace.

Bakalářská práce je zaměřena na využití metody senzomotorické stimulace v léčbě a prevenci nestability hlezna v moderním mladém gymnastickém neolympijském sportu, který se nazývá teamgym.

V práci očekávám získání objektivních dat o dané problematice a s tím související přijmutí či zamítnutí stanovených hypotéz. Dílčím přínosem je zlepšení stability hlezna, funkce nohy a celkového držení těla, snížení bolesti, edukace gymnastek a trenérů a související prevence dalších zranění.

TEORETICKÁ ČÁST

1.1 Anatomie a kineziologie nohy

Kolář (2009) rozděluje nohu na tři základní oddíly, zadní, střední a přední.

1. Zánoží, neboli zadní tarsus, který je tvořen talem a kalkaneem.
2. Střední oddíl, středonoží, přední tarsus, který je složen z drobných tarzálních kůstek (os cuboideum, os naviculare et ossa cuneiformia)
3. Přední část, předonoží je označení pro kosti nártní (metatarzy) a články prstů.

Z funkčního hlediska nesmíme opominout tzv. mediální a laterální paprsek. Mezi klouby hlezna a nohy řadíme horní a dolní zánártní kloub, dále kloub subtalární a příčný zánártní. (Čihák, 2011)

1.1.1 Klouby nohy – *Articulationes pedis*

Klouby nohy dělíme anatomicky na horní a dolní zánártní kloub. (Kolář, 2009)

Horní zánártní kloub – *Articulatio talocruralis*

Articulatio talocruralis označován také jako kloub hlezenní, je kloubní spojení mezi bércovými kostmi a kostí hlezenní – talem. Jedná se o kloub složený, kladkový, jednoosý. (Kolář, 2009) Na hlavici tvořenou trochleou tali nasedá proximálně kloubní jamka, která je tvořena vidlicí a odpovídajícími kloubními plochami kostí bércových: *facies articularis inferior tibiae*, *facies articularis malleoli medialis* a *facies articularis malleoli lateralis*. (Čihák, 2011)

Kloubní pouzdro je ventrálně a dorsálně tenké, po stranách je zesíleno vějířovitě se rozbíhajícími vazy. Mediálně nacházíme *ligamentum collaterale mediale*, které je dvouvrstevné, často také bývá označováno jako *lig. deltoideum*. Hluboká vrstva je zásadní pro stabilitu hlezenního kloubu, laterálně jdoucí *lig. tibiotalaris anterior* a jeho zadní část *lig. tibiotalaris posterior*. Povrchová část má části *pars tibionavicularis*, *pars tibio calcanea* a *pars tibiotalaris posterior*. (Vařeka, a další, 2009)

Laterálně pouzdro zesiluje *lig. collaterale laterale*, které je tvořeno třemi pruhy: *lig. talofibulare anterior*, které je významné pro předozadní stabilizaci hlezna a je to také nejčastější místo při supinačním mechanismu poranění, dále *lig. calcaneofibulare*, které se nachází mimo kloubní pouzdro, a *lig. talofibulare posterior*. (Vařeka, a další, 2009)

Základní postavení je popsáno při vyváženém stoji a odpovídá také postavení střednímu. Možné pohyby jsou plantární flexe dle Čiháka (2011) v rozsahu 30-35°, Kolář (2009) uvádí 40-50°, a dorsální flexe, kde se rozsahy opět různí, Čihák (2011) uvádí rozsah 20-25°, Kolář (2009) 20-35°. (Čihák, 2011; Kolář, 2009)

Při dorsální flexi dochází k napínání syndesmosis tibiofibularis, rotaci fibuli mediálně a roztlačování vidlice bérceových kostí směrem od sebe působením přední části trochlea tali, která je ventrálně širší. Zevní kotník je tlačěn kraniálně. Z tohoto důvodu je také kloub při dorsální flexi stabilnější. Při plantární flexi jsou ve vidlici bérceových kostí možné drobné laterální pohyby. Rotování fibuly se tedy při pohybech v hlezenním kloubu přenáší i do horního tibiofibulárního skloubení. (Čihák, 2011; Vařeka, a další, 2009)

Rozložení zátěže na hlezno je ovlivněno silou vaziva a aktuální polohou. Při pohybu z inverze do everze, který je spojen s pohybem z plantární flexe do flexe dorsální, dochází k přesunu těžiště kontaktní plochy ve směru mediolaterálním, respektive posteroanteriorním. (Nordin, a další, 2001)

Dolní zánártní kloub

Dolní zánártní kloub je pojmenování pro spojení talu a dalších kostí, které umožňuje šikmý pohyb nohy vůči ose bérceových kostí a vidlice, do které je uložen talus. Anatomicky je tvořen dvěma oddíly, které od sebe odděluje sinus tarsi. (Čihák, 2011)

Zadní oddíl neboli subtalární kloub (articulatio subtalaris, art. talocalcanea) je samostatný kloub s vlastním kloubním pouzdrem spojující zadní plochy talu a kalkaneu. Jedná se o válcový kloub, jehož hlavním pohybem je rotace. Hlavici nacházíme na kalkaneu – facies articularis talaris posterior a jamku na talu – facies articularis calcanearis posterior. Osa kloubu je vedena šikmo od zdola a zadní zevní strany dopředu mediálně a vzhůru. Pohyb kloubu je rotace kolem osy ve frontální rovině – inverze a everze a částečně abdukce a addukce v rovině transversální. Tato osa je klíčová pro pohyby celého dolního zánártního kloubu. Pohyby v kloubu jsou komplexní, stabilita závisí na okamžitém vzájemném postavení, viz níže. (Čihák, 2011; Kolář, 2009; Vařeka, a další, 2009)

Kloubní pouzdro je tenké, stabilita je podpořena následujícími vazy: lig. talocalcaneum posterius, laterale et mediale a ligamentum talocalcaneum interosseum, které leží v přesné ose bérce v sinus tarsi a brání nadměrné pronaci. Nadměrné supinace brání z laterální strany tzv. cervikální vaz. (Vařeka, a další, 2009)

Přední oddíl je rozlišován na část mediální a laterální. **Articulatio talocalcaneonavicularis**, mediální část předního oddílu, je tvořena spojením předních ploch talu a kalkaneu a os naviculare. Laterální část neboli **articulatio calcaneocuboidea**, je kloubní spojení kosti patní a krychlové, který je v literatuře nově uváděn jako samostatná anatomická jednotka (Čihák, 2011; Vařeka, a další, 2009)

Chopartův kloub – Příčný zánártní kloub – Articulatio tarsi transversa

Chopartův kloub je z kineziologického hlediska označení pro funkční jednotku tvořenou anatomicky dvěma klouby. Řadíme ho do přední části dolního zánártního kloubu. Zahrnuje v tibiální části skloubení kosti hlezenní s kostí loďkovitou – articulatio talonavicularis. Stabilita kloubu je z vnější strany zajišťována mediální částí lig. bifurcatum a z dorsální strany lig. talonaviculare dorsale. (Čihák, 2011)

Ve fibulární části se nachází skloubení kosti patní s kostí krychlovou – articulatio calcaneocuboidea. z dorsální strany je pouzdro zesíleno laterální částí lig. bifurcatum (tzv. klíč Chopartova kloubu). Z plantární strany se táhne lig. plantare longum a lig. calcaneocuboideum plantare. (Čihák, 2011)

Základní postavení dolního zánártního kloubu je při normálním stoji, postavení střední odpovídá postavení základnímu. V dolním zánártním kloubu jsou pohyby označovány za kombinované, založené na vzájemné vazbě. (Čihák, 2011)

Dvojité skloubení talu a kalkaneu, v zadní části subtalární válcový kloub a v přední talokalkaneonavikulární kloub, vytváří jedinou šikmou osu pro pohyby těchto dvou kostí a tím celé nohy. Osa pohybů je vedena od zevní strany zadního okraje kalkaneu šikmo mediálně vpřed a současně zdola nahoru. Tarsus rotuje kolem této osy jako celek a pohyby nohy jsou tedy sdružené následovně:

- inverze nohy = plantární flexe + addukce + supinace
- everze nohy = dorsální flexe + abdukce + pronace (Vařeka, a další, 2009)

Drobné pohyby v Chopartově kloubní linii jsou významné pro pružnost a funkčnost nohy jako celku. Při omezení pohybu v hlezenním kloubu dochází často ke kompenzaci právě v tranzevzotalárním kloubu, který umožňuje velké rozsahy pohybů v rovině sagitální. (Čihák, 2011)

Flexibilita příčného zánártního kloubu (Nordin, a další, 2001) je ovlivněna šroubovitým pohybem kloubu subtalárního. Inverzní postavení vede k uzamknutí

příčného tarzálního kloubu a noha se stává více stabilní, zatímco subtalární everze umožňuje flexibilitu chodidla, protože odemyká příčný tarzální kloub. Tento princip umožňuje plynulé střídání funkcí (tlumení nárazu, odraz) během chůzového cyklu. (Vařeka, a další, 2009)

Komplex kloubů zadní části nohy nám umožňuje pohyby ve všech třech rovinách. Jak již bylo zmíněno, maximální rozsah pohybu v sagitální rovině (plantární a dorsální flexe) se odehrává v hlezenním kloubu, tento pohyb je také v důsledku šikmého postavení osy spojen s addukcí a abdukci v rovině transversální. V subtalárním kloubu je naopak umožněna významně rotace kolem dlouhé osy nohy v rovině frontální, pronace a supinace. Veškeré tyto pohyby jsou úzce spjaty s pohyby v kloubu tranzverzotarzálním seu Chopartově. (Vařeka, a další, 2009)

Kapandji (1987) popisuje spojení těchto tří kloubu jako takzvaný model univerzálního heterokinetického kloubu, jehož osy nejsou navzájem kolmé. Zásadní u tohoto modelu je, že pokud dojde k omezení rozsahu pohybu v jednom kloubu, dochází kompenzačně ke zvětšení rozsahu pohybu v kloubu druhém. (Vařeka, a další, 2009)

Articulatio cuneonavicularis tuhé kloubní spojení mezi třemi ossa cuneiformia a os naviculare, ossa cuneiformia navzájem a os cuneiforme laterale s os cuboideum, které je součástí kloubní dutiny a má společné pouzdro. Zesilovací vazy se nachází podélně i příčně, na plantární i dorsální straně. Na plantární straně jsou významné z hlediska udržení nožní klenby. Pohyby v celém skloubení jsou drobné, doprovází pérovací pohyby v tarsu a jsou součástí inverze a everze nohy. (Čihák, 2011)

Lisfrankův kloub je označení pro kloubní linii tarzometatarzálních a intermetatarzálních kloubů. Jedná se o funkční jednotku tvořenou příčnou řadou pevných kloubů, které jsou zapojeny do pérovacích pohybů nohy. Funkcí jsou malé pasivní pohyby umožněné větší pohyblivostí čtvrtého a pátého metatarzu. Dochází k nim při změně zatížení nohy a slouží k lepšímu přizpůsobování zevního okraje nohy k podložce. Kloubní pouzdra skloubení jsou krátká, tuhá a z dorsální i plantární strany zesílena vazy. Vazy na plantární straně jsou významné pro udržení nožních kleneb. (Čihák, 2011)

1.1.2 Nožní klenba

Klenba nožní má dvě základní funkce, nese hmotnost celého těla a umožňuje jeho přesun, tedy chůzi – lokomoci. Je tvořena kostěnými strukturami, které jsou vzájemně spojeny příslušnými vazy a svaly. Slouží k ochraně měkkých částí chodidla, struktur v něm uložených a podmiňuje pružnost a funkčnost nohy. Rozlišujeme klenbu podélnou a příčnou. Na udržení klenby se podílí tři faktory:

- Celkový tvar a architektonika jednotlivých kostí
- Vazivový aparát nohy
- Svaly nohy (Dylevský, 2009)

Pokud má být těleso umístěno v prostoru stabilně, musí mít tři opěrné body a těžiště tělesa se musí nacházet mezi nimi. Hrbol kalkaneu, hlavička prvního metatarsu a hlavička pátého metatarsu jsou tři opěrné body pro nohu, mezi kterými se nachází klenby. (Dylevský, 2009)

Podélná klenba je určena kostěnými oblouky, na vnitřním okraji je oblouk výraznější, vrcholem je os naviculare. Na udržení klenby se podílí především ligamentum plantare longum a další podélné vazy plantární strany nohy, dále svaly procházející v dlouhé ose chodidla (musculus tibialis posterior, m. flexor digitorum longus, m. flexor hallucis longus a povrchové krátké svaly planty), plantární aponeuróza a tibiální část šlašitého třmenu pod chodidlem. Dylevský (2009) dále rozlišuje podélný paprsek palcový, který je tvořený talem, os naviculare, ossa cuneiformia, metatarsus I-III a články prvního až třetího prstu, a podélný malíkový paprsek, který je tvořen kalkaneem, os cuboideum čtvrtým a pátým metatarsem a odpovídajícími články prstů. Oba paprsky se distálním směrem vějířovitě rozbíhají.

Příčná klenba je nejvýraznější v úrovni ossa cuneiformia a os cuboideum a na jejím udržení se podílí příčně probíhající vazy na plantární straně a šlašitý třmen, který je tvořen m. tibialis anterior a m. fibularis longus. (Čihák, 2011)

Třmen držící nožní klenbu je tvořen dvěma svalovými smyčkami. První smyčka má vliv především na udržení tvaru, probíhá následovně: **fibula – m. peroneus longus – první metatars – os cuneiforme mediale – m. tibialis anterior – tibia.**

Druhá smyčka působí na podélnou klenbu z obou stran jako otěže, probíhá v řetězci: **fibula – m. peroneus brevis – calcaneus – os cuboideum – m. tibialis posterior – tibia.** (Véle, 1997)

Neopominutelná je problematika svalových smyček a zřetězení funkčních poruch, kdy porucha v řetězci, se může projevit na úponu a sekundárně způsobovat na jiných částech těla. Mezi nohou a osovým orgánem tedy existují oboustranně fungující vzájemné funkční vztahy. (Véle, 1997)

Véle (2006) zdůrazňuje významné působení m. quadratus plantae na nožní klenbu. Od tvaru obou kleneb se odvíjí nášlapná plocha chodidla. Fyziologicky je váha těla v klidném stoji na tuber calcanei, na hlavici první a druhé metatarsální kosti a v souvislé linii se noha podložky dotýká pouze na vnější straně. (Čihák, 2011)

Oslabení svalů a uvolnění vazů vede k poklesu mediální strany nohy, rozšíření nášlapné plochy a celkové změně napětí svalů a vazů, často tento stav bývá doprovázen bolestmi. Plochá noha, *pes planus*, je označení pro významný pokles vnitřního kotníku a s tím spojené vychýlení patní kosti zevně. (Čihák, 2011)

Odvíjení nohy z podložky při kroku a přesunu těžiště vpřed by mělo probíhat plynule, hlezenní kloub by měl být stále v ose a nevybočovat. Odraz probíhá od kořenového kloubu palce, uplatňuje se zde **kladkový mechanismus plantární aponeurózy**, kterým se zvýrazní nožní oblouk a umožní svalům uplatnit jejich lokomoční funkci. Dochází tak k odrazu a přesunu vpřed. Pokud nedojde k zapojení těchto mechanismů, klouby nemohou být ve správném postavení a může docházet k poruchám funkce jako jsou blokády, změny vnímání, pohybových stereotypů a následné řetězení dysfunkcí, změny v držení těla nebo reflexní změny. (Dylevský, 2009)

1.1.3 Zatížení chodidla ve stoji

Během sledování rozložení tělesné zátěže při vyšetření stoje na dvou vahách uvádí literatura proměnlivost stranového zatížení mezi 5-15 % celkové hmotnosti. (Véle, 2006)

Starší literatura uvádí, že během ideálního stoje je hmotnost v anterioposteriorním směru rozložena následovně: 50 % hmotnosti na patě a 50 % hmotnosti v oblasti hlaviček metatarsů. (Nordin, a další, 2001) Dle stabilometrických měření udává Dylevský (2009), že 60 % hmotnosti těla působí v zadní části nohy a zbylých 40 % v části přední. Jiná literatura dokonce uvádí zatížení paty ku přednoží v poměru 75:25 % tělesné hmotnosti. (Dungl, a další, 2014)

Hlavičky všech metatarsů jsou při normálním stoji v kontaktu s podložkou, rozložení tlaku je však nerovnoměrné a největší zatížení působí na první paprsek. (Dungl,

a další, 2014), jiná literatura uvádí oblast největšího zatížení pod hlavičkou druhého metatarsu (Nordin, a další, 2001). Při stoji na špičkách se zatížení zvyšuje a na 1. praporek působí až 30 % tělesné hmotnosti. (Dungl, a další, 2014)

1.2 Posturální stabilita

Postura, posturální funkce aneb udržování polohy těla řadíme mezi základní vyšetřované parametry. Vertikální poloha těla je zajišťována neustálou svalovou souhrou posturálních svalů. Pokud dochází k neustálému lehkému vychylování a korigování těžiště těla, mluvíme o stoji nestabilním. Poloha těžiště je v úzkém vzpřímeném stoji popisována zhruba v oblasti promontoria (v závislosti na délce končetin). (Vařeka, a další, 2009) Posturální systém, tedy systém svalů zajišťující udržování polohy těla dělí Véle (2012) na vnitřní (hluboký) a vnější (povrchový).

