

**UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI**

FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH VĚD

Ústav klinické rehabilitace

Bc. Tereza Častulíková

**Možnosti ovlivnění posturální stability u hráčů ledního hokeje**

Diplomová práce

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

Olomouc 2024

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně a použila jen uvedené bibliografické a elektronické zdroje.

V Olomouci dne

\_\_\_\_\_

podpis

## **Poděkování**

Touto cestou bych chtěla poděkovat paní doktorce Mgr. Petře Gaul Aláčové, Ph.D. za cenné rady, které mi během konzultací poskytla, a především za věnovaný čas. Dále bych chtěla poděkovat hokejovému klubu HC Brumov-Bylnice za možnost realizace tohoto výzkumu a všem trenérům za skvělou komunikaci. Velké díky patří i mému příteli Tadeášovi, který mi pomohl zejména se statistickým zpracováním dat a grafickou úpravou diplomové práce.

## **Anotace**

**Typ závěrečné práce:** Diplomová práce

**Název práce:** Možnosti ovlivnění posturální stability u hráčů ledního hokeje

**Název práce v AJ:** Possibilities of Influencing the Postural Stability in Ice Hockey Players

**Datum zadání:** 31. 1. 2023

**Datum odevzdání:** 15. 5. 2024

**Vysoká škola, fakulta, ústav:** Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta zdravotnických věd

Ústav klinické rehabilitace

**Autor práce:** Bc. Tereza Častulíková

**Vedoucí práce:** Mgr. Petra Gaul Aláčová, Ph.D.

**Oponent práce:** Mgr. Radek Mlíka, Ph.D.

**Abstrakt v ČJ:** Tato diplomová práce se zabývá zhodnocením tříměsíčních kompenzačních intervencí pod vedením fyzioterapeuta na vybrané parametry posturální stability u hráčů ledního hokeje. Efekt pravidelných kompenzačních intervencí byl vyhodnocován prostřednictvím získaných dat z přístroje TYMO od firmy TYROMOTION na základě vstupního a výstupního měření, přičemž zvolené parametry pro hodnocení posturální stability prostřednictvím testů byly: ujetá dráha COP, plocha COP, anterio-posteriorní a medio-laterální vybočení. Hodnocena byla i symetrie stoje. Výzkumu se zúčastnilo 26 hráčů ledního hokeje, narozených v ročnících 2013, 2014, 2015 (8, 9, 10 let v době výzkumu). Kompenzační intervence byly vedeny formou skupinového cvičení, které probíhalo 1x týdně po dobu třiceti minut. Veškerý obsah cvičebních jednotek byl zároveň zveřejněn i na informačním systému klubu s videozáznamem a popisem cviku.

**Abstrakt v AJ:** The Master's thesis explores an effect of compensation exercise led by a physiotherapist of ice hockey players on chosen parameters of postural stability. This program lasted for 3 months. The effect of compensation exercise was researched with



posturographic platform by TYROMOTION company. The research of postural stability was done before and right after the compensation and main chosen parameters of postural stability were: trajectory of the COP, area of COP, medial-lateral and anterior-posterior sway. Standing symmetry was also assessed. The research included 26 ice hockey players born in the years 2013, 2014, 2015 (8, 9, 10 years old). The compensation exercises were conducted in the form of group exercises, that occurred once a week and lasted thirty minutes. At the same time, all the content of the exercise was also published on the club's information system with a video recording and description of the exercise.

**Klíčová slova v ČJ:** posturální stabilita, posturální kontrola, lední hokej, trupová stabilizace

**Klíčová slova v AJ:** postural stability, postural control, ice hockey, core stabilization, trunk stabilizaton

**Rozsah:** počet stran (79) /počet stran příloh (7)

## Obsah

Úvod.....	8
1. Posturální stabilita a její podmínky .....	9
1.1 Postura a posturální reaktivita .....	10
1.2 Posturální kontrola.....	12
1.3 Posturální kontrola a multisenzorická integrace.....	13
2. Posturální stabilita ve sportu .....	15
2.1 Posturální stabilita u hráčů ledního hokeje.....	16
2.2 Biomechanika bruslení v ledním hokeji .....	19
2.3 Kinestézie krční páteře u hráčů ledního hokeje.....	24
2.4 Ovlivnění výkonu .....	25
2.4.1 Trupová stabilizace.....	26
2.4.2 Efekt tréninku trupové stability u sportovců .....	31
2.4.3 Role propriocepce ve sportovním výkonu.....	35
3. Cíle práce a hypotézy .....	38
3.1 Výzkumná otázka číslo 2.....	40
4. Metodika.....	41
4.1 Charakteristika testovaného souboru.....	41
4.2 Kritéria pro vyloučení.....	41
4.3 Postup měření .....	41
4.4 Sledované parametry posturální stability pro hodnocení .....	42
4.4.1 Test rovnováhy .....	42
4.4.2 Test symetrie stoje.....	43
4.5 Popis pravidelné kompenzační intervence .....	43
4.6 Statistické zpracování dat.....	44
5. Výsledky .....	45
5.1 Výzkumná otázka číslo 1.....	45

5.2	Výzkumná otázka číslo 2.....	51
6.	Diskuze .....	52
6.1	Diskuze k Hypotéze 01 .....	52
6.2	Diskuze k hypotéze 02 a 03 .....	52
6.3	Diskuze k hypotéze 04.....	54
6.4	Diskuze k výzkumné otázce 2 .....	54
6.5	Vývoj posturální stability u dětí .....	55
6.6	Délka intervence .....	57
6.7	Efekt tréninků aplikovaných na posturální stabilitu .....	58
6.8	Limity studie.....	62
6.9	Přínos pro praxi .....	63
	Závěr .....	65

## Úvod

Tato diplomová práce se zabývá tématem možnosti ovlivnění posturální stability u hráčů ledního hokeje.

Teoretická část diplomové práce je v úvodních kapitolách zaměřena na terminologii posturální stability, její podmínky a posturální kontrolu. V další části je rozebrána zejména posturální stabilita v souvislosti se sportem, kdy stěžejním je právě lední hokej. Kvalitní posturální stabilita výrazně snižuje riziko sportovních úrazů a jejich negativní důsledky pro fyzickou kondici a kariéru sportovce. Rovněž i provozování jakéhokoli sportu má příznivý nespecifický účinek na regulaci držení těla a posturální stability.

Podstatnou teoretickou částí je i biomechanika a kineziologie bruslení, které je typickým pohybem v ledním hokeji a je základem, na němž se staví další důležité hokejové dovednosti. Právě stabilita a udržení rovnováhy je nezbytným předpokladem bruslařských dovedností, kdy lední hokej představuje poměrně vysoké nároky na stabilitu a balanc.

Pro teoretickou část a následně diskusi byly využity odborné články z vědeckých on-line databází PubMed, ScienceDirect, Elsevier a další odborná literatura.

Hlavním cílem diplomové práce je zhodnocení efektu pravidelných kompenzačních intervencí pod vedením fyzioterapeuta na vybrané parametry posturální stability u hráčů ledního hokeje hokejového klubu Brumov – Bylnice narozených v letech 2013, 2014 a 2015 (8-10 let v testovaném období). K hodnocení parametrů posturální stability byl použit přenosný posturografický přístroj TYMO od firmy TYROMOTION, čímž bylo umožněno realizovat terénní měření.

Výzkumné části se účastnilo 26 hráčů ledního hokeje, kdy hlavní náplní bylo skupinového cvičení se zaměřením na ovlivnění trupové stabilizace s korekcí dechového cyklu a optimální funkcí bránice s využitím specifických vývojových pozic. Dále kompenzační cvičení s cílem eliminace negativních dopadů jednostranné zátěže a v neposlední řadě balanční cvičení ve vertikále s ohledem na specifika charakteristické pro lední hokej.

## 1. Posturální stabilita a její podmínky

Pojem posturální stability je v literatuře již velice známý. Téměř každý si pod těmi slovy něco určitého představí, a právě proto, bych ve své diplomové práci chtěla pojem posturální stability precizněji terminologicky rozebrat a definovat.

Posturální stabilita představuje vyváženou a koordinovanou pozici těla jako celku nebo vysoce specializovaný proces udržování rovnováhy, polohy těla a jeho částí ve stále se měnícím prostředí. Jedná se o regulační mechanismus těla zajištěn pohybovým systémem, předchází pohyb a po provedení pohybu je snaha tohoto systému dosaženou polohu udržet (Horák et al., 2006, s.7).

Posturální stabilita je dle Koláře et al. (2012, s. 38) definována jako: schopnost zajistit vzpřímené držení těla a reagovat na změny zevních a vnitřních sil tak, aby nedošlo k nezamýšlenému nebo neřízenému pádu, jejíž základní podmínkou je průmět těžiště do opěrné báze. Stabilitu ovlivňuje řada biomechanických a neurofyziologických faktorů.

Základní biomechanická podmínka je již výše zmíněný průmět těžiště do opěrné báze při zaujmutí statické pozice, kde neřadíme pouze vzpřímený stoj, ale například i sed. Pokud tato podmínka není splněna, hrozí riziko pádu a pro udržení rovnováhy je nutná značná svalová síla. Nerovnovážný stoj vyžaduje vyšší svalovou sílu a otáčivý moment ligament, což může posléze vyvolávat vjem bolesti a strukturální změny. Ohrožení posturální stability se v našem životě promítá tedy jak v aktuálním okamžiku, tak se může projevit i postupně v budoucnu určitou patologií (Kolář et al., 2012, s. 39).

V rámci dostatečného porozumění terminologie je nutné rozumět rozdíl mezi opěrnou plochou a bází. Opěrná plocha představuje část podložky, která je v kontaktu s tělem, naproti tomu opěrná báze je ohraničená nejvzdálenějšími hranicemi opěrné plochy. Naše posturální stabilita se přirozeně zvyšuje s velikostí plochy opěrné báze. Naopak vyšší uložení těžiště nad opěrnou bází vede k nestabilitě (Kolář et al., 2012, s. 39).

## 1.1 Postura a posturální reaktivita

Vývoj držení těla jako schopnosti zaujmout centrovanou pozici v kloubu a udržení kvalitního nastavení prostřednictvím koordinované svalové aktivity je neoddělitelnou podmínkou motorické ontogeneze (Kolář, 2012, s. 37).

Samotné nastavení osového orgánu s lordoticko-kyfotickým zakřivením páteře a postavením pánve a hrudníku je zajištěno souhrou mezi extenzory páteře a flexory trupu, kdy tato aktivita musí být v rovnováze spolu se schopností vytvořit nitrobřišní tlak, jenž vyžaduje koaktivaci bránice, břišních svalů a svalů pánevního dna. Rovnovážná funkce mezi svaly s antagonistickou funkcí je považována za fyziologický vývoj dítěte a umožňuje již zmíněné centrované neboli neutrální postavení v kloubech. Fyziologický vývoj dítěte je vždy spojen se zdravým centrálním nervovým systémem (Kolář, 2012, s. 37).

V období kojeneckého věku zejména u dětí do dvou let je klidný stoj náročným úkolem z důvodu nedostatečně vyvinuté funkce posturální kontroly, zejména složky nervového a sensorického systému, taktéž je snížena i svalová síla dolních končetin (Verbacque, Vereeck a Halleman, 2016, s. 405).

Posturu si lze představit jako aktivní držení pohybových segmentů těla v prostoru vůči působení především tíhové síly. Postura je součástí jakékoliv polohy a také je zejména podmínkou každého pohybu. Startovací poloha čili postura účelově zaměřená je tzv. atituda. Tato pozice je zaujata pro dosažení cíle a má-li mozek ještě dostatečné množství času je možné ji korigovat. I ostatní složky organismu musejí být schopny po celou dobu pohybu reagovat na působení vnějších faktorů a udržet optimální posturu pro dosažení daného cíle (Čápková, 2016, s. 27).

Každý pohyb má definovatelný průběh sekvencí, z nichž je možné odvodit držení těla a adekvátní stabilizační funkci pro zajištění polohy v konkrétní moment. Zde se nabízí zmínit onu známou větu Magnuse: *Postura následuje pohyb jako stín* (Čápková, 2016, s. 27).

Provedení optimálního pohybu vyžaduje zpevnění osového orgánu, který je nedílnou podmínkou vzpřímeného držení, rovněž optimální postury. Hlavní úlohu zde hraje svalová

aktivita řízená centrálním nervovým systémem. Pokud je umožněno vzpřímené držení těla, mohou se odehrávat optimální rozsahy pohybů v kořenových kloubech končetin a pohyby páteře např. rotační (Čápková, 2016, s. 27).

Z pohledu biomechaniky je lidské tělo ve vzpřímeném stoji na dvou dolních končetinách bráno za nestabilní systém s poměrně malou plochou základny a vysoko uloženým těžištěm, které je utvářeno velkým množstvím segmentů (Vařeka, 2002, s. 115).

Právě koordinovaná aktivita agonistů a antagonistů nám umožňuje vzdorovat ve vzpřímeném stoji (a taktéž v dalších pozicích) gravitační síle bez toho, aby se naše kostra zhroutila. Jedná se o tzv. posturální stabilizaci (Kolář, 2012, s. 39).

Vzpřímený stoj byl dlouho považován za automatický úkol, který je řízen především strukturami páteře a mozkového kmene. Nyní je však již prokázáno, že posturální kontrola zahrnuje i struktury kortikální oblasti upravující motorické příkazy v průběhu měnícího se zevního prostředí. Vzpřímený stoj vyžaduje řízení multimodálních senzoričeských vstupů pro vytvoření jemně vyladěného motorického výstupu, který lze upravit tak, aby vyhovoval změnám podmínek ve stoji a v prostředí (Baudry, Henry, 2019 s. 525).

Reakční stabilizační funkce představuje proces, v němž je vždy při každém pohybu segmentu těla vytvářena kontrakční svalová síla pro překonání odporu. Tato situace je v biomechanice velmi dobře známa, kdy následně je kontrakční svalová síla převedena na momenty sil v pákovém segmentovém systému lidského těla a umožňuje tvorbu reakční svalové síly v celém pohybovém systému (Kolář, 2012, s. 40).

Posturální reaktibilita umožňuje zpevnění jedné úponové části svalu vlivem zpevňovací aktivity řady dalších svalů a současně druhá úponová část svalu je schopna provádět v kloubu pohyb. Jedná se o typické řetězení svalové aktivity. Jako například pro zajištění pohybu končetin je nutné zpevnění trupu, tedy společné zapojení svalstva bránice, m. transversus abdominis, svalů pánevního dna a svalů zádočných (m. multifidus). Tato reakční stabilizační funkce probíhá zcela automaticky mimo naše vědomí, což si lze dobře znázornit na příkladu, kdy při polknutí je nutné provést stabilizaci jazyka opřením o patro (Kolář, 2012, s. 40).

## 1.2 Posturální kontrola

Komplexní proces zajišťující řízení polohy těla v prostoru s cílem udržet rovnováhu a správnou orientaci prostřednictvím generované svalové aktivity se současnou kontrolou centrální nervové soustavy představuje posturální kontrolu (Musilová, Janura, 2020, s. 31).

Posturální kontrolu lze definovat jako dosažení požadované polohy těla a udržení této polohy v jakékoliv statické a dynamické situaci. Posturální kontrola hraje důležitou roli ve vývoji dítěte a je nutným předpokladem pro dosažení vývojových pozic v raném věku, tak i pro složitější motorické dovednosti. Pokud se posturální kontrola nevyvíjí adekvátně, následný motorický projev bude ovlivněn (Verbacque, Vereeck a Halleman, 2016, s. 403).

Posturální orientace je označována jako schopnost udržovat správný vztah mezi jednotlivými segmenty těla a celým tělem v součinnosti se zevním prostředím a prováděnou činností (Musilová, Janura, 2020, s. 31).

Senzorickou složku zajišťující udržení posturální stability představují tři části: zraková, vestibulární a propioceptivní. V dobře osvětleném prostředí s pevnou základnou podpory se zdraví lidé spoléhají na somatosenzorické (70 %), zrakové (10 %) a vestibulární (20 %) informace (Horak, 2006, s. 9).

Konkrétně zrak sehrává zásadní úlohu při celkové orientaci v prostoru, dále při předvídání změn působících zevních sil a při pohybu. Tento distanční receptor pomáhá také kontrolovat polohu a postavení hlavy. V klidném stoji při zavřených očích se zvyšuje rychlost změn polohy Center of Pressure (COP), což představuje působiště vektoru reakční síly, dále roste variabilita výchylek a zvětšuje se plocha konfidenční elipsy (Vařeka, 2002, s. 116).

Vestibulární systém slouží především pro koordinaci rotačních pohybů hlavy a jiných náhlých změn její polohy. Důležitou součástí je taktéž exteroceptivní složka, kdy na základě exteroceptivních tělísek je detekováno zatížení a účastní se i na kontrole tření. Výkonný systém, který je utvářen kosterními svaly a řídicí systém jsou další složky podílející se na udržení vzpřímeného držení těla (Vařeka, 2002, s. 115).



Verbacque, Vereeck a Halleman (2016) použili ve své studii rozsáhlou vyhledávací strategii zaměřenou na výskyt a rozsah titubací u dětí za různých sensorických situací. Jak by se dalo očekávat, se zavřenýma očima byl u dětí vyšší výskyt titubací než u bipedálního stoje s otevřenýma očima, ale postupně s přibývajícím věkem se snižovali, a to i při otevřených očích (Verbacque, Vereeck a Halleman, 2016, s. 408).

### **1.3 Posturální kontrola a multisenzorická integrace.**

Rozvoj posturální kontroly souvisí také s tím, jak děti využívají sensorické vstupy z vizuálních, propioceptivních a vestibulárních kanálů k aktivaci svalů pro dosažení nebo udržení posturální orientace. Bylo prokázáno, že smyslové podněty poskytující protichůdné informace narušují adekvátní fungování posturální kontroly kojenců a malých dětí zhruba do věku sedmi let, což může být příčinou pádu. Schopnost sensorické integrace vyžaduje, aby systém přisuzoval různou míru důležitosti dostupným sensorickým vstupům na základě toho, jak podstatnou a spolehlivou informaci tyto podněty poskytují pro dosažení cíle (Barela, Polastri, Rinaldi, 2009, s. 225, Cardoso de Sá et al., 2017, ss. 71-75).

Posturální kontrola velmi citlivě reaguje na jakoukoli změnu sensorického podnětu v rámci výběru nejrelevantnějších informací. Tato adaptace ve vnímání smyslových podnětů se vyvíjí s věkem. Schopnost snižovat a upravovat smyslové vlivy v důsledku změn v charakteristikách stimulu umožňuje, že váha tohoto sensorického podnětu se snižuje a zvyšuje se váha ostatních dostupných podnětů. Tímto způsobem se snižuje ohrožení posturální stability v měnícím se zevním prostředí (Barela, Polastri, Rinaldi, 2009, s. 228).

Tedy jinak řečeno, řízení nespolehá na všechny tři systémy stejně, ale v určitých situacích vždy převažuje preference některého z nich v závislosti na cílech pohybového úkolu a kontextu prostředí. Vhodným příkladem je například přesun z osvětleného prostředí do tmavé místnosti, kdy se vizuální informace v tento moment stane méně spolehlivá a klesá její využití, naproti tomu se zvýší váha informací z propioceptivních a vestibulárních kanálů (Doumas, Kenna, Murphy, 2016, s. 853).

Využívání multisenzorických vstupů adaptivně přispívá ke stabilní a flexibilní posturální kontrole a nedostatečný plně vyvinutý mechanismus sensorické integrace může

zabránit malým dětem odpojit se od nespolehlivého stimulu (Barela, Polastri, Rinaldi, 2009, s. 22).

Studie poukazují, že ve věku sedmi let je vývoj struktur zodpovědných za motorickou kontrolu dokončen a děti disponují v této fázi zralou posturální kontrolou, avšak v tomto věku ještě nemají dostatek motorických zkušeností pro plnohodnotnou posturální kontrolu a je nutný další rozvoj dovedností (Cardoso de Sá et al., 2017, ss. 71-75).

Funkční dozrávání smyslové integrace nastává pravděpodobně okolo devátého roku života, kdy tedy děti mohou reagovat na více než jeden smyslový podnět. Zrání sensorických systémů má nezastupitelný vliv na posturální kontrolu (Cardoso de Sá et al., 2017, ss. 71-75).

