

UNIVERZITA KARLOVA

Fakulta tělesné výchovy a sportu

**Komparace metod balančních pomůcek
a neurocentrického přístupu při obnovení stability
po distorzi hlezenního kloubu v gymnastickém
aerobiku**

Bakalářská práce

Vypracovala: Lucie Seidlová

Vedoucí práce: Mgr. Markéta Křivánková

Praha 2023

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně, pod vedením
Mgr. Markéty Křivánkové, a s využitím zdrojů uvedených v seznamu literatury.

V Praze, dne

.....

Děkuji Mgr. Markétě Krivánkové za ochotu zodpovědět veškeré dotazy, podnětné připomínky a rady při zpracování práce.

Autor: Lucie Seidlová

Název bakalářské práce: Komparace metod balančních pomůcek a neurocentrického přístupu při obnovení stability po distorzi hlezenního kloubu v gymnastickém aerobiku

Vedoucí bakalářské práce: Mgr. Markéta Křivánková

Rok obhajoby bakalářské práce: 2023

Cíle: Porovnat výsledky dostupných studií o využití balančních pomůcek a neurocentrického přístupu při obnově stability a objasnit jejich principy.

Metody: Rešerše odborné české i zahraniční literatury s využitím knihovny FTVS a databází PubMed, Google Scholar a ScienceDirect. Praktická část využívá metodu komparace.

Výsledky: Účinnost balančních pomůcek při obnově stability po distorzi hlezenního kloubu byla prokázána několika studii. Naopak jejich vliv zpochybňují dvě z vybraných studií, které nezjistily žádné zlepšení stability při používání balančních pomůcek. Některé výsledky byly vyhodnoceny na základě dotazníků nebo měření stability na nestabilní podložce, tudíž nelze přesně určit, zda využití balančních pomůcek zlepšuje stabilitu i na stabilním povrchu a je tím pádem vhodné při návratu ke sportu. Výzkumy zabývající se neurocentrickým přístupem byly převážně prováděné na probandech s poruchou nebo poraněním CNS, není tedy přesně dokázané, k jakým by se došlo výsledkům, kdyby stejné cviky prováděli probandi s distorzí. Díky využití standardizovaných testů stability lze však říct, že neurocentrický přístup vede ke zlepšení stability.

Klíčová slova: distorze hlezenního kloubu, stabilita, neurotrénink, neurocentrický přístup, vestibulární rehabilitace, balanční pomůcky, propiocepce, gymnastický aerobik

Author: Lucie Seidlová

Title of the bachelor's thesis: Comparison of methods using balance boards and neurocentric approach in restoring stability after ankle distortion in aerobic gymnastics

Supervisor: Mgr. Markéta Křivánková

Year of the presentation: 2023

Objectives: To compare the results of available studies using balance boards and neurocentric approach in restoring stability and to explain their principles.

Methods: Search of Czech and foreign literature using the FTVS library, PubMed, Google Scholar and ScienceDirect. The practical part uses a method of comparison.

Results: The effectiveness of balance boards in restoring stability after ankle distortion has been demonstrated in several studies. On the other hand, its influence is questioned by two of the selected studies which did not show any positive results from using balance boards on stability. Some of the results have been evaluated by questionnaires or stability measurements on an unstable surface, so it is not possible to determine exactly whether the use of balance aids improves stability on a stable surface and is therefore appropriate when returning to sport. The research looking at the neurocentric approach has predominantly been conducted on probands with CNS disorder or injury, so it is not proven exactly what results would occur if the same exercises were performed by probands with distortion. However, through the use of standardized stability tests, it can be said that a neurocentric approach leads to improved stability.

Keywords: ankle distortion, stability, neurotraining, neurocentric approach, vestibular rehabilitation, balance boards, proprioception, aerobic gymnastics

Seznam použitých zkratk

CNS – centrální nervová soustava

PNS – periferní nervová soustava

FIG – Mezinárodní gymnastická federace

FISAF – Český svaz aerobiku a fitness

DK – dolní končetina

SEBT – Star Excursion Balance Test

BES/BESS – Balance Error Systém/Balance Error Scoring System

FAAM – Foot and Ankle Ability Measure

GRF – Global Rating of Function

OBSAH

1. Úvod.....	1
2. Deskriptivně-analytická část práce	2
2.1 Charakteristika gymnastického aerobiku	2
2.2 Problematika gymnastického aerobiku	3
2.4 Hlezenní kloub	4
2.4.1. Anatomie hlezenního kloubu	4
2.4.2. Kineziologie hlezenního kloubu	6
2.5 Distorze hlezenního kloubu.....	6
2.5.1. Distorze v gymnastickém aerobiku.....	8
2.5.2. Diagnostika	9
2.5.3. Prevence zranění	9
2.6 Posturální stabilita.....	11
2.6.1. Stabilita a hlezenní kloub.....	14
2.6.2. Testy měřící stabilitu hlezenního kloubu.....	15
2.7 Léčba po distorzi hlezenního kloubu	17
2.8 Balanční pomůcky.....	19
2.9 Neurocentrický přístup.....	23
2.10 Propojení neurotréninku a využití balančních ploch.....	26
2.11 Příklady cviků	27
2.11.1. Cviky na balančních pomůčkách	27
2.11.2. Cviky z neurocentrického tréninku	29
3. Cíl, úkoly a metodika práce	32
4. Praktická část	33
4.1 Balanční pomůcky.....	33
4.2 Neurocentrický přístup.....	39
5. Diskuze	44

6. Závěr	46
Seznam literatury	48

1. ÚVOD

Distorze hlezenního kloubu je nejčastější zranění, které se vyskytuje u závodníků v gymnastickém aerobiku. Hlezenní kloub je neustále namáhán při cvičení na špičkách, ve skocích a v dopadech ze skoků do polohy vzporu nebo provazu. Pokud není dodržena adekvátní léčba, je vysoké riziko, že dojde k opakované distorzi, která způsobuje postupné povolování a distenzi vazů. Problémy s opakujícími se distorzemi postihují velké množství závodníků v gymnastickém aerobiku. Hlavními důvody je nedostatečná prevence formou kompenzačních cvičení spolu s rychlým nástupem zpět do tréninku po zranění. Po distorzi kotníku dochází mimo jiné ke zhoršení stability, která může mít za následek další zranění, jak v oblastní kotníku, tak v oblasti výše postavených kloubů. Funkci vazů pak musí částečně zastat okolní svaly, jež je nutné zatěžovat specifickými cviky. Nabízí se možnost využití balančních pomůcek nebo nových poznatků neurocentrického přístupu, který cílí na konkrétní oblasti mozku odpovědné za stabilitu a koordinaci.

Forma léčby záleží na závažnosti zranění, při úplném přetržení vazů bývá nejprve proveden chirurgický zákrok a až poté přichází čas na rehabilitaci a rekondici. Metody léčby jsou různé, tato bakalářská práce se zabývá konkrétně využitím balančních pomůcek a neurocentrickým přístupem. Neurocentrický přístup nahlíží na problematiku zhoršené stability pomocí změn v CNS. Na rozdíl od balančních pomůcek se jedná se o novou metodu, která ještě není úplně prozkoumaná a existuje malý počet lékařů a odborníků, kteří se jím zabývají. Principy, na kterých neurocentrický přístup staví se však využívají už delší dobu a zabývají se jimi mnohé studie. Všechny vykonané pohyby začínají v CNS, proto se neurotrénink zaměřuje hlavně na ni. Předpokládá, že některé přijímané informace z okolí jsou pro člověka nebezpečné, a proto dochází k omezení pohybu nebo výskytu bolesti jako varovného signálu. Odstraněním těchto neopodstatněně nebezpečných asociací dochází ke zlepšení stability a zmírnění bolesti. Využití balančních pomůcek funguje na principu vyvažování pohybů, aby došlo k dosažení stabilní polohy na nestabilní podložce. Při tomto procesu se zapojují malé svaly nohy, větší svalové skupiny i tělesné jádro. V posledních letech se vedou diskuze o vlivu použití balančních pomůcek na zlepšení stability. Častým argumentem je špatný transfer cviků do každodenních činností a sportů, své místo v rehabilitaci však stále mají.

2. DESKRIPTIVNĚ-ANALYTICKÁ ČÁST PRÁCE

2.1 Charakteristika gymnastického aerobiku

Gymnastický aerobik je relativně nový sport, který vznikl v roce 1994 a první mistrovství světa se konalo v roce 1995 v Paříži. Již od svého začátku spadá pod FIG (Raiola, 2012). Nejedná se o velmi rozšířený sport a není možné ho dělat na profesionální úrovni a živit se jím. Z těchto důvodů je jen málo studií a publikací, které se tímto sportem zabývají. V České republice je známější sportovní aerobik, který zaštiťuje společnost FISAF. Základy jsou stejné, největší rozdíl je v provedení choreografie a v některých povinných prvcích (Plevová, 2008).

Gymnastický aerobik se rozděluje do několika soutěžních kategorií, ve kterých jsou odlišné nároky na sportovce. Celkově se hodnotí obtížnost, technické provedení a umělecký dojem. Prvky obtížnosti jsou rozdělené do 3 kategorií:

- floor elements (prvky na zemi)
- airborne elements (prvky ve vzduchu – skoky – nejpočetnější skupina)
- standing elements (prvky prováděné vestoje) (FIG, 2022)

Individuální závodní kategorie vyžaduje největší objem tréninků, jelikož se jedná o nejpočetnější kategorii s nejobtížnějšími prvky v choreografii. V kategorii párů, trojic a pětičlenných týmů jsou přidány zvedačky, ve kterých se zvedají členové týmu nad hlavu a další interakce (členové týmu se dotýkají) (Niklová, 2022). Náročnost prvků musí být upravena podle všech závodníků týmu, aby byly provedeny bezchybně. V kategoriích dance (8členné týmy) a stepy (8členné týmy) se hodnotí jen artistický projev a technické provedení celé choreografie. Zařazení prvků není doporučeno a není výhodou v bodovém ohodnocení (Svatošová, 2022).

2.2 Problematika gymnastického aerobiku

Na mezinárodní úrovni se trénuje a závodí na speciální odpružené dřevěné parketové ploše, která je však tvrdší než běžný povrch v tělocvičnách (Spieth Gymnastics, cit. 2023) Odpružení napomáhá vyšším výskokům, dopady tlumí minimálně. Všichni závodníci používají speciální boty na gymnastický aerobik, které jsou lehké, ale mají tenkou podrážku a při dopadech nohu dostatečně nechrání. To se týká především skoků a prvků s dopady do polohy vzporu. Nejvíce rozšířená značka Venturelli proto nabízí variantu obuvi s vyšší podrážkou (Venturelli, cit. 2023).

Zároveň bývá častým problémem chybný stereotyp dopadu, buď jen na špičky nebo rovnou na paty, bez změkčení dopadu pomocí postupného dopadu nohy a trojflexe DK, který může při častém opakování vést k poškození kloubů a měkkých tkání (Fong, 2009).

Vzhledem k tomu, že se jedná o gymnastický estetický sport, celá choreografie musí být odcvičená ve výponu na špičkách. I když se noha země nedotýká, musí být v plantární flexi. Tando a kol. (2021) potvrdil, že to způsobuje neustálou distenzi vazů a kloubního pouzdra.

Núñez et al. (2015) porovnal studie z roků 2005, 2010 a 2012 zaměřených na zranění v gymnastickém aerobiku a ukázalo se, že změny v pravidlech pomáhají snižovat množství zranění. Je to způsobené především omezením prvků obtížnosti u mladších věkových kategorií a stanovením maximálního počtu skoků s dopadem do provazu a do kliku (počet je stanovený na 3) (FIG, 2022). U skoků s dopadem do provazu dochází k prudkému nárazu na oblast nártu, potažmo mediální stranu chodidla (záleží na provedení prvku), při kterém se dopadá na propnutou nohu, která dopad tlumí.

Také je daná hranice pro počet prvků obtížnosti v choreografii vzhledem k věku. I přes veškeré snahy je gymnastický aerobik sportem, ve kterém se závodí od útlého věku (6 let), aby si děti osvojili základní kroky aerobiku, prvky obtížnosti, synchron s hudbou a koordinačně náročné pohyby horních a dolních končetin co nejdříve.

2.4 Hlezenní kloub

2.4.1. Anatomie hlezenního kloubu

Hlezenní kloub je tvořený třemi kostmi: tibia, fibula, talus. Tibia a fibula tvoří tibiofibulární kloub a jsou spojeny několika ligamenty a membránou interossa, která je natažená mezi kostmi (Potach, 2023). Na distální části tibia se nachází malleolus medialis (vnitřní kotník), na distální části malleolus lateralis (zevní kotník). V hlezenním kloubu je prováděna flexe, extenze, inverze a everze (Fakulta sportovních studií, Masarykova Univerzita, cit. 2023).

Vazy, k jejichž poškození dochází při distorzi hlezna lze rozdělit do tří skupin:

Laterální vazy (Golanó, 2010)

- při inverzi jsou nejvíce náchylné k poranění
- ligamentum talofibulare anterius (ATFL) – při distorzi dojde v 70 % případů k poranění jen tohoto vazy (Melanson et al., 2022)
- ligamentum calcaneofibulare (CFL)
- ligamentum talofibular posterior (PFL)

Deltový vaz (Rein, 2016)

- pars tibiotalaris posterior (PTTL)
- pars tibio calcanearis (TCL)
- pars tibiotalaris anterior (ATTL)
- pars tibiotalaris superficialis (STTL)
- pars tibionavicularis (TNL)
- nejsilnější vaz v mediální oblasti kotníku – poranění není časté, dochází k němu při podvrtnutí v everzi (Siebert, 1978)

Syndesmotické vazy (Beumer, 2011)

- upevnění tibia a fibuly
- tzv. „high ankle sprains“, k poranění dochází při externí rotaci a/nebo dorzální flexi

Svaly nacházející se v oblasti hlezna lze rozdělit:

Přední svalová skupina (neboli extenzorový kompartment) (Lezak, 2022)

- m. tibialis anterior (dorzální flexe, inverze hlezenního kloubu – hlavní sval vykonávající tyto funkce, podélná klenba nohy)
- m. extensor hallucis longus a m. extensor digitorum longus (pomocné dorzální flektory hlezenního kloubu)
- m. peroneus tertius (dorzální flexe a everze)

Zadní svalová skupina (neboli flexorový kompartment) (Mostafa, 2022)

- m. gastrocnemius – nejvíce povrchově uložený sval skupiny (plantární flexe, pomocný sval flexe v kolenním kloubu)
- m. soleus – spolu s m. gastrocnemius plantární flexe v hlezenním kloubu
- m. plantaris – především propioceptivní funkce
- m. flexor hallucis longus – sval hluboké vrstvy, pomocná plantární flexe, flexe palce, podélná klenba nohy
- m. flexor digitorum longus – hluboko uložený sval, flexe prstců, podélná klenba nohy
- m. tibialis posterior – sval hluboké vrstvy, podílí se na podélné klenbě nohy inverze nohy převážně při plantární flexi

Postranní svalová skupina (laterální kompartment) (Khan, 2022)

- m. fibularis brevis – everze nohy
- m. fibularis longus – plantární flexe, everze, příčná nožní klenba

2.4.2. Kineziologie hlezenního kloubu

Hlezenní kloub vykonává následující pohyby:

- plantární flexe (do 50°)
- dorzální flexe (15-20°)
- everze (plantární flexe + abdukce + pronace) (5-15°)
- inverze (plantární flexe + addukce + supinace – nejčastější příčina distorze kotníku) (20-30°) (Fakulta sportovních studií, Masarykova Univerzita, cit. 2023)

Fibularis tertius, fibularis longus a fibularis brevis stabilizují kotník z vnější strany. Fibularis tertius se aktivuje jako první, poté co se pata zvedne od země. Pokud je oslabený, kotník a pata při chůzi cukají do strany. Hned po něm se při kroku zapojují fibularis longus a brevis. Tertius je v tu chvíli inhibován. Tibialis posterior stabilizuje kotník z vnitřní strany a absorbuje síly při nárazech a dopadech. (Frost, 2013)

Stabilitu hlezenního kloubu zajišťují vazy lig. talofibular anterior et posterior a lig. calcaneofibulare. Funkcí těchto vazů je předejít zranění při inverzi a odolávat tlaku, který je na hlezenní kloub vyvíjen. Na mediální straně stabilitu udržuje seskupení čtyř vazů, ligamentum deltoideum (Potach, 2022).