Spolupráce a kooperace tří základních složek (senzorická, řídicí a výkonná) zajišťuje vzpřímené držení těla. Zásadní roli hraje kosterní svalovina. Senzorické vstupy získáváme z propioceptivních, exteroceptivních receptorů, vestibulárního aparátu a zrakového ústrojí. Řídicí složku představuje centrální nervová soustava a složku výkonnou představuje pohybový systém. (Vařeka, a další, 2009)

Vařeka (2009), stejně jako Kolář (2009), vysvětluje posturu jako aktivní držení segmentů těla proti vnějším silám, zajišťované silami vnitřními především svalovými, pod kontrolou centrální nervové soustavy. Dysharmonie či narušení postury může vzniknout v důsledku poruchy anatomické, neurologické či funkční.

Véle (1995) rozděluje faktory ovlivňující stabilitu na fyzikální a neurofyziologické. Mezi fyzikální faktory řadí: velikost opěrné plochy, polohu těžiště, hmotnost (stabilita roste s hmotností, ale klesá s výškou člověka, respektive výškou těžiště), charakter kontaktu těla s opěrnou plochou a postavení a vlastnosti hybných segmentů. Faktory neurofyziologické jsou psychické procesy a vlivy vnitřního prostředí, faktory nastavující excitabilitu, spouštějící pohybové programy a faktory zpětnovazebné.

Mezi posturální funkce řadí Kolář (2009) posturální stabilitu, posturální stabilizaci a posturální reaktivitu.

Posturální stabilita – schopnost kontinuálnímu udržování stálé polohy, respektive bránění a reagování na přirozenou labilitu soustavy za účelem předcházení

nekontrolovanému pádu. Posturální stabilitu zajišťuje ve směru anterioposteriorním mechanismus hlezenní a v laterolaterálním mechanismus kyčelní. (Vařeka, a další, 2009)

Posturální stabilizace je aktivní držení segmentů těla proti působení zevních sil pomocí svalů za řízení centrálním nervovým systémem. Působí však nejen proti gravitační síle, ale je součástí všech pohybů těla a končetin. (Vařeka, a další, 2009)

Posturální reaktivita představuje automatickou reakční posturální stabilizační funkci, kdy v reakci na kontrakční sílu potřebnou k překonání odporu, jsou v pohybovém systému vyvolány reakční svalové síly. v praxi dochází ke zpevnění pohybových segmentů, úponové části svalu, za účelem získání co nejstabilnějšího punctum fixum. Druhá část svalu potom může vykonávat pohyb – punctum mobile. Zpevnění kloubního segmentu, tzv. úponová stabilizace svalu, je potřebná pro každý cílený pohyb, umožňuje také „řetězení“ svalové aktivity ze svalů segment stabilizujících na svaly, které na úpony navazují. (Vařeka, a další, 2009)

Vařeka (2009) ve své publikaci dále zmiňuje, že stoj nelze považovat za čistě statickou polohu, ale plynule se měnící stav a od toho dle aktuální situace odvozené body tvořící opěrnou plochu a od ní odvozenou opěrnou bázi. Opěrná báze (Base of Support, BS) je část podložky mezi nejvzdálenějšími body opěrných ploch. Opěrná plocha je vyznačena přímým kontaktem těla s podložkou (Kolář, 2009) a v daný okamžik vytváří opěrnou bázi (BS). (Vařeka, a další, 2009)

COP – Centre of Pressure, představuje střed rozložení tlaku na plošinu nebo také působíště vektoru reakční síly. Dle literatury je označován také jako přímý indikátor stabilizace ale nepřímým indikátorem posturální stability. (Vařeka, a další, 2009; Neznámý, 2012)

V případě dokonale tuhého tělesa odpovídá COG (Centre of Gravity) – průmět těžiště do roviny oporné báze (BS, Base of Support). Oscilace jsou ovlivněny aktivitou svalů nohy a bérce: „Zvýšená aktivita plantárních flexorů posunuje COP dopředu, zvýšená aktivita supinatorů nohy je posunuje laterálně.“ (Vařeka, a další, 2009)

1.3 Propriocepce a senzomotorická stimulace

Poruchy kloubně-kostního aparátu jsou vždy doprovázeny určitou změnou proprioceptivního vnímání. Hybný systém člověka tedy chápeme jako celek, jehož klinická jednotka je složena z periferní, kostně-kloubní a svalový systém. Kloubní

receptory jsou významné při určování směru, rychlosti a rozsahu v kloubu. Veškerá propriocepce je významná pro řízení pohybu, neboť zprostředkovává zpětnovazebný přenos informací o aktuálním stavu (*feed back*). Nepostradatelnou roli hraje také v rámci přednastavení dráždivosti (*feed forward*). (Véle, 2006; RE-HABILIS, 2013)

Hlezenním kloubem z pohledu neurologie a porušené aferentace se zabýval Freeman, který vysledoval spojitost mezi funkční nestabilitou a senzomotorickou insuficiencí. Domníval se, že snížené propriocepce je snížená aferentace z mechanoreceptorů vlivem poškození kloubních vazů. Novější výzkumy předpokládají, že proprioceptivní insuficience vede k reorganizačním procesům v rámci CNS a v dlouhodobém časovém horizontu ke snížené eferentaci, narušení činnosti svalového vřeténka, snížené dráždivosti alfa motoneuronů a s tím související zhoršení posturální stability, změny v pohybových vzorech. Omezená je také dynamická funkce svalů vlivem opožděné reflexní svalové činnosti. Důkazem centrální reorganizace může být bilaterální snížení senzomotorické kontroly u pacientů trpících jednostrannou nestabilitou. (Steib, Pfeifer, 2015)

Autorem metodiky *Senzomotorická stimulace* je profesor V. Janda a kolektiv. Již z názvu je patrná podstata metody zabývající se senzorickými i motorickými (aferentními a eferentními) strukturami. (Janda V., Vávrová M., 1992)

Hlavním předpokladem senzomotorické stimulace (SMS) je dvoustupňový koncept učení: V první fázi dochází k vědomému učení daného pohybu. Tato část je poměrně náročná a únavná, dochází k aktivaci příslušných korových struktur, tedy oblastí senzorické a motorické kůry – čelní a temenní lalok. Cílem je vytvořit funkční spoje a postupně převést korově řízené provádění pohybu na subkortikální úroveň. (Janda V., Vávrová M., 1992)

Druhý stupeň řízení motoriky představuje již zafixovaný pohybový stereotyp předváděný rychleji, automaticky a efektivněji bez větší námahy. Problémem je zafixovaný pohybový stereotyp změnit, neboť je řízen automaticky z podkorových center. na druhou stranu nám tento způsob kontroly zajišťuje správnou aktivaci a optimální provedení celého pohybu. (Janda V., Vávrová M., 1992)

V rámci metody SMS lze a je žádoucí využití různých pomůcek, jako kulové a válcové úseče, balanční sandály, točna, fitter, minitrampolína, balanční míče.

Mezi základní indikace patří nestabilní hlezno či koleno po úrazu, kde je SMS metodou první volby. Dále vadné držení těla, nedostatečně fixovaná pánev, idiopatická skolióza, poruchy hlubokého čítí, mozečkové a vestibulární léze. Své využití má i v rámci prevence pádů. Nutností je aktivní spolupráce pacienta. Zásadní kontraindikace popsány nejsou, není vhodné tuto metodu zařazovat u osob s absolutní absencí povrchového i hlubokého čítí a akutních bolestivých stavů.

V rámci facilitace proprioceptorů dochází k urychlení svalové kontrakce, zlepšení automatizace pohybových stereotypů a celkové koordinace. Cílem je cvičení ve vertikále, neboť vertikála je součástí přípravy posturálního systému a poloha ve stoji zajišťuje největší posturální labilitu. Před vlastním cvičení by mělo dojít k uvolnění periferních tkání a jejich normalizaci, následované stimulací exteroceptorů a mechanoceptorů. Je nutné dodržovat následující zásady cvičení:

- Postupování od distálních segmentů k proximálním, od chodidla směrem kraniálním
- Cvičit vždy na boso
- Necvičit přes bolest a přes únavu
- Postupovat od jednoduchých ke složitějším, nejprve osvojení cviku na stabilní ploše, poté až plocha labilní
- Škála různých cviků a jejich dostatečné opakování 10-20krát (Janda V., Vávrová M., 1992)

Korigovaný stoj, základní poloha metodiky, jehož součástí by měla být ideálně vědomá aktivace hlubokého stabilizačního systému, pánevního dna, zevních rotátorů kyčle a současné zlepšení mechaniky dýchání.

Malá noha představuje základní cvik, je součástí korigovaného stoje, jedná se o snahu zúžit a zkrátit chodidlo, tedy formovat příčné a podélné klenby aktivací hlubokých svalů nohy. Dochází ke zvýšení aferentace z plosky, zlepšení stability a aktivity posturálního systému, vzestupné svalové iradiaci a ovlivnění postavení vyšších segmentů. Významný vliv má také na chůzi a odpružení chodidla během kroku. Cvičení malé nohy je doporučováno začít v sedě dle schématu: pasivně, aktivně s dopomocí, aktivně. (Janda V., Vávrová M., 1992)

Postupovat by se mělo dle následujícího metodického plánu:

1. Korigovaný stoj

2. Návčik „malé nohy“
3. Postrky
4. Návčik stoje na 1 DK, trénování podřepu
5. Návčik stoje na úsečích
6. Návčik stoje na 1 DK
7. Přední půlkrok na zemi, na úseči
8. Zadní půlkrok na zemi, na úseči
9. Chůze vpřed na zemi, na úseči
10. Výpad na zemi, na úseči
11. Výskoky (na DK/DDK na zemi, na úseči) (Janda V., Vávrová M., 1992)

1.4 Poranění hlezenního kloubu ve sportu

Odborná literatura uvádí, že právě hlezenní kloub je jedním z nejčastěji zraněným kloubem. Zranění ve sportu jsou oproti jiným zraněním a úrazům založená na dobrovolné činnosti jedince. Vyšší riziko úrazu je podmíněno především nepřiměřenými nároky a neadekvátní aktivitou vzhledem ke schopnostem a aktuální míře trénovanosti. Sportovní aktivita neměla zatěžovat jednostranně některou část těla, nýbrž by měla působit na celé tělo rovnoměrně. Pokud to tak není a dochází k přetěžování určitých partií, je nutné zařadit příslušnou kompenzační aktivitu. (Martinková, 2013; Novotný, –)

Sportovní poranění jsou rozlišována na akutní a chronická. Akutní úraz vzniká poškozením tkáně v důsledku působení nepřiměřených sil, při extrémní zátěži, únavě. Dále se projevuje bolestí, otokem, zčervenáním a zvýšenou teplotou. Chronická poranění jsou charakteristická dlouhodobou bolestí, vznikají většinou v důsledku opakovaného dlouhodobého přetěžování organismu, již poškozených struktur, či tkání akutně postihnutých zánětem, dále z vysoké tréninkové intenzity, svalových dysbalancí, nepostačujícího odpočinku a v neposlední řadě z nedostatečného léčení akutního poškození. (Novotný, –)

Mezi nejčastější zranění nohy a hlezenního kloubu ve sportu řadíme postižení Achillovy šlachy, peritenditidy – zánětlivé postižení šlachových pochev, tendinopatie – degenerativní postižení šlachy, retrokalkaneární burzitidy, onemocnění a úrazy z přetížení, plantární fascitidy, stavy bolestivého přednoží, únavové zlomeniny a distorze hlezenního kloubu. (Martinková, 2013)

1.4.1 Distorze hlezenního kloubu

Martinková (2013) rozlišuje 3 stupně distorze dle rozsahu poškození vazů:

1. **Natažení vazů – distenze**, kdy struktura ligamenta a kloubní kapsuly narušena není, nacházíme zde mikrotraumata, která se hojí jizvou. Mezi hlavní příznaky řadíme otok, bolest.
2. **Částečné natržení – parciální ruptura**, struktura ligamenta a kloubního pouzdra je narušena. Hlavními příznaky je výrazná bolest, otok, případně hematoma.
3. **Kompletní ruptura** charakteristická úplným přetržením vazů, kloubního pouzdra, narušenou stabilitou a možným poškozením chrupavek. Pacient udává nemožnost došlapu, výraznou bolest, znatelný edém s hematomy.

Mechanismus

K úrazu a následnému poškození tkání dochází nejčastěji působením zevních sil, které přesáhnou limity pevnosti daných struktur. Mechanismus úrazu je nefyziologická poloha nohy působením sil, nejčastěji nášlapem na zevní stranu a tím poranění příslušných vazů (lig. talofibulare anterior a fibulocalcaneare). Často dochází k bagatelizaci úrazu, nedostatečnému ošetření a léčbě, následovaným vznikem nestability a dalších potíží, jako degenerace kloubních chrupavek, bolesti až omezení sportovní aktivity. (Martinková, 2013)

V 85 % distorzí se jedná o poranění laterálních kolaterálních ligament, která jsou nevíce ohrožena. (Bartlett, a další, 2012) Roli hraje především anatomické postavení a nižší odolnost vazů ve srovnání s komplexem mediálním. Mechanismus poranění laterálního komplexu je inverzní postavení nohy ve spojení s plantární flexí. (Kotranyiová, 2007; Hrazdíra, a další, 2008)

Následky

V důsledku závažného poškození laterálního systému vazů hrozí riziko vzniku laterální instability hlezna, která se projevuje bolestí, pocitem nestability a vyšším rizikem opakovaní distorzí. (Kotranyiová, 2007) Bartlett (2012) uvádí, že při poranění laterálních vazů trpí recidivami 20-75 % sportovců, 25 % trpí více než dvěma distorzemi v jedné sezóně.