Převaha jednoho smyslového systému může být strategií nervového systému, jak se vyhnout informačním konfliktům a může se lišit zejména věkem a motorickou zkušeností. Děti ve věku od čtyř do pěti let využívají rychlé strategie pro úpravu postury, naproti tomu u dětí ve věku od osmi do desíti let je patrna snížená rychlost, ale zvýšená přesnost systému díky lepší integraci mezi řídicími složkami posturální kontroly (Cardoso de Sá et al., 2017, ss. 71-75).

Ve věku sedmi let mohou být pozorovány změny v posturální kontrole z důvodu růstového spurtu, kdy dochází k morfologickým změnám, ale taktéž v důsledku změn v procesech integrace sensorických systémů. Ve věku sedmi let děti dokážou již stabilizovat zrakové a somatosenzorické podněty, ale nejsou ještě schopny plně ovládat vestibulární vstup, což se začíná měnit s příchodem devátého roku, kdy je integrace smyslových vstupů využívána již z různých zdrojů. Přítomnost patologických stavů může vést k neschopnosti vyžít multisenzorickou integraci, která je nezbytná pro řízení motoriky (Cardoso de Sá et al., 2017, ss. 71-75).

## 2. Posturální stabilita ve sportu

Schopnost udržení posturální stability je ve sportu nezbytným předpokladem pro zlepšení kontroly volných pohybů a následné zvýšení i sportovní výkonnosti. Kvalitní posturální stabilita výrazně snižuje riziko sportovních úrazů a jejich negativní důsledky pro fyzickou kondici a kariéru sportovce. Nedostatečný rozvoj posturální kontroly v raném dětství může mít později za následek špatnou obecnou kontrolu volných pohybů, a tím snížení koordinačních schopností (Andreeva et al., 2021, s. 121).

Z provedené analýzy zabývající se posturálními výchyly u 936 sportovců se širokou škálou zaměření (gymnasté, tenisté, veslaři, běžci,..) ve věkovém rozptylu od 6 do 47 let, vyplývá, že provozování jakéhokoli druhu sportu vede ke zvýšení posturální stability v bipedálním postoji. Obvykle je posturální stabilita rozdílná i v porovnání úrovní soutěže, kdy neúspěšnější závodní sportovci mají propracovanější posturální strategie ve srovnání se sportovci na nižších soutěžních úrovních (Zemková, Kovačiková, 2023, s. 2).

Tedy provozování jakéhokoli sportu má příznivý nesespecifický účinek na regulaci držení těla a stability prostřednictvím zlepšení sensorických a integračních centrálních nervových složek organismu spolu s vyšší efektivitou svalové složky (Andreeva et al., 2021, s. 121).

Zejména ve sportovní střelbě je pozorována vysoká kvalita posturální stability, k čemuž je cílen i samotný sportovní trénink se zaměřením na rozvoj a nácvik schopnosti stabilizovat postoj při míření a speciální trénink posturálních svalů pro lepší rovnováhu. Dále fotbaloví hráči musí disponovat kvalitní schopností udržení stability ve postoji na jedné dolní končetině při kopu do míče kontralaterální končetinou, taktéž je nutné udržení rovnováhy při kontaktních interakcích se spoluhráči a adekvátní připravenost, potažmo vestibulární tolerance, vůči úhlovému a lineárnímu zrychlení těla (Andreeva et al., 2021, s. 121).

Fotbalisté pravděpodobně využívají lépe propioceptivní informace ke stabilizaci držení těla než například plavci, což je dáno náplní tréninku. V gymnastických disciplínách je nutný rozvoj kontroly gymnastických pozic, které zahrnují spoustu náročných

balančních pozic, dále zlepšení proprioceptivního systému chodidel a kotníků ve stoji a pohybu na měkké opoře (Andreeva et al., 2021, s. 121).

## **2.1 Posturální stabilita u hráčů ledního hokeje**

Úspěch hokejistů je podmíněn specifickými dovednostmi spojenými s vysokou svalovou a kognitivní zátěží a také intenzitou práce na maximální výkon po určitou dobu. Kvalitní výkon závisí i na bruslařských dovednostech, které vyžadují optimální koordinaci kloubů dolních končetin a svalovou sílu, jak pro pohyb těla, tak pro dynamickou stabilitu. Výše kvality bruslařských dovedností, což je mimo jiné komplexní motorická dovednost, je dána zvládnutím techniky bruslení a úrovní stability. Bruslení v ledním hokeji je automatizovaný, podvědomý proces, přičemž vědomí se více podílí na hledání a posuzování optimálního řešení vzniklé herní situace (Čech, 2014, ss. 14-17, Polikanova et al., 2022, s. 2).

Nácvik techniky bruslení je doménou tréninkového procesu počínaje dětskými kategoriemi. Základem každého pohybu je udržení pozice, ze které pohyb vychází. Krasobruslení a lední hokej je řazeno ke sportům, ve kterých je biomechanická stabilita nutná k udržení rovnováhy se současně omezenou základnou opory tvořenou čepelí brusle. Ukazatelé dovedností hráče jsou pak rychlost bruslení a koordinace pohybu. Důležitý je rozvoj výbušné síly a balančních schopností pro úspěšnost hráče. Hokej také vyžaduje velmi vysokou úroveň koncentrace, kdy vysoká reakční rychlost a rychlé rozhodování jsou zásadní pro hru. Předvídání, koordinace rukou a očí, síla a vytrvalost jsou další nároky kladené na hráče (Čech, 2014, ss. 14-17, Polikanova et al., 2022, s. 2).

Lední hokej zahrnuje signifikantní nároky na stabilitu a balanc, jelikož velmi malá plocha nože bruslí je v kontaktu s povrchem ledu, který představuje třecí plochu. Stabilita a udržení rovnováhy je tedy nezbytným předpokladem bruslařských dovedností. Studie Behm et al. (2005) zkoumala spojitost mezi rychlostí bruslení a kvalitou posturální stability. Bylo potvrzeno, že hokejový bruslařský výkon významně koreluje s balančními a sprintovými testy, což ukazuje, jak důležitou roli hraje posturální stabilita v rychlosti bruslení u mladých hráčů (Behm et al., 2005, s. 328).

Každopádně rovnováha je často považována za samozřejmost a její důležitost je přehlížena, přestože je jedním z nejdůležitějších aspektů ledního hokeje. Bracko (2004)

uvádí, že pro přípravu efektivního tréninkového programu, by měli být hráči konfrontováni s takovými podmínkami, které kontrolují jejich pohyb při hře, např. zařadit do balančních cvičení posilovací cviky na techniku práce s hokejkou apod. (Čech, 2014, ss. 14-17, Bracko, 2004, s. 3).

Základní opora hokejové čepce je v podstatě nestabilní ze strany na stranu a vyžaduje poměrně vysoké nároky na rovnováhu s účastí svalů kyčle, kolena a kotníku. Ve srovnání s během vyžaduje bruslařský výkon mnohem větší rozsah pohybu kloubů dolní končetiny ve frontální rovině (Chang, Turcotte, Pearsall, 2009, ss. 215–218).

Specifické nároky hokeje při bruslení na užší opěrné ploše se vyznačují rychlými změnami směru, rozhodováním a zrakovou ostrotí, proto je nezbytná adekvátní pohybová a zraková kontrola. Během bruslení hokejisté neustále střídají bilaterální a unilaterální postoje, přičemž mnoho úkolů je prováděno v bilaterálních postojích, které se vyznačují zvýšenou stabilitou v medio-laterálním směru. Zatímco stabilita v antero-posteriorním směru je více ovlivněna aktivitou stabilizačního systému (Rosker et al., 2021, s. 146, Walsh et al., 2018, s. 279).

### Stability of Different Athletic Footwear

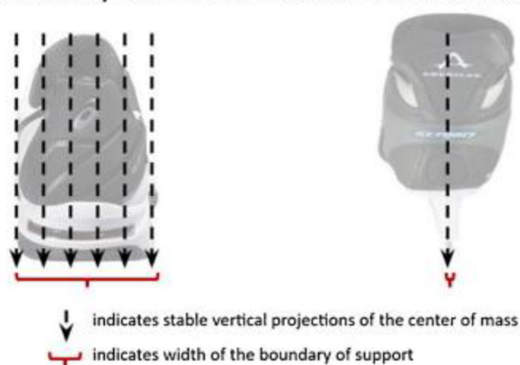


Fig. 1. Graphic representing the different mechanical limits afforded by different sports footwear, a typical athletic shoe (left) and an ice hockey skate (right).

### Obrázek 1 Stability of Different Athletic Footwear (Rosker et al., 2021)

Sportovní obuv a brusle vykazují rozdílné biomechanické vlastnosti z pohledu udržení posturální stability. Základem podpory brusle je šířka čepce, která je několikanásobně užší ve srovnání s podrážkou boty. Úzká čepel také způsobuje namáhavou excentrickou svalovou práci a propiocepční kontrolu s cílem udržení stability. Čepel na brusli představuje opěrný bod umožňující rotaci kolem podélné osy čepce,

příčemž bod rotace nože je umístěn několik centimetrů pod botou brusle. Což je další podstatný rozdíl ve srovnání se sportovní obuví, kdy bod rotace se nachází ihned pod podrážkou boty, jak je znázorněno na obrázku (obrázek 1, s. 15), kde je patrný nezanedbatelný rozdíl ve srovnání šířky opory v porovnání čepele a podrážky boty (Walsh et al., 2018, ss. 279–300).

Hokejisté obvykle nemají při bruslení fázi letu, což tedy znamená, že neustále zažívají oporu buď jednou nebo oběma nohama, na rozdíl od sprintu, či jiných atletických disciplínách, během kterých je fáze letu patrna. Kvůli nízkému tření nožů bruslí na ledu jsou parametry anterio-posteriorního vybočení (AP vybočení) jiné než u sportu provozovaných v obuvi. Je-li vyžadováno vyrovnat délku dráhy AP vybočení je třeba pouze zatlačit jednu brusli před nebo za svůj COP, aniž by končetina opustila led. Ve sportovní obuvi je nutné nejprve přesunout většinu své váhy na opěrnou nohu pro snížení tření, až poté je možné chodidlo posunout. Tento pohyb je více aktivovaný kyčlemi ve srovnání s aktivací kotníku při běžném stání na zemi (Walsh et al., 2018, ss. 279–300).

V medio-laterálním směru se brusle otáčejí kolem jedné osy, kterou je čepel, avšak sportovní boty se otáčejí kolem dvou os, tou je buď vnitřní okraj boty nebo vnější okraj boty. Kromě toho je základna medio-laterální opory u bruslí mnohem menší než u tradičních sportovních bot. Kvůli úzké základně opory vedou mírné odchylky ve středu tlaku k nestabilitě. Je proto pravděpodobné, že hráči ledního hokeje jsou citliví na relativně malé medio-laterální výchylky a neustále tyto změny korigují, aby udrželi polohu těžiště nad čepelí brusle. Naproti tomu fotbalovým hráčům ve standardní obuvi může vyhovovat, že jejich centrum tlaku je v různých šířkách mezi mediální a laterální stranou chodidla a necítí okamžitou potřebu vracet COP do středu tak často. I díky těmto odlišným biomechanickým nárokům hráči ledního hokeje vykazují jedinečné balanční strategie ve srovnání s nespportovci a sportovci jiného sportu (Walsh et al., 2018, ss. 279–300).

Svalové synergie specifické pro hokejisty naznačují vysoce rozvinuté strategie řízení držení těla používané k obnovení rovnováhy. Vysoce rozvinuté motorické strategie souvisí s nízkou kokontrakcí mezi agonisty a antagonisty v různých volných pohybech. To potvrdila mimo jiné i studie Kim et al., kde zkoumali svalové synergie u hráček hokeje ve srovnání s nespportující skupinou. Hokejové hráčky vykazovaly nízkou strategii koaktivace

agonistů a antagonistů v hlezenním kloubu a v krční páteři ve srovnání s nesportující populací (Kim et al., 2018, s. 320).

Pavol Čech se ve své studii zabýval sledováním změn posturální stability u hráčů ledního hokeje juniorské kategorie po osmitýdenním balančním tréninku. Z hlediska fáze ročního tréninkového cyklu byl výzkum realizován v období intenzivní kondiční přípravy mimo kluziště. Cvičební program byl složený z dynamických silových cvičení zejména s využitím nestabilních povrchů (bosu, balanční desky, balanční podložky, overbally, expandery, medicinbaly). Experimentální skupina, v celkovém počtu šestnácti hráčů, prováděla každý týden různá cvičení pod vedením kondičního trenéra. Tradiční tréninky kontrolní skupiny zahrnovaly cvičení v posilovně, kondiční cvičení (spinning, běh, inline bruslení), překážkové dráhy a imitace hokeje (Čech, 2014, ss. 17-20).

Výstupní měření sledovaných parametrů stability nevykázala v žádném z testů signifikantní rozdíly mezi skupinami. Avšak uvnitř experimentální skupiny byly po intervenci pozorovány statisticky významné rozdíly v úrovni parametrů indikujících úroveň posturální stability mezi testem bez kontroly zraku a testem se sníženou propriocepcí. Současně provedená balanční cvičení měla pozitivní vliv na homogenitu výsledků experimentální skupiny. Posturální stabilita je důležitým faktorem ovlivňujícím nejen techniku bruslení, tudíž může do určité míry ovlivnit i individuální herní výkon. To je hlavní důvod, proč zařazení balančních cvičení do tréninkového procesu je více než žádoucí (Čech, 2014, ss. 17-20).

## **2.2 Biomechanika bruslení v ledním hokeji**

Lední hokej je velmi rychlá a dynamická sportovní disciplína s častými změnami směru pohybu, které vyžadují nejenom adekvátní koncentraci hráče, ale je nutná i dostatečná stabilita a síla trupu. Při hokeji dochází k nadměrné, jednostranné aktivitě svalů z důvodu asymetrických pohybů, kdy tato asymetrie ovlivňuje mimo jiné i fyzickou výkonnost hráče. Následná expozice na delší dobu v určitých pozicích může ovlivnit postavení páteře a vést k většímu výskytu morfologických a funkčních asymetrií těla a způsobit tak přetížení muskuloskeletálního systému. Svalové dysbalance a přetížení vedou k oslabení motorických schopností hráče a zvyšují riziko zranění (Grabara, Bieniec, 2023, ss. 59–60).

Asymetrie v ledním hokeji je způsobena především držením hokejové hole, které vede k přednostnímu využívání jedné strany těla. Hráči ledního hokeje tak musí držet hokejovou holi ve své dominantní horní končetině a následný postoj je ve flexi trupu a mírné rotaci ke straně hokejové hole, v níž se hráč nachází po většinu dobu hry. Obecně jsou sporty s dominantní preferencí jedné strany spojeny se zvýšenou přítomností funkčních asymetrií ve srovnání s bilaterálními sporty. Poranění pohybového aparátu u profesionálních hráčů ledního hokeje jsou velmi častá a celoživotní výskyt bolesti dolní části zad se pohybuje v rozmezí od 54–88 % (Grabara, Bieniec, 2023, ss. 59–60).

Grabara a Bieniec se zaměřili na zhodnocení funkčních pohybových vzorců a držení páteře u 86 elitních hráčů ledního hokeje ve věkovém rozmezí 18–38 let a současně prozkoumávali souvislost mezi držením páteře, prevalencí muskuloskeletálních symptomů a skóre funkčního pohybu. Sagitální zakřivení páteře bylo měřeno digitálním inklinometrem a bylo popsáno, že polovina sledovaných hráčů měla zploštělou bederní lordózu a hrudní kyfóza byla ve výrazné prominenci u 41 % hráčů. Bylo zaznamenáno, že zvýšený úhel kyfózy vedl k omezení pohyblivosti ramenního kloubu (Grabara, Bieniec, 2023, s. 60).

Bruslení je typickým pohybem v ledním hokeji a je základem, na kterém se staví další důležité hokejové dovednosti. Vynikající bruslařské schopnosti jsou považovány za jednu z hlavních charakteristik vysoce kvalifikovaného hráče ledního hokeje. Předpokládá se, že identifikace biomechanických rozdílů mezi elitním a rekreačním hokejovým bruslením lze použít k určení proměnných, které přispívají k bruslařské výkonnosti na vysoké úrovni. Kinematiku dolních končetin a vzorce svalové aktivity lze považovat za klíčové technické determinanty motorického úkolu (Buckeridge, 2015, s. 2, Kaartinen et al., 2021, ss. 1–2).

Výzkum v oblasti biomechaniky ledního hokeje, zejména pokud jde o pohyb a činnost dolních končetin, je však omezený a je k dispozici málo informací. Tento nedostatek znalostí o biomechanice bruslení může být způsoben dynamickými charakteristikami ledního hokeje a jeho jedinečnými podmínkami na ledě, kdy implementace protokolů sběru dat je velmi složitým a náročným úkolem (Buckeridge, 2015, s. 2).



Rozlišujeme 2 fáze pro každou dolní končetinu během hokejového kroku. Fáze odrazu neboli push-off fáze či propulzní fáze je definována umístěním dolní končetiny na ledě, zasahující za kostru těla a pohánějící bruslaře dopředu. V tento moment se kyčelní kloub nachází v extenzi, abdukci a zevní rotaci. Fáze zotavení, regenerační, respektive recovery fáze, nastává od okamžiku, kdy dolní končetina opustí led a přesouvá se dopředu k dalšímu kroku, dokud brusle opět nedopadne na led a je následována flexí, addukcí a vnitřní rotací. Pro každou jednotlivou dolní končetinu se tyto 2 fáze střídají během bruslení (Stull et al., 2017, s. 31).

Kaartinen et al. se zaměřili na vzorce aktivace svalů dolních končetin v ledním hokeji v souvislosti s rychlostí bruslení, kdy cílem byl popis kinematických a svalových aktivačních vzorců dolních končetin a potenciální souvislost mezi těmito proměnnými v rychlosti bruslení. Svalová aktivita byla snímána prostřednictvím elektromyografie z osmi svalů dolních končetin: gluteus maximus, gluteus medius, adductor magnus, rectus femoris, vastus lateralis, biceps femoris a tibialis anterior a musculus soleus. Tato studie potvrzuje, že svalová aktivita během regenerační fáze bruslení může hrát důležitou roli ve výkonu bruslení (Kaartinen et al., 2021, ss. 3-4).

Studie svalové aktivity během bruslení v ledním hokeji prokázaly, že m. gluteus maximus a m. vastus lateralis a m. biceps femoris jsou aktivní během push-off fáze, kdy dochází v kyčelním kloubu ke kombinaci extenze, zevní rotace a abdukce se současným natažením kolenního klouby. Hamstringy jsou v této fázi aktivní v podobě izometrické kontrakce, kdy zvyšují tuhost kolenního klouby se součinností extenzorů kolena. Rovněž je zde i vysoká aktivita m. tibialis anterior, který stabilizuje v této fázi cyklu kotník, a naopak během recovery fáze vede pohyb směrem do dorziflexe (Kaartinen et al., 2021, ss. 3-4).

Rychlý pohyb kyčle do flexe během recovery fáze je prospěšný pro dosažení vysoké rychlosti bruslení, protože nízká aktivita antagonisty, respektive nízká aktivita m. gluteus maximus usnadní rychlou flexi kyčle. Analýza vztahu mezi svalovou aktivitou a rychlostí bruslení ukázala negativní korelaci mezi aktivitou gluteus maximus během fáze zotavení a rychlostí bruslení. Na podporu tohoto zjištění byla nízká koaktivita gluteus maximus a rectus femoris během recovery fáze spojena s vyšší rychlostí bruslení. Tato studie potvrzuje, že svalová aktivita během recovery fáze bruslení může hrát důležitou roli ve výkonu bruslení. Taktéž hráči na vysoké úrovni flektují kyčelní kloub rychleji než hráči na

nižší úrovni. Kyčelní kloub přechází postupně na začátku push-off fáze zhruba z  $46,8 \pm 10,0^\circ$  flexe do extenze v závěru cyklu, kdy v počáteční recovery fázi tato pozice předchází opětovný pohyb do flexe. Současně probíhá i pohyb v kolenním kloubu, kde se  $67,3 \pm 21,1^\circ$  flexe postupně vystřídá s plynulým pohybem směrem do extenze, kdy minimální flexe v kolenním kloubu je těsně předtím, než brusle opustí led a následně v recovery fázi opět přechází do flexe, kdy nejvyšší flexe je dosaženo v polovině doby této fáze (Kaartinen et al., 2021, s. 2).