2.5 Distorze hlezenního kloubu

Distorze hlezenního kloubu je jedním z nejčastějších zranění kotníku ve sportu (Fong et al. 2007). Hlezenní kloub má schopnost se velmi dobře přizpůsobit různým povrchům. V případě prudké změny pohybu nebo zvýšeného tlaku, který je na kloub vyvíjen, se však okolní vazy mohou snadno porušit (Jones, 2019). Distorze postihuje jeden nebo více vazů. Pokud se dotkne distální část fibuly na laterální straně kotníku povrchu ve velké rychlosti, může to způsobit podlitinu, stejně jako náraz kostí uvnitř hlezna (Tilley, cit. 2023). Podle Frosta (2013) jsou opakované distorze často způsobené oslabením lýtkových svalů. Nejčastěji dochází k natažení lig. talofibulare anterior a zároveň poškození kloubního pouzdra. Poškození lig. calcaneofibulare a/nebo lig. talofibulare posterior souvisí se ztrátou pohyblivosti. Společně s nahromaděním tekutin způsobující otok se v místě poranění vyskytuje zvýšená citlivost a bolest, která je rozptýlená v oblasti kotníku. Čím vyššího stupně poškození je, tím více poranění měkkých tkání se vyskytuje, což odpovídá i jiné délce léčby (Gotlin, 2019).

Distorze kotníku podle charakteru zranění (Potach, 2022):

1. inverzní distorze
 - nejčastější příčina
 - porušené vazy: lig. talofibular anterior, lig. calcaneofibular, lig. talofibular posterior
 - běžné u sportů s častou a rychlou změnou směru
 - velkým rizikem vzniku je historie opakujících se distorzí
2. everzní distorze
 - při extrémní everzi může dojít k poškození jinak velmi silného lig. deltoideum
3. syndesmotické vyvrtnutí („high ankle sprain“)
 - distorze distální části tibiofibulární syndesmózy a okolních vazů mezi tibíí a fibulou
 - příčinou bývá nejčastěji extrémní everze nebo dorzální flexe

Stupně postižení podle poškození vazů (Struijs, 2010):

- I. stupeň – vazy jsou natažené, bez omezení stability
- II. stupeň – vazy jsou částečně natržené, s mírně porušenou stabilitou
- III. stupeň – vazy jsou přetržené, s výrazně porušenou stabilitou

Po zahojení podvrtnutého kotníku přetrvává oslabení měkkých tkání, jejichž omezená funkce může způsobit další poranění (Herb, 2014). Při procesu rehabilitace je třeba dbát na celkové posílení kotníku, aby se předešlo potížím, které by jinak vznikly jeho trvalým oslabením (Pilný, 2018). Existuje několik důvodů, proč se podvrtnutý kotník nehojí, a to např.: slabé šlachy perineálních svalů (umístěné z laterální strany zabraňující přílišné inverzi), poraněné šlachy perineálních svalů (chronicky nestabilní kotník může způsobit mírné trhlinky ve šlachách a tím způsobit zhoršenou funkci a bolest) a syndrom sinus tarsi (poranění vazů v oblasti mezi kostí hlezenní a patní kostí, buď po distorzi inverzí nebo utlačením z přetížení či patologií v oblasti nohy a chodidla) (Gotlin, 2007).

2.5.1. Distorze v gymnastickém aerobiku

Hlezenní kloub je namáhán při většině pohybů v gymnastickém aerobiku. Při všech skocích, aerobních vazbách i dynamických prvcích v poloze vzporu ležmo.

Núñez et al. (2013) porovnal studie zabývající se zraněním v gymnastických sportech, které se vyznačují podobnými pohyby a prvky jako jsou v aerobiku. Mezi nejčastější zranění patřila distorze kotníku.

Studie z roku 2004 (Fetterplace) zkoumala po dobu 12 měsíců 28 vrcholových závodníků sportovního aerobiku a četnost zranění. Nejvíce zranění se vyskytovalo v oblasti kotníku (29,5 %). 61,1 % zranění kotníku bylo způsobeno natažením vazů v oblasti hlezna i menších kloubů nohy. Nejvíce zranění se stávalo při skocích (36,1 % případů). Jedná se převážně o skoky rotační, kdy dochází ke ztrátě orientace v prostoru a noha dopadne na zem dřív, než si jedinec myslí. Jestliže nedisponuje dostatečným odrazem, silou (především v dolních končetinách) a nemá osvojenou koordinaci potřebnou k vykonání skoku, může se stát, že dopadne celou vahou na vnější stranu chodidla a podvrtně si kotník.

Aerobní vazby obsahují časté změny směru, rotace a výskoky, které jsou náročné na správné provedení. Pokud není jedinec zpevněný, kotník se vychýlí z osy s kolenem nebo nárt není v prodloužení bérce, nastává ideální okamžik pro zranění kolene nebo kotníku. Vzhledem k množství a velikosti svalů, které prochází přes kolenní kloub, je pravděpodobnější, že dojde k poranění kotníku.

Další příčinou úrazu bývá únava a přetrénování (Kibler et al., 1992). Ve snaze zlepšit výkon a provedení choreografie jsou tréninkové dávky vysoké a pokud trenér se svými svěřenci nekomunikuje o jejich stavu (únava, zranění, bolesti apod.) nebo svěřenci tyto informace z různých důvodů zatajují, je zranění téměř nevyhnutelné.

2.5.2. Diagnostika

Distorze hlezenního kloubu si je jedinec vědom, otázku, zda k distorzi vůbec došlo, nahrazuje otázka, co se při ní porušilo. Zpravidla dochází ke vzniku otoku, při kterém se rozšiřují cévy a zvyšuje propustnost cévních stěn. Poraněná oblast se vyznačuje bolestivostí, omezeným rozsahem a v závislosti na míře poškození i poruchou stability (Strijs, 2010).

Po distorzi hlezenního kloubu bývá jedinec zpravidla odeslán na rentgen, aby se vyloučilo jakékoliv poškození kostí a kloubů (Jones, 2019). Jsou-li zraněné měkké tkáně, rozsah ukáže sonografie (vyšetření pomocí ultrazvuku). Magnetická rezonance je v tomto případě pro svou vysokou finanční náročnost využívána jen sporadicky. K zobrazení kotníku lze využít i CT (počítačovou tomografii), která je vhodná i pro pacienty, kteří z jakýchkoliv důvodů nesmí podstoupit vyšetření magnetické rezonance. Ortoped či chirurg distorzi a následné natažení nebo přetržení vazů pozná na základě pohyblivosti a bolestivosti v oblasti kotníku. Komplikace nastávají při chronické distenzi vazů, která může být bez zobrazovacích metod obtížně rozpoznatelná od přetržených vazů.

2.5.3. Prevence zranění

Poranění kotníku lze různými způsoby předcházet. Důležitá je prevence zranění po již prodělaném výronu, vzhledem k tomu, že je v tu chvíli kotník náchylnější na další poškození. Základem je osvojení správné techniky prvků obtížnosti, především dopadů a odrazů.

Problematika provedení prvků obtížnosti na jednu stranu je faktorem přispívajícím ke zranění. Ideálním řešením je nácvik všech rotačních prvků a skoků na obě strany již od začátku. Kromě pozitivních zdravotních dopadů je to výhodou i při sestavování týmové choreografie, kde bude zajištěn větší synchron (všichni členové týmu cvičí stejně – synchronně), když budou všichni členové provádět prvek na stejnou stranu. Neodmyslitelnou součástí je zařazení kompenzačních cvičení, jak pro jednostranné pohyby, tak pro svaly a svalové skupiny, které jsou při gymnastickém aerobiku méně zapojovány. Z krátkodobého hlediska se může zdát kontraproduktivní věnovat se posilování partií, které nejsou primárně potřebné k aerobiku, ale z dlouhodobého hlediska je důležité vnímat tělo jako celek. Levitová (2016) uvádí, že při oslabení určitých svalů dochází k hyperaktivitě již silných svalů a dochází tak k nerovnováze, potažmo ke zranění (Levitová, 2016).

Cvičení vhodná pro rehabilitaci a rekondici po zranění kotníku jsou vhodná také v rámci prevence. Jedná se o práci s chodidlem, využití therabandů, nestabilních plošin a silového tréninku. Šarabon a Kozinc (2020) v metaanalýze zjistili pozitivní vliv silového tréninku na výsledky Y – balance testu a stoje na jedné noze (testy používané k měření stability kotníku). Nová metoda neurocentrického přístupu je velmi málo rozšířená, ale vzhledem k menšímu zatížení pohybového aparátu díky cvikům zaměřeným na odezvu CNS je další možností při léčbě distorze a obnovení stability.

Podstatnou částí prevence je i výměna tréninkových bot z těch určených na gymnastický aerobik za běžné tenisky do tělocvičny. Speciální obuv je vhodné nosit pouze na závodech, popř. na předzávodním tréninku, aby si na ně závodníci zvykli a nebyl to pro ně na soutěži velký rozdíl. Hmotnost jiných tenisek je sice vyšší, ale stejně tak i výška podrážky, která zajišťuje tlumení dopadů a chrání klouby před velkými nárazy.

Vhodná je spolupráce fyzioterapeuta a trenéra, při které projdou všichni svěřenci podrobnou diagnostikou jejich pohybového aparátu a na základě výsledků jsou jim vybrány cviky na míru. Na začátku či na konci tréninkové jednotky je ideální čas na provedení těchto cviků, které zmírní negativní dopady gymnastického aerobiku na pohybový aparát.

V každém sportu prováděném na soutěžní úrovni je třeba kromě tréninkových jednotek naplánovat i čas pro regeneraci. Kromě dnů úplného odpočinku lze zařadit i jiné sporty, které se aerobiku vůbec nepodobají. Je to také skvělá forma utužování vztahů v klubu, především pro závodníky soutěžící v kategoriích jednotlivců, jelikož mezi nimi nebývá takové pouto jako u závodníků v týmových kategoriích.

2.6 Posturální stabilita

Centrální nervový systém (CNS) se podílí na veškerých pohybech. Zpracovává informace z okolí a vyhodnocuje, jaký pohyb má tělo v daný okamžik provést.

Stabilita popisuje schopnost udržet polohu daného segmentu nebo celého těla. Informace získané pomocí různých receptorů se spojí v sensorické mozkové kůře, dostanou se do motorické kůry mozku a pomocí motorických nervů je vydaný pokyn k pohybu do příslušných svalů.

Stabilita souvisí s velikostí opěrné báze a výškou těžiště nad bází. Pokud se vektor síly nepromítá do opěrné báze, dochází k vyšší svalové aktivitě (při snaze udržet stabilní polohu), ze které se může stát hypertonie zapojených svalů, bolest, eventuálně vznik deformit (Kolář, 2009).

Senzorická složka

Do sensorické složky se řadí zrak, vestibulární aparát a propiocepce. Ze smyslových orgánů patří oči mezi ty nejvíce využívané pro získávání informací o okolním prostředí. Ware (2008) uvádí, že až 80 % informací získaných smyslovými orgány přináší zrak. Podle Peterky (2002) se liší podíl vnímaných podnětů při pobytu ve známém prostředí a na nestabilním povrchu. V prvním případě dodávají 70 % informací mechanoceptory a propioceptory, 20 % vestibulární systém a 10 % zrak. Při využití nestabilní podložky se pak upřednostňují informace získané z vestibulárního aparátu a zraku. Vestibulární aparát se nachází v labyrintu vnitřního ucha, ve kterém je tekutina s krystalky uhličitanu vápenatého. S každým pohybem hlavy se krystalky umístěné v otolitech s tekutinou přelévají a díky tomu tělo vyhodnotí polohu hlavy (se kterou často souvisí i poloha celého těla). Když se krystalky z otolitů vysypou, projeví se příznaky jako nevolnost, závratě a záškuby očí (Jeřábek, 2007, Barotová, 2020). Vestibulární aparát je tedy nejvíce využíván při prudkých pohybech hlavy a rotacích celého těla.

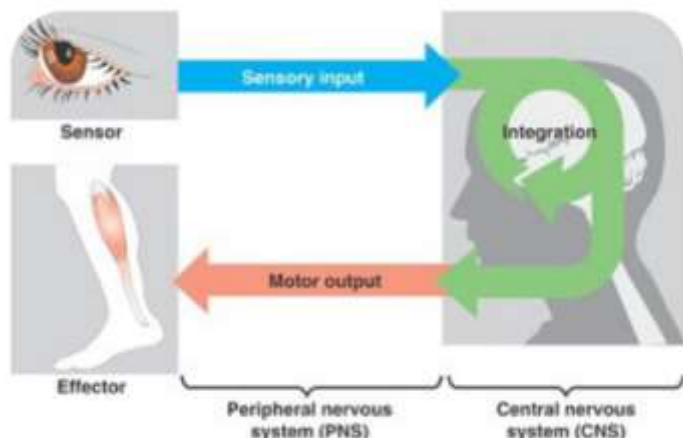
Proprioceptivní systém zpracovává informace z propioceptorů obsažených ve šlachách, kloubních pouzdrech a svalech. Tyto informace mají zpětnovazebnou povahu a pomáhají při stabilitě a korekci polohy (Véle, 2006). Díky tomu je do mozkového kmene, mozečku a mozkové kůry předán údaj o přesné poloze kloubu/segmentu těla vůči celku i vůči gravitaci (Cobb, 2021). Bez pomoci zraku je tak jasné, jaký pohyb je zrovna vykonáván.

Nejdůležitějšími proprioceptory jsou svalová vřeténka a šlachová tělíska. Svalová vřeténka jsou tvořena svalovými vlákny a nachází se ve všech svalech (ve větší míře ve svalech ovládajících jemnou motoriku). Receptor délky obsažený v centrální části vřeténka reaguje na prudké nebo dlouhotrvající natažení svalu tím, že v příslušném míšním segmentu přepojí impuls na alfa-motoneurony, které vedou ke svalů, z něhož původně impuls přišel (Kittnar, 2011). Šlachová tělíska jsou receptory nacházející se ve šlachách svalů a jsou méně dráždivá než svalová vřeténka (Holubářová, 2011). Při kontrakci dojde k napnutí šlachy, na které jsou šlachová tělíska umístěná, informace vede do zadních rohů míšních a dochází k inhibici agonistických svalů a kontrakci antagonistických svalů, aby se zabránilo dalšímu napínání, které by mohlo vést k poškození svalu (E-learningový portál Technické univerzity v Liberci, cit. 2023).

Je-li jedna nebo více ze složek rovnovážného systému porušena, údaje o poloze těla nebo segmentů jsou zkreslené a může dojít k porušení stability. Tento jev se v angličtině nazývá sensory mismatch, kdy spolu informace získané z různých systémů nesouhlasí (Cobb, 2021). Lidský organismus si dokáže lépe poradit, když informace z jedné ze složek chybí úplně, než když jsou určitým způsobem narušené (Kovařovic, 2023).

Řídící složka

Řídící složkou posturální stability je CNS. Z receptorů rozmístěných po celém těle přechází informace aferentní dráhou do různých částí mozku, kde se informace zpracují a srovnají se zkušenostmi. Na základě přijatých informací a informací v mozku již uložených je vyhodnoceno, jaký pohyb bude proveden, aby bylo dosaženo kýženého výsledku. Přes motorické nervy dojde pokyn až do efektorů – do svalů, viz. obrázek 1.



Obrázek 1 Podnět k pohybu

Zdroj: <https://zhealtheducation.com/wp-content/uploads/2021/10/Neurofundamentals-EBook.pdf>

Následující části mozku se významně podílí na pohybu a stabilitě:

Temenní lalok

Temenní lalok je centrem somatosenzoriky. Jeho úkolem je rozlišit, jakým podnětům věnovat pozornost a jaké podněty naopak nebezpečné nebo podstatné nejsou. Temenní lalok je také zapojován při běžných pohybech vyžadujících koordinaci (Suchá, 2013).