Dalším následkem vyplývajícím z poranění struktur je snížení aferentace, tedy dostředivého přenosu informací z periferie. Ztráta nebo snížení aferentních informací výrazně ovlivňuje zpracování řídicí jednotky (CNS) a tím jednotku výkonnou. Výrazně je tedy ovlivněna posturální kontrola, kloubní funkce a celkový motorický výkon. (Bartlett, 2012)

Léčba a prevence

Základním léčebným procesem je imobilizace končetiny dle stupně poškození a fyzioterapii, doplněna může být o medikamentózní léčbu. Následuje důkladná rehabilitace a postupný návrat do plné zátěže. Opakovaným distorzím lze zabránit aktivní kloubní stabilizací s využitím propioceptivního / senzomotorického / neuromuskulárního tréninku, jež využívá balančního cvičení na nestabilního povrchu a labilních ploch v kombinaci se silovým tréninkem, skoky apod. Chirurgické řešení je indikováno u velmi nestabilních kloubů a vrcholových sportovců. (Martinková, 2013; Steib, Pfeifer, 2015)

Prevence úrazů spočívá především v odstranění již výše zmíněných příčin úrazů. Mezi základní preventivní opatření řadíme:

- Zajištění bezpečného prostoru pro daný sport, odstranění nebezpečných předmětů
- Dobrý zdravotní stav sportovce
- Přiměřené dávkování zátěže
- Odstranění únavy, dostatečná regenerace
- Navýšení odolnosti zatěžovaných struktur (posilovací a protahovací cviky)
- Eliminace dopingu
- Dodržování pravidel daného sportu
- Správné použití náradí, volba vhodných a funkčních pomůcek, bandáže, ortézy, tejpů (Novotný, –)

Fiolkowski a Bauer (1997) také zmiňují význam správného rozložení tělesné hmotnosti v ose chodidla, tedy vyhnutí se nadměrnému pronačnímu či supinačnímu postavení nohy. Při stoupajícím zatížení přední části chodidla roste aktivita lýtkových svalů a zvyšuje se tah Achillovy šlachy.

Chronická nestabilita hlezna

Chronická nestabilita hlezna (často označována jako CAI) se dle literatury rozděluje na mechanickou a funkční. Mechanická nestabilita je spojena s vyšším kloubním rozsahem, vlivem zvýšené flexibility, způsobené natažením vazů, snížením jejich tuhosti nebo zvýšení poddajnosti. (Bartlett, a další, 2012)

Takzvaný *giving way* (podklesnutí) je charakteristickým příznakem nestability funkční, která se dále vyznačuje sníženou proprioceptivní zpětnou vazbou, svalovou silou a neuromuskulární až posturální kontrolou. (Bartlett, a další, 2012)

Zranění ve sportovní gymnastice a teamgymu

Síla, flexibilita a ladnost jsou jedny ze základních požadavků pro gymnastiku. (Hart, a další, 2018) Závodní gymnastika se vyznačuje vyšší incidencí zranění oproti gymnastice rekreační. Také ve srovnání s tréninkem dochází k více zranění během soutěží. Nejčastějším zraněním je distorze hlezna (téměř 30 % všech zranění) následovaná poraněním kolene. Studie zabývající se mírou zranění v rámci několika forem gymnastiky a také teamgymu uvádí škálu širokou 1,08 až 50,3 zranění na 1000 hodin tréninku. (Hodnoty jsou variabilní v rámci věku, času a úrovně, pro teamgym tato studie uvedla hodnotu 50,3 zranění na 1000 tréninkových hodin.) (Hart, a další, 2018)

K výronům hlezna dochází převážně během odrazu a dopadu, nejčastěji právě v rámci akrobatických prvků jako jsou přemety a salta, kdy gymnasta musí vynaložit extrémní energii a úsilí k zvládnutí cviků, které jsou charakteristické vysokou rychlostí a dynamikou. Rizikové inverzní nebo everzní postavení nohy může nastat při sestupu z dopadové žíněčky či doskoku na šev, dále riziko náhlého zranění stoupá s obtížností prvků a s výkonnostním stupněm gymnasty. (Hart, a další, 2018) Lindner (1990) naopak uvádí, že zvýšené riziko je při prvcích základní a střední obtížnosti a ve vzniku zranění hraje roli ztráta koncentrace gymnasty. Nebezpečným faktorem je tedy i dlouhodobé setrvání na jednom nářadí. Proprioceptivní trénink, správné použití žíněnek či tejpování jsou významným prvkem v rámci prevence v gymnastice (Harringe et al., 2006; Hart et al., 2018)

1.5 Teamgym

Teamgym představuje relativně novou moderní gymnastickou disciplínu původem ze Skandinávie. Dříve byl znám pod pojmem Euroteam a pro svůj původ také označován jako „severský trojboj“. na evropském poli byl oficiálně představen roku 1994 a v současné době se dynamicky rozvíjí nejen v Evropě. Teamgym je v současné době neolympijským sportem, kde nejvyšší soutěží je mistrovství Evropy. (Křištofič, 2009)

Jak vyplývá z názvu, soutěží se v družstvu o počtu 8-10 závodníků. Družstva mohou být smíšená nebo pouze muži či ženy. v rámci teamgymu se soutěží na 3 disciplínách (pohybová skladba, akrobacie, trampolína) a oproti individuální sportovní gymnastice cvičí muži i ženy na nářadích stejných. Nejen divácká atraktivita je navíc doplněna hudebním doprovodem na všech třech nářadích. (Harringe et al., 2006; Křištofič, 2009)

Pohybová skladba je společnou disciplínou pro všechny členy týmu. Úkolem je předvést sestavu trvající 2,5 až 3 minuty, která obsahuje veškeré náležitosti popsané v pravidlech. Jedná se o různé akrobatické a gymnastické skoky a prvky, balanční prvek a jiné. Tým také musí projít několika formacemi, využít celou plochu (14x20m) a všech směrů a předvést rytmickou sekvenci s jasnou změnou tempa. Ve srovnání se sportovní gymnastikou se cvičí na neodpruženém koberci. Hodnotí se nejen splnění daných požadavků, obtížnost předvedených prvků ale také synchronizace a estetika celé sestavy. Akrobacie neboli tumbel je pružný akrobatický pás, na kterém musí vybraných 6 cvičenců předvést celkem 3 různé akrobatické řady, přičemž každá řada je složena z nejméně tří prvků v časovém limitu 2:45 min. První série je společná pro všechny cvičence, ve druhé a třetí řadě jsou gymnasté seřazeny dle individuální výkonosti a série postupně graduje. Charakteristické je proudové cvičení, kdy musí být v pohybu vždy nejméně dva závodníci současně, které na cvičence vyvíjí „tlak“. Celé představení je za hudebního doprovodu. Pravidla a princip cvičení na malé trampolíně je obdobný cvičení na tumbelu. Závodníci opět předvádí 3 série skoků, první společnou pro všech 6 cvičenců, další 2 různé. Navíc alespoň jedna série musí být předvedena přes gymnastický stůl. Vše opět dynamicky proudově, za doprovodu hudby. (Křištofič, 2009)

Teamgym stejně jako jiné gymnastické sporty vyžaduje individuální schopnosti a dovednosti jako je obratnost, koordinace. (Křištofič, 2009; Sjöstrand & Lemmetty, 2022)

CÍLE PRÁCE A HYPOTÉZY

1.6 Cíl práce

Hlavním cílem práce je zjistit efektivitu intenzivního krátkodobého terapeutického plánu založeného na metodě senzomotorické stimulace u vybraných gymnastek s problémy hlezenního kloubu v anamnéze.

Dílčí cíle jsou:

1. Změřit a porovnat rozložení tlaku ve stoji během tréninkové přípravy bez terapeutické intervence a po terapeutické intervenci.
2. Změřit a porovnat délku trajektorie COP při bipedálním stoji (Romberg I) a ve stoji na jedné dolní končetině před a po terapeutické intervenci.
3. Změřit a porovnat normalizované střední dosažené vzdálenosti Y-balance testu bez terapeutické intervence a po terapeutické intervenci. Zhodnotit symetrii dosažených vzdáleností v YBT.
4. Zhodnotit efektivitu terapie ze stran gymnastek.

1.7 Hypotézy¹

Pro účely této bakalářské práce byly vytvořeny následující nulové hypotézy:

H1₀: Mezi prvním a druhým, tj. v kontrolním měření nenastanou významné změny v rozložení váhy při Rombergově stoji I.

H2₀: Mezi druhým a třetím, tj. v experimentálním měření nenastanou významné změny v rozložení váhy při Rombergově stoji I.

H3₀: Celková trajektorie COP ve stoji v kontrolní skupině měření (v časovém období bez terapeutického zásahu) významně nezmění.

H4₀: Celková trajektorie COP ve stoji na DKK se v časovém období s terapeutickým zásahem významně nezmění.

H5₀: Celková trajektorie COP ve stoji na PDK se v časovém období s terapeutickým zásahem významně nezmění.

H6₀: Celková trajektorie COP ve stoji na LDK se v časovém období s terapeutickým zásahem významně nezmění.

H7₀: Střední dosahová vzdálenost se v rámci kontrolního měření YBT ve všech směrech významně nezmění.

H8₀: Střední dosahová hodnota se v rámci experimentálního měření YBT na pravé noze významně nezmění.

H9₀: Střední dosahová hodnota se v rámci experimentálního měření YBT na levé noze významně nezmění.

¹ Nulové hypotézy jsou označeny ve výčtu hypotéz indexem 0, dále jsou pro lepší přehlednost v práci označovány bez indexu.

PRAKTICKÁ ČÁST

1.8 Metodika

1.8.1 Výzkumný soubor

Pro účely tohoto projektu byly osloveny dívky teamgymového klubu TJ Bohemians Praha, který má aktuálně kolem 18 aktivních cvičenek. Středem našeho zájmu byly gymnastky, které mají, nebo v minulosti měly problém či vážnější úraz s hlezenním kloubem. Dívky a jejich zákonní zástupci byli seznámeni s designem projektu a byla jim nabídnuta možnost zúčastnit se. Zákonným zástupcům a plnoletým dívkám byl předložen k podpisu informovaný souhlas. Studie byla realizována se souhlasem Etické komise 3. lékařské fakulty Univerzity Karlovy v Praze.

1.8.2 Popis a organizace studie

Cílem tohoto projektu je ověřit efektivitu metody senzomotorické stimulace v rámci léčby a prevence nestability hlezenního kloubu u gymnastek. Účastníci studie budou celkem 3x pozváni do ordinace, před začátkem a na konci terapeutického programu. Cílem práce je shrnout dosavadní poznatky o chronické nestabilitě hlezna a aplikovat třítydenní terapeutický plán a ověřit jeho efektivitu.

Ve studii budou účastníci uvádět tyto základní osobní údaje (věk, pohlaví, výška, váha, velikost obuvi, dominance končetin) a informace o obtížích. Vyšetření bude trvat přibližně 20-30 minut. Vyšetřující bude věnovat pozornost celkové kondici a v případě potřeby dobu vyšetření přizpůsobí. Během vyšetření budou probandi požádáni o spolupráci v rámci řízeného rozhovoru zaměřeného na anamnestické údaje.

Design studie, příprava a provedení výběru

Výzkumná studie, kde experimentální skupina bude zároveň sloužit jako skupina kontrolní. Nutnou podmínku je zpracování základních demografických údajů. Hodnocení stability bude prováděno pomocí různých typů testů.

Kritéria pro zařazení:

- Pohlaví (žena), věk (15-30 let), aktivní členka teamgymového oddílu, závodící v juniorské či seniorské kategorii
- Nyní bez potíží a poranění kolena nebo kyčle, které by omezovalo funkci

- Alespoň 1x významné podvrtnutí (s následnou imobilizací) v anamnéze/aktuální bolest, subjektivní pociťování nestability
- Motivace a svědomitý přístup k terapii

Vylučující kritéria

- Akutní zranění, úraz DK, který by omezoval funkci, faktory narušující mobilitu (např. mozková příhoda, těhotenství, zlomeniny...), vážná ortopedická dysfunkce, snížené kognitivní funkce komplikující vyšetření a následnou terapii

Vyšetření a základní údaje:

U všech gymnastek byl proveden vstupní řízený rozhovor, kde byly sledovány potřebné anamnestické údaje, laterální končetin, základní antropometrické ukazatele a aktuální zdravotní stav. Pro zhodnocení stability hlezna budou použity tyto validizované testy:

- Přední zásuvkový test dle Koláře (2009) – hodnocení stavu ATFL
- Měření posturální stability pomocí tlakové desky Footscan®
- Y-balance test

Měření bude celkem provedeno třikrát. Změna mezi 1. a 2. měřením je považována a označována za kontrolní měření (KM), rozdíl mezi 2. a 3. měřením je hlavním předmětem našeho výzkumu, ukazatelem efektivity intervenčního programu a je označen jako měření experimentální (EM). Testování bude prováděno pod dohledem nezávislého studenta 3. ročníku oboru fyzioterapie.

Rizika

Tento výzkumný projekt s sebou nenese žádná rizika. Budou použity standardní vyšetřovací i terapeutické postupy. Vyšetření a terapii bude vést studentka 3. ročníku oboru fyzioterapie pod dohledem kvalifikovaného fyzioterapeuta.

Důvěrnost

Zavazujeme se, že bude s osobními daty, stejně tak jako s výsledky projektu nakládat s nejvyšší důvěrností a anonymitou, podle „Zákona o ochraně osobních údajů“. Výsledky studie mohou být veřejně publikovány, avšak bez uvedení identity.

Přínos pro účastníky

Očekávaným přínosem pro gymnastky je zlepšení stability a celkového držení těla, snížení bolesti a prevence dalších zranění.

Účast na studii

Účast na studii je zcela dobrovolná, účastník může kdykoliv bez udání důvodu od studie odstoupit. v případě nedodržení výzkumného protokolu může být účastník bez jeho souhlasu ze studie vyloučen.