Konkrétně sval soleus vykazoval nejvyšší neuromuskulární aktivitu během push-off fáze bezprostředně po dopadu brusle na led a ve střední části cyklu. Nejvyšší neuromuskulární aktivita m. biceps femoris byla zaznamenána na začátku push-off fáze a dosáhla vrcholu aktivity na začátku této fáze. Aktivita m. rectus femoris zaznamenává dva vrcholy, první ve střední části push-off fáze a druhý ve střední části fáze zotavení. Rectus femoris má během cyklu bruslení dvojí roli, jak pro extenzi kolena, tak pro flexi kyčle. Adductor magnus měl nejvyšší neuromuskulární aktivitu většinou na začátku push-off fáze a v době, kdy push-off fáze přechází do fáze recovery. Načasování aktivity tohoto svalu naznačuje, že addukce kyčle zahajuje recovery fázi. Hraje tak důležitou roli, jelikož adductor magnus podporuje hlavní flexory kyčle během flexe kyčle. Úroveň aktivace adductoru magnu se zvyšuje při vyšší rychlosti bruslení, když se rychlost bruslení zvyšuje, musí být při push-off fázi kyčel ve větší abdukci, což klade vyšší nároky na adduktory, aby pracovaly excentricky na konci push-off fáze a poté ihned koncentricky na začátku recovery fáze. Správná addukce kyčlí během recovery fáze zajišťuje optimální délku kroku, zatímco nedostatečná addukce může zkrátit push-off fázi a omezit rychlost bruslení. Při vyšší rychlosti bruslení dochází k výraznější abdukci kyčle při pohybu, což je ve shodě se zvýšenou excentrickou kontrakcí m. adductor magnus, který brzdí pohyb (Kaartinen et al., 2021, ss. 9-11, Robbins et al., 2018, ss. 15–18).

Pro m. gluteus medius se vyznačují dva vrcholy aktivity, kdy první vrchol je během push-off fáze a druhý vrchol nastává během recovery fáze. Tato dvě období aktivace m. gluteus medius pravděpodobně souvisejí se stabilizací pánve ve frontální rovině a zároveň může sval napomáhat abdukci kyčle v push-off fázi (Kaartinen et al., 2021, s. 8).

M. tibialis anterior je dorziflexor kotníku a musí být bezprostředně aktivní v recovery fázi, kdy je jeho neuromuskulární aktivita nejvyšší. Pokud je dorzální flexe

kotníku nedostatečná, přední část čepule brusle narazí na led jako první, což může zvýšit tření mezi bruslí a ledem a tím omezit schopnost bruslení, a dokonce způsobit pád bruslaře. Když brusle narazí na led, svaly musí zpočátku pracovat izometricky, aby udržely správnou polohu pro klouzání bruslí (Kaartinen et al., 2021, s. 8).

Nedostatečná aktivita agonistických a antagonistických svalů může omezovat bruslařský výkon. Proto je nutná neustálá edukace trenérů pro základního porozumění neuromuskulárním funkcím během bruslení v ledním hokeji. Poté je nezbytně nutné tyto informace aplikovat prostřednictvím specifických tréninkových cvičení motorických dovedností prováděných buď na ledě nebo mimo něj, aby se hráči naučili lépe ovládat a vnímat svalovou aktivitu v optimálním pořadí a čase (Kaartinen et al., 2021, ss. 14-15).

Mezi podstatné rozsahy kloubní mobility, které mohou vést ke zlepšení výkonu a tím pádem k vyšší bruslařské rychlosti jsou: zvýšená exkurze z dorzální flexe kotníku během recovery fáze do plantární flexe během push-off fáze. Rovněž pohyb směrem do plné extenze kolena během push-off fáze s umožněním vnější rotace kolene a v neposlední řadě je důležitá rychlost změny pohybu z extenze kyčle do flexe během recovery fáze. Každopádně doporučení těchto změn hráčům bude do značné míry záviset na jejich aktuálním stylu bruslení, a proto musí být pro hráče specifické (Robbins et al., 2018, ss. 15–18).

Ku příkladu zvýšená dorzální flexe během recovery fáze vede k protažení musculus gastrocnemius a tato energie je následně uvolněna během plantiflexe hlezna při push-off fáze. Větší flexe kyčle může prodloužit délku kroku během klouzání a odrazu a zlepšit tak stretch-shortening cycle, respektive i zde se opět jedná o využití plyometrie v rámci hýžd'ového svalu (Robbins et al., 2018, ss. 15–18).

Ve frontální rovině je patrna everze během klouzání a odrazu zhruba od 0–40 % cyklu, avšak následně přechází do inverze kotníku během konce push-off a v počátku recovery fáze, kdy inverze urychluje počáteční kontakt brusle s ledem a umožňuje opětovné postavení čepule brusle ke střední čáře, což vede ke zlepšení stability (Robbins et al., 2018, ss. 15–18).

Rovněž větší vnější rotaci kolena během push-off fáze umožňuje umístit brusli více kolmo ke směru bruslení, což vede k efektivnějšímu využití hran čepule a potenciálně zvyšuje

horizontální reakční sílu. Nicméně příliš velká horizontální síla by mohla negativně ovlivnit rychlost bruslení vpřed. Úhel brusle vzhledem k ledu je důležitým faktorem při bruslení a hráči mohou využívat různé mechanismy (např. rotaci kyčle, kolena nebo kotníku) k dosažení co nejvíce ideální pozice (Robbins et al., 2018, ss. 15–18).

### **2.3 Kinestézie krční páteře u hráčů ledního hokeje**

Bylo prokázáno, že aktivace trupu je ovlivněna polohou hlavy a krku, což ukazuje na důležitý vztah mezi krční páteří, centrací segmentů těla a následně rovnováhou. Krční páteř má svou podstatnou roli i ve sportovních výkonech. Vzhledem ke svým neurologickým, biomechanickým a funkčním vazbám na vestibulární a zrakový systém se účastní na stabilizaci těchto systémů, jež jsou důležité pro udržení posturální rovnováhy. Krční páteř tedy může ovlivňovat zrakovou a posturální ostrost a případně přispívat ke sportovnímu výkonu ve směru efektivity pohybu a vizuálního vnímání (Rosker et al., 2021, ss. 146-148).

Proprioceptivní informace z cervikální oblasti přispívají ke kontrole rovnováhy. Výzkum Rosker et al. potvrzuje, že aferentní vstup krční páteře hraje důležitou roli při udržování jednostranné posturální rovnováhy hokejistů. Krční páteř je nejlabilnější a nejpohyblivější částí páteře. Vazy a svaly, které mají za úkol držet stabilitu, získávají aferentní informace z mechanoceptorů uložených zejména v horní krční páteři. Rovněž krční kinestézie může ovlivnit okulomotorický výkon (Rosker et al., 2021, ss. 146-148).

V hokeji jsou hráči povinni ovládat puk, aniž by se dívali dolů. To způsobuje, že se adaptují na určitou pozici, která zahrnuje flexi v hrudní páteři spolu s protrahovanými rameny a horní extenzí krční páteře, čímž je jim umožněno nasměrovat pohled při sledování hry. Tyto posturální nároky hokeje způsobují zvýšenou tonickou aktivitu extenzorů krku a subokcipitálních svalů, která následně vede k nadměrné excitabilitě gama-motorických neuronů, což může způsobit změněné vnímání vlastního pohybu (Rosker et al., 2021, ss. 146-148).

Vzhledem k tomu, že hokej je nepředvídatelný a neustále vyžaduje změny polohy hlavy a krku, je nezbytná účinná kontrola krčních svalů. V ledním hokeji byla zjištěna zvýšená aktivita cervikálních rotátorů při bočním pohledu a držení hlavy v neutrální poloze, což představuje funkční spojení umožňující koordinaci pohybu očí a hlavy. Krční

páteř hraje tedy velmi důležitou roli v efektivitě pohybu a vizuálním vnímání (Rosker et al., 2021, ss. 146-148).

## **2.4 Ovlivnění výkonu**

Cvičení zaměřeno na rovnováhu a trupovou stabilitu těla může pozitivně ovlivnit nejenom snížení úrazů, ale může vést i ke zlepšení sportovního výkonu. Tento fakt byl potvrzen například u elitních střelců ze vzduchovek a pušek, kdy posturální stabilita a držení těla hrály významnou roli pro ovlivnění střeleckého výkonu. Schopnost vertikálního držení těla ovlivňuje taktéž kvalitu střelby u biatlonu. Lepší neuromuskulární kontrola posturální stability vede k efektivnějším funkčním pohybům specifickým pro konkrétní sporty (Zemková, Zapletalová, 2022, s. 5).

Výkon ve střeleckých disciplínách ovlivňuje především statická rovnováha. Střelci rovněž využívají větší množství propioceptivních a vestibulárních informací pro stabilizaci postury. Schopnost stabilizovat postoj před výstřelem je lepší u zkušenějších střelců, ovšem tento fakt nikterak zásadně neovlivňuje výsledky střely (Zemková, Kovačiková, 2023, s. 2).

Balanční cvičení vedou k neurofyziologickým adaptacím zlepšující především fyzickou výkonnost a držení těla dále rozvoj síly a rychlosti. Supraspinální adaptace pak vede ke zlepšení funkčních parametrů jako jsou například balanční schopnosti a koordinační kontrola pohybu. Přestože není možné oddělit senzoričnou a motorickou složku schopnosti rovnováhy, cvičením lze zlepšit především propioceptivní funkce. Což je dáno tím, že stejné receptory přispívají k rozlišení polohy hlezenního kloubu při regulaci posturálních titubací v antero-posteriorním směru a pro přenášení hmotnosti z jedné nohy na druhou při regulaci posturálních titubací v medio-laterálním směru (Zemková, Kovačiková, 2023, s. 2).

Je důležité zmínit, že balanční cvičení prováděná na nestabilním povrchu se nemusí přenést na lepší rovnováhu na stabilním povrchu a naopak. To posiluje důležitost specifického sportovního tréninku a potřebu identifikovat charakteristické balanční vlastnosti požadované pro jednotlivé sporty (Walsh et al., 2018, s. 278).

### 2.4.1 Trupová stabilizace

Trupová stabilita představuje komplex svalů tvořen břišním svalstvem, bránicí, pánevním dnem, paraspinálními svaly (např. mm. multifidi) a m. quadratus lumborum. Nesmíme opomenout rovněž i důležitou roli svalů gluteálních a kyčelních. Svaly kyčle pomáhají zpevnit pánevní dno a jsou nezbytné pro tvorbu síly a přenos energie do dolních končetin. Kyčelní svalstvo tedy zajišťuje stabilizaci trupu a pánve při chůzi. Špatná aktivace extenzorů kyčle a abduktorů je často pozorována u lidí trpících bolestí spodních zad a rovněž byla zaznamenána u dalších muskuloskeletálních poruch (Akuthota et al., 2008, ss. 39-41, Malanga et al., 2016, ss. 185-189).

Mm. multifidi představují soubor krátkých svalů, které poskytují jednotlivou kloubní segmentální stabilizaci umožňující delším vícekloubovým svalům pracovat efektivněji při kontrole pohybů páteře. Bylo zjištěno, že mm. multifidi atrofují u lidí s chronickou bolestí dolní části zad (Kibler, Press, Sciascia, 2006, ss. 189-192).

Trupová stabilizace je důležitá pro efektivní sportovní funkce. Tento svalový korzet funguje jako jednotka s cílem stabilizovat tělo a páteř při dynamických situacích anebo ve statických situacích. Adekvátní trupová stabilita je nezbytná zejména ve sportech vyžadující pohyb horních končetin nad hlavou, kdy je nutné poskytnout proximální stabilitu pro distální mobilitu (Malanga et al., 2016, ss. 185-189).

Jelikož trup je ústředním prvkem téměř všech kinetických řetězců sportovních aktivit, kontroly síly a rovnováhy, maximalizuje tak všechny kinetické řetězce horních a dolních končetin. Stabilita trupu umožňuje koordinovanou sekvenční aktivaci všech segmentů těla, kdy distální segment je umístěn do optimální polohy při požadované rychlosti s optimálním načasováním pro provedení daného atletického úkolu (Kibler, Press, Sciascia, 2006, ss. 189-192).

Břišní svaly se skládají z m. transversus abdominis, m. obliquus externus abdominis, m. obliquus internus abdominis. Svalová kontrakce m. transversus abdominis zvyšuje nitrobřišní tlak a napíná thorakolumbální fascii. Pro zvýšení nitrobřišního tlaku je nutná současná kontrakce bránice, svalů pánevního dna a břišních svalů. Kontrakcí břišních svalů je vytvořen tuhý válec a má rozhodující význam ve stabilizaci bederní páteře (Kibler, Press, Sciascia, 2006, ss. 189-192).

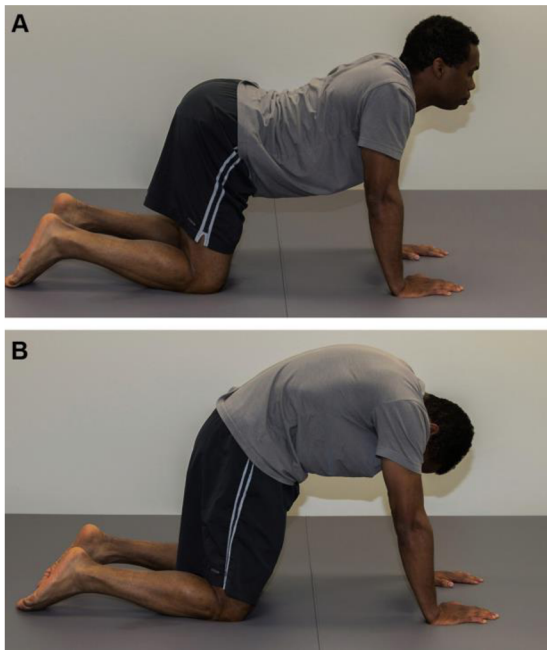
Thorakolumbální fascie je důležitá struktura spojující dolní končetiny prostřednictvím m. gluteus maximus s horními končetinami díky m. latissimus dorsi. Thorakolumbální fascie má také úpony na vnitřní šikmé svaly a m. transversus abdominis, čímž poskytuje trojrozměrnou podporu bederní páteři a napomáhá tak stabilitě trupu. Při kontrakci svalů funguje thorakolumbální fascie jako proprioreceptor, který poskytuje zpětnou vazbu o poloze trupu (Akuthota et al., 2008, ss. 39-41, Kibler, Press, Sciascia, 2006, ss. 189-192).

Břišní svaly jsou aktivovány ve směrově specifických vzorcích s ohledem na pohyb končetin, čímž poskytují posturální podporu před pohyby končetin. Trupová stabilita a jeho motorická kontrola jsou nezbytné prvky pro zahájení funkčních pohybů končetin. Kontrakce, které zvyšují nitrobřišní tlak začínají již před samotným zahájením pohybu velkých segmentů horních končetin. Tedy ke stabilizaci páteře a trupu dojde ještě dříve než před samotným provedením pohybu končetin, čímž je zajištěn stabilní základ pro pohyb a aktivaci potřebných svalů (Akuthota et al., 2008, ss. 39-41, Kibler, Press, Sciascia, 2006, ss. 189-192).

Bylo prokázáno, že m. transversus abdominis a mm. multifidii se u zdravých lidí stahují 30 ms před zahájením pohybu ramene a 110 ms před pohybem dolní končetiny (Akuthota et al., 2008, ss. 39-41).

V rámci využití v praxi jsou využívány techniky pro posílení trupu ke zlepšení výkonu a prevenci zranění. Často je také využíváno jako terapeutické cvičení při bolesti dolní části zad. Nedostatečná koordinace trupového svalstva může vést ke snížené efektivitě pohybu a využití kompenzačních vzorců, což způsobuje přetěžování a zranění z nadměrného vytížení (Akuthota et al., 2008, ss. 39-41).

Základní cvičební program by měl být prováděn ve fázích s postupnou progresí. Pro správnou funkci kloubů a efektivitu pohybu je nezbytná přiměřená délka a flexibilita svalů. Důležité je obnovení normální kontraktilní délky a pohyblivosti svalů, aby se napravily svalové dysbalance. Příklad svalové nerovnováhy může být například nadměrná aktivita m. iliopsoas, což způsobí reciproční inhibici m. gluteus maximus. V kinetickém řetězci vede tato konkrétní svalová nerovnováha ke zvýšené extenzi bederní páteře s nadměrným tlakem na meziobratlové disky (Akuthota et al., 2008, ss. 40-43, Malanga et al., 2016, ss.



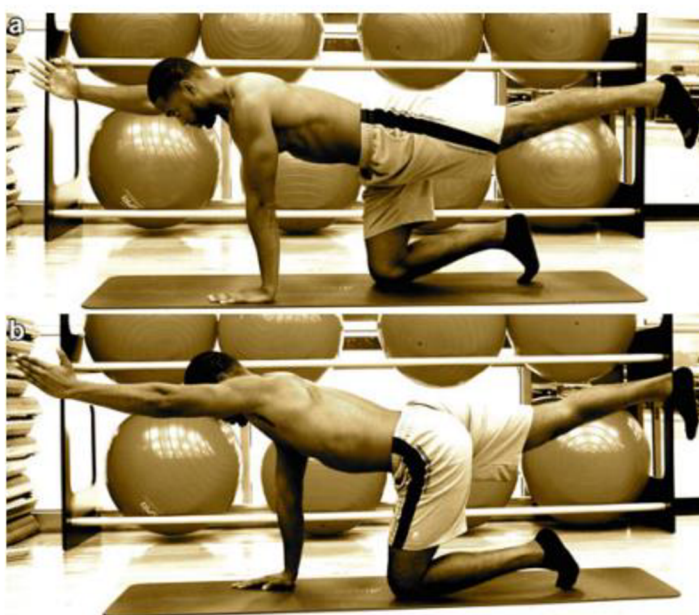
205-210).

**Obrázek 2** Cat – camel (Rivera, 2016)

Začáteční fáze tréninku trupové stability je zahájena učením se aktivovat svalstvo břišní stěny s dostatečnou instrukcí upravenou na míru každého pacienta. Důležité je rovněž rozpoznání neutrální polohy páteře, která je popisována jako pozice síly a rovnováhy pro optimální sportovní výkon, k čemuž mohou sloužit cviky na mobilitu páteře (Akuthota et al., 2008, ss. 40-43, Malanga et al., 2016, ss. 197-210).



Jakmile cvičenec zvládá základní aktivační techniky s požadovaným nastavením pánve a páteře v koordinaci s bráničním dýcháním je vhodné postoupit ve cvičení. Lze využít základní statická cvičení bez zátěže v pozici na zádech, dále v pozici na čtyřech, či využít pozici na boku, jak ilustrují obrázky (obrázek 3 a 4, s. 19) (Akuthota et al., 2008, ss. 40-43).



**Obrázek 3** Bird – dog exercise (Malanga et al., 2016)



**Obrázek 4** Side bridge for lateral core assessment (Malanga et al., 2016)

V pokročilejších fázích je důležité přejít na funkčnější cvičení v sedu, stojí či v jiných pozicích s důrazem na rozvoj rovnováhy a koordinace při provádění různých pohybových vzorů ve všech třech hlavních rovinách pohybu. V tréninku je vhodné kombinovat při provádění pohybu i impulsy jako zrychlení a zpomalení. Pokročilý trénink by měl trénovat reflexní kontrolu a posturální regulaci. K progresivnějšímu cvičení mohou být využity různé nestabilní povrchy pro obtížnější kontrolu rovnováhy a koordinace (Malanga et al., 2016, ss. 208-210, Akuthota et al., 2008, ss. 40-43).



**Obrázek 5** Squat in 1 leg using balance challenge with lateral reach (Rivera, 2016)

Předpokládá se, že tyto výše zmíněné typy cvičení zlepšují učení se rychlým nevědomým pohybům, zvyšují reakci na posturální výchyly a pomáhají stabilizovat klouby během pohybu. Pokročilý sportovec postoupí do programu s plyometrií s maximální funkční aktivací a neuromuskulární kontrolou a funkčními cvičeními specifickými pro jeho sport (Malanga et al., 2016, ss. 208-210).

Cílem progresivního programu se zaměřením posílení středu těla je zavést automatické motorické vzorce posturálního uvědomění a neuromuskulárního řízení v motorické kůře tak, aby při funkčním pohybu nebylo nutné vědomé úsilí (Malanga et al., 2016, ss. 205-210).