Mozeček

Mozeček zajišťuje přesnost pohybů, rovnováhu a koordinaci. Setkávají se zde informace z vestibulárního systému, zraku, sluchu a čichu a dochází k jejich propojení a zjednodušení. (Cobb, 2021)

Čelní lalok

Čelní lalok ovlivňuje vědomě řízený pohyb. V případě poruchy nebo poranění v jedné z částí čelního laloku dochází k omezení pohybu na opačné straně těla, což

má za následek zhoršenou stabilitu. Také zastává funkci inhibice reflexně řízených pohybů a ovládní instinktů, což vede k soustředění se na podstatné věci a vykonávání žádaných pohybů (na základě vyhodnocení situace za bezpečnou) (Cobb, 2021).

Výkonná složka

Jak z výše uvedeného vyplývá, na stabilitě se podílí CNS i PNS, pohybový aparát je pak prostředkem k dosažení stability. Nejprve se informace ze senzorické složky zpracují v senzorické kůře mozku, svaly pak vykonají pohyby potřebné k udržení rovnováhy. Na tomto procesu se podílí také dýchací svaly. Při nádechu dohází k extendovanému držení těla, při výdechu naopak k flekčnímu. Nejvíce se to projevuje na trupu v okolí dýchacích svalů (Véle 2006). Proces, při kterém těžiště těla osciluje kolem jednoho bodu, se nazývá titubace. Čím je titubace větší, tím horší je schopnost stability. Při velkých výkyvech se nejspíš jedná o poruchu CNS nebo vnitřního ucha (Zanni, 2014).

2.6.1. Stabilita a hlezenní kloub

Hlezenní kloub hraje při stabilitě velkou roli. Je to nejnižší postavený větší kloub, tudíž všechny pohyby ve stoji prochází přes něj. Ovlivňuje polohu segmentů těla nad ním a veškeré poruchy kotníku se s velkou pravděpodobností projeví v jiných oblastech výše. Oblastí nohy a kotníku totiž prochází flekční a extenční řetězce vedoucí přes lýtko, stehno, pánev, páteř až do hlavy (Richter a Hebgen, 2011). V kotníku se nachází proprioceptory, které vnímají polohu kloubu vůči zbytku těla a vůči okolí. Jakýmkoliv poškozením v jeho oblasti narušujícím cití se zhoršuje stabilita.

2.6.2. Testy měřící stabilitu hlezenního kloubu

Footscan

Footscan je tlaková deska, která je využívána k analýze stoje, který má vliv na posturální stabilitu. Jedinec si na desku stoupne a výsledkem je záznam rozložení tlaku po celé ploše chodidla, která je v kontaktu s podložkou. Osoby se zhoršenou stabilitou a poraněním hlezenního kloubu zpravidla upřednostňují chůzi a stoj na patě a laterální straně chodidla (Kartal, 2013).

Y – balance test

Standardizovaný test zkoumá dynamickou posturální stabilitu dolních končetin. Proband se postaví do středu speciální konstrukce se třemi tyčemi, ve stoji na jedné noze posouvá pohyblivý jezdec postupně ve třech směrech a vždy se musí vrátit do výchozí pozice. Vpřed, vpravo vzad a vlevo vzad (viz. obrázek 2). Každý směr na každou nohu je změřen třikrát.



Obrázek 2: Y – balance test

Zdroj: <https://johnsnyderdpt.com/for-clinicians/functional-testing/lower-quarter-y-balance-test/>

Pokus neplatí, pokud proband nadzvedne patu nebo udělá pohyb švihem, neudrží se na jedné noze a neskončí ve výchozí poloze.

K výpočtu výsledku testu je třeba znát probandovu délku dolní končetiny, která se měří od spina iliaca anterior superior po malleolus medialis. Z každého směru (každá dolní končetina zvlášť) se vypočítá průměrná hodnota. Ta se vydělí délkou DK v centimetrech a následně vynásobí 100.

Z naměřených hodnot lze vypočítat tzv. composite reach distance. Je to součet nejlepších pokusů v každém směru vydělený třemi, následně vydělený délkou končetiny

a vynásobený 100. Tato vzdálenost je v některých studiích využívána jako prediktor zranění (Walker, 2016).

Foot Lift Test

Proband stojí na jedné noze, druhou má pokrčenou a opřenou o lýtko stejné nohy. Paže jsou připeřené volně podél těla. Test se provádí bez bot i bez ponožek, se zavřenými očima. Po dobu 30 sekund se počítají body za každé nadzvednutí stejné nohy, dotyk druhé nohy země a za každou sekundu, kdy se pokrčená noha dotýká země, se přičítá jeden bod. Tento test má z následujících testů nejlepší využitelnost (Ross, 2010).

TBT test

TBT neboli Time-in-balance test se provádí na jedné bosé noze, nejprve 3 pokusy s otevřenými očima, poté 3 pokusy se zavřenými očima. Pokrčená noha je umístěná vedle stejné nohy, nikde se jí narozdíl od Foot Lift Testu nedotýká. Paže jsou buď umístěné v bok nebo překřížené na hrudi. Každý pokus trvá 60 sekund, ovšem jen za předpokladu, že proband vydrží stát v klidu, pokrčenou nohou se nedotkne země a opěrná noha se nezvedne ze země. V ten okamžik se čas zastavuje. Výsledkem je vždy nejlepší čas na jedné i druhé noze nejprve s otevřenými, poté se zavřenými očima.

BESS (Balance Error Scoring System)

Test zahrnuje 3 různé postoje: stoj spojný, stoj na jedné noze a tandemový stoj. Všechny tyto varianty jsou prováděné jak na pevné podložce (na zemi), tak na měkké pěnové podložce. Test trvá 20 sekund, probíhá se zavřenými očima a rukama v bok. Nároky na úspěšné zvládnutí jsou nižší než u předchozích testů. Za každou chybu se přičte jeden bod a ty se po uplynutí 20 sekund sečtou. Chyby jsou: zvednutí rukou od boků, posun stehna do flexe nebo abdukce $>30^\circ$, zvednutí paty nebo špičky stejné nohy, vychýlení z testovací polohy na více než 5 sekund, otevření očí a dotek pokrčené nohy země (v případě stoje na jedné noze). Vzhledem k chybám, kterých se proband musí dopustit, aby získal bod, je tento test vhodný spíše u závažnějších poruch (Ross, 2010).

2.7 Léčba po distorzi hlezenního kloubu

Ihned po zranění kotníku bývá doporučována metoda RICE (eventuálně PRICE – Protection) – Rest (odpočinek), Ice (led), Compression (komprese), Elevation (elevace) (Gotlin, 2008). Autorem je Dr. Gabe Mirkin, MD, americký lékař, který ji poprvé představil v roce 1978 ve své knize. V roce 2015 však připustil, že použití ledu může být kontraproduktivní. Led zpomalí průtok krve, což vede ke zmírnění bolesti, ale zároveň zpomalení procesu hojení, když se mediátory zánětu odplavují z poraněného místa pomaleji. Mirkin (2015) podotýká, že lze led aplikovat ihned po zranění kvůli snížení bolesti ve 2 až 3 10minutových intervalech prokládaných 20minutovou pauzou. Není však vhodné led aplikovat déle než 6 hodin po zranění.

Další variantou terapie, která je především u sportovců hojně využívaná je kinesiotaping. Podle Pilného (2018) je taping hlezenního kloubu vhodný jako:

1. prevence poškození
2. fixace po výronu – natažení vazů
3. fixace po hrubých distorzích – částečném přetržení vazů – k doléčení po sejmutí sádrové fixace

Při I. stupni distorze trvá návrat ke sportu 1-2 týdny, při II. stupni 2-4 týdny a III. stupni 4 týdny a déle (Gotlin, 2007). Poraněné vazy se zpravidla léčí fixací sádrou nebo ortézou 4-6 týdnů (Pilný, 2018). Pokud je sádra nebo dlaha umístěna na nohu, která v hleznu svírá více než 90 %, může ještě dojít ke zkrácení Achillovy šlachy společně s oslabením svalů bérce, které jsou při fixaci hypoaktivní. To komplikuje a prodlužuje následnou léčbu.

Pohyby by neměly způsobovat bolest, ze začátku stačí hýbat prsty u nohou, jelikož zapojené svaly vedou přes hlezenní kloub. Dalšími pohyby určenými pro rozcvičení hlezna a udržení svalové hmoty jsou plantární a dorsální flexe vsedě s podepřenou patou. Pilný (2018) uvádí, že pohyby je třeba provádět nejdříve v menším rozsahu, v krajní bezbolestné poloze setrvat 10 sekund, nohu uvolnit a opakovat 5x. Cviky takového charakteru je vhodné zařadit vícekrát denně spíše než provést velké množství opakování najednou, pro dříve zraněnou oblast se přeci jen jedná o určitou zátěž. Cvičení nesmí zvětšovat otok a zhoršovat bolest, to je jasným signálem pro snížení počtu opakování nebo dokonce pro vynechání cviku. Pokud jsou předešlé cviky prováděny bez obtíží a zhoršení stavu, dalším krokem je cvičení bez podpory paty například plantární flexe vsedě s výdrží v krajní poloze. Pro přidání intenzity se používají odporové gummy

(therabandy), jak k protažení svalů bérce a Achillovy šlachy, tak k posílení svalů kolem hlezna (Pilný, 2018).

Když je po distorzi zaveden klidový režim a cviky s nízkou intenzitou, problémy by měly přejít v rámci týdnů. Užívání ortézy v počáteční fázi návratu do tréninku je běžnou praktikou, nemělo by se však zapomínat na rozvoj síly a mobilizaci, díky čemuž bude kotník zpevněný i bez jejich nošení (Walker, 2018). U závažnějších případů mohou komplikace přetrvávat v řádech měsíců (Jones, 2019). Po operacích vazů v kotníku je čas, kdy se sportovec smí vrátit ke své disciplíně delší. Zejména u odrazů a dopadů ze skoků, kdy je na kloub a okolní struktury vyvíjen velký tlak.

Z neléčeného akutního zranění může bez adekvátní léčby vzniknout chronická nestabilita kotníku, pro kterou je typická porucha funkčnosti často vedoucí k opakovaným distorzím (Walker, 2018). Jedním z charakteristických znaků chronicky nestabilního kotníku je ztráta reakční kontroly laterálního svalstva nohy. To vede ke špatné aktivaci svalů, pohybu kloubu a posunutí rozložení váhy v chodidle (Konradsen, 1990). Lentell et al. (1990) navíc uvádí, že nestabilita kotníku není důsledkem svalové slabosti, ale souvisí s přítomností proprioceptivního deficitu. Tyto kinematické důsledky mají za následek modifikace celého kinetického řetězce, které mění inverzní dynamiku kolene a kyčle. To má za následek poruchu a zpomalení reflexních pohybů používaných ke kontrole držení těla a rovnováhy.

2.8 Balanční pomůcky

Balanční pomůcky jsou hojně využívány při procesu rehabilitace a rekonvalescence po zranění. Ovlivňují stabilitu a tím zapojují drobné svaly, které pomáhají najít rovnovážnou polohu. Willardson (2007) uvádí, že cvičení na nestabilních podložkách má pozitivní vliv na citlivost svalových vřetének, která umožňují rychlé reakce při působení vnějších sil. Působení sil zvyšující potřebu stabilizace je nutné pro zlepšení neuromuskulární koordinace. Lephart a kol. (1997, 1998) potvrzují také zlepšení propriocepce díky využití balančních pomůcek. Labilita může vzniknout jak povrchem, na kterém je cvičení prováděno, tak unilaterálními cviky nebo použitím odporu, který je umístěn mimo těžiště těla (Willardson, 2007). Když vše funguje bez většího omezení, výsledkem je schopnost udržet stabilitu i bez balančních pomůcek. Jejich využití z hlediska procesů v CNS je sporné, jelikož dochází k nesouladu v přijímaných informacích z proprioceptorů, vestibulárního ústrojí a zraku. První dva zmíněné totiž dostávají signály o pohybu, ale zrak vnímající okolí vysílá signál, že se člověk nikam neposouvá, protože nevidí příčinu pohybu (balanční pomůcku na které stojí) a nikam se ve skutečnosti nepohybuje (Cobb, 2021).

Dle Andersona a Behma (2004, 2005) dochází za nestabilních podmínek k vyššímu zapojení svalstva končetin a trupu a tím dochází k lepší stabilizaci kloubů. Je ale třeba brát v potaz to, že vyšší zapojení svalstva nemusí nutně znamenat efektivnější zapojení. Dále zmiňují, že při tréninku na nestabilních plochách není tělo zatěžováno příliš velkým odporem, který by mohl zpomalit proces hojení. Z toho důvodu je využití balančních plošin doporučeno především v úvodní části rehabilitace (Behm, Sanchez, 2012, Anderson, Behm, 2005, Fowles, 2010). Ve většině sportů je zároveň třeba vyvinout sílu a zůstat stabilní, trénink na nestabilních plochách tak zajistí vysílání signálů podobných specifickým pohybům ve sportu do CNS už ve fázi rehabilitace, kdy je zraněný nemůže vykonávat (Anderson, Behm, 2005). Na druhou stranu Saeterbakken (2016) zmiňuje, že přenos síly a výsledky jsou nejlepší, když se cviky provádí na stejném povrchu jako při určitém sportu. To zpochybňuje účinnost balančních ploch v tréninku síly, ale i v rámci rehabilitace. I když není cílem nárůst svalové hmoty a všeobecné síly, jelikož na nestabilních podložkách je využívána nemaximální síla k dosažení určitých poloh (Jebavý, 2014), ale návrat zraněného zpět do běžného života s co nejmenšími bolestmi a omezením, je nutné zařadit specifické pohyby a cviky, které napodobují pohybové vzory daného sportu a každodenních činností.

Dle Jebavého (2014) je podstatné dodržet několik pravidel pro využití balančních pomůcek. Veškerému cvičení na nestabilních pomůčkách by měla předcházet masáž nohy a mobilizace jejích drobných kloubů, aby došlo ke zlepšení propriocepce. Do tréninku je vhodné zařadit cviky lokálního i celostního charakteru, unilaterální i bilaterální. Již zaujetí výchozí polohy musí být provedeno správně, jinak by nemuselo dojít k očekávanému výsledku. Cvičení jsou prováděna relativně kontrolovaně a při všech částech pohybu cvičenec být schopný rovnováhu udržet. Cviky lze modifikovat předchozím zatížením sensorického aparátu, aby se zvýšil vliv na ostatní složky zajišťující rovnováhu. Jestliže má jedinec problémy se stabilitou i na stabilním povrchu, není vhodné zařazovat trénink na labilních plochách, jelikož by mohly situaci ještě zhoršit a prohloubit chybné pohybové stereotypy (Kaplan, 2023). Využití balančních ploch také není vhodné při zánětlivých stavech, dále pro osoby s poruchou CNS a úplnou ztrátou cití. Lepšího vnímání nestabilní plochy a zapojení malých svalů nohy lze dosáhnout cvičením naboso (Jebavý, 2014).

Existuje široká škála pomůcek, které se liší jak materiálem, ze kterého jsou vyrobené, tak plochou, kterou se dotýkají země a cviky na nich lze provádět ve vertikální i horizontální poloze. Nejprve se začíná na pomůčkách s velkou plochou opory, postupně se může zvyšovat náročnost použitím menší styčné plochy. Obtížnost se také zvýší prodloužením výdrže v určité poloze, zavřením očí nebo prováděním cviků ve větší rychlosti. Kvůli zákonu adaptace (tělo se po určité době na podnět adaptuje, není-li zvyšovaná náročnost a cviky pozměněny) je vhodné pomůcky střídát (Anderson, Behm, 2005).

Mezi často využívané balanční pomůcky při rehabilitaci a rekondici po zranění kotníku patří:

Molitanová podložka

Vhodná pro úvod do využití nestabilních ploch. Opěrná plocha je velká, labilitu způsobuje měkký povrch, na kterém se provádí cviky ve stoje, převážně statického charakteru (Jebavý, 2014).