Provedení měření

Testování ligamentózního aparátu může být prováděno vsedě, s nohou volně visící z lehátka (Kolář, 2009) nebo vleže na zádech. Koleno je v 90° flexi pro zvýšení svalové relaxace a laxacity vaziva. (Larkins, a další, 2020) pro testování ATFL, ligamenta talofibulare anterius, je potřeba zachovat plantární flexi 10-20°, kdy je vaz v největším napětí. Pokud bychom testovali v dorsální flexi, test je zaměřen na CFL (ligamentum calcaneofibulare. Síla provádění testu musí být nízká, neboť působení větší silou vede ke svalové aktivaci a kontrakci, která má ochrannou funkci kloubních struktur. (Kolář, 2009; Larkins, a další, 2020) Vyšetření v rámci výzkumu bude prováděno vsedě se zaměřením na nejčastěji poraněné lig. talofibulare anterius (ATFL)

Footscan® (dále jen Footscan) od belgické firmy RSscan International je snímací deska, která je používána k zaznamenání a analýze rozložení tlaků a sil na podložku během statického i dynamického zatížení. Používá se při analýze stoje a chůze, mimo jiné dokáže graficky zobrazit tlakové zatížení chodidla na odpovídající barevné škále, dále osu chodidla, vypočítat výchylky a celkovou trajektorii *centre of pressure* (COP), velikost kontaktní plochy a další. Snímací deska je připojena pomocí USB rozhraní k PC, kde jsou data analytickým softwarem přímo zpracována. (Neznámý, 2012)

Jak bylo uvedeno výše, jeden ze sledovaných parametrů je COP, definován jako působíště vektoru reakčních sil, respektive výslednice sil působících na podložku. Hodnota COP, případně jeho trajektorie je určena pomocí silových senzorů v desce silové, případně vypočítáno z momentálního rozložení tlaku na desce tlakové. (Neznámý, 2012) Dle studie zabývající se vlivem změny citlivosti chodidla, dochází při zmenšení aferentace ke změně svalových vzorů a k přesunu COP do míst s větší citlivostí (Nurse , a další, 2001)

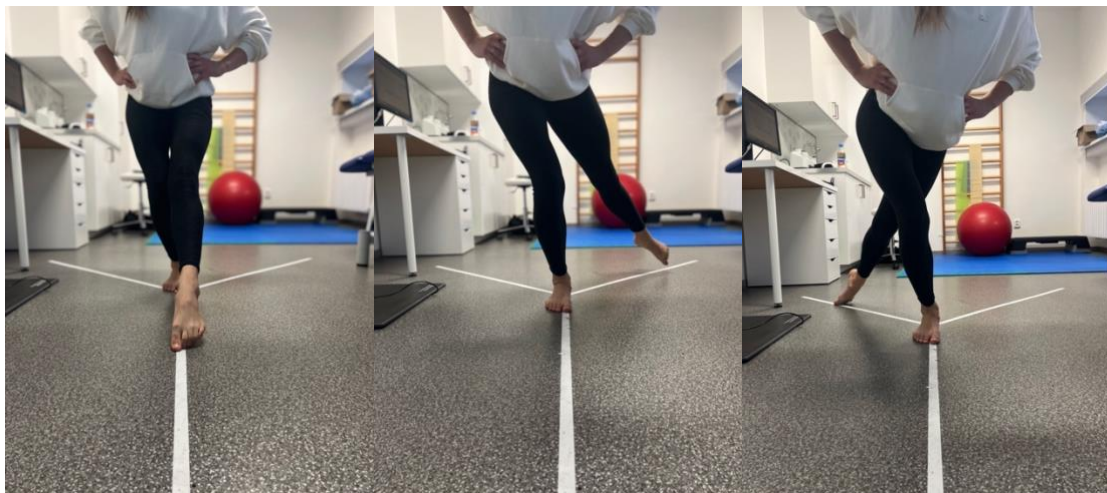
Y-balance test (YBT) je nástroj využívaný k posouzení dynamické rovnováhy, který vyžaduje sílu, flexibilitu a dostatečnou propriocepci. Byl odvozen ze SEBT testu (The Star Excursion Balance Test), oproti kterému se testují pouze tři směry.

Před vlastním měřením bylo nejprve potřeba na rovnou podlahu nalepit pásku, respektive tři pásky s měřicí stupnicí do tvaru písmene Y, úhly mezi jednotlivými páskami byly 135°, 135° a 90°. Měření bylo prováděno na přesnost 5 milimetrů. Testování probíhalo dle testovacího protokolu (Plisky, a další, 2009) vždy ve stejném pořadí. Instrukce a hodnocení provedení testu bylo prováděno stejnou osobou (tj. nezávislým studentem 3. ročníku/hlavním řešitelem projektu). Gymnastka na základě instrukcí zaujala výchozí polohu na startovní čáře nejkrajnějším bodem přední či zadní hrany chodidla (v závislosti na testovaném směru).

Testování probíhalo vždy v následujícím pořadí:

- Stoj na pravé noze, dosah levou nohou ve směru předním (ANT)
- Stoj na levé noze, dosah pravou nohou ve směru předním (ANT)
- Stoj na pravé noze, dosah levou nohou ve směru posteromediálním (PM)
- Stoj na levé noze, dosah pravou nohou ve směru posteromediálním (PM)
- Stoj na pravé noze, dosah levou nohou ve směru posterolaterálním (PL)
- Stoj na levé noze, dosah pravou nohou ve směru posterolaterálním (PL)

(Plisky, a další, 2009)



Obrázek 1 Y-balance test a testované směry

Popis zleva: YBT PDK, směr přední (ANT), posteromediální (PM), posterolaterální (PL)

Zdroj: vlastní archiv autorky

Za neplatné pokusy považujeme, pokud proband: zavrával a neudržel rovnováhu/ neudržel kontakt stojné nohy s podložkou/ využil opory o dosahovou končetinu/ nenavrátil se do výchozí pozice na stojné končetině. Neúspěšné pokusy byly vyřazeny a opakovány. Jednotlivec vždy provedl 3 úspěšné sáhy. Pokud nebylo dosaženo 3 úspěšných sáhů v maximálně šesti pokusech v daném směru, proband v tomto směru selhal. Platné pokusy byly zaznamenány a byla spočítána střední dosahová vzdálenost pomocí vzorce:

$$\text{Střední dosahová vzdálenost} = \frac{\text{vzdálenost 1} + \text{vzdálenost 2} + \text{vzdálenost 3}}{3}$$

Následně byla provedena normalizace dosahové vzdálenosti na délku končetiny pro každého jednotlivce, výsledná vzdálenost je označena za relativní či normativní střední vzdálenost.

$$\text{Relativní střední vzdálenost} = \frac{\text{střední dosahová vzdálenost}}{\text{délka končetiny}} \times 100$$

(Stoddard, et al., 2022)

Na konci druhého měření byly gymnastky edukovány a instruovány. Byl jim představen zásobník cviků a metodický postup proprioceptivního cvičení dle senzomotorické stimulace. Před vlastním cvičením byla dívkám ukázána stimulace plosky míčkem, nespecifické mobilizace kloubů a cviky na aktivaci svalů nožní klenby. Gymnastky mohly využít vlastní balanční pomůcky, případně pomůcky v gymnastické tělocvičně. Gymnastkám byl také poskytnut edukační materiál a natočena videa pro lepší přehlednost. Cvičení se měly dívky věnovat alespoň 5krát týdně po dobu tří týdnů a individuálně zvyšovat náročnost cviků dle subjektivních pocitů a náročnosti cvičení. Gymnastkám byla nabídnuta možnost osobní individuální konzultace. Po třech týdnech proběhlo třetí, závěrečné měření.

1.8.3 Analýza dat

Získaná data byla zaznamenána a analyzována pomocí softwaru MS Excel. Před analýzou byla zkoumána distribuce normálního rozdělení pomocí Shapiro-Wilkova testu. Nulová hypotéza pro Shapiro-Wilkův test zní, že data pochází z normálního rozdělení. Hypotéza H1 říká, že data nepochází z normálního rozdělení. Pokud p-hodnota

bude nabývat nižších hodnot než stanovená hladina významnosti ($\alpha = 0,05$), existuje důkaz, že data nepochází z normálního rozdělení, nulová hypotéza je zamítnuta a přijímáme hypotézu H_1 . (van den Berg, 2022) Předpokladem pro použití parametrického testu je splněná podmínka normality dat. V případě zamítnutí normálního rozložení bude použit neparametrický Wilcoxonův párový test.

Data se vyznačovala normálním rozdělením a pro porovnání jednotlivých měření byl použit parametrický párový t-test. V práci je také použita základní popisná statistika (aritmetický průměr, směrodatná odchylka). Hladina statistické významnosti byla stanovena v souladu s obecnými zvyklostmi na úrovni $p = 0,05$ pro všechny testy. Statisticky signifikantní rozdíly sledujeme, pokud $p < 0,05$.

1.9 Výsledky

1.9.1 Charakteristika výzkumného souboru

Pro účely tohoto výzkumu byly osloveny aktivní gymnastky z teamgymového klubu TJ Bohemians Praha, který má aktuálně kolem 18 aktivních cvičenek. Dvanáct gymnastek se subjektivním pocitem nestability hlezna či vážným výronem hlezenního kloubu v anamnéze se dobrovolně rozhodlo zapojit do výzkumu, 4 gymnastky však nakonec plánovanou účast zrušily z důvodu studijního pobytu v zahraničí nebo časové vytíženosti. Jedna gymnastka měření nedokončila. Základní popis souboru je pro přehlednost uveden v Tabulce 1.

Výzkum byl prováděn na gymnastkách (ženách) mezi 15.-26. rokem. Z plánovaných 12 účastnic měření dokončilo 7 ($19,3 \pm 3,7$ let). Průměrná výška $164 \pm 4,4$ cm, váha $60,7 \pm 6,1$ kg a BMI $22,6 \pm 1,7$ kg/m². Dvě dívky (probandka 1 a 6) uvedly aktuální bilaterální potíže, jiné dvě dívky (gymnastka 4 a 7) uvádí bilaterální problémy v anamnéze. Zbývající gymnastky (2, 3 a 5) aktuálně trpí jednostrannými obtížemi. Z tabulky 1 je patrné, že 100 % sportovkyň má, nebo mělo problém s levým hlezenním kloubem. Veškeré testování bylo provedeno bilaterálně.

Funkční (relativní) délka končetin byla měřena dle odborné literatury vleže na zádech od spina iliaca anterior superior po malleolus medialis. (Haladová, a další, 2011) U 3 gymnastek ze 7 byla naměřena symetrická délka končetin, 3 gymnastky mají rozdíl délek končetin do 1 cm, u 1 dívky (č. 3) byl rozdíl 1,5 cm.

Dřívější rehabilitaci absolvovaly gymnastky 1, 4 a 6. Hormonální antikoncepci užívá pouze dívka číslo 6.

Tabulka 1 Charakteristika zkoumaného souboru

	věk	váha (kg)	výška (cm)	obuv (EUR)	potíže	dominance	délka PDK	délka LDK
1	26	72	170	39	P, méně L	P	90	90
2	22	65	163	38	L	P	89	89
3	18	59	163	38	L	L	89,5	88
4	15	52	157	37	P, dříve L	P	82	81
5	17	55	163	39	L	P	87	86,5
6	18	62	164	39	L, méně P	P	89	88
7	22	60	171	38	L, dříve P	L	92	92

1.9.2 Výsledky měření a test hypotéz

Byla provedena experimentální studie, která se zabývala vlivem senzomotorického cvičení u gymnastek s instabilitou hlezna. Měření probíhalo v ordinaci Ústavu Preventivního a Sportovního Lékařství v Praze.

V rámci výzkumu nebylo možné vytvořit skupinu kontrolní, pro naše potřeby jsme tedy provedli dvakrát testování před zahájením programu. Statistické testování rozdílů mezi experimentálním a kontrolním měřením.

Manuální zásuvkový test

Přední zásuvkový test k posouzení vazivového aparátu ligamenta talofibulare anterius (ATFL) prokázal zvýšenou laxacitu vaziva na levé noze v bilaterálním porovnání. Vzhledem k charakteristice souboru, byl test vyhodnocen v porovnání s druhostrannou končetinou, ve všech případech byl levostranný hlezenní kloub volnější.

Porovnávání rozložení hmotnosti při normálním stoji

Zavádím následující nulové hypotézy:

H1: Mezi prvním a druhým, tj. v kontrolním měření, nenastanou významné změny v rozložení váhy ve stoji Romberg I.

H2 Mezi druhým a třetím, tj. v experimentálním měření, nenastanou významné změny v rozložení váhy ve stoji Romberg I.

Průměrné rozložení váhy bylo při normálním vzpřímeném stoji na tlakové desce rozloženo následovně: během 1. a 2. měření byly hodnoty levé ku pravé dolní končetině po zaokrouhlení rovny 47:53 % tělesné hmotnosti. Závěrečné měření po terapeutické intervenci vykazuje posun o 1 % směrem k levé polovině těla, tedy hodnotu 48:52 %. pro přehlednost jsou hodnoty uvedeny v Tabulce 2

Tabulka 2 Průměrné rozložení váhy při stoji na obou DKK

	LDK (%)	PDK (%)
1. měření	47	53
2. měření	47	53
3. měření	48	52

Podmínka normality rozdělení byla ověřena pomocí Shapiro-Wilkova testu. P-hodnota ($p = 0,803$) je větší než hladina významnosti $\alpha = 0,05$, přijímáme tedy alternativní hypotézu o normalitě rozdělení a k analýze využíváme **párový t-test**.

Výsledky pro H1, H2:

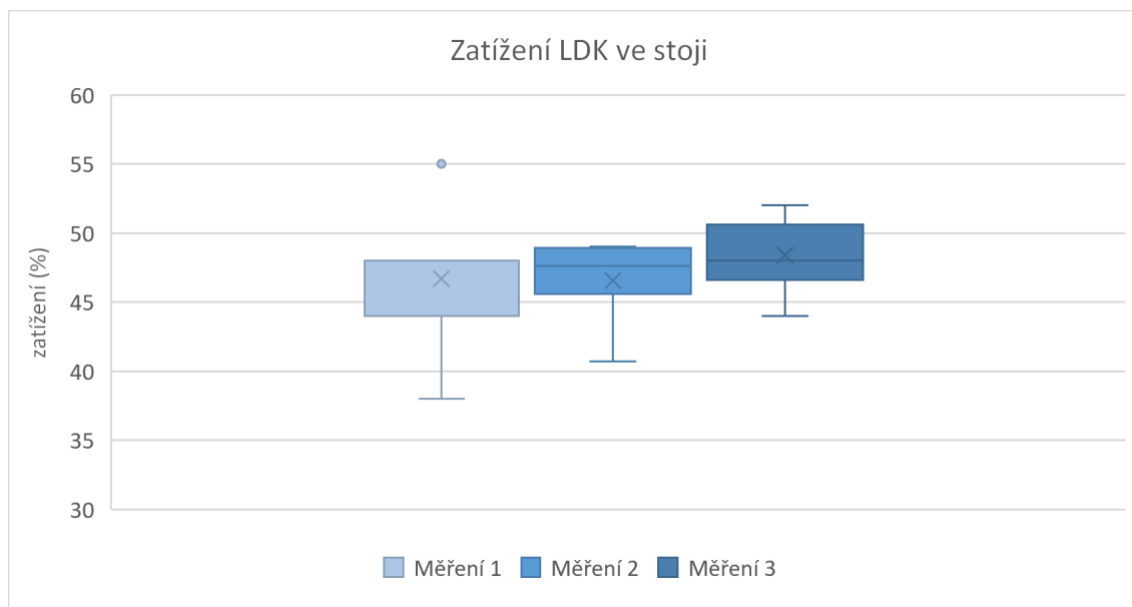
V kontrolním měření vyšly hodnoty změny zatížení pro obě dolní končetiny větší než hladina významnosti ($p = 0,9389$, a $p = 0,9793$). Mezi soubory dat není statisticky významný rozdíl., **nulovou hypotézu H1 nelze zamítnout**.

Při analýze experimentálního měření vyšla p-hodnota pro LDK $p = 0,0420$ a pro PDK $p = 0,0496$. Obě tyto hodnoty splňují podmínku $p < 0,05$. Mezi soubory dat je statisticky významný rozdíl. **Nulovou hypotézu H2 tedy zamítám a přijímám alternativní hypotézu H2**, že terapeutická intervence měla pozitivní efekt na změnu rozložení váhy při Rombergově stoji I.