Dokonce i sportovci na vysoké úrovni mohou vykazovat nedostatečnou trupovou stabilitu, což může vést k většímu počtu muskuloskeletálních zranění. Atletky mohou být zvláště náchylné k poranění předního zkříženého vazů, pokud mají slabou trupovou stabilizaci. Další negativní důsledky jsou obtíže s rovnováhou a snížená schopnost kompenzovat neočekávanou poruchu stability a nadměrná aktivace povrchových globálních svalů. Cvičení základní trupové stability tak má silný teoretický základ pro prevenci různých muskuloskeletálních onemocnění a léčbu poruch páteře. Studie potvrzují, že programy na zvýšení trupové stability mohou být využity k prevenci zranění v atletice (Malanga et al., 2016, ss. 197-210, Akuthota et al., 2008, ss. 40-43).

#### **2.4.2 Efekt tréninku trupové stability u sportovců**

Dynamická neuromuskulární stabilizace (DNS) je českým konceptem, jehož metodika je založena na vývojových kineziologických modelech, které představují vrozené motorické vzorce, respektive programy, umožňující dítěti vyvinout ideální držení těla, funkční centraci kloubů a optimální dýchání a lokomoční pohyby v průběhu ontogeneze (Davidek, Anděl, Kobesová, 2018, s. 18).

V přístupu DNS je hlavním cílem obnovit fyziologické pohybové vzorce definované vývojovou kineziologií, které se automaticky objevují v určitých fázích postupně s vývojem centrálního nervového systému. Optimální kvalita stabilizace trupu je základním předpokladem pro ideální kvalitu jakéhokoli pohybu včetně sportovních aktivit. Trupová a posturální stabilizace tedy v kontextu tohoto principu je zaměřena především na adekvátní aktivaci bránice spolu s optimálním dechovým vzorem a nitrobřišním tlakem, dále centraci zejména kořenových kloubů a neutrální nastavení páteře. V rámci vývojové kineziologie jsou zde využívány specifické polohy se zaměřením na posílení stabilizačního svalového systému v součinnosti s dýcháním a aktivním zapojením cvičícího (Davidek, Anděl, Kobesová, 2018, s. 18, Schlegel, Krempa, 2023, s.1).

Efekt zařazení DNS do tréninkového plánu byl zkoumán i u některých sportů z pohledu různých výkonnostních aspektů. Davidek, Anděl a Kobesová provedli studii v níž se zabývali účinkem cvičení DNS na maximální sílu záběru s cílem zvýšení stability trupu u kajakařů. Intervenční skupina kajakařů se vždy po standardním tréninku zapojila navíc do cvičebního DNS programu po dobu šesti týdnů. K aplikovanému cvičení byly

vybrány vývojové pozice speciálně pro kajakáře se specifickým zaměřením na stabilitu ramenního pletence a svalovou koordinaci (Davidek, Anděl, Kobesová, 2018, ss. 20-24).

Maximální síla záběru se projevila u intervenční skupiny nárustem o 5,6 % ve srovnání s kontrolní skupinou (pokračovali v běžném tréninku). Metoda DNS není zaměřena přímo na cílený nárůst svalové síly, ale spíše se zaměřuje na svalovou koordinaci pohybu a správnou stabilizaci trupu pro vytvoření optimálního pohybového vzoru. Přesto vedla v tomto případě k navýšení efektivního pádlovacího vzoru a následnému zlepšení sportovního výkonu. Sami autoři se shodují, že začlenění DNS do tradičního tréninku může vést k pozitivnímu nárůstu síly záběru zejména díky zlepšení stabilizace trupu a ramenního pletence, což je klíčové i pro prevenci atletických zranění v tomto sportu a pro optimalizaci výkonu (Davidek, Anděl, Kobesová, 2018, ss. 20-24).

Rovněž Kobesová et al. ve své randomizované, kontrolní studii poukazuje, že cvičební program s využitím principů DNS může snížit bolesti zad a zlepšit smyslové vnímání u běžkařů. Zde účastníci experimentální skupiny prováděli denně po dobu dvou měsíců trénink s aplikovanými principy DNS se zaměřením na selektivní pohyb a stabilizaci ve střední hrudní páteři až k horním krčním segmentům a uvědomění si těla v této oblasti (Kobesová et al., 2021, s. 18).

Bohužel v současnosti je jen velmi málo studií, které by zkoumaly souvislost mezi sportovním výkonem a účinkem cvičení DNS nebo porovnání efektu DNS s jinou metodou. Schlegel a Krempa ve své vědecké analýze o DNS předpokládají, že souvislost mezi sportovním výkonem a efektem metody DNS nebude vysoká. Každopádně nedostatek výzkumných záměrů, které by sledovaly efekt DNS u sportovců vybízí k dalším vědeckým činnostem v této doposud málo prozkoumané oblasti (Schlegel, Krempa, 2023, s.10).

Provedená randomizovaná kontrolní studie autorů Patil, Yardi a Salian se zabývala efektem posílení středu těla na výkon u mladých závodních plavců. Celkově 60 mladých závodních plavců v průměrném věku 14 let byli rozděleni náhodně do experimentální a kontrolní skupiny. Experimentální skupina měla kromě běžného plaveckého tréninku navíc specifický cvičební program pro zlepšení síly svalů středu těla, který byl prováděn 3x týdně po dobu šesti týdnů (Patil, Yardi, Salian, 2014, ss. 2470-2475).

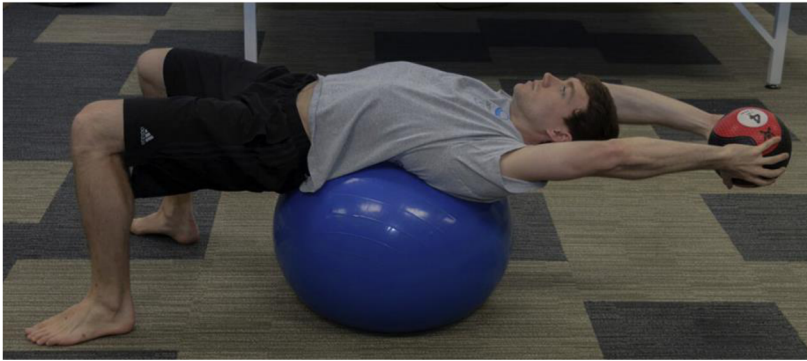
Tato studie prokázala, že šest týdnů základního tréninku výrazně zlepšuje sílu svalů středu těla a čas ve sprintu na 50 m volným stylem. Zlepšení v experimentální skupině bylo dvojnásobné ve srovnání se zlepšením pozorovaným ve skupině kontrolní. Přidání specifických cvičení do silového tréninkového programu plavců obecně zvýší rychlost a sílu plaveckého záběru (Patil, Yardi, Salian, 2014, ss. 2470-2475).

Studie také prokázaly, že existuje silná pozitivní korelace mezi svalovou silou, vztlakem, a nakonec i plaveckým výkonem. Silný střed těla umožňuje provedení efektivnějšího a rychlejšího pohybu, což vede k lepšímu rozložení síly k horním a dolním končetinám. Posílení středu těla zlepšuje stabilitu kolem bederní páteře, čímž dochází k biomechanické změně umožňující plavci rychlejší pohyb ve vodě a efektivnější způsob (Patil, Yardi, Salian, 2014, ss. 2470-2475).

Sato a Mokha provedli studii pro zjištění účinku šestitýdenního silového tréninku se zaměřením jak na stabilitu trupu, tak stabilitu dolních končetin a celkový běžecký výkon u rekreačních a závodních běžců v počtu ve výši 28 testovaných, kdy experimentální a kontrolní skupina obsahovala poloviční počet (Sato, Monique, 2009, s. 133).

Dále byla zkoumána souvislost mezi vertikální reakční silou a prováděnou pohybovou intervencí, kdy proměnné vertikální a horizontální reakční síla byly měřeny prostřednictvím silových plošin a následně matematicky zpracovány. Adekvátní dynamická stabilita dolních končetin může hrát důležitou roli při udržování vertikální a horizontální reakční síly v normálním rozmezí (Sato, Monique, 2009, s. 134).

Kontrolní skupina pokračovala v běžném rutinním tréninku, kdežto experimentální skupina se účastnila navíc speciálního tréninkového programu, který obsahoval celkem 5 základních cvičení prováděných 4x týdně v domácím prostředí. Cvičební jednotka obsahovala cviky s gymnastickým míčem na zaměření flexe břišních svalů, dále extenze zádových svalů, cviky v supinační pozici s kontralaterálním pohybem horní a dolní končetiny do flexe a extenze, tzv. „russian twist“ a další, přičemž sestava byla použita již ve více studiích (Sato, Monique, 2009, s. 135).



**Obrázek 6** Abdominal crunch with eccentric overload (Rivera, 2016)



**Obrázek 7** Challenges to maximize hip and core strength (Rivera, 2016)

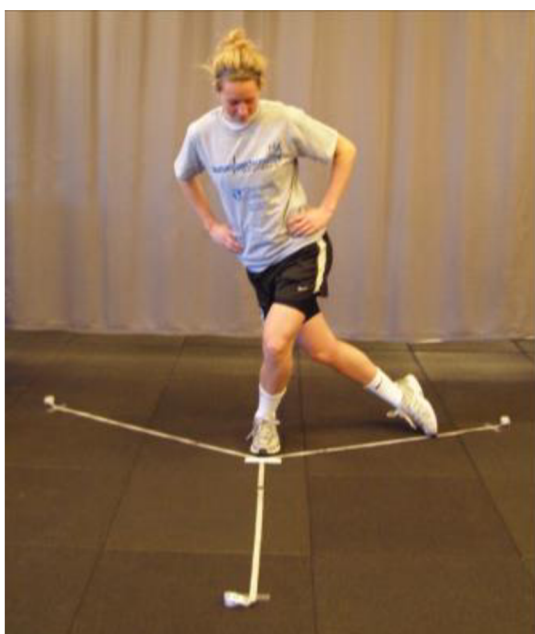
Studie nepotvrzuje žádný vliv tréninkového programu na dynamickou stabilitu dolních končetin měřenou prostřednictvím Star excursion balance test (SEBT) ačkoliv se dosah zlepšil, každopádně v obou sledovaných skupinách. Rovněž sledovaná reakční síla vyhodnocena prostřednictvím silové plošiny neprokázala žádné významné účinky (Sato, Monique, 2009, s. 137).

Výstupní data prokazují statisticky významné zlepšení v experimentální skupině v běhu na 5 000 m, kdy se běžci zlepšili ve výkonu v průměru o 47 sekund oproti kontrolní skupině, kde zlepšení bylo pouze o 17 sekund. Tato studie tedy ukazuje významný vliv provádění specifického silového tréninku na běžecký výkon. Další pozitiva, která tréninkový program přinesl bylo, že si běžci začali více uvědomovat polohu těla a důležitost správného držení těla při běhu (Sato, Monique, 2009, s. 137).

SEBT je funkční screeningový nástroj vyvinutý pro hodnocení dynamické stability dolních končetin. Vyžaduje neuromuskulární vlastnosti jako je koordinace dolních



končetin, rovnováha, flexibilita a síla. Plisky et al. zjistili, že atletky, které měly dosahovou vzdálenost na SEBT menší než 94 % délky končetiny, měly 6,5x vyšší pravděpodobnost, že budou mít poranění dolní končetiny. Star excursion balance test byl také zkoumán za účelem stanovení korelace mezi poraněním předního zkříženého vazy a nedostatkem posturální kontroly, kdy bylo zjištěno, že úspěšně prokazuje omezení u jedinců, kteří měli deficit předního zkříženého vazy. Z tohoto pohledu, by mohl být SEBT užitečným nástrojem pro hodnocení účinnosti tréninkových programů určených primárně pro snížení rizika zranění (Filipa et al., 2010, ss. 551-556).



**Obrázek 8** Star excursion balance test (Filipa et al., 2010)

### **2.4.3 Role propriocepce ve sportovním výkonu**

Zlepšení kontroly rovnováhy je jedním z nejdůležitějších cílů ve sportu a cvičení. Lepší rovnováha je pozitivně spojena se zvýšeným sportovním výkonem a negativně spojena se sportovními zraněními dolních končetin. V mnoha sportech je vynikající schopnost rovnováhy nezbytná k dosažení nejvyšší soutěžní úrovně a zamezení zranění dolních končetin (Han et al., 2015, ss. 2-4).

Propriocepce byla definována jako schopnost člověka integrovat senzory signály z různých mechanoceptorů a tím určit polohu těla a pohyby v prostoru, čímž hraje klíčovou roli při kontrole rovnováhy. Právě propriocepce kotníku může být jednou z důležitějších složek přispívajících ke kontrole rovnováhy ve sportu, protože při většině sportovních

aktivit je komplex kotník-noha jedinou částí těla v kontaktu se zemí. Poskytuje základní informace umožňující přizpůsobení se pozici v hlezenním kloubu a pohybů horní části těla, aby bylo možné úspěšně provádět komplexní motorické úkoly (Han et al., 2015, ss. 2-4).

Jak již bylo v předešlých kapitolách výše zmíněno, kontrola rovnováhy je zásadní pro sportovní výkon. Stejně tak propiocepce kotníku je významným prediktorem sportovního výkonu. Výzkum Han et al. měřili propiocepci kotníku u 100 elitních sportovců z různých disciplín: gymnastika, fotbal, plavání, badminton a sportovní tanec. Z výzkumu vyplývá, že skóre propiocepce kotníku významně predikovalo úroveň sportovního výkonu, a to až po olympijskou úroveň. Ačkoli zrakové a vestibulární funkce hrají důležitou roli při kontrole rovnováhy ve sportu, aferentace z hlezenního kloubu v rámci propioceptivního systému se zdá být klíčovou složkou pro kontrolu rovnováhy přispívající ke sportovnímu výkonu (Han et al., 2015, ss. 2-4).

Bylo potvrzeno, že atleti s deficitem propiocepce kotníku v důsledku zranění vykazují horší výkon ve statických a dynamických úlohách kontroly držení těla a rovnováhy. Poranění kotníku často vedou k narušení svalů a šlach a příslušných mechanoceptorů, které tak může vést k dlouhodobému zhoršení posturální a balanční kontroly. (Han et al., 2015, ss. 2-4).

Většina studií zjistila, že pasivní techniky jako tejpování, komprese, kotníkové ortézy u sportovců trpících opakovanými výrony kotníku s funkční nestabilitou nemají takový efekt pro zlepšení propiocepce kotníku jako různé aktivní cvičební intervence (Han et al., 2015, ss. 2-4).

McKeon et al. se zabývali využitím balančního tréninku za účelem zlepšení funkce a kontroly držení těla u pacientů s chronickou nestabilitou kotníku. Program obsahoval celkem 12 tréninků po dobu 4 týdnů, tedy 3x týdně, kdy probíhaly přibližně dvacetiminutové intervence. Balanční trénink kladl důraz na dynamickou stabilizaci za různých podmínek s postupně navyšující se obtížností a výrazně zlepšil statickou a dynamickou kontrolu držení těla. Došlo také k významnému zlepšení dosahových vzdáleností v SEBT, což odráží výrazné zlepšení dynamické posturální kontroly (McKeon et al., 2018, ss. 1813-1816).



Propriocepce se stala jednou z nejdůležitějších technik v prevenci svalových poranění. Rovněž byla studována i účinnost propioceptivních cvičení, které poskytují významné zlepšení posturální stability u sportovců (Romero-Franco et al., 2012, ss. 2073-2077).

Efekt propioceptivního tréninku zkoumal Romero-Franco et al. u skupiny sprinterů. V tomto programu bylo využito cvičení s bosu a s gymnastickým míčem. Tato specifická cvičení se pokusila reprodukovat různé momenty techniky sprintového závodu (Romero-Franco et al., 2012, ss. 2073-2077).

Výstupní výsledky ve srovnání s kontrolní skupinou sprinterů vykazují signifikantní rozdíly ve stabilitě v mediálně – laterální rovině s otevřenými očima za použití baropedometrické platformy a s kontrolou těžiště ve směru dozadu s využitím přístroje Biodex Balance System po proběhlém programu. Navržený cvičební program vedl k dosažení lepší posturální stability a ovládnutí gravitačního centra a mohl by být vhodným doplňkem pro trénink sprinterů (Romero-Franco et al., 2012, ss. 2073-2077).

### 3. Cíle práce a hypotézy

Cílem diplomové práce je zhodnocení efektu pravidelných pohybových intervencí pod vedením fyzioterapeuta na vybrané parametry posturální stability u hráčů ledního hokeje hokejového klubu Brumov – Bylnice narozených v letech 2013, 2014, 2015 (8, 9, 10 let).

#### Výzkumná otázka č. 1

Dochází ke statisticky významnému ovlivnění posturální stability ve sledované skupině před a po kompenzační intervenci? (hypotéza H01-H04)

**Hypotéza H01:** Neexistuje statisticky významný rozdíl v parametru ujeté dráhy před a po kompenzační intervenci ve sledované skupině za testované situace:

- a) stoj na pevné podložce při otevřených očích,
- b) stoj na pevné podložce při zavřených očích,
- c) stoj na pěnové podložce při otevřených očích,
- d) stoj na pěnové podložce při zavřených očích,
- e) stoj na balanční úseči při otevřených očích,
- f) stoj na balanční úseči při zavřených očích.

**Hypotéza HA1:** Existuje statisticky významný rozdíl v parametru ujeté dráhy před a po kompenzační intervenci ve sledované skupině za testované situace:

- a) stoj na pevné podložce při otevřených očích,
- b) stoj na pevné podložce při zavřených očích,
- c) stoj na pěnové podložce při otevřených očích,
- d) stoj na pěnové podložce při zavřených očích,
- e) stoj na balanční úseči při otevřených očích,
- f) stoj na balanční úseči při zavřených očích.

**Hypotéza H02:** Neexistuje statisticky významný rozdíl v parametru antero-posteriorního vybočení před a po kompenzační intervenci ve sledované skupině za testované situace:

- a) stoj na pevné podložce při otevřených očích,
- b) stoj na pevné podložce při zavřených očích,
- c) stoj na pěnové podložce při otevřených očích,
- d) stoj na pěnové podložce při zavřených očích,
- e) stoj na balanční úseči při otevřených očích,
- f) stoj na balanční úseči při zavřených očích.

**Hypotéza A2:** Existuje statisticky významný rozdíl v parametru antero-posteriorního vybočení před a po kompenzační intervenci ve sledované skupině za testované situace:

- a) stoj na pevné podložce při otevřených očích,
- b) stoj na pevné podložce při zavřených očích,
- c) stoj na pěnové podložce při otevřených očích,
- d) stoj na pěnové podložce při zavřených očích,
- e) stoj na balanční úseči při otevřených očích,
- f) stoj na balanční úseči při zavřených očích.

**Hypotéza H03:** Neexistuje statisticky významný rozdíl v parametru medio-laterálního vybočení před a po kompenzační intervenci ve sledované skupině za testované situace:

- a) stoj na pevné podložce při otevřených očích,
- b) stoj na pevné podložce při zavřených očích,
- c) stoj na pěnové podložce při otevřených očích,
- d) stoj na pěnové podložce při zavřených očích,
- e) stoj na balanční úseči při otevřených očích,
- f) stoj na balanční úseči při zavřených očích.

**Hypotéza A3:** Existuje statisticky významný rozdíl v parametru medio-laterálního vybočení před a po kompenzační intervenci ve sledované skupině za testované situace:

- a) stoj na pevné podložce při otevřených očích,
- b) stoj na pevné podložce při zavřených očích,
- c) stoj na pěnové podložce při otevřených očích,
- d) stoj na pěnové podložce při zavřených očích,
- e) stoj na balanční úseči při otevřených očích,
- f) stoj na balanční úseči při zavřených očích.

**Hypotéza H04:** Neexistuje statisticky významný rozdíl v parametru center of pressure před a po kompenzační intervenci ve sledované skupině za testované situace:

- a) stoj na pevné podložce při otevřených očích,
- b) stoj na pevné podložce při zavřených očích,
- c) stoj na pěnové podložce při otevřených očích,
- d) stoj na pěnové podložce při zavřených očích,
- e) stoj na balanční úseči při otevřených očích,
- f) stoj na balanční úseči při zavřených očích.

**Hypotéza AL4:** Existuje statisticky významný rozdíl v parametru center of pressure před a po kompenzační intervenci ve sledované skupině za testované situace:

- a) stoj na pevné podložce při otevřených očích,
- b) stoj na pevné podložce při zavřených očích,
- c) stoj na pěnové podložce při otevřených očích,
- d) stoj na pěnové podložce při zavřených očích,
- e) stoj na balanční úseči při otevřených očích,
- f) stoj na balanční úseči při zavřených očích.