Vzduchové úseče

Podložky kruhového tvaru jsou naplněny vzduchem, díky němuž je povrch nestabilní. Dle nahuštění se odvíjí obtížnost cvičení a zachování stabilního postoje. Na povrchu mohou být akupresurní výstupky pro senzomotorickou stimulaci (Jebavý, 2014).

Balanční kruhové úseče

Dřevěné nebo plastové podložky, na kterých je ze spodní strany připevněná polokoule ze stejného materiálu, která umožňuje pohyb do všech směrů. Na rozdíl od jiných balančních pomůcek je povrch, na kterém se stojí tvrdý a sám o sobě stabilní. Nestabilitu zajišťuje pouze polokoule na spodní straně (Jebavý, 2014).

Mobo board

Mobo board je bambusová podložka se čtyřmi vyjímatelnými částmi, které umožňují úpravu obtížnosti. Podložka je oboustranná, jedna strana je určená pro pravou nohu, druhá pro levou nohu. Od ostatních podložek se liší v tom, že je při stožení na ní využíván ze všech prstů jen palec nohy. Ostatní prsty jsou zapřené o hranu otvoru, který je do bambusu vyříznutý. Cílem je zlepšení funkce palce při udržování stabilního postoje a změna stereotypu chůze z vnější strany chodidla na celou jeho plochu (Mobo board, cit. 2023). Mobo board se prodává s tenkou odporovou gumou, která se provléká otvory pro balanční půlkruhy.



Obrázek 3: Mobo board

Zdroj: <https://www.precisionpt.org/post/the-magic-of-the-mobo-board>

BOSU

Pomůcka s dvěma různými povrchy, na kterých lze cviky provádět. Zkratka BOSU totiž znamená Both Sides Up. Jedna strana je rovná, z tvrdého plastu, druhá strana (naplněná vzduchem) tvoří polokouli. Cvičení na tvrdé ploše vhodnější pro seznámení s tímto druhem pomůcky. Kromě rehabilitace a rekonvalescence se BOSU využívá také pro trénink tělesného jádra (core) (Cary, 2014).

Propriofoot

Malé čtvercové balanční podložky pod názvem Propriofoot se dají využít v kombinaci nebo jednotlivě. Existují tři typy, které se liší tvarem a umístěním výstupku na spodní části podložky. Každá destička má jinou obtížnost, od stabilní (zelené) po nejméně stabilní, umožňující pohyb do všech směrů (červenou) (viz. obrázek 4). Cvičení se zpravidla provádí unilaterálně, kdy jedna noha stojí na podložkách a druhá noha na zemi (Kaplan, 2023).



Obrázek 4: Propriofoot

Zdroj:
<https://www.okrehabilitace.cz/cz/s1785/Pobocky/c2011-Praha-Budejovicka/n18031->

Posturomed

Posturomed je balanční plošina zavěšená na pružinách, kterými se reguluje míra lability. Cílem proprioceptivní posturální terapie na Posturomedu je dosažení lepších výsledků s přibývajícím časem, zlepšení stability a zmírnění bolesti. Při cvičení dochází k aktivaci a koordinaci svalů zajišťujících posturální stabilitu pomocí tzv. feed forward (anticipačního řízení motoriky). Použití Posturomedu předchází vyšetření pohybového aparátu a korekce svalových dysbalancí. Každé cvičení je zahájeno kontrolou postoje, který je v této metodě velmi podstatný. Cviky jsou zvolené tak, aby se jedinec nesoustředil pouze na zachování stability ale i na provádění samotných cviků. Postura je udržována pomocí intersegmentální stabilizace a je podstatné neustále sledovat cvičence a upravovat obtížnost podle jeho aktuálních potřeb (Rašev, cit. 2023). Celý průběh cvičení by měly doprovázet co nejmenší doprovodné pohyby a žádné vychýlení z osy.

2.9 Neurocentrický přístup

Neurocentrický přístup je také nazýván jako neurotrénink, neuroathletic trénink nebo vestibulární, propioceptivní a vizuální rehabilitace. Neurotrénink vychází z faktu, že mozek hraje roli v každém pohybu, tudíž porozumění jeho funkcím a mechanismům a jeho procvičení vede k lepšímu porozumění pohybu a jeho ovlivnění. Přibližně 10 % mozkové kůry ovládá vědomý pohyb, zatímco 90 % se podílí na vytváření ipsilaterální reflexní stability pomocí aktivace PMRF (pontomedulární retikulární formace) (Cobb, 2021). Mozek u veškerých informací vyhodnocuje, zda jsou pro člověka nebezpečné nebo ne. Při stresových (a nebezpečných) situacích se aktivuje sympatikus. Oproti tomu parasympatikus procesy v těle inhibuje a napomáhá celkovému zklidnění (Lienhard, 2023). Když je některý z receptorů poškozený, mozek nedokáže správně vyhodnotit signál a míru nebezpečí dané situace, proto raději činnost utlumí, což může vést k horším výsledkům. Děje se tak například inhibicí či excitací určitých svalů (mechanismus šlachového tělíska a svalového vřetenka).

Rozdíl mezi neurotréninkem a jinými cvičebními metodami využívanými ve sportu je ten, že se nezaměřuje jen na výstup – pohyb, ale zkoumá všechny kroky jemu předcházející (v CNS, PNS). Často není problém v daném segmentu, ale už ve vnímání a zpracovávání informací z okolí (Lienhard, 2023). Sousedící části mozku se navzájem ovlivňují, je-li jedna část aktivována, aktivuje nepřímo i vedlejší oblast. Znamená to například cvičení zaměřená na aktivaci senzorické kůry, která ovlivní vedlejší motorickou kůru. Cobb (2021) uvádí, že při dýchání jednou nosní dírkou je aktivována kontralaterální část mozku, která spojuje sestupné vestibulární dráhy a podílí se tak na stabilitě. Cvičení by měla být zaměřena na stejnou oblast, ve které bude později prováděn pohyb. Ideální formou je třeba využití dotyku a mechanoceptorů v daném místě.

Úkolem při výběru cviků je nalézt hranici, při které jsou výsledky negativní a intenzitu mírně snížit. Když dojde k pozitivní odezvě, cviky by měly být prováděny na této úrovni. Cvičení s nízkou obtížností by nemusela stačit k adekvátní odezvě. Čím je podnět intenzivnější, tím snadněji v mozku vznikají nová spojení. Například u sportovců, kteří jsou zvyklí na velkou zátěž může být vyšší intenzita nutností, aby na daný podnět zareagovali a přineslo to výsledek. Odpověď, zda cvik funguje přichází okamžitě, jelikož mozek zpracovává informace o nebezpečí/bezpečí během 0,012 sekundy (Cobb, 2021). Výhodou neurotréninku je použití metody test – retest, kde je vždy po několika opakováních cviku ověřen jeho účinek.

Postup cvičení dle Lienharda (2023):

1. Provedení testu nebo souhrnu testů měřících rozsah problému, se kterým se cvičenec potýká (omezená mobilita, flexibilita, stabilita, síla či rychlost, bolest apod.). Testy by neměly být obtížné, jelikož je třeba je provádět opakovaně a zvolením náročných testů by nebylo možné rozpoznat únavu a vyčerpání od negativně působícího cvičení.
2. Výběr cviku je individuální a záleží na reakci, které je třeba dosáhnout pro zlepšení výkonu. Je třeba inhibovat nebo excitovat určitou část mozku?
Průběh cvičení se hodnotí na základě rychlosti i správnosti provedení, plynulosti, únavy apod. Důležitá je kontrola stresové reakce na cvik, zda došlo ke zklidnění nebo nabuzení. Tyto informace se dají zjistit ze změny srdeční frekvence, dechu, svalových kontrakcí apod.
3. Provedení retestu následuje vždy po každém cviku, eventuálně po provedení cviku na jednu stranu. V případě setrvání stavu beze změny je cvik změněn nebo upraven. Díky tomuto způsobu je zřejmé, který ze cviků přináší výsledky a který je lepší vynechat.

Testovací cviky vhodné k posouzení stability kotníku při kontrole musí být jednoduše proveditelné, aby postupem času nebyly ovlivňovány únavou, přičemž by nemuselo dojít k rozpoznání účinnosti léčby. Mezi takové cviky by se dalo zařadit např.:

- Stoj na jedné noze
- Výpon – kontrola stability i bolestivosti
- Weight-bearing lunge test – cvičenec provede klek přednožný, koleno přednožené nohy se snaží dostat před úroveň kotníku a zároveň mít položené celé chodidlo – kontrola mobility

Vzhledem k tomu, že nejvíce informací je přijímáno zrakem, je vhodné tím proces neurotréninku také začít (Cobb, 2021). Hodnotí se schopnost očí setrvat na jednom bodu. Dochází-li k viditelným pohybům očí, jedná se o nystagmus (Tarnutzer, 2018). Dále se zkoumá schopnost očí sledovat pohybující se předmět/bod. Ideálně by se měl pohled posouvat plynule, bez trhavých pohybů a oběma očima naráz. Mezi testy patří také přeskakování pohledu z jednoho předmětu na druhý i sledování předmětu přibližujícího se a vzdalujícího se od obličeje, při kterém se oči sbíhají a rozbíhají (Lienhard, 2023).

Cvičení využívaná v neurotréninku se dělí podle toho, zda působí na zrak, vestibulární systém či proprioceptory.

Vestibulární rehabilitace

Vestibulární rehabilitace využívá vestibulookulární reflex. Tím se rozumí schopnost pohybu očí v opačném směru, než se hýbe hlava, převážně ve vertikálním a horizontálním (při rotaci nedochází k dostatečné stimulaci reflexu) pomocí zapojení vnitřního ucha, které detekuje polohu hlavy (Han, 2011). Dalším mechanismem je optokinetická stimulace, která souvisí s vizuálním vnímáním a podněcuje reflexní reakci očí na pohybující se objekty. Při poruše sensorického vnímání dochází při metodě optokinetické stimulace ke kompenzaci poškozeného vestibulárního systému a tím pomáhá při stabilizačním procesu (Pavlou, 2010).

Dalším fenoménem je postrotační nystagmus, který způsobuje rychlé pohyby očí ze strany na stranu vyskytující se po nestabilitě detekované ve vnitřním uchu (způsobené rotací hlavy i jinými pohyby). Důsledkem může být závrať (Tarnutzer, 2018).

Trénink propriocepce

Lephart (1997) doporučuje po zranění vazů trénink propriocepce, která je v důsledku poranění poškozená. Program zaměřený na míšňí reflexy, kognitivní funkce a činnost mozkového kmene vede ke zlepšení stability kloubu a celkové stability. Propriocepci lze trénovat několika způsoby, často se využívají balanční pomůcky. Zlepšit propriocepci je možné i bez využití jakýchkoliv pomůcek, převážně cviky na jedné noze, ať už statické, tak dynamické (Ager, 2020). Využití propriocepce lze zvýšit absencí informací přijímaných zrakem. Zařazení cviků se zavřenýma očima předchází zvládnutí provedení se zrakovou kontrolou. Zavřené oči při cvičení, které bylo prováděno s otevřenýma očima způsobují to, že se mozek více soustředí na informace z vestibulárního ústrojí a propriocepce a zvyšuje se soustředěnost a účinnost cvičení (Lienhard, 2023).

Z důvodu poměrně nového přístupu neurotréninku neexistují dostatečné studie, které by potvrzovaly či vyvracely jeho účinnost. Mezi argumenty proti této metodě tak patří především absence odborných publikací. Informace o neurotréninku přináší především lékaři a odborníci, kteří na toto téma pořádají semináře a kurzy. Je tedy přirozené, že jejich cílem je metodu propagovat. Zastáncům tradičních léčebných postupů může cvičení připadat příliš jednoduché a zdánlivě nemající nic společného s poraněnou

oblastí. K výběru vhodných cviků je třeba znalostí anatomie a fyziologie mozku a nervové soustavy, aby bylo výsledků dosaženo co nejrychleji a změny byly trvalé.

2.10 Propojení neurotréninku a využití balančních ploch

I přes argumenty proti využití balančních pomůcek z důvodu jiného zpracování informací uvedené výše, se v neurotréninku objevuje jejich využití. Cviky, které jsou běžně prováděny ve stoje je možné po jejich zvládnutí zařadit i na gymnastickém míči (Lienhard, 2023). Jedná se o ztížení situace, vystavení se většímu stresu a zvýšení účinnosti, jestliže cviky prováděné ve stoje nebyly dostatečně obtížné a stimulující.

Proprioceptivní trénink se dá považovat za součást jak neurotréninku, tak tréninku s využíváním balančních ploch. V neurotréninku jsou cviky zaměřené na rozvoj mobility a vnímání všech poloh, do kterých se segment těla dostane. Podle charakteristiky problému dochází ke zvýšení nebo snížení napětí konkrétních nervů inervujících postiženou oblast (Cobb, 2021). Při cvičení na balančních plochách, a to převážně bez zrakové kontroly, také dochází ke zlepšení propriocepce a po určitém čase si jedinec na balanční podložku zvykne a snadněji dosáhne stabilní polohy (Ager, 2020).

2.11 Příklady cviků

2.11.1. Cviky na balančních pomůckách

Molitanová podložka a balanční úseče

Cviky na balančních pomůckách je třeba zařadit od nejjednodušších po nejtěžší. Může být způsobeno chvilkové přetížení a únava v oblasti kotníku, ale pravidelným tréninkem by se tomu mělo předcházet. Dodržování principu posloupnosti v případě využití balančních pomůcek znamená postupné zmenšování plochy, která je v kontaktu se zemí a/nebo zařazení obtížnějších cviků. V začátku léčby jsou hojně využívány molitanové podložky, které mírně narušují stabilitu (Jebavý, 2014). Nejčastěji je prováděn stoj na jedné noze. Další krok zahrnuje cvičení na vzduchem naplněných úsečích, přičemž cílem je dosáhnout stabilního postoje na obou nohách nebo na jedné noze. Úsečí lze využít i pro mírné pohyby v kotníku do stran, vpřed i vzad, které zlepšují jeho mobilitu a propriocepci stejně jako Propriofoot. Cviky na balančních kruhových úsečích fungují na stejném principu, rozdílem je povrch, na kterém se stojí, který je v tomto případě z tvrdého a pevného materiálu. Mobo board umožňuje zapojení palce nohy (díky omezení funkce flexorů ostatních prstů), zároveň dochází k senzomotorické stimulaci a díky balančním částem, které jsou vyjmutelné lze obměňovat obtížnost při snaze o zachování stabilního postoje.

BOSU

Pomůckou, na níž lze provádět velké množství cviků je BOSU nebo podobné pomůcky fungující na stejném principu. Nižší obtížnost je při stoji na tvrdém povrchu, náročnější jsou cviky ve stoji na měkké straně pomůcky. Před každým cvičením na BOSU je vhodné se na něj nejdříve postavit a provést několik kroků na místě, aby si jedinec zvyknul na jiný povrch, než začne vykonávat obtížnější cviky. Kromě statických poloh jako je stoj na obou nohách a na jedné noze lze provádět také dynamické cviky. Např. stoj na jedné noze, při kterém se jedinec snaží druhou nohou dosáhnout co nejdál do různých směrů (podobné SEBT nebo Y-balance testu). Počet opakování nemusí být vysoký, důležitější je kvalita provedení, která zajistí správné výsledky a předejde opakovanému zranění. Měkká strana BOSU je využitelná pro skoky, konkrétně dopady ze skoků, při kterých je cílem dosáhnout stabilní polohy. Odraz je prováděný ze země a dopad na BOSU.

Mobo board

Cviky na Mobo board fungují na podobném principu s tím rozdílem, že když jsou zasunuté dva balanční půlkruhy vedle sebe, z balanční podložky se stane nakloněná plošina, která je relativně stabilní. Nestabilita je v tom případě způsobená omezením funkce prstců. Ze začátku je vhodné cviky provádět s oporou o druhou nohu, která je vedle Mobo board na vyvýšené podložce. Váha jedince je tak rozložena a nepůsobí jen na zraněný kotník. Když jsou použité balanční půlkruhy do sousedících otvorů, podložka je vhodná pro výpony a zlepšení rozsahu v dorzální flexi (pata je na nižší části, špička nohy na vyvýšené). Využití protilehlých půlkruhů způsobuje nestabilitu a stejně jako BOSU se využívá při pohybech podobných SEBT. Obtížnost se zvýší zavřením očí. Pro přidání odporu se využívá tenké odporové gumy, která se provléká volnými otvory v podložce nebo žebřinami. Guma je vhodná například na rumunský mrtvý tah, rotace v trupu (guma je zavázaná v úrovni ramen) nebo elevace paže svírající jeden konec gumy.