Tabulka 3 Výsledné p-hodnoty měření rozložení váhy během normálního stoje

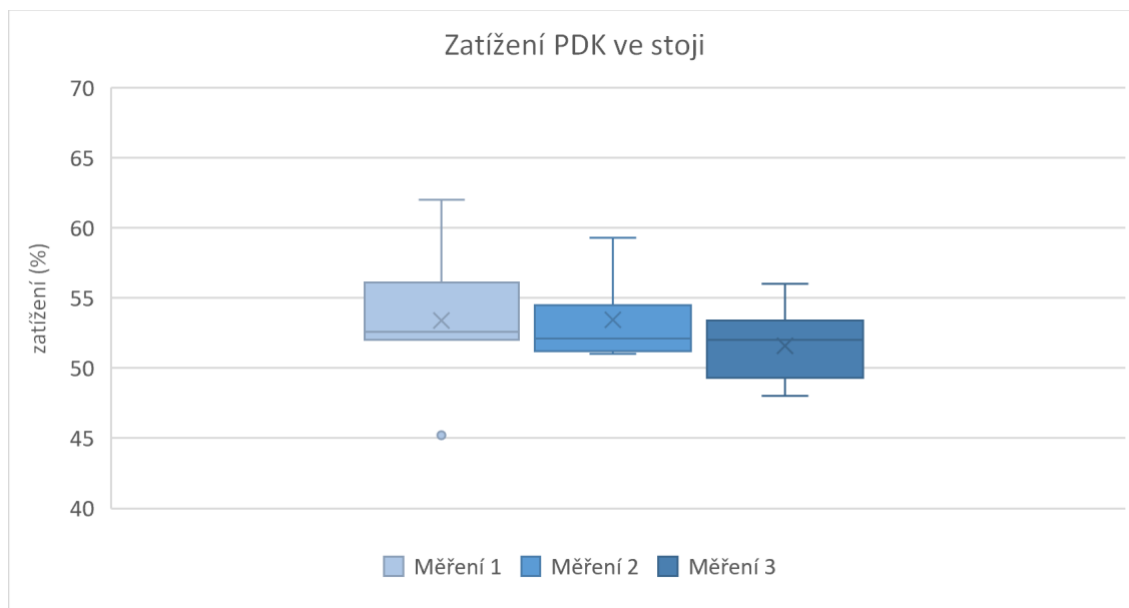
	LDK	PDK
Kontrolní měření	0,9389	0,9793
Experimentální měření	0,0420	0,0496

Změnu zatížení levé dolní končetiny v průběhu celého výzkumu při stoji na obou končetinách znázorňuje Graf 1.



Graf 1 Zatížení LDK ve stoji v průběhu studie

Pro kontrolu a přehlednost rozložení váhy uvádím i graf zatížení pravé dolní končetiny. (Graf 2)



Graf 2 Zatížení PDK ve stoji v průběhu studie

Porovnání celkové trajektorie COP při normálním stoji

Trajektorie COP (působíště vektoru reakční síly) byla zaznamenána v rámci vyšetření na tlakové desce Footscan. Probandovým úkolem bylo 1 minutu vzpřímeně stát na obou dolních končetinách, hledět přímo před sebe, s rukami volně podél těla. Obdobné testování bylo následně provedeno ve stoji na pravé a poté na levé dolní končetině. Testování na jedné končetině trvalo 30 sekund.

V tabulce 4 jsou zaznamenány průměrné hodnoty celkové trajektorie COP v milimetrech pro všechna tři měření. Průměrná délka trajektorie COP pro Rombergův stoj I při vstupním měření byla 153 ± 92 mm, během kontrolního měření se hodnota zvýšila na 180 ± 70 mm. Po cvičení byla zaznamenána hodnota 175 ± 86 mm. Průměrná délka trajektorie COP pro stoj na PDK při vstupním měření byla 407 ± 210 mm, během kontrolního měření se hodnota zvýšila na 424 ± 132 mm. Po cvičení byla zaznamenána hodnota 399 ± 51 mm. Průměrná délka trajektorie COP pro stoj na LDK při vstupním měření byla 431 ± 143 mm, během kontrolního měření se hodnota zvýšila na 466 ± 98 mm. Po cvičení byla zaznamenána hodnota 367 ± 52 mm.

V rámci kontrolního skupiny, tedy mezi prvním a druhým měřením evidujeme nárůst hodnot. Mezi měřeními druhým a třetím naopak mírný pokles ve všech sledovaných typech stoje.

Tabulka 4 Průměrná celková trajektorie COP při stoji na obou DKK, na PDK a na LDK

	DKK	PDK	LDK
1. měření	153 ± 92	407 ± 210	431 ± 143
2. měření	180 ± 70	424 ± 132	466 ± 98
3. měření	175 ± 86	399 ± 51	376 ± 52

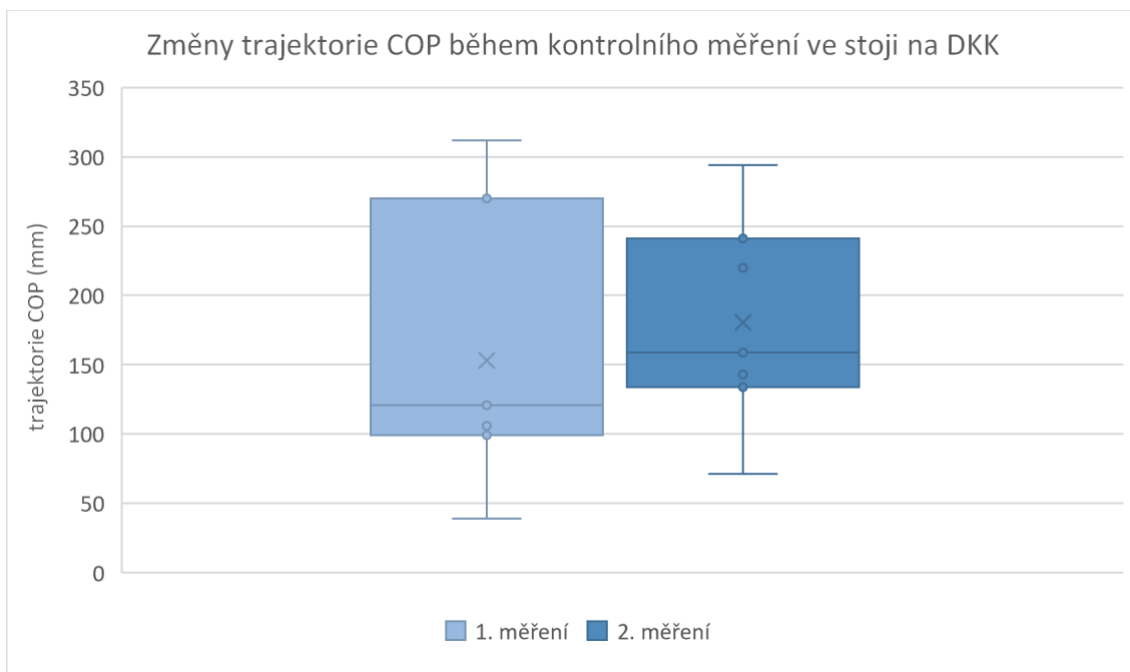
Legenda: Průměrná hodnota trajektorie COP (mm) ± směrodatná odchylka (mm)

Pro testování normálního rozdělení byl použit Shapiro-Wilk test. Tento test prokázal, že všechny hodnoty se vyznačují normalitou rozdělení, proto jsme pro testování použili parametrický párový t-test v softwaru MS Excel.

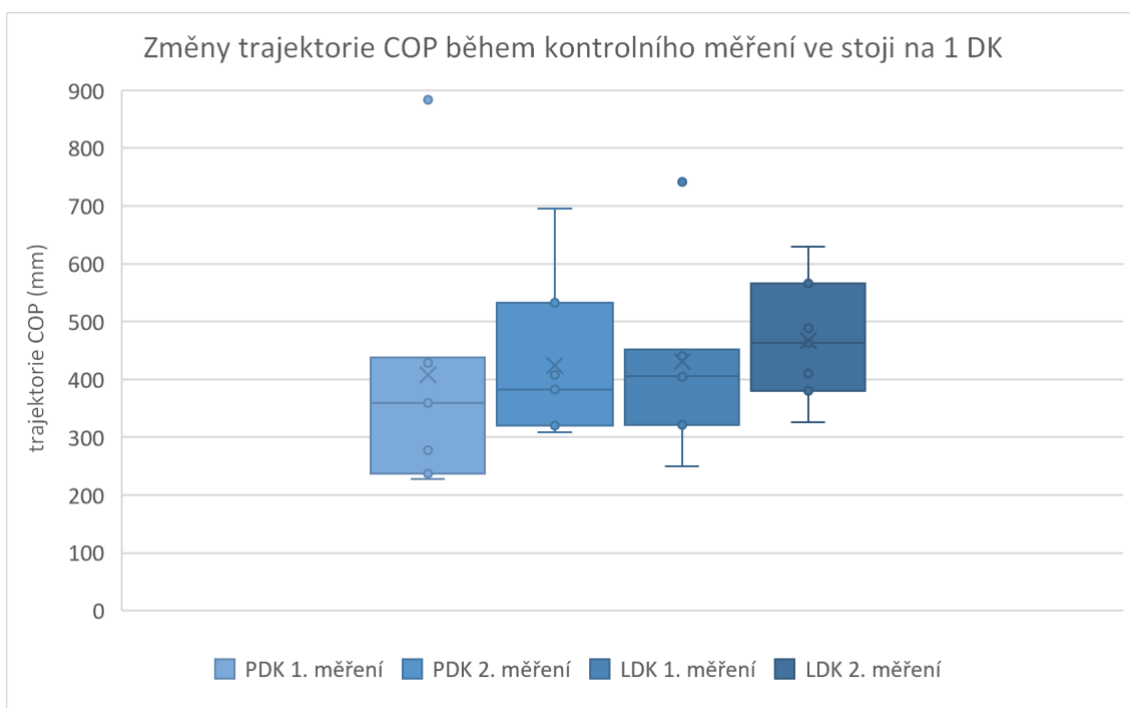
Zavádím hypotézu **H3**: Celková trajektorie COP ve stoji v kontrolní skupině měření významně nezmění.

Výsledky pro H3: během kontrolního měření nedošlo k signifikantní změně v žádném ze sledovaných parametrů. P-hodnota pro stoj na obou dolních končetinách byla stanovena jako $p = 0,155$. Hodnoty pro stoj na pravé a levé noze jsou rovny $p = 0,798$ a $p = 0,464$ a jsou větší než stanovená hladina významnosti, **nulovou hypotézu H3 nelze zamítnout**.

Pokud bychom však sledovali maximální hodnotu pro jednotlivé typy stoje, z grafu je patrné poklesnutí těchto hodnot. Průměrná délka trajektorie COP se však mezi 1. a 2. měřením navýšila ve stoji na obou i jedné končetině.



Graf 3 Změny trajektorie COP během kontrolního měření ve stoji na DKK



Graf 4 Změny trajektorie COP během kontrolního měření ve stoji na 1 DK

V rámci experimentálního měření a sledovaného parametru celkové trajektorie COP po terapeutické intervenci zavádím následující nulové hypotézy H4-H6:

H4: Celková trajektorie COP ve stoji Romberg I se vlivem cvičení významně nezmění.

H5: Celková trajektorie COP ve stoji na PDK se vlivem cvičení významně nezmění.

H6: Celková trajektorie COP ve stoji na LDK vlivem cvičení významně nezmění.

Výsledky po terapeutické intervenci:

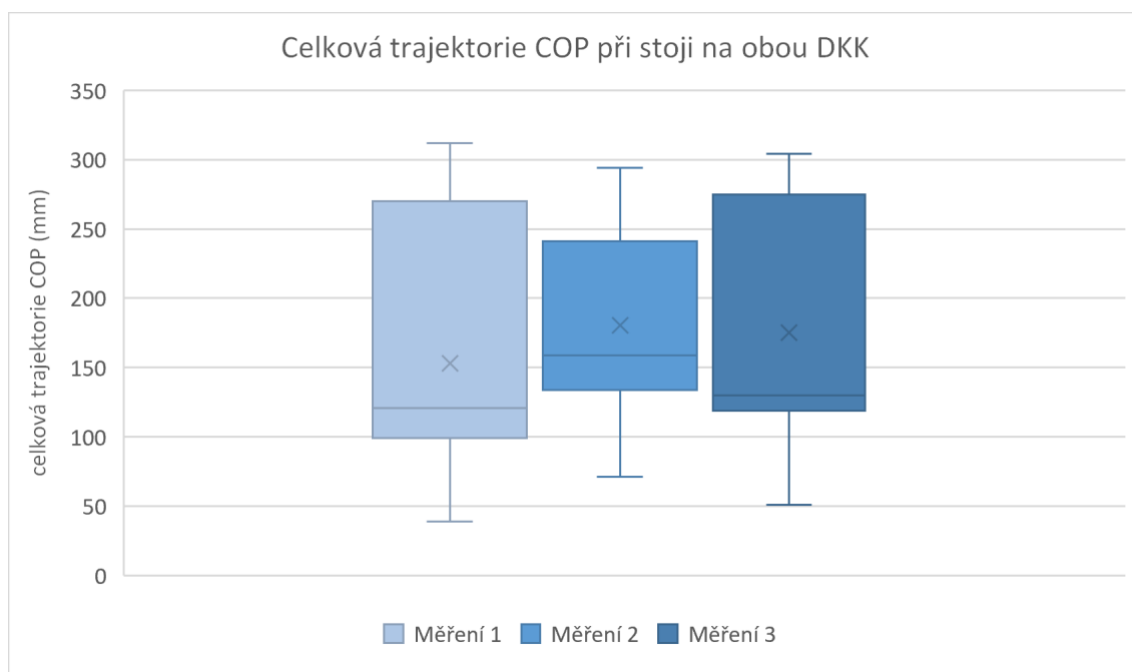
Po terapeutické intervenci jsme zaznamenali signifikantní změnu během stoje na LDK ($p = 0,04797$), ve stoji na obou DKK a ve stoji na PDK k žádné významné změně nedošlo. Signifikantní změny jsou pro lepší přehlednost zvýrazněny (Tabulka 5).

Tabulka 5 p hodnoty pro sledování změny celkové trajektorie COP před a po terapii

	DKK	PDK	LDK
KM	0,1553	0,7980	0,4638
EM	0,5764	0,6784	0,0479

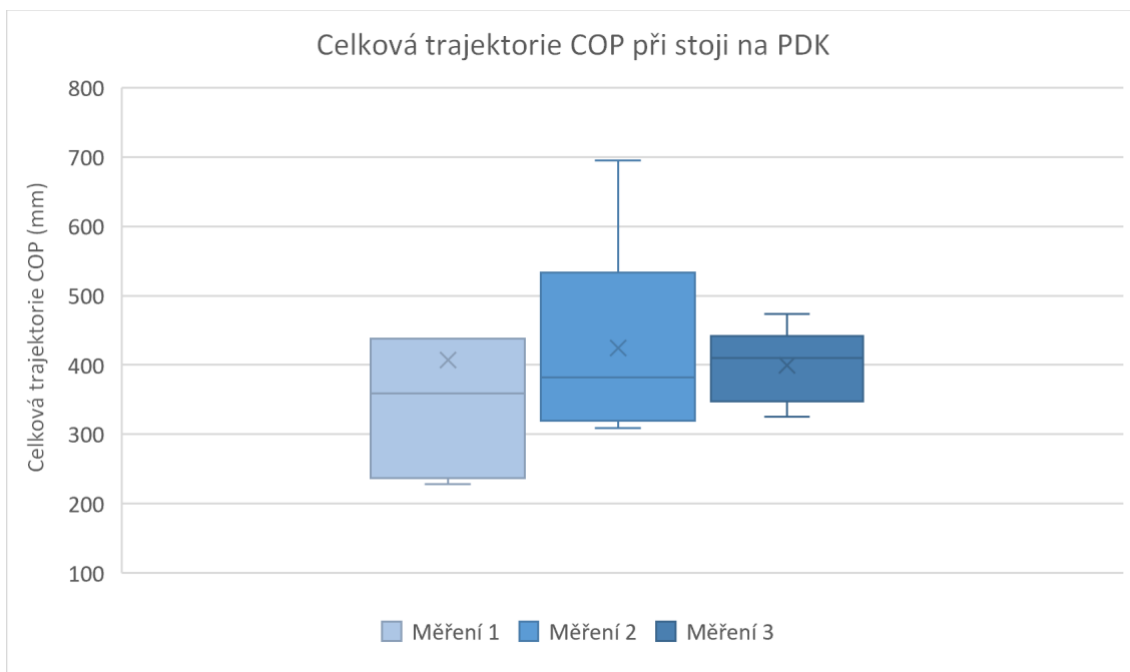
KM – kontrolní měření, EM – experimentální měření (viz seznam zkratk)

Výsledky H4: pro stoj na obou dolních končetinách byla vypočtena p-hodnota jako 0,155, pro experimentální měření bylo vypočteno $p = 0,0576$. Vliv terapie se tedy v rámci tohoto sledovaného parametru nepodařilo prokázat. **Nulovou hypotézu H4 nelze zamítnout.** Grafické znázornění celkové trajektorie COP během všech měření znázorňuje Graf 5.