### **3.1 Výzkumná otázka číslo 2**

Dochází ke statisticky významnému ovlivnění rozdílu v symetrii zatížení dolních končetin ve sledované skupině před a po kompenzační intervenci?

**H01(b):** Neexistuje statisticky významný rozdíl v symetrii zatížení dolních končetin ve sledované skupině před a po kompenzační intervenci.

**HA1(b):** Existuje statisticky významný rozdíl v symetrii zatížení dolních končetin ve sledované skupině před a po kompenzační intervenci.

## **4. Metodika**

### **4.1 Charakteristika testovaného souboru**

Výzkumné části se účastnili hráči ledního hokeje Hokejového klubu Brumov – Bylnice narozeni v letech 2013, 2014, 2015 mužského i ženského pohlaví. Původní počet probandů, kteří byli osloveni do tohoto výzkumu bylo 30. Konečný počet účastníků byl 26, z čehož bylo 21 chlapců a 5 dívek. Sledovaní hráči byli rozděleni do tří skupin dle ročníku narození a každý týden s nimi probíhalo skupinové cvičení pod odborným vedením fyzioterapeuta po dobu tří měsíců, přičemž jedna cvičební skupinová jednotka trvala v rozsahu 30 minut. Celkově tedy proběhlo 12 cvičebních jednotek. Současně byly všechny cviky zveřejněny i na informačním systému klubu s videozáznamem cviků a s instruktážním popisem k provedení, což umožňovalo, aby děti mohly cvičení trénovat i doma a rodiče měli možnost se taktéž zapojit, jak už s pomocí provedení a případnou korekcí, anebo i samotným prováděním cviků spolu s dětmi. Zákonní zástupci museli podepsat informovaný souhlas s průběhem studie, jelikož se jednalo o nezletilé účastníky.

### **4.2 Kritéria pro vyloučení**

Kritéria pro vyloučení ze studie byla účast pod 70 % na pravidelných pohybových intervencích, což znamenalo, že každý hráč se zúčastnil minimálně na devíti cvičeních z dvanácti. Další kritéria pro vyloučení zahrnují především traumata, či jiné zdravotní komplikace, které by ztížily možnost probanda aktivně se účastnit pravidelných pohybových intervencí. Konečný počet účastníků všech věkových kategorií byl 26. Účast na výzkumu byla zcela dobrovolná, jak již při samotném měření či terapeutických intervencích.

Ze studie byli vyloučeni 4 probandi. Dva hráči zcela ukončili spolupráci s hokejovým klubem, jeden hráč byl ze studie vyloučen z důvodu odjezdu do lázní, čímž nesplnil kritéria pro účast a zbylý jeden hráč se zúčastnil pouze vstupního měření.

### **4.3 Postup měření**

Před samotným zahájením výzkumu proběhla v prostorách hokejového stadionu informační schůzka se zákonnými zástupci pro seznámení se s náplní pravidelných

cvičebních jednotek a pro zodpovězení případných dotazů. Zákonní zástupci obdrželi mimo jiné informační leták, v němž jim byla přiblížena náplň cvičebních jednotek a jejich vliv na pohybovou soustavu včetně kontaktu na fyzioterapeutku (viz příloha 1).

Dále před zahájením pravidelných cvičebních jednotek pod odborným vedením fyzioterapeuta proběhlo měření na přenosném posturografickém systému TYMO od firmy Tyromotion, přičemž bylo testováno rozložení hmotnosti pro porovnání symetrie stoje a rovnováha ve čtyřech posturálních situacích. Test rovnováhy byl proveden dvakrát, poprvé s využitím pěnové podložky a při druhém měření s využitím balanční úseče. Při vyšetření stál testovaný bos a chodila měl umístěné na terapeutické plošině do vymezené oblasti dle číselné velikosti chodidel, kdy každé další měření bylo nutné provést se stejným umístěním chodidel. V průběhu testování byl proband instruován, aby se snažil udržet symetrický stoj bez rušivých pohybů horních končetin či jiných částí těla. V posturálně náročnějších podmínkách jako byl stoj se zavřenýma očima či stoj s balanční úsečí byl cíl vždy stejný, a to udržet symetrický stoj, každopádně zde byla již klinicky výrazně patrnější pohybová strategie probanda pro vyrovnávání těžiště a udržení symetrického stoje.

## **4.4 Sledované parametry posturální stability pro hodnocení**

### **4.4.1 Test rovnováhy**

Test rovnováhy se skládá ze čtyř posturálních situací, z nichž každá trvá třicet sekund: 1. stoj na obou dolních končetinách s otevřenýma očima, 2. stoj na obou dolních končetinách se zavřenýma očima, 3. stoj na obou dolních končetinách na pěnové balanční podložce umístěné na podložce TYMO s otevřenýma očima, 4. stoj na obou dolních končetinách na pěnové balanční podložce TYMO umístěné na terapeutické plošině se zavřenýma očima. Tentýž test rovnováhy proběhl ještě jednou, přičemž ve 3. a 4. posturální situaci byla pěnová balanční podložka vyměněna za balanční úseč, kde ovšem balanční úseč byla umístěná pod terapeutickou plošinou TYMO, nikoliv na ní jako tomu je u testování rovnováhy s pěnovou podložkou. Tedy samotný stoj na podložce TYMO s otevřenýma a zavřenýma očima, což představuje 1. a 2. posturální situaci, byl testován dvakrát a pro statické zpracování byly vybrány vždy nejlepší dosažené výsledky, jak z měření vstupního, tak i výstupního.

Hodnocenými parametry zde byly: *ujetá dráha COP*, *plocha COP*, *anterio-posteriorní a medio-laterální vybočení*. Stanovení COP je velmi klíčové a umožňuje hodnocení kontroly rovnováhy a posturální stability. Definice COP představuje působíště vektoru reakční síly podložky. Je to vážený průměr všech tlaků působících na podložku v kontaktu s povrchem. Grafické vyobrazení pohybu COP přímo souvisí se schopností posturálního systému udržet stability (Vařeka, 2002, s. 116).

*Ujetá dráha* je trajektorie COP, respektive vzdálenost, jakou při měření urazí COP (Vařeka, 2002, s. 116).

*Plocha COP* je celková plocha ohraničená trajektorií COP v  $\text{cm}^2$  za dobu měření a je znázorněn často jako 95 % plocha konfidenční elipsy. U manifestní poruchy posturální rovnováhy bývá hodnota vyšší (Černý, Jeřábek, Čakrt, 2017, s. 178).

Udržení vzpřímeného postoje vyžaduje současnou kontrolu držení těla v antero-posteriorním i mediálně – laterálním směru. *Anterio-posteriorní vybočení* představuje změnu směru trajektorie COP na ose y a *medio-laterální vybočení* je pak obdobně změna směru COP vyobrazena na horizontální ose x. Na vyobrazené růžici vektorů u zdravých probandů běžně převažuje rozptyl *anterio-posteriorního* vybočení. Obecně platí, že čím větší rozsah, tím horší posturální stabilita (Zemková, 2011, ss. 130-132).

#### **4.4.2 Test symetrie stoje**

Test zatížení dolních končetin, kde sledujeme symetrii stoje v rámci stranového zatížení pravé a levé končetiny odpovídá klinickému testu stoje na dvou vahách. Zde byl hodnocen jako asymetrický stoj stranový rozdíl vyšší jak 10 % celkové hmotnosti dle Véleho (Véle, 2006, s. 172).

### **4.5 Popis pravidelné kompenzační intervence**

Pravidelné cvičební jednotky probíhaly pod odborným vedením fyzioterapeuta jednou týdně s každou ze tří vytvořených skupin probandů. Doba jedné kompenzační intervence trvala 30 minut v celkovém rozsahu tří měsíců. Současně byly všechny cviky zveřejněny i v komunikačním informačním systému klubu s videozáznamem a popisem cviků. Cvičební jednotky obsahovaly cviky na ovlivnění trupové stabilizace s korekcí dechového cyklu a podpoření optimální funkce bránice s využitím specifických vývojových pozic. Cílem

cvičení ve vývojově posturálně lokomočních řadách bylo posílení stabilizačního svalstva trupu s neutrálním postavením páteře a s centrací kořenových kloubů.

Dále bylo cíleno na protažení predilekčně zkrácených oblastí u hráčů ledního hokeje za účelem minimalizovat dopad jednostranného zatížení především horní poloviny těla, které je způsobeno držetím hokejové hole. Také byl kladen důraz na dolní končetiny v oblasti kyčelního kloubu (m. piriformis, hamstringy, adductory), svaly v oblasti trupu a pánve (m. quadratus lumborum, m. erector spinae v bederní oblasti, m. trapezius) a oblast ramenního pletence (m. pectoralis major). Nedílnou součástí kompenzační jednotky bylo i zaměření na mobilitu především kyčelního kloubu a pohyblivost hrudní páteře. Obsahem cvičebního programu byly taktéž cviky s cíleným zaměřením na udržení rovnováhy ve vertikále, kdy nejčastější využívaná výchozí pozice byla stoj. Ve stoji na jedné dolní končetině bylo cíleno na aktivitu abduktorů stojné dolní končetiny a na protažení svalů trupu v zatížení této strany těla. Tato pozice byla využívána v různých progresivních modifikacích, a za předpokladu kvalitní posturální stability byly postupně přidávány i dynamické a koordinační prvky.

Účastníci studie byli vyzváni k trénování naučených cviků i v průběhu týdne alespoň jedenkrát mimo cvičební jednotku. Pro motivaci adherence mimo společné hodiny byla využívána forma různých soutěží na následujících hodinách.

#### **4.6 Statistické zpracování dat**

Data byla přepsána do programu Microsoft Excelu a anonymně zaznamenána. Pro statistické zpracování dat byl využit program Statistica. Pro ověření normality dat byl použit Shapiro-Wilkův test, na jehož základě byl následně použit T test pro závislé vzorky u dat s normálním rozložením a Wilcoxonův párový test pro data s neparametrickým charakterem. Data byla deskriptivně popsána pomocí aritmetického průměru, mediánu, směrodatné odchylky, minimum a maximum.



## 5. Výsledky

Tato kapitola diplomové práce se zabývá popisem výsledků statistického vyhodnocení dat. Pro přehlednější znázornění vyhodnocovaných parametrů jsou využity tabulky a grafy.

### 5.1 Výzkumná otázka číslo 1

Dochází ke statisticky významnému ovlivnění posturální stability ve sledované skupině před a po kompenzační intervenci? (hypotéza H01 – H04)

**Hypotéza H01:** Neexistuje statisticky významný rozdíl v parametru ujeté dráhy před a po kompenzační intervenci ve sledované skupině za testované situace:

- a) stoj na pevné podložce při otevřených očích,
- b) stoj na pevné podložce při zavřených očích,
- c) stoj na pěnové podložce při otevřených očích,
- d) stoj na pěnové podložce při zavřených očích,
- e) stoj na balanční úseči při otevřených očích,
- f) stoj na balanční úseči při zavřených očích.

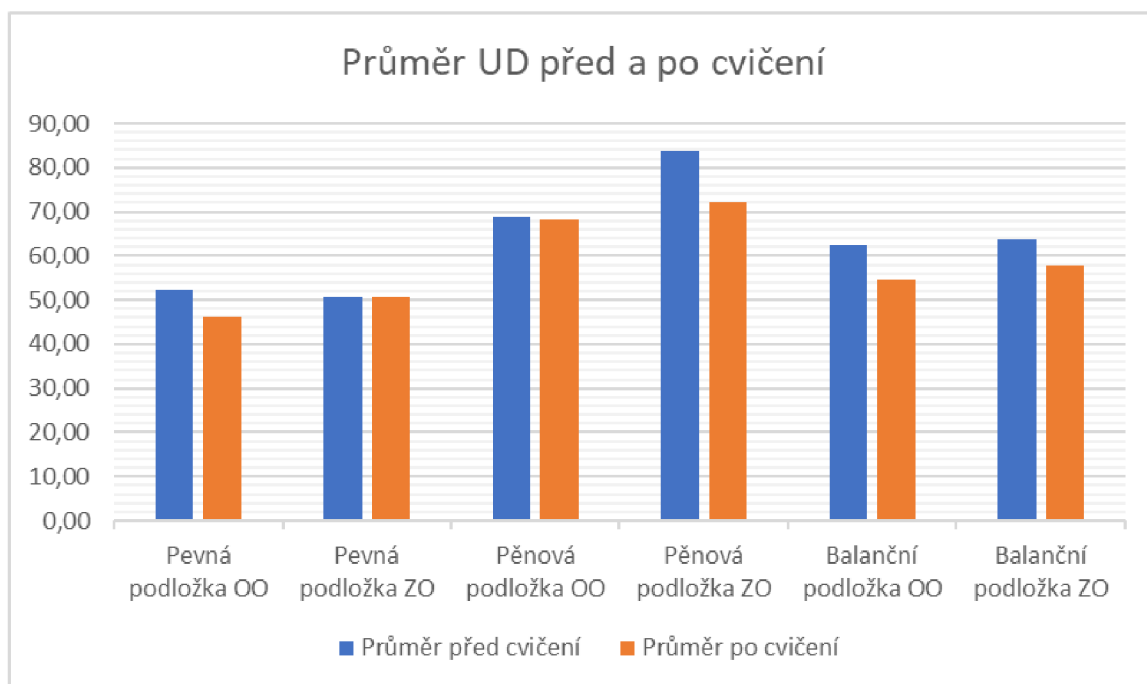
**Hypotéza HA1:** Existuje statisticky významný rozdíl v parametru ujeté dráhy před a po kompenzační intervenci ve sledované skupině za testované situace:

- a) stoj na pevné podložce při otevřených očích,
- b) stoj na pevné podložce při zavřených očích,
- c) stoj na pěnové podložce při otevřených očích,
- d) stoj na pěnové podložce při zavřených očích,
- e) stoj na balanční úseči při otevřených očích,
- f) stoj na balanční úseči při zavřených očích.

Nulovou hypotézu zamítáme pro testovanou situaci ve stoji na pevné podložce při otevřených očích, ve stoji na pěnové podložce při zavřených očích a pro stoj na balanční úseči při otevřených i zavřených očích ve prospěch alternativní hypotézy. U všech těchto testovaných situací došlo ke statisticky významnému zmenšení celkové ujeté dráhy COP. Ve zbylých testovaných situacích nedošlo ke statisticky významnému rozdílu na hladině významnosti  $p=0,05$ . Tabulka (1) znázorňuje popisnou statistiku a výsledky párového T testu či Wilcoxonova neparametrického testu.

**Tabulka 1** Vyhodnocení statistických hodnot v parametru *ujetá dráha COP*

UD	Měření před zahájením cvičení					Měření po skončení cvičení					p
	Průměr	Medián	Minimum	Maximum	SD	Průměr	Medián	Minimum	Maximum	SD	
Pevná podložka OO	52,15	53,00	31,00	77,00	10,95	46,12	45,50	30,00	64,00	8,75	<b>0,011</b>
Pevná podložka ZO	50,69	49,00	37,00	75,00	8,74	50,62	51,00	33,00	81,00	11,52	0,971
Pěnová podložka OO	68,92	65,50	37,00	161,00	23,23	68,15	69,50	42,00	98,00	14,63	0,819
Pěnová podložka ZO	72,00	69,00	47,00	115,00	15,93	83,92	77,00	58,00	143,00	21,49	<b>0,002</b>
Balanční podložka OO	54,50	54,00	45,00	68,00	6,00	62,31	62,50	49,00	76,00	6,95	<b>0,001</b>
Balanční podložka ZO	58,00	54,50	37,00	132,00	17,03	63,62	63,50	54,00	78,00	6,22	<b>0,004</b>



**Legenda:** UD – ujetá dráha, OO – testování s otevřenými očima, ZO – testování se zavřenými očima

**Obrázek 9** Průměrná hodnota parametru *ujetá dráha COP* před a po intervenci

**Hypotéza H02:** Neexistuje statisticky významný rozdíl v parametru antero-posteriorního vybočení před a po kompenzační intervenci ve sledované skupině za testované situace:

- a) stoj na pevné podložce při otevřených očích,
- b) stoj na pevné podložce při zavřených očích,
- c) stoj na pěnové podložce při otevřených očích,
- d) stoj na pěnové podložce při zavřených očích,
- e) stoj na balanční úseči při otevřených očích,
- f) stoj na balanční úseči při zavřených očích.

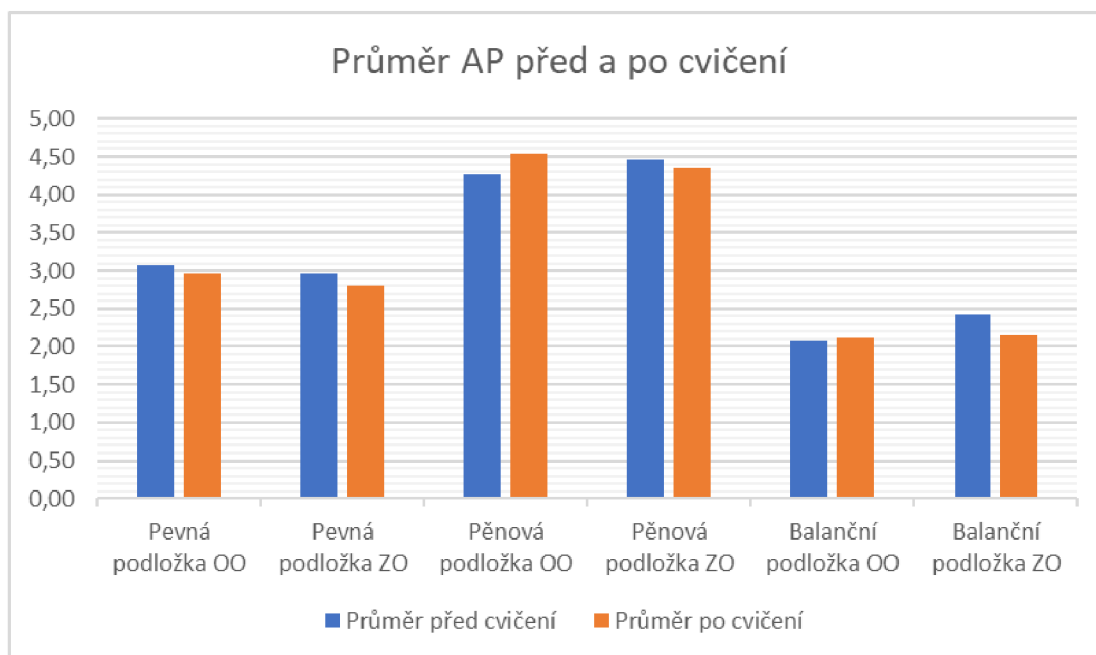
**Hypotéza A2:** Existuje statisticky významný rozdíl v parametru antero-posteriorního vybočení před a po kompenzační intervenci ve sledované skupině za testované situace:

- a) stoj na pevné podložce při otevřených očích,
- b) stoj na pevné podložce při zavřených očích,
- c) stoj na pěnové podložce při otevřených očích,
- d) stoj na pěnové podložce při zavřených očích,
- e) stoj na balanční úseči při otevřených očích,
- f) stoj na balanční úseči při zavřených očích.

Nulovou hypotézu nelze zamítnout pro jakoukoliv testovanou situaci. Dokonce pro situaci stoj na balanční úseči při otevřených očích nelze vyhodnotit hladinu statistické významnosti z důvodu velké části stejných vstupních i výstupních hodnot a k častému výskytu hodnoty 0 rozdílu AP.