Posturomed

Po zaujmutí správného postoje se střídavě zvedají nohy trojflexí DK. Klasický postup pro cvičení na Posturomedu je následující:

Zdvih jedné nohy, návrat do stoje, zdvih druhé nohy, návrat do stoje, stoj na jedné noze po dobu 1-2 sekundy, zdvih druhé nohy, návrat do stoje, zdvih jedné nohy, stoj na druhé noze po dobu 1-2 sekundy. Pro přidání obtížnosti se využívá házení míčku, ke kterému dochází při výdrži ve stoji na jedné noze (Posturomed, cit. 2023).

2.11.2. Cviky z neurocentrického tréninku

Cviky z neurotréninku je vhodné provádět 2-3x za den, dohromady 15-20 minut denně po dobu 3-6 týdnů. Někdy stačí k vyřešení problému mnohem kratší doba, ale to jsou spíše ojedinělé případy (Lienhard, 2023). Začíná se od nejjednodušších cviků po ty obtížnější. U každého cviku je nutné vyzkoušet jeho účinek na jedince, jelikož je třeba individuálně zajistit co nejvhodnější léčbu adekvátní úrovně, která přinese kýžené výsledky. Když se v průběhu zjistí, že už cvik nevykazuje výsledky jako dříve, je na čase zvolit obtížnější variantu (v případě, že problém stability ještě není vyřešený). Obměny lze dosáhnout změnou v postoji – náklon těla vpravo/vlevo/dopředu/dozadu nebo náklonem hlavy vpravo/vlevo. Další možností je plynulý přechod mezi polohami nebo jejich kombinace (např. úklon hlavy a stoj na jedné noze). Aby byl dodržen postup test-retest, je důležité po každém provedení cviku zkontrolovat jeho účinnost kontrolním testem.

Pohyby očí

Základní cviky vhodné do začátku léčby jsou zaměřené na oči, jejich pohyby a schopnost setrvat na jednom místě (Cobb, 2021). Fixace textu probíhá ve stoji mírně rozkročném, zrak je upřený na papír s písmeny (viz. obrázek 5) umístěný na zdi v úrovni hlavy a ve vzdálenosti, ve které není obtížné písmena přečíst. Jedinec má po dobu 5 sekund zavřené oči, následně je po dobu pěti sekund otevře a upírá svůj pohled na prostřední písmeno. Cílem je dostat se až na 30sekundovou výdrž.



Obrázek 5 Fixace bodu

zdroj: <https://zhealtheducation.com/wp-content/uploads/2021/10/Neurofundamentals-EBook.pdf>

Schopnost setrvat pohledem na pohybujícím se předmětu se také procvičuje ve stoji mírně rozkročném – zrak je upřený na papír s texty v různé velikosti (viz. obrázek 6), který jedinec drží v ruce na vzdálenost paže. Určí velikost textu, jíž dokáže přečíst a pro toto cvičení zvolí text o jednu velikost větší. Zrak upírá na první slovo daného textu a papír plynulým pohybem posouvá směrem vpravo vzhůru. Následně zavře oči a papír vrátí do výchozí polohy do předpažení. Tento cvik se opakuje do různých směrů na obě strany.



Obrázek 6 Texty různých velikostí

zdroj: <https://zhealtheducation.com/wp-content/uploads/2021/10/Neurofundamentals-EBook.pdf>

S vestibulookulárním reflexem, který propojuje vestibulární aparát a zrak, pracuje následující cvik:

Stoj mírně rozkročný, jedna paže je předpažená, druhá je volně podél těla. Výchozí bod, do kterého se vždy pohled vrací je na hřbetu dorzálně flektované ruky předpažené paže. Pohled směřuje nejprve vpravo od ruky, pak zpět na hřbet. Dále vlevo a zpět, vpravo nahoru a vpravo dolů a vždy se vrací na hřbet ruky. Stejně cvičení se provede i na druhou ruku. Pohyb vychází jen z očí, hlava je fixovaná v neutrálním postavení (Lienhard, 2023).

Pohyby hlavy

Další kategorií jsou cviky založené na pohybech hlavy, které zlepšují stabilitu v oblasti vestibulárního ústrojí, především vnitřního ucha.

- Stoj mírně rozkročný – flexe a extenze hlavy (pohyby jako při souhlasném kývání) (30-120 s)
- Stoj mírně rozkročný – rotace hlavy doprava a doleva (pohyby jako při nesouhlasném kývání) (30-120 s)

Ze stoje mírně rozkročného se lze postupně dostat do stoje spojného, což zvýší požadavky na zachování stabilního postoje a zvýší obtížnost. Progresí je provádění cviků se zavřenými očima či na balančním gymnastickém míči. Nejprve je třeba, aby si jedinec zvyknul na míč, proto se začíná sedem na míči s oporou nohou o zem. Následuje pohupování se zrakovou kontrolou, potom pohupování se zavřenými očima. Po úspěšném zvládnutí lze přejít ke flexi a rotaci hlavy pomocí výše popsaných cviků. Systém otolitů je možné trénovat i fixací bodu (umístěného v takové vzdálenosti, aby nebyl viděn rozmazaně) při pohupování na míči.

Nestabilní postoj

Cviky, které jsou vhodné pro testování stability jsou vhodné také pro její zlepšení. Zlepšují propriocepci a zapojují se při nich svaly potřebné k udržení rovnováhy. Y – balance test nebo SEBT (Star Excursion Balance Test – pohyb nohy do osmi směrů) lze zařadit do tréninku s cílem zlepšení stability po zranění kotníku, stejně jako stoj na jedné noze, který lze dále modifikovat. Kromě jeho využití současně s pohyby očí a hlavy je možné provádět cvik bez zrakové kontroly s uzavřením jedné nosní dírky. Druhá volná nosní dírka zajišťuje dýchání a díky aktivaci vestibulární dráhy přes opačnou hemisféru tak zlepšuje stabilitu (Cobb, 2021). Dalším cvikem zlepšující citlivost proprioceptorů a zvyšující jejich aktivitu je tzv. tandemový postoj, při kterém jsou nohy za sebou a pata jedné nohy se dotýká druhé nohy (Astriani, 2020).

3. CÍL, ÚKOLY A METODIKA PRÁCE

Cíl: Porovnat výsledky dostupných studií o využití balančních pomůcek a neurocentrického přístupu při obnově stability a objasnit jejich principy.

Úkoly:

- Studium odborné literatury zabývající se danou problematikou
- Popsat hlezenní kloub a mechanismus distorze
- Vysvětlit příčiny distorze hlezenního kloubu v gymnastickém aerobiku
- Seznámit s pojmem posturální stabilita
- Popsat metodu neurocentrického přístupu a balančních pomůcek
- Navrhnout cviky zlepšující stabilitu hlezenního kloubu
- Porovnat studie vlivu balančních pomůcek a neurocentrického přístupu na stabilitu

Metodika: Rešerše domácí i zahraniční odborné literatury pojednávající o dané problematice. Využití databází PubMed, Google Scholar, ScienceDirect a knihovny FTVS. Limitem práce je častější využití balančních pomůcek, stejně jako doba, po kterou jsou využívány oproti neurocentrickému přístupu, který je novou metodou k obnově stability.

Výzkumné otázky:

VO1. Existují studie, které by po intervenčním programu s balančními pomůckami uváděly zlepšení stability pouze na balančních pomůckách, nikoliv na stabilním povrchu?

VO2. Jaká objektivně měřitelná kritéria se při výzkumech využívají k měření stability?

VO3. Lze porovnat výsledky studií zabývajících se balančními pomůckami a neurologickým přístupem?

4. PRAKTICKÁ ČÁST

4.1 Balanční pomůcky

Balanční pomůcky jsou při léčbě distorze hlezenního kloubu hojně využívány a dokazují to i mnohé studie, které zkoumají vliv využití nestabilních podložek na zlepšení stability. Vybrané výzkumy využívají jak kombinaci balančních pomůcek, tak i BOSU a Biodex Balance System a jsou zaměřené na jejich vliv na stabilitu. Ta je měřena pomocí standardizovaných testů, měření svalové síly a dotazníků měřících stabilitu hlezenního kloubu.

Tabulka 1 Studie balančních pomůcek

Studie	Účastníci	Intervence	Hodnocení	Výsledek
<i>Effect of coordination training on proprioception of the functionally unstable ankle</i> BERNIER, J.N., & PERRIN, D. H., 1998	45 osob s nestabilním hlezenním kloubem Experimentální, kontrolní skupina a skupina s placebem	3x týdně po dobu 6 týdnů, vždy 10 minut Cviky na zlepšení propriocepce a na nestabilních plošinách	Měření rozsahu v hlezenním kloubu, stoj na jedné noze na silové desce, ANOVA	Menší odchylky v předozadním a laterálním směru (ANOVA) Žádné změny v rozsahu a stabilitě
<i>Comparative Effects of Different Balance-Training-Progression Styles on Postural Control and Ankle Force Production: A Randomized Controlled Trial</i> CUĚ, M. et al., 2016	28 osob bez zdravotních potíží	3x týdně po dobu 4 týdnů, vždy 30 minut Dynamické cviky na BOSU	SEBT, měření na silové desce, měření dynamometrem	Veškeré měřené hodnoty se zlepšily

Studie	Účastníci	Intervence	Hodnocení	Výsledek
<i>Balance training benefits chronic ankle instability with generalized joint hypermobility: a prospective cohort study</i> HOU, Z. et al., 2023	40 osob s chronicky nestabilním hlezenním kloubem Jedna skupina s generalizovanou hypermobilitou, druhá bez	3 měsíce cvičení Unilaterální cviky, balanční pomůcky	ANOVA, FAAM dotazník, SEBT, BES, počet opakujících se distorzí	Zlepšení v SEBT a BES u obou skupin U skupiny s generalizovanou hypermobilitou nižší výskyt opakovaných distorzí (16,7 % vs 29,4 %)
<i>Wobble board training after partial sprains of the lateral ligaments of the ankle: a prospective randomized study</i> WESTER, J. U. et al., 1996	48 osob s distorzí hlezenního kloubu Náhodné rozdělení do dvou skupin Jedna skupina využívá balanční pomůcky, druhá bez terapie	12 týdnů cvičení s využitím balančních pomůcek	Míra otoku, počet opakujících se distorzí, subjektivní určení nestability	U cvičící skupiny zlepšení stability, méně opakujících se distorzí Otok u obou skupin stejný, odeznění bolesti také
<i>A Randomized Controlled Trial Comparing Rehabilitation Efficacy in Chronic Ankle Instability</i> WRIGHT, J. C. et al., 2017	40 osob s chronicky nestabilním hlezenním kloubem Dvě náhodně rozdělené skupiny	3 tréninky týdně po dobu 4 týdnů Jedna skupina využívá balanční pomůcky, druhá odporové gumy	5 standardizovaných dotazníků, foot lift test, time in balance test, SEBT, side hop test, figure of eight hop test	Zlepšení výsledků FAAM dotazníku u balanční skupiny oproti druhé skupině, zároveň lepší výsledky ve všech testech měřících stabilitu

Studie	Účastníci	Intervence	Hodnocení	Výsledek
<p><i>Wobble Board Rehabilitation for Improving Balance in Ankles With Chronic Instability</i></p> <p>LINENS, S. W. et al., 2016</p>	<p>34 osob s historií prodělaných distorzí</p> <p>Experimentální a kontrolní skupina</p>	<p>3 tréninky týdně po dobu 4 týdnů</p> <p>Využití nestabilních plošin</p>	<p>Foot lift test, time in balance test, SEBT, side hop test, figure of eight hop test</p>	<p>U experimentální skupiny došlo ke zlepšení výsledků u SEBT v anteromedialní rovině</p> <p>Jediný test, u kterého nedošlo k žádnému zlepšení byl time in balance test</p>
<p><i>Wobble-Board Balance Intervention to Decrease Symptoms and Prevent Reinjury in Athletes With Chronic Ankle Instability: An Exploration Case Series</i></p> <p>WRIGHT, C. J. et al., 2020</p>	<p>8 vysokoškolských sportovců s chronicky nestabilním kotníkem</p>	<p>3 tréninky týdně po dobu 8 týdnů</p> <p>Využití balančních pomůcek a unilaterálních cviků</p>	<p>Subjektivní hodnocení stability a bolesti, GRF</p>	<p>Zlepšení stability u 37,5 % probandů</p> <p>Zlepšení GRF o 11,7 %</p> <p>Zmírnění bolesti u 50 %</p>
<p><i>Effect of wobble board training on movement strategies to maintain equilibrium on unstable surfaces</i></p> <p>SILVA, P. D. B. et al., 2018</p>	<p>20 mužů bez problémů s hlezenním kloubem</p> <p>Experimentální a tréninková skupina</p>	<p>4 týdny cvičení na balančních podložkách</p>	<p>EMG na stabilním i nestabilním povrchu</p> <p>Čas výdrže na nestabilní podložce</p>	<p>Cvičení na balančních podložkách neovlivnilo stoj na jedné noze na stabilním povrchu</p> <p>Čas výdrže na nestabilních povrchu ztrojnásoben, nižší zapojení svalů nohy</p>

Studie	Účastníci	Intervence	Hodnocení	Výsledek
<p><i>Effect of Combined Balance Exercises and Kinesio Taping on Balance, Postural Stability, and Severity of Ankle Instability in Female Athletes with Functional Ankle Instability</i></p> <p>KHALILI, M. S. et al., 2022</p>	<p>24 sportujících žen s nestabilním hlezenním kloubem</p> <p>Rozdělení do dvou skupin</p>	<p>6 týdnů tréninků</p> <p>Obě skupiny cvičí na balančních podložkách, jedna skupina navíc používá kineziologické tejpky</p>	<p>Stoj na jedné noze na Biodex Balance System, dotazník CAIT</p>	<p>Obě skupiny prokázaly lepší výsledky v dotazníku CAIT, skupina s kineziologickými tejpky navíc zlepšení stability</p>
<p><i>Balance training for persons with functionally unstable ankles</i></p> <p>ROZZI, L. S. et al., 1999</p>	<p>13 osob s nestabilním hlezenním kloubem, 13 osob bez problémů s kotníkem</p>	<p>3 tréninky týdně po dobu 4 týdnů</p> <p>Cvičení na Biodex Stability System</p>	<p>Hodnocení statické stability na nakloněné plošině, dotazník AJFAT</p>	<p>Zlepšení stability na nestabilní plošině, zlepšení výsledků dotazníku</p>
<p><i>A 4-week wobble board exercise programme improved muscle onset latency and perceived stability in individuals with a functionally unstable ankle</i></p> <p>CLARK, M. V. et al., 2005</p>	<p>19 mužů s historií alespoň 3 distorzí</p> <p>Experimentální skupina a kontrolní skupina</p>	<p>3 tréninky týdně po dobu 4 týdnů, vždy 10 minut</p> <p>Využití balančních pomůcek</p>	<p>Dotazník idFAI, EMG tibialis anterior, fibularis longus</p>	<p>U experimentální skupiny došlo k rychlejšímu zapojování svalů a subjektivnímu zlepšení stability</p>

Studie	Účastníci	Intervence	Hodnocení	Výsledek
<i>Rehabilitation for Chronic Ankle Instability With or Without Destabilization Devices: A Randomized Controlled Trial</i> DONOVAN, L. et al., 2016	26 osob s chronicky nestabilním kotníkem Dvě skupiny účastníci se rehabilitace, jedna skupina využívá i balanční pomůcky	4 týdny cvičení s využitím destabilizačních zařízení (podobné obuvi)	Dotazník FAAM, měření rozsahu v hlezenním kloubu, dynamometrické měření isometrické kontrakce, 3 směry SEBT, stoj na jedné noze na silové desce	Žádný rozdíl mezi skupinami U obou skupin došlo ke zlepšení v dotazníku FAAM

Shrnutí

Studie byly prováděny převážně na osobách s chronicky nestabilním hlezenním kloubem (v 7 případech). V případě studie Westera a kol. (1996) byla léčba s využitím balančních pomůcek zařazena týden po podvrtnutí kotníku spolu s tradiční rehabilitací. Linens a kol. (2016) pro svůj výzkum vybrali 34 lidí s historií distorzí a Clark a kol. (2005) toto kritérium upřesnili na alespoň 3 distorze na shodné končetině. Dvě studie (Silva et al. 2018, Cuğ et al., 2016) zařadily trénink na balančních podložkách u lidí bez problému s hlezenním kloubem a zkoumaly vliv intervence na stabilitu kotníku.