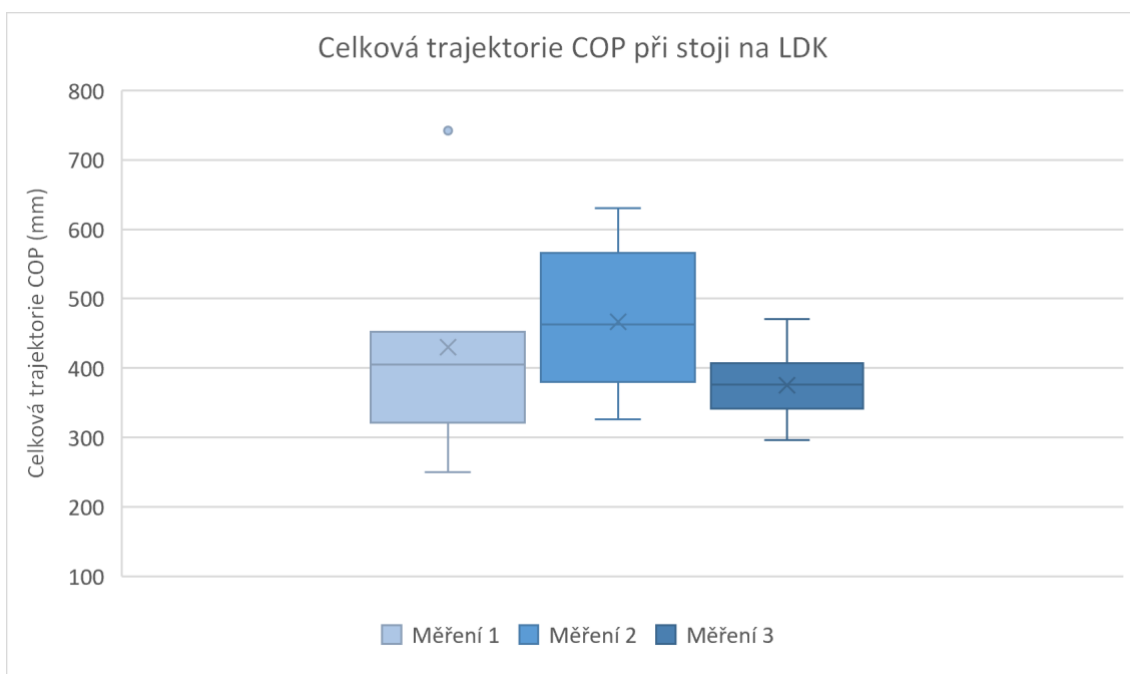
Graf 5 Celková trajektorie COP při stoji na obou DKK

Výsledky H5: v rámci stoje na PDK bylo $p = 0,798$ pro skupinu kontrolní a $p = 0,678$ pro skupinu experimentální. Vliv terapie se tedy nepodařilo prokázat. Naměřené hodnoty zobrazuje Graf 6. **Nulovou hypotézu H5 nelze zamítnout.**



Graf 6 Celková trajektorie COP při stoji na PDK

Výsledky H6: Při stoji na LDK v rámci kontrolního měření nebyla potvrzena žádná změna ($p = 0,464$), statisticky významná změna ($p < 0,05$) byla zaznamenána po terapeutickém plánu ($p = 0,04797$). Naměřené hodnoty jsou zobrazeny pomocí histogramu (Graf 7). **Nulovou hypotézu H6 zamítám.**



Graf 7 Celková trajektorie COP při stoji na LDK

Hypotéza H7:

Zavádím nulovou hypotézu H7, že střední dosahová vzdálenost se během kontrolního měření ve všech směrech významně nezmění.

Z normalizovaných dosažených hodnot byl vypočítán aritmetický průměr pro každou dívku a následně průměr souboru v každém směru. Průměrné hodnoty relativní střední vzdálenosti a jejich směrodatné odchylky jsou pro přehlednost zaneseny v Tabulce 6.

Tabulka 6 Průměrné hodnoty relativní střední vzdálenost v YBT

Měření:	PDK (cm)			LDK (cm)		
	1.	2.	3.	1.	2.	3.
ANT	66 ± 6	67 ± 5	78 ± 5	63 ± 8	66 ± 5	69 ± 5
PM	78 ± 10	80 ± 8	85 ± 6	79 ± 11	81 ± 6	84 ± 6
PL	75 ± 10	78 ± 7	84 ± 7	72 ± 7	76 ± 5	81 ± 7

Legenda: průměrná hodnota relativní střední vzdálenost ± směrodatná odchylka (cm)

Normalita rozdělení naměřených dat byla testována pomocí Shapiro-Wilkova testu. pro jednotlivé směry bylo potvrzeno normální rozdělení hodnot. Z tohoto důvodu jsme pro analýzu dat použili párový t-test.

Tabulka 7 p-hodnoty Y-balance testu

	ANT		PM		PL	
	PDK	LDK	PDK	LDK	PDK	LDK
KM	0,6658	0,1784	0,3846	0,6179	0,1560	0,0785
EM	0,0005	0,0243	0,0086	0,1527	0,0055	0,0302

Legenda: KM – kontrolní měření, EM – experimentální měření, ANT – anteriorní směr, PM – posteromedialis, PL – posterolateralis, PDK – pravá dolní končetina, LDK – levá dolní končetina

Výsledky: Srovnání relativní střední vzdálenosti v rámci kontrolního měření pro obě dolní končetiny ve všech směrech Y-balance testu vyšly větší než hladina významnosti ($\alpha = 0,05$), viz Tabulka 7. **Nulovou hypotézu H7 tedy nelze zamítnout.**

Hypotéza H8:

Zavádím nulovou hypotézu H8, že střední dosahová hodnota se v rámci experimentálního měření na pravé dolní končetině významně nezmění.

Výsledky: p-hodnoty experimentálního měření pro pravou dolní končetinu jsou pro všechny směry (ANT, PM, PL) menší než hladina významnosti ($p = 0,0005$, $p = 0,0086$, $p = 0,0055$). Hodnoty přehledně znázorňuje Tabulka 7. **Nulovou hypotézu H8 zamítám.** Přijímáme alternativní hypotézu o významné změně střední dosahové vzdálenosti na PDK v rámci EM.

Hypotéza H9:

Zavádím nulovou hypotézu H9, že střední dosahová hodnota se v rámci experimentálního měření na levé dolní končetině významně nezmění.

Výsledky: Ke statisticky významné změně došlo na levé dolní končetině při testování směru ANT a PL ($p = 0,0243$ a $p = 0,0302$) ve směru PM nedošlo k dostatečně významné změně ($p = 0,1527$), **nemáme tedy dostatečné podklady pro zamítnutí nulové hypotézy H9.**

Hodnocení gymnastek

Všechny gymnastky na konci výzkumu podstoupily řízený rozhovor za účelem zhodnocení terapie. V rámci subjektivního hodnocení bolesti došlo u třech gymnastek k redukci vlivem cvičení. Menší pocit nestability uvedlo 5 dívek.

Gymnastky byly celkově s terapií spokojeny, hodnotily ji jako prospěšnou, uvedly výrazné zlepšení stability, ústup bolesti a zlepšení vnímání a uvědomování si nohy. Jedna dívka uvedla, že cvičení jí výrazně pomohlo, bylo však „trochu nudné“. Všechny dívky by rády s cvičením i nadále pokračovaly pro jeho výbornou efektivitu, z časových důvodů však již méně intenzivně.

DISKUZE

Studií zaměřených na nestabilitu hlezna obecně či ve sportu je mnoho, v rámci moderního a relativně mladého týmového sportu, teamgymu, jich prozatím tolik není. Předmětem této práce bylo zhodnotit efektivitu třítydenního terapeutického plánu zaměřený proprioceptivní cvičení dle metody SMS. Pro porovnání efektivit nebylo použito kontrolní skupiny, nýbrž měření proběhlo celkem 3krát. Srovnány byly proběhlé změny mezi jednotlivými měřeními, tedy stavy před a po proprioceptivním cvičení.

Dle studie Bellows a Wong (2018) snižuje balanční trénink riziko distorze o 46 % ve srovnání s kontrolní skupinou. Autoři se také zabývali, jaký efekt má nošení ortéz. Došli k závěru, že riziko se snižuje o 64 %. Aktuálně používají bandáž 3 dívky z našeho souboru.

Výzkumný soubor tvořilo celkem 7 gymnastek, žen ($19,3 \pm 3,7$ let). Z tohoto důvodu by srovnání výsledků s jinými sportovci (muži), nemuselo být zcela relevantní, neboť se jednalo o homogenní skupinu v rámci pohlaví a sportu. Všechny dívky musely splnit podmínky pro zařazení do projektu. Užívání hormonální antikoncepce je evidováno pouze u 1 dívky, tudíž by bývalo nemělo mít zásadní vliv na výsledky, limitem je však velikost souboru.

Dle Travell a Simons (1983) je fyziologický rozdíl délky DKK do 1 cm. V našem souboru se to týká 3 gymnastek ze 7. Literatura (Knutson, 2005) uvádí, že rozdíl větší než 1,3 cm ovlivní rozložení váhy a rozdíl větší než 2 cm se projeví v biomechanice chůze, zároveň že rozdíl do 2 cm dokáže tělo kompenzovat. Rozdíl délky 1,5 cm se v souboru vyskytuje pouze jedenkrát. Rozdílná délka končetin byla v YBT zohledněna při normalizaci střední dosažené vzdálenosti, jaký může mít vliv na držení těla a pohybové stereotypy dané gymnastky zjišťováno nebylo. Pro tento výzkum by tento fakt neměl mít zásadní vliv na výsledky, limitem je velikost souboru.

Manuální zásuvkový test byl prováděn vsedě a pozitivita byla hodnocena dle studie Larkins, Baker, Baker (2020). Toto testování není objektivně měřitelné a vyznačuje se lidskou chybou. Vzhledem k asymetrii byl test pozitivně hodnocen u všech gymnastek na LDK (hlezo mělo větší vůli v rozsahu pohybu). Kolář (2009) uvádí, že za pozitivní test je považován posun o alespoň 3 mm. Závěry z tohoto vyšetření jsou pouze orientační,

neboť více než polovina gymnastek z našeho souboru uvedla bilaterální potíže s hlezny v anamnéze.

Rozložení váhy bylo sledováno na tlakové desce Footscan při spontánním stoji s otevřenými očima (Rombergův stoj I) po dobu 1 minuty. Touto problematikou se zabývaly nulové hypotézy H1 a H2.

Hypotéza 1 předpokládala, že v kontrolním měření nenastanou významné změny v rozložení váhy při Rombergově stoji I, pro zamítnutí této hypotézy nebylo dostatek důkazů.

Hypotéza 2 neočekávala statisticky významné změny v rozložení váhy při Rombergově stoji I v experimentálním měření. Ke statisticky významné změně v rozložení hmotnosti došlo a hypotéza mohla být zamítnuta. Odlehčování LDK bylo patrné u 6 ze 7 dívek v prvním měření. Ve 2. měření odlehčovalo LDK 100 % souboru a 3. měření prokázalo odlehčení u 4 dívek, pouze u 1 však bylo větší než 5 %. Průměrné zatížení LDK na konci výzkumu vzrostlo ze 47 % na 48 %. Toto přetrvávající odlehčení je v rozmezí fyziologické odchylky. Hrát roli také mohla většinová dominance PDK a problémy s levým hlezem v anamnéze u všech gymnastek. V našem souboru by však nebylo zcela na místě srovnávat končetiny vzhledem k postižené straně, neboť některé dívky mají potíže bilaterální.

Dalším sledovaným parametrem byla délka trajektorie místa působení tlaku (COP) při Rombergově stoji I po dobu 60 sekund a při stoji na jedné dolní končetině po dobu 30 s. Během kontrolního měření (H3) nedošlo k signifikantní změně v žádném ze sledovaných parametrů, naopak průměrná délka trajektorie COP se mezi 1. a 2. měřením navýšila ve stoji na obou i jedné končetině. Maximální hodnoty se snížily. Po terapeutické intervenci jsme zaznamenali signifikantní změnu pouze ve stoji na LDK. Při Rombergově stoji I a při stoji na PDK k žádné významné změně nedošlo. Domnívám se, že to mohlo být způsobeno většinovou nedominancí končetiny a lepším terapeutickým efektem SMS v rámci obnovy a navýšení aferentace na postižené končetině. V našem souboru by však nebylo zcela na místě srovnávat končetiny vzhledem k postižené straně, neboť některé dívky mají potíže bilaterální.

Naše výsledky se shodují s výsledky Mettlerovy studie (2015), která uvádí, že balanční trénink má významný vliv na měření COP ve stoji i chůzi. Vliv balančního tréninku na změnu distribuce ozřejměn nebyl. Studie potvrzuje zhoršenou posturální

kontrolu u lidí s chronickou laterální nestabilitou během stoje na 1 noze, lokalizace COP je oproti zdravé populaci více v přední části a laterálně, což souvisí se supinačním postavením a menším stupněm volnosti v kloubu subtalárním. Dle autorů se jedná o možnou kompenzaci nestability, neboť nacházíme souvislost mezi umístěním COP posturální strategií. Vlivem terapie došlo k posteriornímu posunu COP. (Mettler, 2015) Nýbrž výsledky jiné studie (Singh, 2012), zkoumající vliv čtyřtýdenního balančního cvičení u sportovců s funkční nestabilitou hlezna, uvádí, že samotný trénink přímý vliv na měření COP ve stoji na 1 noze nemá. Rozsáhlejší analýza sledovaných parametrů, výchyly a posun můžou být předmětem dalšího výzkumu.

Individuálním faktorem ovlivňujícím stabilitu je tělesná výška (respektive výška těžiště), která je nepřímo úměrná a stabilitě přímo úměrná hmotnost jedince. (Véle, 1995) V rámci objektivizace by bylo možné provést měření při Rombergově stoji II, tedy zmenšit plochu opěrné báze. Testování bylo prováděno ve spontánním bipedálním stoji s otevřenými očima a rukama podél těla. Ovlivnit měření mohla individuální velikost opěrné plochy.