**Tabulka 2** Vyhodnocení statistických hodnot v parametru *anterio-posteriorní vybočení*

AP	Měření před zahájením cvičení					Měření po skončení cvičení					p
	Průměr	Medián	Minimum	Maximum	SD	Průměr	Medián	Minimum	Maximum	SD	
Pevná podložka OO	3,08	3,00	2,00	6,00	1,11	2,96	3,00	2,00	5,00	0,90	0,663
Pevná podložka ZO	2,96	3,00	2,00	5,00	0,85	2,81	3,00	1,00	5,00	0,92	0,463
Pěnová podložka OO	4,27	4,00	2,00	7,00	1,40	4,54	4,00	2,00	8,00	1,55	0,41
Pěnová podložka ZO	4,46	4,50	2,00	8,00	1,52	4,35	4,00	3,00	7,00	1,24	0,704
Balanční podložka OO	2,08	2,00	2,00	3,00	0,27	2,12	2,00	2,00	3,00	0,32	N
Balanční podložka ZO	2,42	2,00	2,00	6,00	1,01	2,15	2,00	2,00	3,00	0,36	0,224



**Legenda:** AP – antero-posteriorní vybočení, OO – testování s otevřenými očima, ZO – testování se zavřenými očima

**Obrázek 10** Průměrná hodnota parametru *anterio-posteriorní vybočení* před a po intervenci

**Hypotéza H03:** Neexistuje statisticky významný rozdíl v parametru medio-laterálního vybočení před a po kompenzační intervenci ve sledované skupině za testované situace:

- a) stoj na pevné podložce při otevřených očích,
- b) stoj na pevné podložce při zavřených očích,
- c) stoj na pěnové podložce při otevřených očích,
- d) stoj na pěnové podložce při zavřených očích,
- e) stoj na balanční úseči při otevřených očích,
- f) stoj na balanční úseči při zavřených očích.

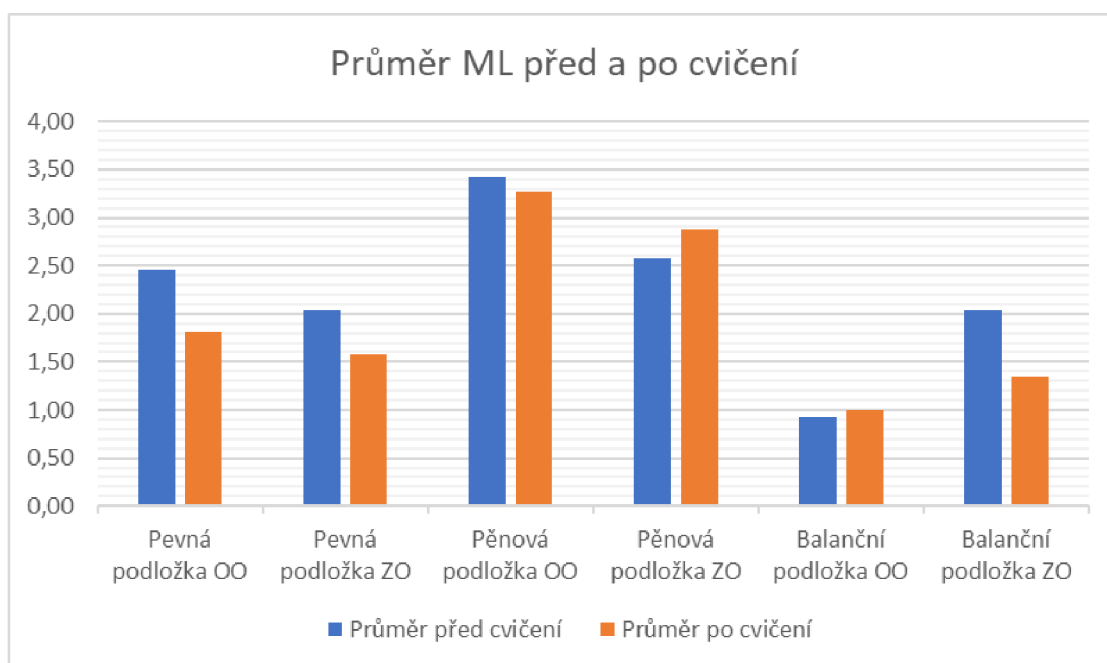
**Hypotéza AL3:** Existuje statisticky významný rozdíl v parametru medio-laterálního vybočení před a po kompenzační intervenci ve sledované skupině za testované situace:

- a) stoj na pevné podložce při otevřených očích,
- b) stoj na pevné podložce při zavřených očích,
- c) stoj na pěnové podložce při otevřených očích,
- d) stoj na pěnové podložce při zavřených očích,
- e) stoj na balanční úseči při otevřených očích,
- f) stoj na balanční úseči při zavřených očích.

Nulovou hypotézu zamítáme pro testovanou situaci ve stoji na pevné podložce při otevřených i zavřených očích ve prospěch alternativní hypotézy. Zde došlo ke statisticky významnému snížení medio-laterálního vybočení. Zbylé hodnoty nebyly dostatečné pro zamítnutí nulové hypotézy. Bližší popis hodnot je v tabulce číslo 3.

**Tabulka 3** Vyhodnocení statistických hodnot v parametru *medio-laterální vybočení*

ML	Měření před zahájením cvičení					Měření po skončení cvičení					p
	Průměr	Medián	Minimum	Maximum	SD	Průměr	Medián	Minimum	Maximum	SD	
Pevná podložka OO	2,46	2,00	1,00	6,00	1,05	1,81	2,00	1,00	3,00	0,62	0,007
Pevná podložka ZO	2,04	2,00	1,00	3,00	0,65	1,58	2,00	1,00	3,00	0,57	0,018
Pěnová podložka OO	3,42	3,00	1,00	16,00	2,76	3,27	3,00	2,00	8,00	1,58	0,97
Pěnová podložka ZO	2,58	2,50	1,00	5,00	1,01	2,88	3,00	1,00	6,00	1,19	0,293
Balanční podložka OO	0,92	1,00	0,00	1,00	0,27	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,179
Balanční podložka ZO	2,04	1,00	0,00	13,00	2,93	1,35	1,00	1,00	3,00	0,73	0,213



**Legenda:** ML – medio-laterální vybočení, OO – testování s otevřenými očima, ZO – testování se zavřenými očima

**Obrázek 11** Průměrná hodnota parametru *medio-laterálního vybočení* před a po intervenci

**Hypotéza H04:** Neexistuje statisticky významný rozdíl v parametru center of pressure před a po kompenzační intervenci ve sledované skupině za testované situace:

- stoj na pevné podložce při otevřených očích,
- stoj na pevné podložce při zavřených očích,
- stoj na pěnové podložce při otevřených očích,
- stoj na pěnové podložce při zavřených očích,
- stoj na balanční úseči při otevřených očích,
- stoj na balanční úseči při zavřených očích.

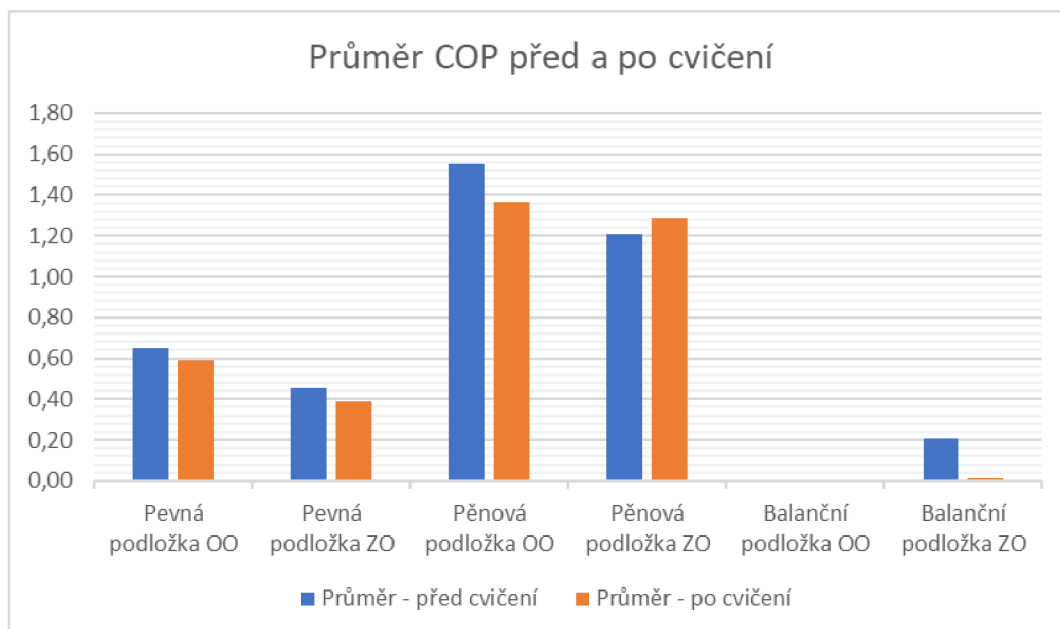
**Hypotéza AL4:** Existuje statisticky významný rozdíl v parametru center of pressure před a po kompenzační intervenci ve sledované skupině za testované situace:

- a) stoj na pevné podložce při otevřených očích,
- b) stoj na pevné podložce při zavřených očích,
- c) stoj na pěnové podložce při otevřených očích,
- d) stoj na pěnové podložce při zavřených očích,
- e) stoj na balanční úseči při otevřených očích,
- f) stoj na balanční úseči při zavřených očích.

Zde nulovou hypotézu nelze zamítnout ve prospěch alternativní hypotézy pro žádnou z testovaných situací. Hodnoty statistické významnosti  $p$  byly pro všechny testované situace  $p > 0,05$ . Každopádně z údajů deskriptivní statistiky lze vyčíst, že došlo ke snížení průměru a směrodatné odchylky u čtyř z šesti testovaných situací, jak znázorňuje tabulka číslo 4.

**Tabulka 4** Vyhodnocení statistických hodnot v parametru *COP*

COP	Měření před zahájením cvičení					Měření po skončení cvičení					p
	Průměr	Medián	Minimum	Maximum	SD	Průměr	Medián	Minimum	Maximum	SD	
Pevná podložka OO	0,65	0,50	0,10	2,50	0,50	0,59	0,50	0,10	1,80	0,41	0,579
Pevná podložka ZO	0,45	0,40	0,10	1,60	0,31	0,39	0,30	0,10	1,00	0,27	0,103
Pěnová podložka OO	1,55	1,15	0,30	8,90	1,63	1,36	1,20	0,40	3,30	0,88	0,573
Pěnová podložka ZO	1,21	1,00	0,30	3,10	0,71	1,28	1,05	0,40	3,30	0,81	0,591
Balanční podložka OO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N
Balanční podložka ZO	0,21	0,00	0,00	4,80	0,92	0,02	0,00	0,00	0,10	0,04	0,529



**Legenda:** COP – center of pressure, OO – testování s otevřenými očima, ZO – testování se zavřenými očima

**Obrázek 12** Průměrná hodnota parametru *COP* před a po intervenci

## 5.2 Výzkumná otázka číslo 2

Dochází ke statisticky významnému ovlivnění rozdílu v symetrii zatížení dolních končetin ve sledované skupině před a po kompenzační intervenci?

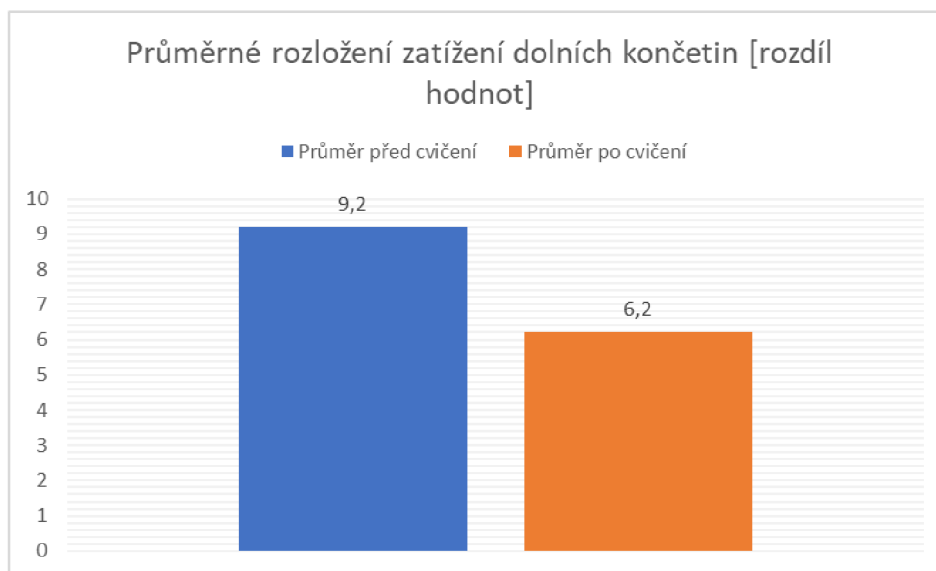
**H01(b):** neexistuje statisticky významný rozdíl v symetrii zatížení dolních končetin ve sledované skupině před a po kompenzační intervenci.

**HA1(b):** existuje statisticky významný rozdíl v symetrii zatížení dolních končetin ve sledované skupině před a po kompenzační intervenci.

Ačkoliv tuto hypotézu nemůžeme zamítnout ve prospěch alternativní hypotézy, tak grafické znázornění naznačuje evidentní výrazné snížení rozdílu asymetrie stoje, která klesla z původní hodnoty průměru 9,2 při rozdílu hodnot pravé a levé (případně levé a pravé) dolní končetiny na průměrný rozdíl 6,2 při výstupním měření.

**Tabulka 5** Průměrné rozložení zatížení dolních končetin při stoji [rozdíl hodnot]

Průměrné rozložení zatížení dolních končetin při stoji [rozdíl hodnot]		
Vstupní měření	Výstupní měření	p
9,2	6,2	0,085



**Obrázek 13** Průměrné rozložení zatížení dolních končetin při stoji [rozdíl hodnot]

**Tabulka 6** Počet hráčů s asymetrickým stojem dle *Véleho*

Počet hráčů s asymetrickým stojem dle <i>Véleho</i>	
Vstupní měření	Výstupní měření
5	2

## **6. Diskuze**

### **6.1 Diskuze k Hypotéze 01**

První hypotéza je zaměřena na trajektorii COP ve čtyřech různých posturálních situacích. Parametr ujeté dráhy kvantifikuje velikost dvourozměrného posunutí (AP, ML) na základě celkové ujeté vzdálenosti COP. Tento ukazatel je považován za validní parametr posturální stability u různých populací a v různých balančních podmínkách, čím menší je délka dráhy COP, tím lepší je posturální stabilita (Zengming et al., 2021, s. 3).

Vzpřímený stoj je za běžných podmínek řízen zrakovým, somatosenzorickým a vestibulárním systémem, přičemž držení těla je stabilnější, pokud fungují všechny tyto senzory. Situace, kdy se trajektorie ujeté dráhy snížila na statisticky významnou hladinu byla ve stoji na pevné podložce při otevřených očích, kdy nebyl ovlivněn vstup žádného senzory systému.

Dále při vyřazení zrakové a somatosenzorické kontroly, kdy testovaní stáli na pěnové podložce, bylo snížení trajektorie COP rovněž signifikantní a je zde patrný i největší pokles průměrné dráhy COP. Poslední testovaná situace s využitím balanční úseče je statisticky významná pro testování s otevřenými i zavřenými očima.

Výsledky těchto situací ukazují na poměrně dobrou kontrolu vestibulárního systému, což je diskutabilní situace vzhledem k tomu, že testovaní probandí byli narozeni v letech 2013, 2014, 2015 a Cardoso de Sá et al. (2017) zmiňují, že integrace vestibulárních vstupů je efektivní až s příchodem devátého roku, což by v našem vzorku splňoval ročník 2013 a potažmo 2014, kdy v testovaném období měli probandí 10 a 9 let.

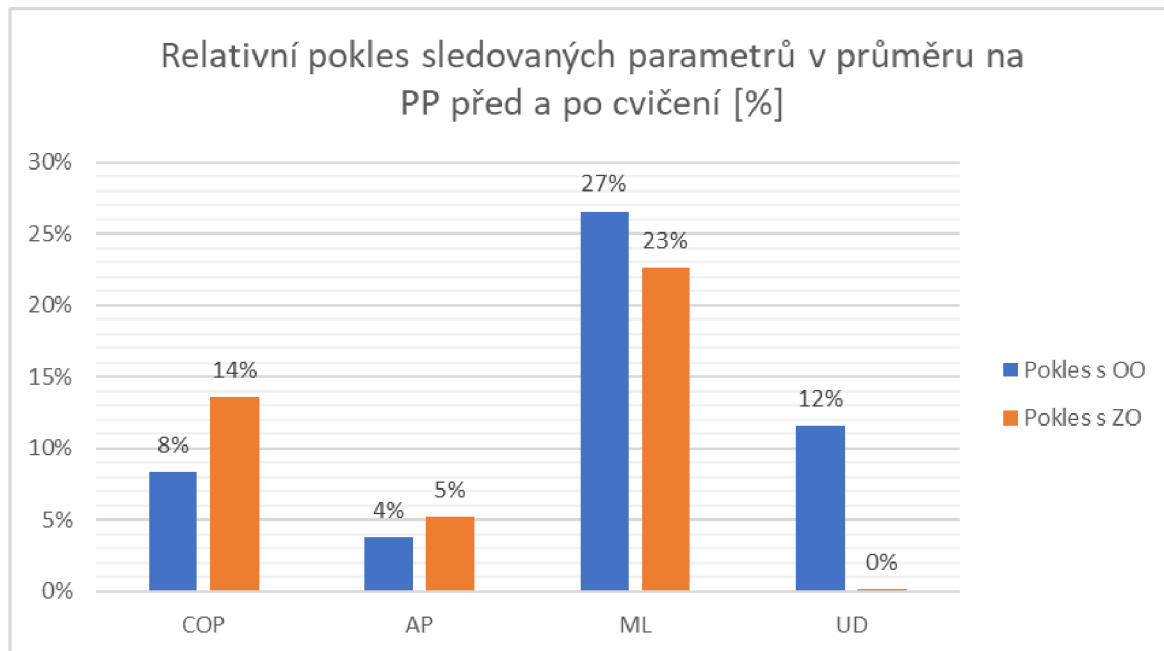
### **6.2 Diskuze k hypotéze 02 a 03**

Udržení vzpřímeného stoje vyžaduje současnou kontrolu držení těla v antero-posteriorním i medio-laterálním směru. Obecně platí, že čím větší rozsah v medio-laterálním a antero-posteriorním směru je pozorován, tím horší je posturální stabilita. Antero-posteriorní vybočení definuje směr COP na ose x, medio-laterální vybočení je vyobrazeno pomocí osy y (Zemková, 2011, ss. 130-132).



Změna v antero-posteriorním vybočení, jež by byla statisticky významná nenastala v žádné z testovaných situací, naproti tomu medio-laterální vybočení pro testovanou situaci ve stoji na pevné podložce při otevřených i zavřených očích zaznamenalo signifikantní snížení medio-laterálního rozsahu.

Pokud porovnáme relativní pokles průměru antero-posteriorního a medio-laterálního vybočení ve stoji na pevné podložce, došlo k významnému zlepšení medio-laterálního vybočení, kdy při otevřených očích se průměrná naměřená hodnota snížila o 27 % a při zavřených očích o 23 %. Naproti tomu parametr antero-posteriorního vybočení klesl pouze o 4 % při otevřených očích a o 5 % při zavřených očích. Výsledné porovnání nám nabízí velmi zajímavý náhled na informace od Walsh et al., kdy díky rozdílným biomechanickým vlastnostem čepeli brusle jsou hráči ledního hokeje velmi citliví na medio-laterální výchylky nízkých hodnot a neustále tedy mají potřebu navracet COP v ose y co nejvíce zpět do středu (Walsh et al., 2018, ss. 279–300). I zde se naměřené hodnoty pohybovaly v jednotkách centimetrů, kdy průměr rozsahu medio-laterálního vybočení byl při vstupním testu 2,46 cm pro otevřené oči a 2,04 pro zavřené oči a po výstupním 1,81 pro otevřené oči a 1,58 cm pro zavřené oči.



**Legenda:** COP – center of pressure, AP – antero-posteriorní vybočení, medio-laterální vybočení, UD – ujetá dráha, OO – otevřené oči, ZO – zavřené oči

**Obrázek 14** Relativní průměrný pokles sledovaných parametrů na pevné podložce před a po intervenci [%]

### **6.3 Diskuze k hypotéze 04**

Stanovení plochy COP je velmi klíčové a umožňuje hodnocení kontroly rovnováhy a posturální stability. Definice COP představuje působiště vektoru reakční síly podložky. Je to vážený průměr všech tlaků působících na podložku v kontaktu s povrchem. Grafické vyobrazení pohybu COP přímo souvisí se schopností posturálního systému udržet stabilitu (Vařeka, 2002, s. 116). U testovaných probandů zde nedošlo ke statisticky významnému poklesu plochy COP. Každopádně patrné zlepšení, respektive testované situace, kdy došlo ke snížení plochy COP lze pozorovat v obou testovacích situacích na pevné podložce, dále s pěnovou podložkou je patrný pokles při otevřených očích, naopak při zavřených očích je zde mírný nárůst plochy. Situace s balanční podložkou zůstala stejná pro otevřené oči a pro zavřené oči došlo opět ke zlepšení a je tedy patrný výrazný pokles směrodatné odchylky z hodnoty 0,92 na 0,04 cm, což poukazuje na výrazné snížení rozptylu u skupiny. Žádné signifikantní změny v tomto parametru posturální stability nezaznamenal ani Čech po osmítýdenním programu cvičení posturální stability u hráčů juniorské extraligy. Dle něj je důležité zmínit, že cvičební program tvořil pouze malé procentuální zastoupení v celkovém obsahu tréninkového plánu, kdy hráči mohou být ovlivněny i dalšími exogenními faktory, a tedy efekt pouze jedné složky je obtížné specifikovat (Čech, 2014, ss. 16-18).