Většina intervencí zahrnovala cvičení třikrát týdně, nejčastěji po dobu čtyř týdnů, nejdéle však 12 týdnů (Wester et al., 1996 a Hou et al., 2023). Balanční pomůcky v některých studiích nebyly specifikovány nebo bylo využito kombinace několika pomůcek. Cuğ a kol. (2016) zvolil dynamická cvičení na BOSU, vždy s trváním 30 minut. Rozzi a kol. (1999) zařadili do terapie chronicky nestabilního hlezenního kloubu cviky na Biodex Stability System.

Měření před zahájením intervence a po jejím dokončení bylo uskutečněno pomocí několika testů stability a dotazníků zaměřených na subjektivní vnímání stability a bolesti. Opakovaně se vyskytovalo použití silové desky, na které byla provedena výdrž ve stoji na jedné noze (Donovan et al., 2016, Bernier et al., 1998, Cuğ et al., 2016). U pěti studií se mezi způsoby měření vyskytl test SEBT ať už v úplném provedení nebo v provedení podobném Y balance testu (Donovan et al., 2016). Mezi další použité testy patřil Foot

Lift Test, Time in Balance Test, Side Hop Test a Figure of Eight Hop Test. Síla svalů v okolí hlezenního kloubu byla měřena pomocí dynamometru (Donovan et al., 2016, Cuğ et al., 2016) a EMG (Silva et al., 2018, Clark et al. 2005). Dotazníky zohledňující subjektivní názory a pocity týkající se stability kotníku a bolestivosti byly využity v 8 výše uvedených studií. Jednalo se o FAAM, CAIT, idFAI a AJFAT. Wright a kol. (2020) zvolil pro monitorování výsledků u 8týdenního programu subjektivní hodnocení stability, bolesti a GRF (Global Rating of Function). Každý týden probandi zapisovali aktuální stav těchto ukazatelů a po skončení intervence se hodnoty porovnávaly s naměřenými hodnotami ze začátku. Wester a kol. (1996) založil svou studii také na subjektivním hodnocení stability kotníku, objektivní výsledky pak získal z měření otoku v oblasti hlezenního kloubu.

Vybrané studie došly k velmi rozdílným výsledkům. Zlepšení všech měřených hodnot přinesly intervence Cuğa (2016) a Wrighta (2017) a kol. Lepší výsledky v SEBT potvrdily z 5 studií 2 – Linens et al., 2016 a Hou et al, 2023, který pomocí balančních pomůcek a unilaterálních cvičení snížil také skóre BES. Subjektivní zlepšení stability dosáhli Wright (2017), Wester (1996) a Clark (2005). Kromě těchto studií potvrdili účinnost balančních pomůcek dotazníkovým šetřením i Khalili (2022), Rozzi (1999) a Donovan (2016). K opačným výsledkům dospěl Silva a kol. (2018). Intervenčního programu se zúčastnilo 20 mužů bez problému s hlezenním kloubem, kteří byli náhodně rozděleni do intervenční a kontrolní skupiny. Intervenční skupina cvičila po dobu 4 týdnů na balančních podložkách. Na základě měření zapojení svalů v oblasti kotníku pomocí EMG nebyl prokázán rozdíl mezi skupinami při stožení na jedné noze na pevném povrchu. Jediné zlepšení u intervenční skupiny nastalo v délce výdrže na nestabilní podložce – čas byl v průměru ztrojnásoben. Se zlepšením stability naměřeným ve stožení na balanční podložce souhlasí i Rozzi (1999). Donovan a kol. (2016) zpochybňuje účinek balančních pomůcek na zlepšení stability. Jeho výzkumu se zúčastnilo 24 osob po distorzi hlezenního kloubu a byly náhodně rozděleny do dvou skupin. Skupina, která kromě běžné rehabilitace využívala i destabilizační zařízení se nezlepšila v žádném z těchto měření: měření rozsahu v hlezenním kloubu, dynamometrické měření isometrické kontrakce, 3 směry SEBT, stoj na jedné noze na silové desce. Ke zlepšení došlo pouze ve výsledcích dotazníku FAAM, stejně jako u kontrolní skupiny.

4.2 Neurocentrický přístup

Vzhledem k tomu, že neurocentrický přístup v léčbě zranění pohybového aparátu není běžně využíván, většina studií zkoumajících vliv vestibulární rehabilitace a propioceptivního tréninku je zaměřena na probandy s poraněním mozku, po otřesu mozku nebo poruchami vestibulárního ústrojí. U těchto diagnóz bývá zhoršená stabilita, tudíž cíl intervenčních programů je také její zlepšení, stejně jako po distorzi hlezenního kloubu.

Tabulka 2 Studie neurocentrického přístupu

Studie	Účastníci	Intervence	Hodnocení	Výsledek
<i>Effect of unsupervised home based proprioceptive training on recurrences of ankle sprain: randomised controlled trial</i> HUPPERETS, M. D. W. et al., 2009	522 sportovců do dvou měsíců od distorze hlezenního kloubu 256 intervenční skupina 266 kontrolní skupina	8 týdnů propioceptivního tréninku bez odborného dohledu	Počet opakujících se distorzí	Po roce od výzkumu nahlásilo 22 % z intervenční skupiny opakování distorze, z kontrolní skupiny 33 %
<i>Optokinetic Stimulation as a Treatment for Imbalance with Vestibular Impairment</i> WUBENHORST, N.M., 2005	3 osoby s poruchou stability	5-9 terapií Využití optokinetického zařízení poskytujícího vizuální stimul Délka terapie individuálně, cílem 10 minut	Dotazníky, testování vestibulo-okulárního reflexu, hodnocení stability podle Berg Balance Scale a Dynamic Gait Index	Zmírnění závratí, u všech zlepšení stability

Studie	Účastníci	Intervence	Hodnocení	Výsledek
<i>Cervicovestibular rehabilitation in sport-related concussion: a randomised controlled trial</i> SCHNEIDER, K. J. et al., 2014	31 osob s přetrvávajícími obtížemi po otřesu mozku Rozdělení do intervenční a kontrolní skupiny	8 týdnů rehabilitace, zároveň u intervenční skupiny vestibulární a cervikospinální rehabilitace	Kontrola stavu sportovním lékařem	73 % osob z intervenční skupiny dostalo po 8 týdnech od lékaře povolení znovu sportovat bez omezení, u kontrolní skupiny 7 %
<i>Vestibular rehabilitation for dizziness and balance disorders after concussion</i> ALSALAHEEN, B. A. et al., 2010	114 pacientů po otřesu mozku	Individuálně vybrané cviky, určené pro každodenní terapii	Dotazník o závažnosti závratí, Activities-specific Confidence Scale, Dizziness Handicap Inventory, Dynamic Gait Index, rychlost chůze, Sensory Organization Test	Zlepšení subjektivních výsledků v dotazníku, zlepšení chůze a stability
<i>A Randomized Controlled Trial of Precision Vestibular Rehabilitation in Adolescents following Concussion: Preliminary Findings</i> KONTOS, A. P. et al., 2021	50 pacientů po otřesu mozku způsobeném při sportu nebo pohybové aktivitě Intervenční skupina a kontrolní skupina (každá 25 osob)	30 minut cvičení denně po dobu 4 týdnů Cviky vestibulární rehabilitace	Vestibular/Ocular Motor Screening Score, měření vestibulookulárních o reflexu	Zlepšení vestibulookulárních o reflexu (horizontálního i vertikálního) u intervenční skupiny Citlivost na vizuální podnět zůstala stejná

Studie	Účastníci	Intervence	Hodnocení	Výsledek
<i>The effects of vestibular rehabilitation on dizziness and balance problems in patients after traumatic brain injury: a randomized controlled trial</i> KLEFFELGAARD I. et al, 2019	65 osob s mírným poškozením mozku Intervenční skupina (33 osob) a kontrolní skupina (32 osob)	8 týdnů skupinové vestibulární rehabilitace 16 terapií	Dizziness Handicap Inventory, High- level Mobility Assessment Tool, dotazníky, BESS	Zlepšení intervenční skupiny v Dizziness Handicap Inventory po prvním měření (2- 3 měsíce) Výsledky BESS se u intervenční skupiny zlepšily oproti kontrolní skupině o 13 %
<i>Vestibular Rehabilitation After Traumatic Brain Injury: Case Series</i> KLEFFELGAARD I. et al, 2016	4 osoby s poraněním mozku	8 týdnů skupinové vestibulární rehabilitace, doplněné o individuálně vybrané cviky Cvičení každý den	Subjektivní pocity závratí, dotazníky a testy zkoumající stabilitu a závratě	Snížená frekvence závratí, subjektivní zlepšení stavu a u 3 osob významné zlepšení výsledků BESS
<i>Changes in Vestibular/Ocular-Motor Screen Scores in Adolescents Treated With Vestibular Therapy After Concussion</i> ALSALAHEEN, B. et al., 2020	Celkem 154 osob Dvě stejně početné skupiny – jedna po otřesu mozku, druhá bez	Individuálně vybraná cvičení pod odborným dohledem i v domácích podmínkách 3x denně 2-4 týdny	Vestibular/Ocular Motor Screening Score, testy posturální stability	Skupina osob, které prodělaly otřes mozku měla na konci terapie podobné výsledky jako druhá skupina

Shrnutí

Vybrané studie zaměřené na využití neurocentrického přístupu ke zlepšení stability se značně liší počtem účastníků. S nejmenším počtem probandů pracoval Wubenhorst (2005) a Kleffelgaard (2016) při případových studiích, nejrozsáhlejší výzkum provedl Hupperets a kol. (2009) s počtem 522 osob. Jen jeho studie byla zaměřená na distorzi hlezenního kloubu, ostatní intervence byly provedeny s osobami po otřesu mozku nebo s jeho mírným poraněním. Všechny studie kromě případových studií a výzkumu Alsalaheena (2010) využívaly rozdělení do intervenčních a kontrolních studií. Díky tomu mohl být účinek intervence lépe posouzen.

Vzhledem k charakteru vestibulární rehabilitace a jiných metod neurocentrického přístupu byla většina intervencí určených pro každodenní cvičení. Kleffelgaard (2019) zvolil formu 16 terapií v období 8 týdnů. Wubenhorst (2005) svůj výzkum založil na 5-9 terapiích v různém časovém období. Polovina výše uvedených studií zahrnovala 8týdenní program s cílem zmírnění závratí a obnovení stability. Trénink v domácích podmínkách využil Hupperets (2009), Alsalaheen (2010, 2020), Kontos (2021) a Kleffelgaard (2016) s kol. Cvičení pod odborným dohledem (zpravidla jednou až dvakrát týdně) zahrnul Alsalaheen (2020), Kleffengard (2016, 2019) a Schneider (2014). Kromě běžných cviků vestibulární rehabilitace Wubenhorst (2005) použil optokinetické zařízení poskytující vizuální stimul. Cílem bylo zvládnutí 10minutové terapie s využitím zařízení, aby byl proband dostatečně stimulován, ale zároveň byla dodržena kvalita cvičení.

Měření, kterým byly určeny výsledky intervencí, závisí na výzkumné skupině. Hupperets (2009) zvolil počet opakujících se distorzí po 8týdenním propioceptivním tréninku, Schneider (2014) kontrolu stavu sportovním lékařem, který probandovi buď povolil nebo zakázal návrat do sportu po 8týdenním programu vestibulární a cervikospinální rehabilitace zaměřeným na zmírnění důsledků otřesu mozku způsobeného při sportovní aktivitě. Často využívanými byly dotazníky zkoumající stav a četnost závratí a stability. Objektivní metodou měření byl Dynamic Gait Index (Alsalaheen, 2010 a Wubenhorst, 2005), měření vestibulookulárního reflexu (Kontos, 2021 a Alsalaheen, 2010) a BESS (Kleffengard, 2019). Kleffengard a kol. (2016) použili k určení účinnosti zvoleného intervenčního programu u případové studie 4 osob jen metody subjektivního hodnocení.

Zlepšení stability prokázaly výzkumy Wubenhorsta (2005), Alsalaheena (2010) a Kleffengaarda (2016), z nichž první dvě zmiňované k tomuto závěru došly pomocí využití objektivních testů, třetí dle výsledků dotazníku. Léčba po otřesu mozku (Schneider, 2014) vedla ke zlepšení důsledků poranění a po uplynutí 8 týdnů terapie mělo povolení vrátit se ke sportu bez významnějších omezení 73 % probandů z intervenční skupiny, zatímco z kontrolní skupiny to bylo jen 7 %. Případová studie pod vedením Kleffengaarda (2016) se 4 probandy s mírným poraněním mozku prokázala výrazné zlepšení u 3 z nich v BESS testu (-14, -18 a -22 bodů). Úvodní měření prokázalo výsledky horší, než jsou u průměrné populace a velký vliv zrakové kontroly v udržení stability. Po 8týdenním programu zahrnujícím skupinové i individuální cvičení se hodnoty přiblížily k průměru. Kleffengaard a kol. (2019) využil vestibulární rehabilitaci u 65 osob s mírným poraněním mozku, které se zúčastnily 16 terapií v období 8 týdnů (tedy průměrně dvě terapie týdně). Výsledkem bylo zlepšení v Dizziness Handicap Inventory a také v BESS měřící stabilitu, u intervenční skupiny se skóre snížilo v průměru o 41 %, zatímco u kontrolní skupiny to bylo přibližně 28 %.

5. DISKUZE

Pozitivní vliv balančních pomůcek i neurocentrického tréninku na stabilitu je potvrzený několika studii. Některé výzkumy však došly k výsledku, že vliv intervence byl zanedbatelný nebo dokonce stejný ve srovnání s kontrolní skupinou. To je případ Alsalaheena (2020) u vestibulární rehabilitace a Donovanova (2016) u balančních pomůcek. U balančních pomůcek bývá zmiňován jejich účinek na zlepšení stability, který však nelze převést do testů provedených na stabilním povrchu. To, že je díky intervenci prodloužená doba, po kterou proband zvládne stát na nestabilní podložce, totiž nemusí znamenat, že bude stabilita zlepšená i při stožení na stabilním povrchu. Odpovědí na první výzkumnou otázku (Existují studie, které by po intervenčním programu s balančními pomůckami uváděly zlepšení stability pouze na balančních pomůckách, nikoliv na stabilním povrchu?) je výzkum, který provedl Silva a kol. (2018). Došel k výsledkům, že zapojení svalů změřených EMG před a po intervenci na stabilním povrchu zůstalo stejné. U intervenční skupiny se pouze prodloužil čas, po který byli probandi schopni udržet rovnováhu na nestabilní podložce, a to trojnásobně. Zpochybňuje tedy, že by využití balančních pomůcek napomáhalo ke zlepšení stability na pevném povrchu.

Odpovědí na druhou výzkumnou otázku (Jaká objektivně měřitelná kritéria se při výzkumech využívají k měření stability?) jsou testy jako je např. Foot Lift Test, BESS, SEBT nebo Y-balance test. Tyto testy se u vyhodnocování terapií s balančními pomůckami běžně využívají, u vestibulární rehabilitace to není tak časté, ale výzkumy pod vedením Kleffelgaard (2016, 2019) je zahrnuje. V jednom z výzkumů dokonce došlo k výraznému snížení BESS u 3 ze 4 probandů. Kromě objektivně měřitelných testů pomáhají účinnost určit dotazníky. Jejich použití pomáhá zjistit skutečnosti, které měřitelné nejsou, v tu chvíli však dochází k subjektivnímu hodnocení účinnosti léčby a není vyřazena možnost přítomnosti placebo efektu. Přestože jsou dotazníky založené na podobném principu, nelze jejich výsledky porovnávat, jelikož se jedná o ucelené standardizované dotazníky s různými škálami bodů.