Y-balance test je screeningový nástroj, který je používán k měření rovnováhy na jedné noze a může být využit jako nástroj predikující vyšší riziko zranění DK se stoupající asymetrií dosažené vzdálenosti. (Butler et al. 2013)

V rámci kontrolním měření neprokázal YBT žádné významné změny ani v jednom testovaném směru, nulová hypotéza H7 proto nemohla být zamítnuta. Experimentální měření popisovala nulová hypotéza H8 pro PDK a H9 pro LDK. Hypotéza H8 byla zamítnuta, přijata byla alternativní hypotéza říkající, že relativní střední dosahová vzdálenost při testu na pravé dolní končetině se významně změní. Testování levé dolní končetiny po propioceptivním cvičení prokázalo signifikantní změny pouze ve směru ATN a PL, tedy ve 2 ze 3 testovaných směrů. Na PDK byly změny ve všech směrech statisticky významné. V testu PM směru na LDK nedošlo ke statisticky významné změně. Tato změna byla i přesto významnější po terapii SMS než před ní. K významné změně došlo v 5 ze 6 měření, hypotéza nemohla být zamítnuta. Tato skutečnost mohla být ovlivněna většinou dominantí pravé dolní končetiny a 100 % výskytem současného či minulého úrazu na končetině levé.

Studie (Gonell, Romero, Soler, 2015) zkoumající dosažené vzdálenosti v PM směru uvádí, že mezi končetinová asymetrie větší než 4 cm zvyšuje pravděpodobnost

úrazu 3,86krát. Hráči, kteří se v jednotlivých směrech vyskytovali pod průměrnou hodnotou souboru měli 2krát vyšší riziko zranění. (Gonell, Romero, Soler, 2015)

V našem souboru se při prvním měření PM směru vyskytl pravolevý rozdíl větší než 4 cm celkem u 5 gymnastek. Při druhém a třetím měření se tato asymetrie vyskytla pouze u 1 gymnastky. Domnívám se, že vliv mohla hrát postupná větší jistota při provádění testu po prvotním seznámením, případně jiné aktuální subjektivní okolnosti.

Gymnastky dosahovaly průměrných výsledků v YBT na PDK v prvním, druhém a třetím měření následujících hodnot ve směru ANT: 66; 67; 78 cm, ve směru PM: 78; 80; 85 cm a ve směru PL: 75; 78; 84 cm. Obdobné výsledky (1. měření; 2. měření; 3. měření) pro LDK ve směru ANT: 63; 66; 69 cm, ve směru PM: 79; 81; 84 cm a ve směru PL: 72; 76; 81 cm. Průměrné hodnoty a směrodatné odchylky znázorňuje Tabulka 6. Hodnoty LDK nabývají ve většině měření menších hodnot ve srovnání s PDK. Pozoruhodné je výrazné zlepšení po terapii v PM a PL směru pro obě DKK a zlepšení ve směru ANT pro končetinu pravou.

Jak bylo uvedeno výše, testování by bylo možné provést také v jiných modifikacích, například zúžit plochu opěrné báze ve stoji, testovat bez vizuální kontroly, či porovnat výsledky jednotlivých testů mezi sebou a hledat případné korelace. V rámci COP parametru by bylo zajímavé sledovat nejen trajektorii ale i distribuci a změnu lokalizace během stoje případně chůze, výskoku a jiných dynamických aktivit. Detailnější analýza YBT a diagnostika případného rizika zranění může být námětem dalšího výzkumu.

1.10 Limity studie

Výsledky studie mohou být jednoznačně ovlivněny malým počtem probandů. Bohužel několik gymnastek se nakonec z časových důvodů nemohlo projektu zúčastnit. Výzkumná skupina byla tvořena pouze ženami, výsledky proto nemohou být považovány za obecně platné pro obě pohlaví. Ovlivnit výsledky mohlo širší věkové rozmezí účastnic.

Terapeutická intervence byla po důkladné edukaci založena primárně na auto-terapeutickém cvičení, a tedy poctivém přístupu účastnic. Všechny gymnastky trénují společně v jednom sportovním klubu, tréninkový plán a jeho intenzita jsou pro všechny

obdobné. Pro budoucí výzkum by bylo vhodné sjednotit terapeutický plán proprioceptivního cvičení a ideálně provádět pod odborným dohledem.

Faktorů, které mohly ovlivnit měření existuje několik, příkladem může být tréninková jednotka předchozí den (možná únava, svalová či jiná bolest) a zvyšující se tréninková příprava v rámci sezóny a přípravy na soutěže. Některé z dívek se navíc zúčastnily několika víkendových reprezentačních soustředění. Samozřejmě nesmíme opominout obecné proměnné jako fyzická a psychická únava, motivace, soustředěnost, nervozita a aktuální nálada či duševní stav. Rušivým elementem mohla být různá denní doba měření, které jsme se bohužel z časové náročnosti nemohli vyhnout.

Vzhledem k velikosti a skladbě testovaného souboru nemohou být výsledky považovány za obecně platné. Testování by bylo vhodné rozšířit v rámci testovaného vzorku, na místě by také bylo použití dalších funkčních testů a jejich vzájemné porovnání.

ZÁVĚR

Tato bakalářská práce se skládá z části teoretické a praktické. Teoretická část shrnuje problematiku hlezenního kloubu, distorze, stability, senzomotorické stimulace a teamgymu. Praktická část zkoumala efektivitu senzomotorického cvičení během statických a dynamických aktivit.

Cílem práce bylo:

1. Změřit a porovnat rozložení hmotnosti při Rombergově stoji I bez terapeutické intervence a po terapeutické intervenci.

Rozložení hmotnosti při Rombergově stoji I v rámci kontrolního měření nedisponovalo statisticky významnou změnou, průměrné rozložení hmotnosti těla při kontrolním měření bylo 47 ± 5 % na levé dolní končetině, odpovídajících 53 ± 5 % na končetině pravé během měření vstupního. Výsledky druhého měření byly 47 ± 3 % na končetině levé a 53 ± 3 % tělesné hmotnosti na pravé. Po terapeutické intervenci byla zaznamenána statisticky významná změna, na základě, které bylo možné H2 zamítnout. Průměrné zatížení pravé dolní končetiny se nepatrně zmenšilo na 52 ± 3 % tělesné hmotnosti, zatížení levé dolní končetiny odpovídá 48 ± 3 %. Sledujeme tedy posun těžiště ke středním hodnotám.

2. Změřit a porovnat délku trajektorie COP při bipedálním stoji a stoji na DK před a po terapeutické intervenci.

Průměrná délka trajektorie COP pro Rombergův stoj I při vstupním měření byla 153 ± 92 mm, během kontrolního měření se hodnota zvýšila na 180 ± 70 mm. Po cvičení byla zaznamenána hodnota 175 ± 86 mm. Průměrná délka trajektorie COP pro stoj na PDK při vstupním měření byla 407 ± 210 mm, během kontrolního měření se hodnota zvýšila na 424 ± 132 mm. Po cvičení byla zaznamenána hodnota 399 ± 51 mm. Průměrná délka trajektorie COP pro stoj na LDK při vstupním měření byla 431 ± 143 mm, během kontrolního měření se hodnota zvýšila na 466 ± 98 mm. Po cvičení byla zaznamenána hodnota 367 ± 52 mm.

3. Změřit a porovnat normalizované střední dosažené vzdálenosti Y-balance testu bez terapeutické intervence a po terapeutické intervenci. Zhodnotit symetrii dosažených vzdáleností v YBT.

Gymnastky dosahovaly průměrných výsledků v YBT na PDK v prvním, druhém a třetím měření následujících hodnot ve směru ANT: 66; 67; 78 cm, ve směru PM: 78; 80; 85 cm a ve směru PL: 75; 78; 84 cm

Obdobné výsledky (1. měření; 2. měření; 3. měření) pro LDK ve směru ANT: 63; 66; 69 cm, ve směru PM: 79; 81; 84 cm a ve směru PL: 72; 76; 81 cm.

Ke statisticky významné změně došlo v 5 ze 6 měření, změně nedošlo v PM směru na LDK.

4. Zhodnotit efektivitu terapie.

Terapeutická intervence byla ze stran gymnastek hodnocena pozitivně, vedla k redukci bolesti, subjektivnímu snížení pocitu nestability a zlepšení proprioceptivního vnímání.

Práce prokázala pozitivní efekt proprioceptivního cvičení založeného na metodě senzomotorické stimulace na rozložení váhy při Rombergově stoji I, jednoznačný efekt na délku trajektorie COP během stoje a *nebyl prokázán* v rámci dynamické stability hodnocené y-balance testem. Výsledky studie jsou ovšem výrazně limitovány velikostí souboru a nemohou být považovány za obecně platné.

Změna lokalizace COP může být předmětem dalších studií. Detailnější rozpracování YBT a diagnostika případného rizika zranění je otázkou dalších výzkumů.

Závěrem bych dodala mnohdy bagatelizovanou léčbu, která může mít fatální následky až ukončení sportovní kariéry. Nepostradatelnou součástí tréninku každého vrcholového sportovce by měla být kompenzace a prevence.

SEZNAM LITERATURY

1. BAHR, Roald, PENA, Fernando, SHINE, Joe, LEW, William D., LINDQUIST, Conrad, TYRDAL, Stein a ENGBRETSEN, Lars, 1997. Mechanics of the anterior drawer and talar tilt tests: A cadaveric study of lateral ligament injuries of the ankle. *Acta Orthopaedica Scandinavica*. leden 1997. Vol. 68, no. 5, pp. 435–441. DOI [10.3109/17453679708996258](https://doi.org/10.3109/17453679708996258).
2. BARTLETT, Roger a BUSSEY, Melanie, 2012. *Sports biomechanics: reducing injury risk and improving sports performance*. 2nd ed. London; New York: Routledge. ISBN 978-0-415-55837-2.
3. BARTONÍČEK, Jan a HERT, Jiří, 2004. *Základy klinické anatomie pohybového aparátu*. Praha: Maxdorf. ISBN 978-80-7345-017-5.
4. BELLOWS, Rachel a WONG, Christopher Kevin, 2018. THE EFFECT OF BRACING AND BALANCE TRAINING ON ANKLE SPRAIN INCIDENCE AMONG ATHLETES: A SYSTEMATIC REVIEW WITH META-ANALYSIS. *International Journal of Sports Physical Therapy*. červen 2018. Vol. 13, no. 3, pp. 379–388.
5. BUTLER, Robert J., LEHR, Michael E., FINK, Michael L., KIESEL, Kyle B. a PLISKY, Phillip J., 2013. Dynamic Balance Performance and Noncontact Lower Extremity Injury in College Football Players: An Initial Study. *Sports Health: A Multidisciplinary Approach*. září 2013. Vol. 5, no. 5, pp. 417–422. DOI [10.1177/1941738113498703](https://doi.org/10.1177/1941738113498703).
6. ČIHÁK, Radomír, GRIM, Milos, FEJFAR, Oldrich, UNIVERZITA KARLOVA, LÉKARSKÁ FAKULTA, 1, a ANATOMICKÝ ÚSTAV, 2011. *Anatomie*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-3817-8.
7. DUNGL, Pavel, 2014. *Ortopedie*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-4357-8.
8. DYLEVSKÝ, Ivan, 2009a. *Funkční anatomie*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-3240-4.
9. DYLEVSKÝ, Ivan, 2009b. *Speciální kineziologie*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-1648-0.
10. FIOŁKOWSKI, P. a BAUER, J., nedatováno. The effects of different dance surfaces on plantar pressures. *Journal of Dance Medicine and Science*. Vol. 1997, pp. 62–66.

11. GONELL, Alfonso Calvo, ROMERO, José Aurelio Pina a SOLER, Loreto Maciá, 2015. RELATIONSHIP BETWEEN THE Y BALANCE TEST SCORES AND SOFT TISSUE INJURY INCIDENCE IN A SOCCER TEAM. *International Journal of Sports Physical Therapy*. prosinec 2015. Vol. 10, no. 7, pp. 955–966.
12. HALADOVÁ, Eva a NECHVÁTALOVÁ, Ludmila, 2010. *Vyšetřovací metody hybného systému*. Brno: Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů. ISBN 978-80-7013-516-7.
13. HARRINGE, M. L., RENSTRÖM, P. a WERNER, S., 2006. Injury incidence, mechanism and diagnosis in top-level teamgym: a prospective study conducted over one season. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*. 11 květen 2006. Vol. 0, no. 0, pp. 061120070736048-??? DOI [10.1111/j.1600-0838.2006.00546.x](https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2006.00546.x).
14. HART, Elspeth, MEEHAN, William P., BAE, Donald S., D'HEMECOURT, Pierre a STRACCIOLINI, Andrea, 2018. The Young Injured Gymnast: A Literature Review and Discussion. *Current Sports Medicine Reports*. listopad 2018. Vol. 17, no. 11, pp. 366–375. DOI [10.1249/JSR.0000000000000536](https://doi.org/10.1249/JSR.0000000000000536).
15. HRAZDÍRA, L., a další. 2008. *Komplexní pohled na poranění hlezenního kloubu ve sportu*. 2008.
16. JANDA, V. a VÁVROVÁ, M., 1992. Senzomotorická stimulace. Základy metodiky proprioceptivního cvičení. Vol. 1992, pp. str. 14-33.
17. KNUTSON, Gary A, 2005. Anatomic and functional leg-length inequality: A review and recommendation for clinical decision-making. Part I, anatomic leg-length inequality: prevalence, magnitude, effects and clinical significance. *Chiropractic & Osteopathy*. prosinec 2005. Vol. 13, no. 1, pp. 11. DOI [10.1186/1746-1340-13-11](https://doi.org/10.1186/1746-1340-13-11).
18. KOLÁŘ, Pavel, 2020. *Rehabilitace v klinické praxi*. ISBN 978-80-7492-500-9.
19. KOTRANYIOVÁ, Eva., 2007. Význam laterálních ligament hlezna. - . 2007.
20. KRIŠTOFIČ, Jaroslav, 2009. TeamGym (dříve Euroteam). In: *Gymnastika*. Praha: Karolinum. ISBN 978-80-246-1733-6.
21. 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. *Archives of Rehabilitation Research and Clinical Translation*. září 2020. Vol. 2, no. 3, pp. 100072. DOI [10.1016/j.arrct.2020.100072](https://doi.org/10.1016/j.arrct.2020.100072).
22. LEMAY, Jean-François, GAGNON, Dany H, NADEAU, Sylvie, GRANGEON, Murielle, GAUTHIER, Cindy a DUCLOS, Cyril, 2014. Center-of-pressure total trajectory length is a complementary measure to maximum excursion to better differentiate multidirectional standing limits of stability between individuals with incomplete spinal cord injury and able-bodied individuals. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*. prosinec 2014. Vol. 11, no. 1, pp. 8. DOI [10.1186/1743-0003-11-8](https://doi.org/10.1186/1743-0003-11-8).
23. MARTINKOVÁ, Jana, 2013. *Sportovní úrazy a pretížení pohybového aparátu sportem: praktický průvodce pro zdravotníky i laiky*. Praha: Mladá fronta. ISBN 978-80-204-2454-9.
24. METTLER, Abby, CHINN, Lisa, SALIBA, Susan A., MCKEON, Patrick O. a HERTEL, Jay, 2015. Balance Training and Center-of-Pressure Location in Participants With Chronic Ankle Instability. *Journal of Athletic Training*. 1 duben 2015. Vol. 50, no. 4, pp. 343–349. DOI [10.4085/1062-6050-49.3.94](https://doi.org/10.4085/1062-6050-49.3.94).
25. MIYAZAWA, S., SAKURAI, T., SHINDO, Y., IMURA, M. a HASHIMOTO, T., 1975. The effect of tryptophan administration on fatty acid synthesis in the livers of rats under various nutritional conditions. *Journal of Biochemistry*. červenec 1975. Vol. 78, no. 1, pp. 139–147.
26. NEZNÁMÝ, 2002. Aktuality v prevenci úrazů. Vol. 2002, no. 4.
27. NEZNÁMÝ, 2012. Dynamická plantografie. *Sofistikovaná biomechanická diagnostika lidského pohybu*. [Online] 2012. [Citace: 15.4..2022.] <http://www.biomechanikapohybu.upol.cz/net/index.php/dynamicka-plantografie/o-metod>.
28. NORDIN, Margareta a FRANKEL, Victor H. (ed.), 2001. *Basic biomechanics of the musculoskeletal system*. 3rd ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins. ISBN 978-0-683-30247-9.
29. NOVOTNÝ, J., –. Úvod k prevenci poškození zdraví při výuce tělesné výchovy a ve sportu s přehledem jejich příčin a projevů. *Fakulta sportovních studií Masarykovy univerzity*. online. 24.04.2022. Získáno z: <https://www.fsps.muni.cz/~novotny/prevence.htm#PI%C3%ADživá>.