### **6.4 Diskuze k výzkumné otázce 2**

Asymetrie rozložení tělesné hmotnosti mezi chodidly vede k nadměrnému používání jedné dolní končetiny, což může následně vést ke zranění z nadužívání. V bipedálním postoji je tělesná hmotnost rovnoměrně rozložena na obě chodidla, kdy na každou dolní končetinu připadá ideálně 50 % tělesné hmotnosti. Při posunu těžiště se rovněž změní i tento poměr tak, že jedna dolní končetina musí nést větší celkovou zátěž. Při přenášení tělesné hmotnosti je tlak v oblasti chodidla distribuován nejvíce do zadní části nohy zhruba 60 %, poté se snižuje na střední a přední plochy, kde je distribuováno zbylých 40 %. Zejména tlakové desky jsou vhodným prostředkem pro zjištění přenášení tělesné hmotnosti, měření rovnováhy a posturální stability (Ohlendorf et al., 2020, s. 2).

Při výstupním měření byl u hráčů zaznamenán patrný pokles rozdílu asymetrie stoje, kdy hodnoty klesly z původní hodnoty rozdílu průměru 9,2 na 6,2. Tento rozdíl hodnot byl vypočítán jako rozdíl pravé a levé (levé a pravé) dolní končetiny.

Někteří autoři (Dorado et al, 2002, Auerbach a Ruff, 2006) uvádějí, že asymetrie je jedním z fenoménů, který hraje ve sportu velmi významnou roli a její míra je dána mnoha faktory, přičemž jeden z nich je právě provozovaná sportovní disciplína. Dokonce i tělesné složení se mění podle konkrétní fyzické aktivity (Krzykała, 2015, ss. 379–382).

Lední hokej se řadí mezi jednostranné sporty, kdy dochází k přednostnímu využívání jedné strany těla. Hráči drží hokejovou hůl na své dominantní straně při zaujetí flexe trupu kombinovanou s rotací na stranu držení hole. Tato stranově specifická poloha zaujatá při většině času hry a tréninku vede ke zvýšení výskytu asymetrií v držení těla, což může vést k dysfunkci a k riziku větší náchylnosti ke zranění (Resta et al., 2022, s. 2833).

Ačkoliv studií, zabývajících se danou problematikou existuje málo, bylo některými autory zjištěno, že mužští hokejisté mají významné asymetrie v kostní minerální hustotě a svalové hmotě, což poukazuje na přítomnost stranové asymetrie ve složení těla u hráčů ledního hokeje (Krzykała, 2015, s. 379, Resta et al., 2022, s. 2833).

Delisle-Houde et al. uvádí, že zkoumání různých antropometrických parametrů jako jsou asymetrie ve složení těla u hráčů ledního hokeje, tak může sloužit jako preventivní opatření ke snížení rizika zranění. Bylo rovněž zjištěno, že zvýšená asymetrie negativně ovlivňuje i fyzickou výkonnost (Delisle-Houde et al., 2019, s. 2612). Kvantifikace stranových asymetrií ve složení těla u hráčů ledního hokeje a jejich možné asociace se zraněním může poskytnout sportovním trenérům a trenérům silové kondiční přípravy cenné informace týkající se programů prevence zranění a také cílené rehabilitace a tréninku pro optimalizaci výkonu (Resta et al., 2022, s. 2833).

## **6.5 Vývoj posturální stability u dětí**

Vývoj posturální stability a kontroly u dětí je zkoumán napříč mnoha studiemi. V rámci této diplomové práce je nutné brát v potaz věk sledovaných probandů, kteří jsou narozeni v letech 2013, 2014, 2015 a v testovaném období byli ve věku od 8 do 10 let. Nejedná se tedy o probandy, kteří by již měly vývoj posturální stability dovršen na úrovni dospělého jedince, což potvrzuje a srovnává tyto věkové rozdíly řada studií. Předpokládáme, že rovněž i námi naměřené výsledky by se u testovaných s přibývajícím věkem měnily.

Evi Verbecque, Luc Vereeck a Ann Hallemans (2016) provedli průzkum literatury sledující posturální stabilitu u dětí na základě sledovaných parametrů posturální stability

prostřednictvím statické posturografie, která je snadným a rychlým způsobem, jak zjistit, zda má dítě dostatečnou kontrolu rovnováhy v různých smyslových podmínkách.

Tato studie poukazuje na to, že parametry posturální stability se s přibývajícím věkem u dětí snižují za všech jimi testovaných podmínek, kdy výsledky měly signifikantní rozdíly ve srovnání mladších a starších dětí. Pokud byla vyřazena zraková kontrola byl patrný větší nárůst posturálních výkyvů. Každopádně i zde platí, že s rostoucím věkem se posturální titubace snižují, kdy osm z dvanácti studií potvrzuje shodné výsledky, a to ve všech parametrech posturální stability, které byly u malých dětí významně větší než u starších dospělých (Verbecque, Vereeck, Hallemans. 2016, s. 401).

Hsu et al. uvádí ve své studii, že děti mladší 8 let vykazují významně větší výkyvy ve srovnání s dospělými při stožení na pěnové podložce. Rovněž srovnávaná rychlost COP při stožení na pěnové podložce, která byla významně vyšší ve srovnání s dospělými (Hsu et al., 2014, s. 97).

Rival, Ceyte a Olivier zkoumali 40 dětí ve věku od 6–10 let s cílem zjistit, jak se s věkem vyvíjí schopnost udržení posturální stability při vyřazení zrakové kontroly. I zde výsledky potvrzují zlepšení posturální stability s přibývajícím věkem u zdravých dětí. Autorky na základě svého výzkumu nepředpokládají, že by ve věku 10 let byla zralá statická rovnováha. Rovněž děti ve věku 10 let jsou stále výrazně vizuálně závislejší než dospělí. Své výsledky interpretují jako zlepšení posturální stability s přibývajícím věkem, každopádně není ještě dosaženo zralé úrovně ve věku 10 let (Rival, Ceyte, Olivier, 2005, ss. 133-136).

Taktéž Schmid et al. zmiňuje, že schopnost kontroly a rovnováhy není ani ve věku 11 let plně vyvinuta ve srovnání s dospělými na základě své studie tvořené 148 dětmi ve věku 7–11 let (Schmid et al., 2005, s. 4).

Hsu, Kuan, Young zkoumali celkem 251 zdravých dětí ve věku od 3 do 12 let. Zde byla úroveň posturální stability měřena za čtyř různých podmínek. První situaci představoval stoj na pevné podložce s otevřenými očima, následně se zavřenými očima. Zbývající dvě situace byly stoj na pěnové podložce s otevřenými očima a poté obdobně při zavřených očích (Hsu, Kuan, Young, 2009, ss. 738–740).

Na základě výsledků studie se autoři odkazují na to, že dítě dosáhne úrovně posturální stability dospělého ve věku 7 let pro stoj na pevné podložce s otevřenými očima, ale i se zavřenými očima, kdy v tomto případě je eliminována kontrola zrakovým systémem. Naproti tomu situace, kdy je testovaný na pěnové podložce s otevřenými očima představuje znevýhodnění pro somatosenzorický systém a úrovní dospělého zde dosahuje dítě ve věku 8 let. Markantní rozdíl nastává v dozrávání rovnovážné funkce do úrovně dospělého, což představuje věkovou hranici 12 let. Dominance vestibulárního systému je testována na pěnové podložce se zavřenými očima, kdy je snížen somatosenzorický vstup a eliminován zrakový vstup. V této testované situaci byla patrná vyšší rychlost titubací a větší plocha COP dětí ve srovnání s dospělými, což ukazuje na neúplný vývoj schopnosti integrace vestibulárního a centrálního nervového systému. Autoři mimo jiné zdůrazňují, že věkový faktor lze aplikovat jako nejspolehlivější index pro odhad funkčního vývoje rovnovážného systému a dítě ve věku 12 let by již mělo dosáhnout úrovně dospělého (Hsu, Kuan, Young, 2009, ss. 738–740).

Kromě věkového faktoru mohou rozvoj rovnovážných funkcí u dětí ovlivňovat i faktory biomechanické jako je například tělesná výška a tělesná hmotnost, což jsou nezanedbatelné proměnné faktory, které vedou ke změně biomechaniky těla v důsledku růstu tělesné výšky a hmotnosti, čímž dochází k rekalibraci smyslových vstupů (Hsu, Kuan, Young, 2009, ss. 738–740).

## **6.6 Délka intervence**

Co se týče doby intervence nejsou autoři konzistentní ve svých doporučeních potřebných k tomu, aby se aplikovaný cvičební program odrazil na sledovaných parametrech posturální stability.

Bauer a Zemková zkoumali efekt silového cvičebního programu u házenkářů po dobu dvanácti týdnů. Stěžejní částí byla silová cvičení jako tlaky na ramena a dřepy prováděné na stabilní i nestabilní podložce, k čemuž využili například Bosu. Výsledky tohoto dvanáctitýdenního programu neprokázaly žádné významné zlepšení rovnováhy v unipedálním postoji na zařízení Posturomed za podmínek otevřených a zavřených očí (Bauer, Zemková, 2010, ss. 251-252).

Naproti tomu jiná studie Hamar a Zemkové prokázala zlepšení zejména dynamické rovnováhy s vizuální kontrolou i se zavřenými očima u basketbalistů po šesti týdnech s frekvencí 5x týdně po dobu třiceti minut. Stěžejní částí u experimentální skupiny byly reakční úkoly podobné herním situacím, které byly plněny na nestabilním povrchu s využitím wobble boardu, přičemž kontrolní skupina byla na povrchu stabilním (Hamar, Zemková, 2009, s. 30).

Čech aplikoval osmitýdenní balanční program u hráčů ledního hokeje v juniorské kategorii, kdy experimentální skupina byla srovnávána s kontrolní skupinou, jenž pokračovala v běžné kondiční přípravě. V této studii po osmitýdenním programu nebyly ve srovnání skupin zaznamenány signifikantní rozdíly. Speciální program tvořil pouze 20 % z celkové tréninkové přípravy hráčů, zde z pohledu autora vyvstává otázka, zdali účinek programu je možné izolovaně hodnotit, či nebyl jeho efekt inhibován ostatními aktivitami (Čech, 2014, s. 15).

Napříč zmíněnými studiemi jsou cvičební programy se zaměřením na ovlivnění posturální stability provozované v různé délce trvání v řádkách týdnů až po měsíce s nekonzistentními výsledky, na základě kterých, by bylo možné říct, jaké je nutné časové ohraničení. Z tohoto důvodu lze považovat námi zvolenou tříměsíční dobu intervence u sledovaných probandů jako dostatečný časový úsek. Limit lze vnímat spíše v celkové týdenní frekvenci, která probíhala skupinově pouze jednou týdně po dobu třiceti minut. Ačkoliv byli sledovaní hráči vyzváni k tomu, aby si provozované cviky zkusili individuálně zacvičit ještě alespoň jednou týdně s pomocí dostupných video návodů, je zde již obtížné hodnotit, zda testování hráči cvičení provozovali ve svém volném čase.

## **6.7 Efekt tréninků aplikovaných na posturální stabilitu**

Posturální stabilita je rozhodující pro téměř všechny situace ve sportu jako například při reakci na náhlé změny směru nebo při udržování rovnováhy na nerovném povrchu. Cvičení pro posílení rovnováhy a stability trupu jsou často spojována se zlepšeným výkonem u sportovců a se snížením výskytu rizika zranění. Řada autorů zmiňuje, že neexistuje dostatek důkazů o potvrzení vztahu vlivu posílení trupové stability na ovlivnění sportovního výkonu. Schlegel a Krempa uvádí, že stále chybí i evidence, která by potvrdila souvislost mezi posílením středu těla a prevence vzniku zranění. Ovšem dle Zemkové

a Zapletalové se tato cvičení zdají být účinná v prevenci zranění (Schlegel, Krempa, 2023, s. 9, Zemková, Zapletalová, 2020, s. 2).

Podle Kiblera et al. je stabilita a určitá svalová síla středu těla důležitou složkou pro maximalizaci efektivní rovnováhy a pro pohyby horních a dolních končetin při sportu. Autoři usuzují, že trupová stabilita funguje jako základna představující proximální stabilitu pro mobilitu distálních segmentů (Kibler, Press, Sciascia, 2006, s. 190). Každopádně samotná schopnost udržet rovnováhu je pro nás zásadní ve všech běžných denních činnostech jako je chůze, běh či chození do schodů. Zejména tedy dynamická rovnováha je důležitým aspektem každodenního života (Kahle, Gribble, Nicole 2009, ss. 65-68).

V souvislosti s těmito fakty zkoumali Kahle, Gribble a Nicole účinek programu zaměřeného na základní stabilitu v souvislosti s ovlivněním dynamické rovnováhy, což bylo měřeno pomocí SEBT, kdy cvičební program trval 6 týdnů a cvičení probíhalo 3x týdně. Výsledky ukazují zlepšení dynamické posturální stability v rámci cvičebního programu. Dle autorů je zde možné spekulovat o tom, že právě cvičení se zaměřením na zlepšení trupové stability vedlo ke zlepšení dynamické kontroly (Kahle, Gribble, Nicole 2009, ss. 65-68).

Jednou z nejdůležitějších informací, než dojde na trénink posturální stability je, aby byl sportovní trénink specificky upraven na požadované vlastnosti pro konkrétní sport (Walsh et al., 2018, s. 278). Rovněž Romero – Franco et al. se u skupiny sprinterů zaměřoval na pohyby, které představovaly různé momenty sprintového závodu, kdy dosáhl signifikantního zlepšení posturální stability (Romero-Franco et al., 2012, ss. 2073-2077).

Pro maximalizaci funkčního výkonu by se jednotlivci měli snažit trénovat v prostředí, které napodobuje jejich situaci v reálném světě. Při sportu a aktivitě se jedinec často nenachází ve stacionární, stabilní poloze, z toho důvodu je vnímáno výhodné využívat i čtených pomůcek, které mohou napomocť stimulovat pohybové nároky skutečného sportu jako například využití volných vah (Anderson, Behm, 2005, s. 43).

Carpes et al. provedli studii, v níž zkoumaly účinky tréninku síly a stability trupu na rovnováhu těla a kinematiku dolní části zad a pánve během chůze u žen. Trénink síly a stability trupu byl proveden ve 20 jednotlivých sezeních během 7 týdnů. Trénink trval 50 minut a vedl je vždy stejný fyzioterapeut, kdy cvičení bylo založeno na izometrické

kontrakci svalů trupu v různých posturálních pozicích dostupných ve studii ke shlednutí (Carpes, Reinehr, Mota, 2008, ss. 25-28).

Výsledky zmíněné studie ukazují, že program zaměřený na sílu a stabilitu trupu byl účinný při snižování bolesti v kříži a zlepšení pevnosti lumbo-pánevního komplexu u žen. Kromě toho se významně zlepšila mobilita trupu a pánve a svalová stabilizace bederní páteře. Zlepšila se také posturální stabilita, což ukazuje na zvýšenou účinnost svalů v oblasti pánevního pletence při udržování stabilního držení těla. Výsledky naznačily, že zlepšená kontrola tělesné rovnováhy může souviset s lepší neuromuskulární kontrolou, k níž dochází díky zlepšení posturální stability. Hypotézy studie potvrzují i sledované parametry COP v antero-posteriorním a medio-laterálním vybočení na silové plošině, kde došlo v obou případech ke snížení rozsahu pohybu (Carpes, Reinehr, Mota, 2008, ss. 24–27).

Dále i Dhvani a Annamma se zaměřili ve své studii na ovlivnění dynamické stability prostřednictvím tréninku trupového svalstva u 60 zdravých probandů ve věku 21–25 let. Subjekty v experimentální skupině prošly progresivním základním stabilizačním tréninkovým programem po dobu šesti týdnů (3 dny v týdnu probíhalo cvičení) a kontrolní skupina se zdržela jakéhokoli typu strukturovaného tréninkového programu. Cvičební pozice zahrnovaly variace kvadrupedální pozice, boční pozice planku, cvičení na gymnastickém míči, podřepy a další, s cílem vědomé aktivity trupového svalstva. Výsledky této studie ukázaly, že došlo k významnému zlepšení stability svalstva trupu a dynamické rovnováhy v experimentální skupině po tréninkovém programu stability středu těla. U všech směrů v SEBT se v experimentální skupině výrazně zvýšily normalizované maximální vzdálenosti výchylek. Toto zlepšení dosahové vzdálenosti ověřuje pozitivní vliv tréninku základní stability na dynamickou rovnováhu (Dhvani, Annamma, 2014, s. 190).

Rovněž mnoho studií zkoumá i spojitost silového tréninku a jeho vlivu na rovnováhu. Trénink svalů, které se podílejí na držení těla, může přiměřeně změnit nejen silový výkon, ale i koordinaci synergické a antagonistické svalové aktivity. Carroll et al. v této souvislosti vyzdvihuje využití silového tréninku v rámci navýšení kapacity svalu produkovat sílu a schopnosti koordinace a stability pohybu (Carroll et al., 2001, ss. 224–227).



Řada výzkumů uvádí, že specifické adaptace nervového systému, k nimž dochází při tréninku odporu nejsou dány pouze zvýšeným nábořem nebo aktivací motorických jednotek, ale právě zlepšením koordinace agonistů a antagonistů spolu se synergisty a stabilizátory v daném pohybu (Carroll et al., 2001, ss. 224–227).

Krebs et al. provedli studii silového cvičení střední intenzity s odporovými elastickými gumičkami na 132 starších dospělých, kdy cvičební program u experimentální skupiny byl veden v domácím prostředí po dobu šesti měsíců s frekvencí cvičení alespoň 3x týdně. Výsledky této studie ukazují, že i mírný nárůst síly, který zde byl u testovaných osob v průměru 17,6 % má pozitivní efekt pro vyšší stabilitu chůze a rovnováhy (Krebs et al., 1998, ss. 1490–1493).

Heitkamp et al. porovnávali efekt silového a balančního cvičení na sílu flexorů a extenzorů kolenního kloubu. Tedy 15 osob se věnovalo pouze balančnímu tréninku po dobu šesti týdnů v celkovém počtu 12 tréninkových jednotek po 25 minutách, kdy trénink rovnováhy byl prováděn především s využitím různých pomůcek a balančních plošin. Po stejnou dobu prováděla druhá skupina pouze silový trénink s využitím posilovacích strojů. Nárůst síly flexorů a extenzorů byl obdobný v obou skupinách. Každopádně rovnováha na jedné dolní končetině se zlepšila výrazně pro skupinu s balančním tréninkem s celkovým zlepšením o 134 % oproti skupině se silovým tréninkem, kde byl pozorován nárůst stability o 34 % (Heitkamp et al., 2001, ss. 286–288).

V této kapitole jsme se tedy zabývali efektem konkrétních specifických tréninkových postupů na posturální stabilitu. Každopádně jakákoliv míra pohybové aktivity má vliv na posturální stabilitu. Zhu et al. ve své studii zjistili, že zvýšená mírná až střední fyzická aktivita, nebo méně času strávené sezením, byly spojeny s lepším hodnocením posturální stability u mladých dospělých ve věku 18–26 let (Zhu et al., 2021, ss. 8-11).

Tento fakt potvrzují i další studie jako například popisují Onofrei a Amaricai, kdy z jejich výsledků vyplývá, že nízká úroveň fyzické aktivity v kombinaci s vyřazením zrakové kontroly vedla k velkému nárůstu délky dráhy COP, což implikuje horší posturální stabilitu. I zde se potvrdilo, že mladí dospělí, kteří měli nízkou pohybovou aktivitu měli ve srovnání se středně aktivními jedinci horší posturální stabilitu (Onofrei, Amaricai, 2022, s. 5).