Třetí výzkumnou otázku (Lze porovnat výsledky studií zabývajících se balančními pomůckami a neurologickým přístupem?) bych dle vybraných studií zodpověděla záporně. Výsledky studií porovnat nelze, jelikož jsou mezi nimi podstatné rozdíly ve frekvenci cvičení a ve způsobech měření účinku intervencí. Otázkou zůstává, k jakým výsledkům by došly studie, pokud by cviky s balančními pomůckami byly určeny pro každodenní trénink, stejně jako tomu je u většiny studií s neurocentrickým přístupem.

Jelikož je metoda neurocentrického přístupu v oblasti poruch pohybového aparátu nová, bylo by vhodné provést výzkum zahrnující již ověřené cviky vestibulární rehabilitace také na probandech po distorzi hlezenního kloubu, nejen u osob s poruchami a úrazy CNS.

Z výsledků uvedených studií nelze určit, zda je vhodnější metoda balančních pomůcek či neurocentrického přístupu, a to především z důvodů odlišné frekvence cvičení, jiné vybrané kategorie probandů a rozdílných testů vybraných pro určení účinku intervencí.

6. ZÁVĚR

Distorze hlezenního kloubu jsou nejčastějším zraněním v gymnastickém aerobiku a při nedostatečné léčbě se zranění vyskytuje opakovaně a dochází k distenzi vazů. Při výronu dochází ke zhoršení stability vlivem poranění vazů a zhoršené propiocepce. Posturální stabilitu lze zlepšit pomocí různých metod zahrnující neurotrénink, vestibulární rehabilitaci, propioceptivní tréning a využití balančních pomůcek. Metody vestibulární rehabilitace a propioceptivního tréningu bývají využívány především u osob s poruchou CNS, studie však potvrzují jejich účinnost i u osob bez poruchy CNS. Z toho důvodu by měly být vhodné i jako součást rekondice po distorzi. Proprioceptivní tréning může mít různou formu, od využití balančních pomůcek, přes unilaterální cvičení na pevném povrchu, až po cvičení z neurotréninku zahrnující drobné pohyby. U neurotréninku je třeba, aby byly cviky vybrané individuálně a pokaždé byl otestován jejich účinek. Ne všechny cviky jsou univerzálně použitelné, aby zlepšily stabilitu u všech cvičenců. Někdy je nutné vybrat modifikaci cviku, aby byla aktivována dostatečná odezva. Léčba pomocí neurocentrického přístupu je nenáročná na pohybový aparát a zahrnuje cviky zaměřené na různé části mozku. Výsledkem je zmírnění stresové odpovědi organismu na zdánlivě nebezpečné podněty způsobující horší výkon i problémy se stabilitou, zlepšení propiocepce, správné zpracování informací z vestibulárního ústrojí a očí a výsledkem je obnovení stability. Proti využití této metody stojí nedostatek odborných publikací a studií, které by prokazovaly její účinnost (ale i neúčinnost). U studií zaměřených na vestibulární rehabilitaci jsou probandy převážně osoby s poruchou CNS nebo jeho poraněním. Přesto je však cíl intervencí stejný, a to zlepšení stability. To bylo prokázáno ve třech studiích. Další dvě studie také potvrdily zlepšení výsledku v testu BESS, využívaného k měření posturální stability. Za doporučením využití balančních pomůcek ke zlepšení stability stojí výzkumy potvrzující pozitivní změny v propiocepci, testech stability a subjektivním hodnocení pomocí dotazníků. Důvodem, proč je od zařazování nestabilních ploch do rekondice ustupováno je především zhoršený přenos získané stability na nestabilním povrchu do jiných situací na stabilních povrchu, který potvrdila jedna z vybraných studií. Další výzkum porovnávající intervenční a kontrolní skupinu přišel na to, že využití intervence obsahující cviky na nestabilních podložkách nevedlo ke zlepšení měřených hodnot, pouze skóre v dotazníku. Méně rozšířené balanční pomůcky (např. Propriofoot, Mobo board a Posturomed) postrádají dostatečné podklady v odborných publikacích, tudíž není možné přesně určit jejich

účinnost. Z hlediska léčby po distorzi není využití neurocentrického přístupu prozkoumáno, a proto bych se tímto tématem ráda zabírala ve své diplomové práci, jejíž součástí by byla výzkumná část zahrnující cviky z obou výše uvedených metod.

SEZNAM LITERATURY

1. ANDERSON, K. G. & BEHM, D. G. The Impact of Instability Resistance Training on Balance and Stability. *Sports Medicine* [online]. 2005, 35(1), 43-53. doi: 10.2165/00007256-200535010-00004 Dostupné z: <https://link.springer.com/article/10.2165/00007256-200535010-00004>
2. ANDERSON, K. G. & BEHM, D. G. Maintenance of EMG activity and loss of force output with instability. *Journal of Strength and Conditioning Research* [online]. 2004, 18(3), 637-640. doi: [https://doi.org/10.1519/1533-4287\(2004\)18%3C637:moeaal%3E2.0.co;2](https://doi.org/10.1519/1533-4287(2004)18%3C637:moeaal%3E2.0.co;2) Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15320684/>
3. ALSALAHEEN, B. E. & MUCHA, A. & MORRIS, L. O. & WHITNEY, S. L. & FURMAN, J. M. & CAMIOLO-REDDY, C. E. & COLLINS, M. W. & LOVELL, M. R. & SPARTO, P. J. Vestibular rehabilitation for dizziness and balance disorders after concussion. *Journal of neurologic physical therapy: JNPT* [online]. 2010, 34(2), 87-93. doi: 10.1097/NPT.0b013e3181dde568 Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20588094/>
4. ALSALAHEEN, B. & CARENDER, W. & GRZESIAK, M. & MUNDAY, C., ALMEIDA, A. & LORINCZ, M. & MARCHETTI, G. F. Changes in Vestibular/Ocular-Motor Screen Scores in Adolescents Treated With Vestibular Therapy After Concussion. *Pediatric physical therapy: the official publication of the Section on Pediatrics of the American Physical Therapy Association* [online]. 2020, 32(4), 331-337. doi: 10.1097/PEP.0000000000000729 Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32773522/>
5. AGER, A. L. et al. Can a Conservative Rehabilitation Strategy Improve Shoulder Proprioception? A Systematic Review. *Journal of sport rehabilitation* [online]. 2020, 30(1), 136-151. doi: 10.1123/jsr.2019-0400 Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32736342/>
6. ASTRIANI, N. M. D. Y. & DEWI, P. I. S. & YUDIASTU, I. P. I. & PUTRA, M. M. The Effects of Tandem Stance Therapy on the Risk of Falling in the Elderly. *Jurnal keperawatan global* [online]. 2020. doi: 10.37341/jkg.v5i1.72 Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/342478760_The_Effects_of_Tandem_Stance_Therapy_on_the_Risk_of_Falling_in_the_Elderly

7. BAROTOVÁ, E. *Periferní vestibulární syndrom a možnosti ovlivnění rovnovážných funkcí pomocí metody DNS* [online]. Kladno, 2020. Bakalářská práce. České vysoké učení technické v Praze, Fakulta biomedicínského inženýrství. MUDr. Tomáš Nedělka, Ph.D. Dostupné z: <https://dspace.cvut.cz/bitstream/handle/10467/91681/FBMI-BP-2020-Barotova-Eliska-prace.pdf?sequence=-1&isAllowed=y>
8. BEHM, D. G. & COLADO, J. C. The effectiveness of resistance training using unstable surfaces and devices for rehabilitation. *International Journal of Sports Physical Therapy* [online]. 2012, 7(2), 226-241. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/224822339_The_effectiveness_of_resistance_training_using_unstable_surfaces_and_devices_for_rehabilitation
9. BERNIER, J.N., & PERRIN, D. H. Effect of coordination training on proprioception of the functionally unstable ankle. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy* [online]. 1998, 27(4), 264–275. doi:10.2519/jospt.1998.27.4.264 Dostupné z: <https://doi.org/10.2519/jospt.1998.27.4.264>
10. BEUMER, A. et al. Clinical diagnosis of syndesmotic ankle instability: evaluation of stress tests behind the curtains. *Acta Orthop Scand* [online]. 2022, 73 (6), 667-669. doi: 10.1080/000164702321039642 Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12553515/>
11. BLEAKLEY, C. M. et al. Effect of accelerated rehabilitation on function after ankle sprain: randomised controlled trial. *BMJ* [online]. 2010, 340. doi: 10.1136/bmj.c1964 Dostupné z: <https://www.bmj.com/content/340/bmj.c1964>
12. CAVKA, K. Vestibular Rehabilitation Using Optokinetic Stimulation. *International Journal of Neurorehabilitation* [online]. 2022, 9(5). doi: 10.37421/2376-0281.2022.9.467 Dostupné z: <https://www.hilarispublisher.com/open-access/vestibular-rehabilitation-using-optokinetic-stimulation-89204.html>
13. CLARK, M. V. & BURDEN, A. M. A 4-week wobble board exercise programme improved muscle onset latency and perceived stability in individuals with a functionally unstable ankle. *Physical Therapy in Sport* [online]. 2005, 6(4), 181-187. doi:10.016/j.ptsp.2005.08.003 Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1466853X05001082>

14. COBB, E. Z-health Education. *Neurofundamentals*.
<https://zhealtheducation.com/wp-content/uploads/2021/10/Neurofundamentals-EBook.pdf> [cit. 28.4.2023].
15. COSSIN, M. et al. Effect of jump heights, landing techniques, and participants on vertical ground reaction force and loading rate during landing on three different Korean teeterboards. *Journal of Sports Engineering and Technology* [online]. 2021. doi: 10.1177/17543371211058031 Dostupné z: <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/17543371211058031>
16. CUĚ, M., DUNCAN, A., & WIKSTROM, E. Comparative Effects of Different Balance-Training-Progression Styles on Postural Control and Ankle Force Production: A Randomized Controlled Trial. *Journal of athletic training* [online]. 2016, 51(2), 101–110. doi:10.4085/1062-6050-51.2.08 Dostupné z: <https://doi.org/10.4085/1062-6050-51.2.08>
17. DONOVAN, L. & HART, J. M. & SALIBA, S. A. & PARK, J. & FEGER, M. A. & HERB, C. C. & HERTEL, J. Rehabilitation for Chronic Ankle Instability With or Without Destabilization Devices: A Randomized Controlled Trial. *Journal of athletic training* [online]. 2016, 51(3), 233-251. doi:10.4085/1062-6050-51.3.09 Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26934211/>
18. FAQ. *Mobo board* [online]. [cit. 12.5.2023] Dostupné z: <https://www.moboboard.com/>
19. FIG. 2022-2024 Code of Points, Aerobic Gymnastics [online]. 2022 [cit. 12.4.2023]. Dostupné z: https://www.gymnastics.sport/publicdir/rules/files/en_AER%20CoP%202022-2024.pdf
20. FONG, D. T. et al. Understanding acute ankle ligamentous sprain injury in sports. *Sports medicine, athroscopy, rehabilitation, therapy & technology: SMARTT* [online]. 2009. doi: 10.1186/1758-2555-1-14 Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19640309/>
21. FOWLES, J. R. What I always wanted to know about instability training. *Appl. Physiol. Nutr. Metab* [online]. 2010, 35(1), 89-90. doi: 10.1139/h09-134 Dostupné z: <https://doi.org/10.1139/h09-134>
22. FROST, R. *Aplikovaná kineziologie: základní principy a techniky*. Olomouc: Fontána, 2013. ISBN 978-80-7336-708-4.

23. GOLANÓ, P. et al. Anatomy of the ankle ligaments: a pictorial essay. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* [online]. 2010, 18(5), 557-569. doi: 10.1007/s00167-010-1100-x Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20309522/>
24. GOTLIN, R. S. (ed.). *Sports Injuries Guidebook*. 2. vyd. 2019. ISBN 978-1-4925-8709-5.
25. HAN, B. I. & SONG, H. S. & KIM, J. S. Vestibular Rehabilitation Therapy: Review of Indications, Mechanisms, and Key Exercises. *Journal of Clinical Neurology* [online]. 2011, 7(4), 184-196. doi: 10.3988%2Fjcn.2011.7.4.184 Dostupné z: <https://doi.org/10.3988%2Fjcn.2011.7.4.184>
26. HERB, C. C. & HERTEL, J. Current concepts on the pathophysiology and management of recurrent ankle sprains and chronic ankle instability. *Current Physical Medicine and Rehabilitation Reports* [online]. 2014, 2, 25-34. doi: 10.1007/s40141-013-0041-y Dostupné z: <https://link.springer.com/article/10.1007/s40141-013-0041-y>
27. HOLUBÁŘOVÁ, J. & PAVLŮ, D. *Proprioceptivní neuromuskulární facilitace, I. část. 2.*, dopl. vyd. Praha: Nakladatelství Karolinum 2014, 2011. ISBN 978-80-246-1941-5.
28. HOU, Z. & AO, Y. & HU, Y. & JIAO, C. & GUO, Q. & LI, N. & JIANG, Y. & JIANG, D. Balance training benefits chronic ankle instability with generalized joint hypermobility: a prospective cohort study. *BMC Musculoskeletal Disorders* [online]. 2023, 24(71). doi: 10.1186/s12891-023-06179-2 Dostupné z: <https://link.springer.com/article/10.1186/s12891-023-06179-2>
29. HUPPERETS, M. D. W. & VERHAGEN, E. A. L. M. & VAN MECHELEN, W. Effect of unsupervised home based proprioceptive training on recurrences of ankle sprain: randomised controlled trial. *BMJ* [online]. 2009, 339, b2684. doi: 10.1136/bmj.b2684 Dostupné z: <https://doi.org/10.1136/bmj.b2684>
30. JEBAVÝ, R. & ZUMR, T. *Posilování s balančními pomůckami*. 2., dopl. vyd. Praha: Grada, 2014. Fitness, síla, kondice. ISBN 978-80-247-5130-6.
31. JEŘÁBEK, J. Periferní vestibulární syndromy. *Neurologie pro praxi* [online]. 2007, 8(6), 344-346. Dostupné z: <https://www.neurologiepropraxi.cz/pdfs/neu/2007/06/04.pdf>
32. JONES, G. (ed.). *Everyday Sports Injuries*. Reprint původního vydání z roku 2010. New York: DK, 2019. ISBN 978-1-4654-8055-2.
33. KAPLAN, A. Vysokoškolský učitel [ústní sdělení] 04.05.2023

34. KARTAL, A. Biomechanical Analysis of Female Basketball Players with Ankle Instability. *International Journal of Academic Research* [online]. 2013, 5(3), 223-227. doi: 10.7813/2075-4124.2013/5-3/A.32 Dostupné z: https://www.researchgate.net/profile/Alpaslan-Kartal-3/publication/314536183_BIOMECHANICAL_ANALYSIS_OF_FEMALE_BASKETBALL_PLAYERS_WITH_ANKLE_INSTABILITY/links/6129e49438818c2eaf64ab0e/BIOMECHANICAL-ANALYSIS-OF-FEMALE-BASKETBALL-PLAYERS-WITH-ANKLE-INSTABILITY.pdf
35. KHALILI, M. S & BARATI, A. H. & OLIVEIRA, R. & NOBARI, H. Effect of Combined Balance Exercises and Kinesio Taping on Balance, Postural Stability, and Severity of Ankle Instability in Female Athletes with Functional Ankle Instability. *Life (Basel, Switzerland)* [online]. 2022, 12(7), 178. doi: 10.3390/life12020178 Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35207466/>
36. KHAN, I. A. & VARACALLO, M. Anatomy, Bony Pelvis and Lower Limb, Foot Talus. *StatPearls* [online]. 2022. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31082130/>
37. KIBLER, W. et al. Musculoskeletal Adaptations and Injuries Due to Overtraining. *Exercise and Sports Sciences Reviews* [online]. 1992, 20(1), 99-126. Dostupné z: https://journals.lww.com/acsm-essr/Citation/1992/00200/4__Musculoskeletal_Adaptations_and_Injuries_Due_to.4.aspx
38. KITTNAR, O. et al. *Lékařská fyziologie*. 1. vydání. Praha: Grada, 2011. ISBN 978-80-247-3068-4
39. KLEFFELGAARD, I. et al. Vestibular Rehabilitation After Traumatic Brain Injury: Case Series. *Physical therapy* [online]. 2016, 96(6), 839-849. doi: 10.2522/ptj.20150095 Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26586860/>
40. KLEFFELGAARD, I. et al. The effects of vestibular rehabilitation on dizziness and balance problems in patients after traumatic brain injury: a randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation* [online]. 2019, 33(1), 78-84. doi: 10.1177/0269215518791274 Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30056743/>
41. KOLÁŘ, P. *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha: Galén, 2009. ISBN 978-80-7262-657-1.