30. NURSE, M. A. a NIGG, B. M., 2001. The effect of changes in foot sensation on plantar pressure and muscle activity. *Clinical Biomechanics (Bristol, Avon)*. listopad 2001. Vol. 16, no. 9, pp. 719–727. DOI [10.1016/s0268-0033\(01\)00090-0](https://doi.org/10.1016/s0268-0033(01)00090-0).
31. PLISKY, Phillip J., GORMAN, Paul P., BUTLER, Robert J., KIESEL, Kyle B., UNDERWOOD, Frank B. a ELKINS, Bryant, 2009. The reliability of an instrumented device for measuring components of the star excursion balance test. *North American journal of sports physical therapy: NAJSPT*. květen 2009. Vol. 4, no. 2, pp. 92–99.
32. ROSS, Scott E., GUSKIEWICZ, Kevin M., GROSS, Michael T. a YU, Bing, 2009. Balance Measures for Discriminating between Functionally Unstable and Stable Ankles: *Medicine & Science in Sports & Exercise*. únor 2009. Vol. 41, no. 2, pp. 399–407. DOI [10.1249/MSS.0b013e3181872d89](https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181872d89).
33. RE-HABILIS. 2013. Propriocepce – Význam pro fyzioterapii a její změny u vybraných diagnóz. *RE-HABILIS*. [Online] 2013. [Citace: 20. 04 2022.] http://www.re-habilis.cz/sites/default/files/Propriocepce_BLOG_2013.pdf.
34. SINGH, Amrinder, SINGH, Deepinder a SANDHU, Jaspal, 2012. Effect of Proprioceptive Exercises on Balance and Center of Pressure in Athletes with Functional Ankle Instability. *Medicina Sportiva*. leden 2012. Vol. VIII, pp. 1927–1933.
35. SJÖSTRAND, Per a LEMMETTY, Heli, 2022. *TeamGym CoP 2022*. online. [Citace: 18.04.2022.] European Gymnastics. Získáno z: <https://backend.europeangymnastics.com/sites/default/files/paragraph/document/2022%20TeamGym%20Code%20of%20Points.pdf>
36. SMITH, Craig A., CHIMERA, Nicole J. a WARREN, Meghan, 2015. Association of Y Balance Test Reach Asymmetry and Injury in Division I Athletes. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. leden 2015. Vol. 47, no. 1, pp. 136–141. DOI [10.1249/MSS.0000000000000380](https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000380).
37. STEIB, S. a PFEIFER, K., 2015. Beeinträchtigungen der sensomotorischen Kontrolle bei funktioneller Sprunggelenkinstabilität. *Zeitschrift für Orthopädie und Unfallchirurgie*. 8 květen 2015. Vol. 153, no. 03, pp. 253–258. DOI [10.1055/s-0034-1396293](https://doi.org/10.1055/s-0034-1396293).

38. STODDARD, Carissa A., WANG-PRICE, Sharon a LAM, Satoko E., 2022. Limb Dominance Does Not Affect Y-Balance Test Performance in Non-Athlete Adolescents. *International Journal of Sports Physical Therapy*. online. 1 únor 2022. Vol. 17, no. 2. [Viděno 6 květen 2022]. DOI [10.26603/001c.30996](https://doi.org/10.26603/001c.30996).
39. TRAVELL, Janet G. a SIMONS, David G., 1983. *Myofascial pain and dysfunction: the trigger point manual*. Baltimore: Williams & Wilkins. ISBN 978-0-683-08366-8.
40. VAN DEN BERG, R.G. 2022. SPSS Shapiro-Wilk Test - Quick Tutorial with Example. *SPSS tutorials / The Ultimate Guide to SPSS [online]*. Copyright © Copyright Protected 2022. [Online] 2022. [Citace: 4.. 5. 2022.] Dostupné z: <https://www.spss-tutorials.com/spss-shapiro-wilk-test-for-normality/>.
41. VAŘEKA, Ivan, 2002. Posturální stabilita. Část 1. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. leden 2002. Vol. 9, pp. 115–121.
42. VAŘEKA, Ivan, VAŘEKOVÁ, Renata, UNIVERZITA PALACKÉHO, a FAKULTA TELESNÉ KULTURY, 2009. *Kineziologie nohy*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 978-80-244-2432-3.
43. VÉLE F. 1995. *Kineziologie posturálního systému*. 1. vyd. Praha: Karolinum, 1995 ISBN 80-7184-100-5
44. VÉLE, František, 1997. *Kineziologie pro klinickou praxi*. Praha: Grada. ISBN 978-80-7169-256-0.
45. VÉLE, František, 2006. *Kineziologie: přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy*. Praha: Triton. ISBN 978-80-7254-837-8.
46. VÉLE, František, 2012. *Vyšetření hybných funkcí z pohledu neurofyzologie: příručka pro terapeuty pracující v neurorehabilitaci*. Praha: Triton. ISBN 978-80-7387-608-1.
47. ZHANG, Yan, LU, Hengbo, GU, Yaodong a HU, Nanzhi, 2015. Characteristics of the centre of pressure progression for pregnant women during walking. *International Journal of Biomedical Engineering and Technology*. 2015. Vol. 17, no. 4, pp. 387. DOI [10.1504/IJBET.2015.069406](https://doi.org/10.1504/IJBET.2015.069406).

SEZNAM ZKRATEK

ANT – anteriorní směr

ATFL – anterior talo-fibular ligament

BMI – body mass index, index tělesné hmotnosti

CAI – chronic ankle instability, chronická nestabilita hlezna

CFL – calcaneofibular ligament

CNS – centrální nervová soustava

COP – center of pressure

DK – dolní končetina

DKK – dolní končetiny

EM – experimentální měření

KM – kontrolní měření

LDK – levá dolní končetina

lig. – ligamentum, vaz

m. – musculus, sval

p – p-hodnota

PDK – pravá dolní končetina

PL – posterolaterální směr

PM – posteromediální směr

SEBT – Star excursion balance test

SMS – senzomotorická stimulace

YBT – Y-balance test

α – hladina významnosti

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Y-balance test a testované směry

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1 Zatížení LDK ve stoji v průběhu studie

Graf 2 Zatížení PDK ve stoji v průběhu studie

Graf 3 Změny trajektorie COP během kontrolního měření ve stoji na DKK

Graf 4 Změny trajektorie COP během kontrolního měření ve stoji na 1 DK

Graf 5 Celková trajektorie COP při stoji na obou DKK

Graf 6 Celková trajektorie COP při stoji na PDK

Graf 7 Celková trajektorie COP při stoji na LDK

Graf 9 Změna rozložení tělesné váhy ve stoji v průběhu výzkumu

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Charakteristika zkoumaného souboru

Tabulka 2 Průměrné rozložení váhy při stoji na obou DKK

Tabulka 3 Výsledné p-hodnoty měření rozložení váhy během normálního stoje

Tabulka 4 Průměrná celková trajektorie COP při stoji na obou DKK, na PDK a na LDK

Tabulka 5 p hodnoty pro sledování změny celkové trajektorie COP před a po terapii

Tabulka 6 Průměrné hodnoty relativní střední vzdálenost v YBT

Tabulka 7 p-hodnoty Y-balance testu

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1: Informovaný souhlas

Příloha 2: Vyjádření etické komise

Příloha 3: Ukázka cviků

INFORMOVANÝ SOUHLAS ÚČASTNÍKA STUDIE

Vážená paní, vážený pane

v souladu s Všeobecnou deklarací lidských práv, zákonem č. 101/2000 Sb., o ochraně osobních údajů a o změně některých zákonů ve znění pozdějších předpisů a dalšími obecně závaznými právními předpisy, Vás žádám o souhlas s účastí/ s účastí Vaší dcery ve výzkumném projektu v rámci bakalářské práce na 3. LF UK s názvem:

VYUŽITÍ SENZOMOTORICKÉ STIMULACE V LÉČBĚ A PREVENCI NESTABILITY HLEZNA V TEAMGYMU

Popis a organizace studie

Cílem tohoto projektu je ověřit efektivitu metody senzomotorické stimulace v rámci léčby a prevence nestability hlezenního kloubu u gymnastek. Účastníci studie budou celkem třikrát pozváni do ordinace, před začátkem a na konci terapeutického programu. Cílem práce je shrnout dosavadní poznatky o chronické nestabilitě hlezna a aplikovat třítýdenní terapeutický plán a ověřit jeho efektivitu.

Ve studii budou účastníci uvádět tyto základní osobní údaje (věk, pohlaví, výška, váha, velikost obuvi, dominance končetin) a informace o obtížích (délka trvání, počet úrazů, subjektivní pocit nestability, předchozí rehabilitace apod.). Vyšetření bude trvat přibližně 20-30 minut. Vyšetřující bude věnovat pozornost Vaší celkové kondici a v případě potřeby Vám dobu vyšetření přizpůsobí. Během vyšetření budete požádáni o spolupráci v rámci řízeného rozhovoru zaměřeného na anamnestické údaje.

Pro klinické vyšetření budou použity tyto validizované testy:

- Manuální zásuvkový test pro ověření stavu vazivového aparátu
- Vyšetření stoje na tlakové desce Footscan®
- Y-balance test pro vyšetření dynamické rovnováhy

Individuální autoterapie založená na senzomotorické stimulaci bude probíhat 5x týdně po dobu tří týdnů. V terapii bude použita metoda, které se u chronické nestability hlezna standardně používá a jejichž efektivita byla prokázána. Terapie zaměřená na funkci dolní končetiny, stabilitu trupu, nácviku nároku s využitím balančních pomůcek proběhne několikrát na začátku tréninkové jednotky za účelem zvýšení proprioceptivní aferentace, předpokládaná délka terapie je 10-15 minut.

K hodnocení terapie budou použity stejné testy, které byly použity v rámci vyšetření.

Rizika

Tento výzkumný projekt s sebou nenese žádná rizika. Budou použity standardní vyšetřovací i terapeutické postupy. Vyšetření a terapii bude vést studentka 3. ročníku oboru fyzioterapie pod dohledem kvalifikovaného fyzioterapeuta.

Důvěrnost

Zavazujeme se, že bude s osobními daty, stejně tak jako s výsledky projektu nakládat s nejvyšší důvěrností a anonymitou, podle „Zákona o ochraně osobních údajů“. Výsledky studie mohou být veřejně publikovány, avšak bez uvedení identity.

Přínos pro účastníky

Očekávaným přínosem pro gymnastky je zlepšení stability a celkového držení těla, snížení bolesti a prevence dalších zranění.

Účast na studii

Účast na studii je zcela dobrovolná, účastník může kdykoliv bez udání důvodu od studie odstoupit. V případě nedodržení výzkumného protokolu může být účastník bez jeho souhlasu ze studie vyloučen.

Kritéria pro zařazení:

- Pohlaví (žena), věk (15-30 let)
- Nyní bez potíží a poranění kolena nebo kyčle, které by omezovalo funkci
- Alespoň 1x významné podvrtnutí (s následnou imobilizací) v anamnéze/aktuální bolest, subjektivní pociťování nestability
- Motivace a svědomitý přístup k terapii

Vylučující kritéria

- Akutní zranění, úraz DK, který by omezoval funkci, faktory narušující mobilitu (např. mozková příhoda, těhotenství, zlomeniny...), vážná ortopedická dysfunkce, snížené kognitivní funkce komplikující vyšetření a následnou terapii

Kontakt na výzkumného pracovníka:

nataliemolackova@seznam.cz

Já, níže podepsaný, dávám souhlas k účasti v projektu:

VYUŽITÍ METODY SENZOMOTORICKÉ STIMULACE V LÉČBĚ A PREVENCI
NESTABILITY HLEZNA V TEAMGYMU

Byl(a) jsem plně informován(a) o účelu studie a o tom, co se ode mě očekává. Měl(a) jsem možnost se zeptat na vše podstatné týkající se účasti ve výzkumu a vše si v dostatečném čase zvážit. Souhlasím, že budu plně spolupracovat a v případě změny mého zdravotního stavu budu autora ihned informovat. Byla jsem poučena o právu kdykoli svobodně odstoupit.

Účastník poskytl svůj informovaný souhlas k účasti ve studii. Kopie informovaného souhlasu bude dobrovolníkovi poskytnuta.

Koordinátor výzkumu:

Já, níže podepsaný (výzkumný pracovník), tímto prohlašuji, že jsem dle mého nejlepšího vědomí vysvětlila organizaci, cíle, postupy, přínos a rizika související s účastí na projektu.

Jméno, příjmení řešitele: Natálie Moláčková

V Praze dne

Podpis

Jméno a příjmení účastníka:

V Praze dne

Podpis

Jméno a příjmení zákonného zástupce:

V Praze dne

Podpis

Natálie Moláčková
Studentka 3. ročníku oboru Fyzioterapie
3. lékařská fakulta UK
Ruská 87
Praha 10
100 00

V Praze, 9. května 2022

Vedoucí bakalářské práce:
Mgr. Gabriela Angelová Ph.D., ÚPSL Praha

Věc: Vyjádření Etické komise 3.LF UK k žádosti o posouzení projektu „Využití metody senzomotorické stimulace v léčbě a prevenci nestability hlezna v teamgymu“.

Vážená paní kolegyně,
Etická komise 3. LF UK nemá námitek proti provedení projektu „Využití metody senzomotorické stimulace v léčbě a prevenci nestability hlezna v teamgymu“ v rozsahu Vámi uvedeném. Projekt bude proveden podle Protokolu studie a v souladu s Informovaným souhlasem pro účastníky.

Přílohy:

Protokol studie
Dopis Etické komisi
Informovaný souhlas pro účastníky

S mnoha pozdravy


UNIVERZITA KARLOVA
3. lékařská fakulta
Etická komise
Ruská 87, 100 00 Praha 10
IČO: 00216208 DIČ: CZ00216208

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

Příloha 3: Ukázka cviků:

Mobilizace kloubů nohy, nácvik malé nohy, korigovaného stoje, příklady cviků s využitím balančních pomůcek

Zdroj: vlastní archiv