42. KONRADSEN, L. & RAVN, J.B. Ankle instability caused by prolonged peroneal reaction time. *Acta orthopaedica Scandinavica* [online]. 1990, 61(5), 388-390. doi: 10.3109/17453679008993546 Dostupné z: <https://doi.org/10.3109/17453679008993546>
43. KONTOS, A. P. & EAGLE, S. R. & MUCHA, A. & KOCHICK, V. & REICHARD, J. & MOLDOVAN, C. & HOLLAND, C. L. & BLANEY, N. A. & COLLINS, M. W. A Randomized Controlled Trial of Precision Vestibular Rehabilitation in Adolescents following Concussion: Preliminary Findings. *The Journal of pediatrics* [online]. 2021, 193-199. doi: 10.1016/j.jpeds.2021.08.032 Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34450120/>
44. KOVAŘOVIC, V. Vysokoškolský vyučující [ústní sdělení]. 25.04.2023.
45. LENTELL, G. & KATZMAN, L. L. & WALTERS, M. R. The Relationship between Muscle Function and Ankle Stability. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy* [online]. 1990, 11(12), 605-611. doi: 10.2519/jospt.1990.11.12.605 Dostupné z: <https://doi.org/10.2519/jospt.1990.11.12.605>
46. LEPHART, S. M. & PINCIVERO, D. M. & ROZZI, S. L. Proprioception of the ankle and knee. *Sports Medicine (Auckland, NZ)* [online]. 1998, 25(3), 149-155. doi: 10.2165/00007256-199825030-00002 Dostupné z: <https://link.springer.com/article/10.2165/00007256-199825030-00002>
47. LEPHART, S. M. & PINCIVERO, D. M. & GIRALDO, J. L. & AND FU, F. H. The role of proprioception in the management and rehabilitation of athletic injuries. *The American journal of sports medicine* [online]. 1997, 25(1), 130–137. doi: 10.1177/036354659702500126 Dostupné z: <https://doi.org/10.1177/036354659702500126>
48. LEVITOVÁ, A. & HOŠKOVÁ, B. *Zdravotně-kompenzační cvičení*. Praha: Grada Publishing, 2015. ISBN 978-80-247-4836-8.
49. LEZAK, B & VARACALLO, M. Anatomy, Bony Pelvis and Lower Limb, Foot Veins. *StatPearls* [online]. 2022. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31194435/>
50. LIENHARD, L., et al. Simple Exercises to Stimulate the Vagus Nerve – An Illustrated Guide to Alleviate Stress, Depression, Anxiety, Pain and Digestive Conditions [online]. 2023 Dostupné z:

- https://read.amazon.com/?asin=B09WPJWY2Y&ref_=dbs_t_r_kcr. ISBN 978-1-64411-630-2.
51. LINENS, S. W. & ROSS, S. E. & ARNOLD, B. L. Wobble Board Rehabilitation for Improving Balance in Ankles With Chronic Instability. *Clinical Journal of sport medicine: official journal of the Canadian Academy of Sport Medicine* [online]. 2016, 26(1), 76-82. doi:10.1097/JSM.000000000000191 Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25831410/>
52. MELANSON, S. W. & SHUMAN, V. L. Acute Ankle Sprain. *StatPearls* [online]. 2022. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK459212/>
53. MIRKIN, G. Why Ice Delays Recovery. Dr. Gabe Mirkin on Health [online]. 2015 [cit. 19.04.2023]. Dostupné z: <https://www.drmirkin.com/fitness/why-ice-delays-recovery.html>
54. MOSTAFA E. & GRAEFE, S. B. & VARACALLO, M. Anatomy, Bony Pelvis and Lower Limb: Leg Posterior Compartment. *StatPearls* [online]. 2022. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30726025/>
55. NIKLOVÁ, H. Mezinárodní rozhodčí FIG [ústní sdělení]. 26.11.2022
56. NÚÑEZ, R. & GUTIÉRREZ-SÁNCHEZ, Á. & VERNETTA SANTANA, M. Aerobic gymnastics injuries. Review article. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte* [online]. 2013, 13(49), 183-198. ISSN: 1577-0354 Dostupné z: <http://cdeporte.rediris.es/revista/revista49/artlesiones344e.pdf>
57. NÚÑEZ, R. A. & GUTIÉRREZ-SÁNCHEZ, Á. & VERNETTA SANTANA, M. Longitudinal study of sports injuries in practitioners of aerobic gymnastics competition. *Rev Bras Med Esporte* [online]. 2015, 21(5), 400-402. doi: 10.1590/1517-869220152105111866 Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/283811915_Longitudinal_study_of_sports_injuries_in_practitioners_of_aerobic_gymnastics_competition
58. PAVLOU, M. The use of optokinetic stimulation in vestibular rehabilitation. *Journal of neurologic physical therapy: JNPT* [online]. 2010, 34(2), 105-110. doi: 10.1097/NPT.0b013e3181dde6bf Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20588097/>
59. PILNÝ, J. *Úrazy ve sportu a jak jim předcházet*. Druhé, rozšířené a doplněné vydání. Praha: Grada, 2018. ISBN 978-80-271-0757-5.

60. PLEVOVÁ, K. *Srovnání soutěžních forem: FISAF fitness aerobik, sportovní aerobik a gymnastický aerobik* [online]. Praha, 2008. Bakalářská práce. Univerzita Karlova, Fakulta tělesné výchovy a sportu. Mgr. Jana Beránková. Dostupné z: https://dspace.cuni.cz/bitstream/handle/20.500.11956/14586/BPTX_2005_2_11510_PGYB002_153554_0_51134.pdf?sequence=1&isAllowed=y
61. POTACH, D. & MEIRA, E. *Sport Injury Prevention : Anatomy*. Champaign: Human Kinetics, 2023. ISBN 978-1-7182-0828-5.
62. Pohyby v kloubech. *Základní sportovní kineziologie* [online]. [cit. 18.04.2023]. Dostupné z: https://is.muni.cz/do/1451/e-learning/kineziologie/elportal/pages/pohyby_v_kloubech.html
63. RAIOLA, G. & GIUGNO, Y. & SCASSILLO, I. & DI TORE, P. A. An experimental study on Aerobic Gymnastic: Performance analysis as an effective evaluation for technique and teaching of motor gestures. *Journal of Human Sport and Exercise* [online]. 2013, 8(2), 297-306. doi: 10.4100/jhse.2012.8.Proc2.32 Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/260375636_An_experimental_study_on_Aerobic_Gymnastic_Performance_analysis_as_an_effective_evaluation_for_t echnique_and_teaching_of_motor_gestures](https://www.researchgate.net/publication/260375636_An_experimental_study_on_Aerobic_Gymnastic_Performance_analysis_as_an_effective_evaluation_for_technique_and_teaching_of_motor_gestures)
64. RAŠEV, E. *Posturomed*. Pullenreuth: Haider Bioswing. [cit. 2023]
65. Reflexy – podklady ve formátu knihy. Obrácený napínací reflex. *E-learningový portál Technické univerzity v Liberci* [online]. [cit. 19.04.2023] Dostupné z: <https://elearning.tul.cz/mod/book/view.php?id=479421&chapterid=13438>
66. REIN, S. & ZWIPP, H. Ausprägung der elastischen Fasern in menschlichen Sprunggelenksbändern – Expression of elastic fibers in ankle ligaments. *Fuß & Sprunggelenk* [online]. 2016, 14(1), 14-22. doi: 10.1016/j.fuspru.2015.12.004 Dostupné z: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1619998715001774?casa_token=HT_m75LR3E8AAAAA:z5IreGNqQr1ROxO6_dJnfswTEz2PWvF9HLkhquBpHIPkJGybSK6lYi6jT0-tupnS1PMihJY9lgc
67. RICHTER, P. & HEBGEN, E. Spouštěcí body a funkční svalové řetězce v osteopatii a manuální terapii. Praha: Pragma, 2011. ISBN 978-80-7349-261-8.

68. ROSS, S. E. & LINENS, S. W. & ARNOLD, B. L. Balance assessments for ankle instability. *Lower Extremity Review* [online]. 2010 [cit. 30.04.2023]. Dostupné z: <https://lermagazine.com/article/balance-assessments-for-ankle-instability>
69. ROZZI, L. S. & LEPHART, S. M & STERNER, R. & KULIGOWSKI, L. Balance training for persons with functionally unstable ankles. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy* [online]. 1999, 29(8), 478-486. doi: 10.2519/jospt.1999.29.8.478 Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10444738/>
70. SAETERBAKKEN, A. H. & ANDERSEN, V. & BEHM, D. G. & KROHN-HANSEN, E. K. & SMAAMO, M. & FIMLAND, M. S. Resistance training exercises with different stability requirements: time course of task specificity. *European journal of applied physiology* [online]. 2016, 116(11-12), 2247-2256. doi: 10.1007/s00421-016-3470-3 Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s00421-016-3470-3>
71. SCHNEIDER, K. J. & MEEUWISSE, W. H. & NETTEL-AQUIRRE, A. & BARLOW, K. & BOYD, L. & EMERY, C. A. Cervicovestibular rehabilitation in sport-related concussion: a randomized controlled trial. *British journal of sports medicine* [online]. 2014, 48(17), 1294-1298. doi: 10.1136/bjsports-2013-093267 Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24855132/>
72. SIEBERT, H. & KONOLD, P. & PANNIKE, A. Experimentelle Untersuchungen zur medialen Aufklappbarkeit des oberen Sprunggelenkes nach Verletzung des medialen Kapsel-Bandapparates. *Unfallchirurgie* [online]. 1978, 4, 93-94. doi: 10.1007/BF02590107 Dostupné z: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF02590107>
73. SILVA, P. B. & MRACHACZ-KERSTING, N. & OLIVEIRA, A. S. & KERSTING, U. G. Effect of wobble board training on movement strategies to maintain equilibrium on unstable surfaces. *Human movement science* [online]. 2018, 58(1), 231-238. doi:10.1016/j.humov.2018.02.006 Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29499471/>
74. Spieth Gymnastics. Aerobic Floor Baku. *SpiethGymnastics* [online]. [11.5.2023]
75. STRUIJS, P. A. & KERKHOFFS, G. Ankle Sprain. *BMJ Clin Ev* [online]. 2010. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2907605/>

76. SUCHÁ, J. Trénujte si paměť. *Metodický portál RVP.cz* [online]. 2013 [cit. 27.04.2023]. Dostupné z: <https://clanky.rvp.cz/clanek/c/gu/17875/TRENUJTE-SI-PAMET.html>
77. SVATOŠOVÁ, B. Mezinárodní rozhodčí FIG [ústní sdělení]. 26.11.2022
78. ŠARABON, N. & KOZINC, Ž. Effects of Resistance Exercise on Balance Ability: Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Life* [online]. 2020, 10(11), 824. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7697352/>
79. TANDO, T. et al. Quantitative MRI Analysis of the Talocrural and Talonavicular Joints in Ballet Dancers. *J Dance Med Sci* [online]. 2021, 25(1), 38-45. doi: 10.12678/1089-313X.031521f Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33706854/>
80. TARNUTZER, A. A. & STRAUMANN, D. Nystagmus. *Current opinion in neurology* [online]. 2018, 31(1), 74-80. doi: 10.1097/WCO.0000000000000517 Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29120919/>
81. TILLEY, D. Ankle and Foot Injuries in Gymnastics – A Complete Guide. *Shift Movement Science* [online]. [cit. 19.4.2023]. Dostupné z: <https://shiftmovementscience.com/gymnasticsanklefootinjuries/>
82. VÉLE, F. Kineziologie: přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy. 2. vyd. Praha: Triton, 2006. ISBN 80-7254-837-9.
83. Venturelli aerobic shoes. *Venturelli* [online]. [cit. 11.5.2023] Dostupné z: <https://www.venturelli.cz/en/aerobic-racing-shoes/>
84. WALKER, B. The Anatomy of Sports Ijuries, Second Edition: Your Illustrated Guide to Prevention, Diagnosis, and Treatment. 2. vyd. 2018. ISBN 1623172837.
85. WALKER, O. Y Balance Test. *Science for Sport* [online]. 2016 [cit. 30.04.2023] Dostupné z: <https://www.scienceforsport.com/y-balance-test/>
86. WARE, C. *Visual Thinking for Design*. 2008. ISBN 0123708966.
87. WESTER, J. U. & JESPERSEN, S. M. & NIELSEN, K. D. & NEUMANN, L. Wobble board training after partial sprains of the lateral ligaments of the ankle: a prospective randomized study. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy* [online]. 1996, 23(5), 332-336. doi:10.2519/jospt.1996.23.5.332 Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8728532/>

88. WILLARDSON, J. M. Core Stability Training: Applications To Sports Conditioning Programs. *Journal of Strength and Conditioning Research* [online]. 2007, 21(3), 979-985. Dostupné z: http://www.akot.com.ar/cokiba/talleres/2015/core/files/1%20Willardson+2007_Core+stability+training+applications+to+sporst+conditioning+programs.pdf
89. WING, C. The BOSU Ball Overview and Opportunities. *ACSM's Health & Fitness Journal* [online]. 2014, 18(4), 5-7. doi: 10.1249/FIT.0000000000000048 Dostupné z: https://journals.lww.com/acsm-healthfitness/fulltext/2014/07000/the_bosu_ball__overview_and_opportunities.4.as
90. WRIGHT, J. C. & LINENS, S. W. & CAIN, M. S. A randomized Controlled Trial Comparing Rehabilitation Efficacy in Chronic Ankle Instability. *Journal of sport rehabilitation* [online]. 2016, 26(4), 238-249. doi:10.1123/jsr.2015-0189 Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27632874/>
91. WRIGHT, J. C. & LAUMAN, S. L. & BOSH, J. C. Wobble-Board Balance Intervention to Decrease Symptoms and Prevent Reinjury in Athletes With Chronic Ankle Instability: An Exploration Case Series. *Journal of athletic training* [online]. 2020, 55(1), 42-28. doi:10.4085/1062-6050-346-18 Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31855076/>
92. WUBENHORST, N. M. Optokinetic Stimulation as a Treatment for Imbalance with Vestibular Impairment. *Journal of Neurological Physical Therapy* [online]. 2005, 29(4), 216. doi: 10.1097/01.NPT.0000282419.16397.a8 Dostupné z: <https://doi.org/10.1097/01.NPT.0000282419.16397.a8>
93. ZANNI, G. Head titubation: an unrecognized manifestation of Joubert syndrome and other (midline) cerebellar disorders? *Developmental Medicine & Child Neurology* [online]. 2014, 56, 925-926. doi: 10.1111/dmcn.12508 Dostupné z: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/dmcn.12508>

Seznam obrázků

Obrázek 1 Podnět k pohybu.....	13
Obrázek 2: Y – balance test	15
Obrázek 3: Mobo board	21
Obrázek 4: Propriofoot	22
Obrázek 5 Fixace bodu	29
Obrázek 6 Texty různých velikostí	30

Seznam tabulek

Tabulka 1 Studie balančních pomůcek	33
Tabulka 2 Studie neurocentrického přístupu	39