Praktická aplikace, kterou ve své studii Onofrei a Amaricai zmiňují je, že zvýšení úrovně fyzické aktivity (netřeba dosáhnout vysoké úrovně aktivity) povede k lepší posturální stabilitě. Obecně aktivní jedinci, kteří se obvykle účastní různých sportovních nebo rekreačních aktivit, tak budou mít nižší riziko poranění pohybového aparátu dolních končetin. Udržování adekvátní posturální rovnováhy po celý život je součástí preventivní strategie pro zdravé stárnutí (Onofrei, Amaricai, 2022, s. 6).

Zhu et al. pak na zhodnocení posturální stability a s ní souvisejících faktorů nahlíží jako na zásadní prediktor pro stanovení výkonnosti a prevence muskuloskeletálních poranění dolních končetin. Dále je zásadní pro zlepšení účinnosti fyzického tréninku a rehabilitačních technik (Zhu et al., 2021, s. 9).

Většina současných studií je aktuálně zaměřena na starší dospělé, každopádně nízká pohybová aktivita může být jeden z faktorů, který povede k horší posturální stabilitě a potažmo k vyššímu riziku pádu v dřívějším věku. Zkoumání souvislosti mezi úrovní pohybové aktivity a posturální stabilitou u mladších dospělých je stěžejním tématem, aby bylo možné adekvátně podložit fakt, do jaké míry pohybová aktivita souvisí s kontrolou držení těla a jak optimalizovat míru pohybové aktivity nebo intervencí určených ke zlepšení stability držení těla při každodenních činnostech či při provozování sportovních aktivit (Zhu et al., 2021, s. 9).

## **6.8 Limity studie**

Jako omezující faktor ve studii byla organizovanost cvičení, kdy společná intervence následovala po tréninkové jednotce hráčů, čímž byla často pozorována již fyzická i psychická únava cvičících a neschopnost se soustředit na provozované cviky. Ačkoliv byli hráči motivováni k provozování cvičení jednou týdně ve svém volném čase formou různých soutěží s malou odměnou, ne často byl patrný posun v kvalitě provedení cviků, či jejich zapamatování. Každopádně rodiče vždy měli k dispozici na klubovém informačním systému video návody všech cviků, jež byly prováděny, pro případ, že si děti cvik nepamatovaly.

Dále je nutné vzít v úvahu i věkové kategorie testovaných, v danou dobu 8-10 let. Tedy lze s jistotou říct, že u všech hráčů byla vlivem růstu a dalších antropometrických změn ovlivněna posturální stabilita bez ohledu na cvičební program. Souvislost věku

s posturální stabilitou byla probrána v kapitolách výše. Podle mnoha autorů lze usoudit, že tyto věkové kategorie dětí v době testování neměly plně vyvinutou posturální kontrolu.

Pro minimalizaci těchto faktorů by bylo vhodné výzkum provést také u hráčů vyšších věkových kategorií, jelikož věk může významným způsobem ovlivnit hodnocení posturální stability.

Výzkum probíhal současně v jarní hokejové přípravě, kdy tedy hráči absolvovali víkendové zápasy a 3x týdně tréninky na ledě včetně suché přípravy, takže i zde, tak jak popisoval Čech (2014, s. 15) u juniorské extraligy, tvořil cvičební program pouze malou procentuální část veškeré tréninkové přípravy. Pro větší efekt bych navrhovala navýšit frekvenci cvičení alespoň na 2x týdně.

Pro validnější zhodnocení efektu posturálního tréninku by bylo také vhodné zařadit i kontrolní skupinu, která by měla pouze standardní tréninkovou přípravu.

Rovněž měření proběhlo formou terénního výzkumu na přenosné posturografické plošině TYMO a nelze jej tedy adekvátně porovnávat s přístroji jako Posturograf vyskytující se v kineziologických laboratořích na nichž bývají parametry posturální stability převážně měřeny. Prozatím v literatuře není dostatek výzkumů, které by k hodnocení využívaly rovněž posturografickou plošinu TYMO a je zde velký prostor do budoucna pro pokračující studie, aby následně bylo možné určit reliabilitu a validitu testů, jež plošina TYMO nabízí.

## **6.9 Přínos pro praxi**

Příprava sportovců je komplexní a spolupráce mezi trenérem, kondičním trenérem a fyzioterapeutem je klíčová pro zvýšení výkonnosti sportovců a zároveň snížení rizika vzniku pohybových poruch a úrazů. Aktivní účast fyzioterapeuta může probíhat na několika úrovních. Jak tvorba individuálních či skupinových cvičebních jednotek zaměřených na kompenzaci a nácvik specifických motorických dovedností, tak ale i samotná účast fyzioterapeuta na trénincích či zápasech. Práce s hráči na ledě by umožnila fyzioterapeutovi sledovat motorické vzorce jednotlivých hráčů v nekontrolovaném prostředí a přímo se zaměřit na jednotlivé nedostatky v motorických vzorcích pohybu a pracovat tak na lepším držení těla a potažmo zvýšení posturální stability (Buckeridge, 2015, s. 2, Kaartinen et al., 2021, ss. 1–2).

Lední hokej jakožto i všechny další sporty kladou na pohybový systém vysoké nároky a pravidelná vyšetření u fyzioterapeuta mohou být způsobem, jak předcházet vzniku zranění a eliminovat tak negativní faktory, které by mohly vést k předčasnému ukončení sportovní sezóny případně celé kariéry sportovce (Grabara, Bieniec, 2023, ss. 59–60).

Je známo, že lední hokej vede k nadměrné, jednostranné aktivitě svalů z důvodu asymetrických pohybů, kdy tato asymetrie je způsobena především držením hokejové hole, které vede k dominantnímu využívání jedné strany těla. Z dlouhodobého hlediska může tak dojít k ovlivnění křivky páteře a k vyššímu riziku výskytu morfologických a funkčních asymetrií těla. Zejména zvýšenou pozornost je třeba věnovat věkově nižším kategoriím, kdy u hráčů ještě není dokončen růst a jednostranné sportovní zatížení v nižším věku by mohlo negativně ovlivnit vývoj dítěte (Grabara, Bieniec, 2023, ss. 59–60).

Rovněž i možnost komunikovat na jiných platformách, jako tomu bylo v případě tohoto výzkumu, nabízí další způsob, jak zefektivnit spolupráci mezi rodiči a členy klubu jako jsou trenéři a fyzioterapeuti. Na základně internetových stránek informačního klubového systému měli rodiče vždy přístup k veškerému obsahu skupinových cvičení s fyzioterapeutkou a mohli tak participovat na pohybové přípravě svých dětí v domácím prostředí. Jelikož se jednalo o probandy ve věku 8-10 let mohl se rodič v domácím prostředí stát dočasným supervizorem a v rámci svých individuálních možností korigovat provádění cviků dle video návodů. Cílem bylo vytvořit i motivující prostředí pro podpoření aktivně stráveného času všech rodinných příslušníků.

V závěru je opět nutné zdůraznit věk probandů, kteří v době výzkumu byli ve věku od 8-10 let. Jedná se tedy o děti mladšího školního věku, kteří vyžadují specifický přístup a práce s nimi, na rozdíl od dospělých jedinců, je odlišná. Ve spolupráci s touto věkovou kategorií je důležité vytvořit motivující prostředí pro dostatečné udržení koncentrace a adherence a zároveň propojit fyzioterapii a různé herní prvky s využitím veškeré fantazie, kterou daný fyzioterapeut v sobě skrývá.

## Závěr

Posturální stabilita je v literatuře často diskutovaným pojmem a pravděpodobně nevyčerpatelným tématem. Tato diplomová práce se zabývá posturální stabilitou ve spojitosti s ledním hokejem. Zejména rozvoj kvalitní posturální stability má nezanedbatelný vliv na kontrolu volných pohybů a sportovní výkonnost. Cílem této diplomové práce bylo zhodnocení efektu pravidelných kompenzačních intervencí pod vedením fyzioterapeuta na vybrané parametry posturální stability u hráčů ledního hokeje.

Diplomová práce je členěna na teoretickou a praktickou část. Teoretická část se zabývá definicí posturální stability, jejími podmínkami a souvislosti se sportovními aktivitami. Další kapitoly se věnují posturální stabilitě u hráčů ledního hokeje, je zde rozebrána biomechanika ledního bruslení a v neposlední řadě jsou zde zkoumány možnosti ovlivnění posturální stability u sportovců.

Praktická část se zabývá realizací stanoveného cíle. Efekt pravidelných kompenzačních intervencí byl hodnocen na základě získaných dat zvolených parametrů pro hodnocení posturální stability prostřednictvím přístroje TYMO. Tento přístroj na rozdíl od jiných zařízení je přenosný a umožňuje tak terénní měření. Zvolené parametry pro hodnocení posturální stability prostřednictvím testů byly: *ujetá dráha COP*, *plocha COP*, *anterio-posteriorní* a *medio-laterální vybočení*. Hodnocení bylo rozšířeno i o test rozložení hmotnosti pro porovnání symetrie stoje, kde jako asymetrický stoj byl hodnocen stranový rozdíl převyšující 10 % tělesné hmotnosti.

Před samotným zahájením výzkumu proběhla v prostorách hokejového stadionu informační schůzka se zákonnými zástupci pro seznámení se s průběhem výzkumu a rovněž obdrželi informační leták, v němž jim byla přiblížena náplň cvičebních jednotek a jejich vliv na pohybovou soustavu včetně kontaktu na fyzioterapeutku (viz příloha 1).

Následné pravidelné kompenzační intervence pod vedením fyzioterapeuta bylo realizováno formou skupinového cvičení, kdy celkový počet 26 hráčů byl rozdělen do tří skupin dle ročníků narození. S každou ze tří skupin probíhalo 1x týdně skupinové cvičení po dobu třiceti minut. Současně byly všechny cviky zveřejněny i v komunikačním informačním systému klubu s videozáznamem a popisem cviků. Tímto způsobem mohli

mít zákonní zástupci přístup k obsahu skupinového cvičení a možnost dané cviky trénovat s dětmi i v domácím prostředí. Zúčastnění hráči byli vyzváni k provádění cviků alespoň 1x týdně mimo cvičební jednotku. Pro motivaci ke cvičení byly využívány formy různých soutěží s malou odměnou zúčastněných.

Výzkumné otázky se zabývaly sledovanými parametry posturální stability a bylo řešeno, zda došlo po pravidelné kompenzační intervenci ke změně. Výzkum ukázal statisticky významné změny u sledovaných parametrů *ujeté dráhy* a *medio-laterálního vybočení* ve vybraných posturálních situacích. U zbylých výzkumných otázek, jež sledovaly parametr *anterio-posteriorní vybočení* a *plochu COP* byly zaznamenány rozdíly v naměřených hodnotách před a po skončení pravidelné kompenzační intervence, nejsou však statisticky významné. Výzkumná otázka zabývající se symetrií zatížení dolních končetin znázorňuje evidentní výrazné snížení rozdílu asymetrie stoje, kdy rozdíl hodnot pravé a levé dolní končetiny (případně levé a pravé) klesl z průměrné hodnoty 9,2 na rozdíl 6,2 při výstupním měření. Každopádně naměřená hodnota není statisticky významná.

Z výsledků provedeného výzkumu lze konstatovat, že pravidelné kompenzační intervence pod vedením fyzioterapeuta mohou mít vliv na sledované parametry posturální stability. Každopádně pro vyšší validitu sledovaných parametrů by bylo žádoucí upravit několik opatření. Zejména v rámci organizace cvičení shledávám důležité, aby skupinovému cvičení s fyzioterapeutkou nepředcházela hokejová trénink, kdy u většiny hráčů může být patrna fyzická a psychická únava. Dále se jedná o terénní výzkum, a tedy nelze jej adekvátně porovnávat s přístroji vyskytující se v kineziologických laboratořích. Budoucí studie by se mohly zabývat srovnáním sledovaných hodnot formou terénního měření a prostřednictvím nepřenosných zařízení pro získání dostatečné zpětné vazby o přesnosti měření.

## **Zkratky**

AP vybočení... antero-posteriorní vybočení

CNS... centrální nervový systém

COP... center of pressure

DNS... dynamická neuromuskulární stabilizace

ML vybočení... medio-laterální vybočení

NMTP... neuromuskulární trénink

OO... otevřené oči

SEBT... star excursion balance test

ZO... zavřené oči

## Referenční seznam

AKUTHOTA, V., FERREIRO, A., MOORE, T. F. M. 2008. Core Stability Exercise Principles. *Current Sports Medicine Report.*, [online]. **7**(1),39-44. [cit. 2023-14-09]. Dostupné z doi: [10.1097/01.CSMR.0000308663.13278.69](https://doi.org/10.1097/01.CSMR.0000308663.13278.69)

ALBINA, A., ANDREY, M., DMITRY, S., KADRIYA, A., ALEXANDER, V., ANDREY, G., VIKTORIYA, D., ROMAN, N., SERAFIMA, CH., DARIA, Z., ALEXANDRA, B., VLADISLAV, N., ERIKA, Z. 2021. Postural stability in athletes: The role of sport direction. *Gait & Posture.* [online]. **89**, 120-125. [cit. 2023-14-09]. ISSN 0966-6362. Dostupné z doi: <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2021.07.005>

ANDERSON, K., BEHM, D.G. 2005. The Impact of Instability Resistance Training on Balance and Stability. *Sports Med.* [online]. **35**, 43-53. [cit. 2023-24-10]. Dostupné z doi: <https://doi.org/10.2165/00007256-200535010-00004>

ANDREEVA, A., MELNIKOV, A., et al. 2021. Postural stability in athletes: The role of sport direction. *Gait and Posture.* 89, 120-125. [cit. 2023-24-10]. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0966636221002460>

BAUER, J., ZEMKOVÁ, E. 2010. The effect of 12 weeks of resistance training under stable and unstable conditions on neuromuscular performance in handball players. 7 th International Conference on Strength Training. Bratislava: Faculty of Physical Education and Sport, 251-252.

BEHM, D., WAHL, M., BUTTON, D., POWER, K., ANDERSON, K. 2005. Relationship Between Hockey Skating Speed and Selected Performance Measures. *Journal of strength and conditioning research.* [online]. **19**(2), 326-331. [cit. 2023-14-09]. Dostupné z doi: [10.1519/R-14043.1](https://doi.org/10.1519/R-14043.1)

BUCKERIDGE, E., LEVANGIE, M.C., STETTER, B., NIGG, S.R., NIGG, B.M. 2015. An on-ice measurement approach to analyse the biomechanics of ice hockey skating. *PloS one.* [online]. **10**(5), 1-16. [cit. 2023-13-11]. Dostupné z doi: [10.1371/journal.pone.0127324](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0127324)



- CARDOSO, C., BOFFINO, C., BOFFINO, R., TANAKA, C. 2018. Development of postural control and maturation of sensory systems in children of different ages a cross-sectional study. *Brazilian Journal of Physical Therapy*. [online]. **22**(1), 70-76.[cit. 2023-07-09]. ISSN 1413-3555. Dostupné z doi: <https://doi.org/10.1016/j.bjpt.2017.10.006>.
- CARPES, F. P., REINEHR, F. B., MOTA, C. B. 2008. Effects of a program for trunk strength and stability on pain, low back and pelvis kinematics, and body balance: A pilot study. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*. [online]. **12**(1), 22–30. [cit. 2023-24-10]. Dostupné z doi: [10.1016/j.jbmt.2007.05.001](https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2007.05.001)
- CARPES, F.P., REINEHR, F.B., MOTA, C.B. 2008. Effects of a program for trunk strength and stability on pain, low back and pelvis kinematics, and body balance: A pilot study. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*. [online]. **1**(12),22-30. ISSN 1360–8592. [cit. 2023-24-10]. Dostupné z doi: [10.1016/j.jbmt.2007.05.001](https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2007.05.001).
- CARROLL, T. J., BENJAMIN, B., STEPHAN, R., CARSON, R. G. 2001. Resistance training enhances the stability of sensorimotor coordination. *Proc Biol Sci*. [online]. **268**(1464), 221–227 [cit. 2023-24-10]. Dostupné z doi: <http://doi.org/10.1098/rspb.2000.1356>
- ČÁPOVÁ, J. *Od posturální ontogeneze k terapeutickému konceptu*. Ostrava: Repronis, 2006. 978-80-7329-4180-2.
- ČECH, P. 2014. Effect of short-term balance training on postural stability in ice hockey players. *Acta universitatis carolinae kinanthropologica*. [online]. **50** (2), 13-20. [cit. 2023-14-09]. Dostupné z: <https://karolinum.cz/data/clanek/2389/13-20%20Cech.pdf>
- ČERNÝ, R., ČAKRT, O., JEŘÁBEK, J. 2017. Laboratorní metody vyšetření vestibulárního aparátu. *Neurologie pro praxi*. [online]. **18**(3), 163-169. [cit. 2023-17-10]. Dostupné z doi: [10.36290/neu.2017.080](https://doi.org/10.36290/neu.2017.080)
- DAVIDEK, P., ANDĚL, R., KOBESOVA, A. 2018. Influence of Dynamic Neuromuscular Stabilization approach on maximum kayak paddling force. *Journal of Human Kinetics*, [online]. **61**, 15-27. [cit. 2023-17-10]. Dostupné z doi: <https://doi.org/10.1515/hukin-2017-0127>

DELISHE-HOUDE, P., RER P., INSOGNA, JA., CHIARLITTI., N., ANDERSON, R. 2019. Seasonal changes in physiological responses and body composition during a competitive season in male and female elite collegiate ice hockey players. *Journal of Strength and Conditioning Research* [online]. **33**(8), 2162–2169. [cit. 2023-17–10]. Dostupné z doi: [10.1519/JSC.0000000000002338](https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002338)

DHVANI, N., ANNAMMA, V. 2014. Effect of core stability training on dynamic balance in healthy young adults – a randomized controlled trial. 2014. *Int J Physiother.* [online]. **1**(4), 187–194. ISSN: 2348-8336. [cit. 2023-24–10]. Dostupné z doi: [10.15621/ijphy/2014/v1i4/54563www.ijphy.org](https://doi.org/10.15621/ijphy/2014/v1i4/54563www.ijphy.org)

DNYANESH, P., SHIVANI, S., SUJATA, Y. 2014. The Effect of Core Strengthening on Performance of Young Competitive Swimmers. *International Journal of Science and Research*, [online]. **3**(6), 2470-2477. [cit. 2023-14–09]. Dostupné z: <https://www.researchgate.net/publication/269108164>

DOUMAS, M. MCKENNA, R., MURPHY, B. 2015. Postural Control Deficits in Autism Spectrum Disorder: The Role of Sensory Integration. *Journal of Autism and Developmental Disorders.* [online]. **46**(3), 853–866. [cit. 2023-07–09]. Dostupné z: doi: [10.1007/s10803-015-2621-4](https://doi.org/10.1007/s10803-015-2621-4)

FILIPA, A., BYRNES, R., PATERNO, M. V., MYER, G.D., HEWETT, T.E. 2010. Neuromuscular Training Improves Performance on the Star Excursion Balance Test in Young Female Athletes. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, [online]. **40**(9), 551–558. [cit. 2023-14–09]. Dostupné z doi: [10.2519/jospt.2010.3325](https://doi.org/10.2519/jospt.2010.3325)

HAMAR, D., ZEMKOVÁ, E. 2009. Assessment of balance: From theoretical background to practical applications. *Journal of Sports Science and Medicine*, [online]. **8**(11), 30-31. [cit. 2023-14-09]. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/245286080\\_Assessment\\_of\\_balance\\_in\\_sport\\_Science\\_and\\_reality](https://www.researchgate.net/publication/245286080_Assessment_of_balance_in_sport_Science_and_reality)

HAN, J., ANSON, J., WADDINGTON, G., ADAMS, R., LIU, Y. 2015. The Role of Ankle Proprioception for Balance Control in relation to Sports Performance and Injury. *BioMed research international*, [online]. [cit. 2023-14–09]. Dostupné z doi: <https://doi.org/10.1155/2015/842804>

- HAO, Z., YANG, Y., HUA, A., GAO, Y., WANG, J. 2021. Age-Related Changes in Standing Balance in Preschoolers Using Traditional and Nonlinear Methods. *Frontiers in Physiology*. [online]. **12**, 1–13. [cit. 2023-17–10]. Dostupné z doi: [10.3389/fphys.2021.625553](https://doi.org/10.3389/fphys.2021.625553)
- HEITKAMP, H.C., HORSTMANN, T., MAYER, F., WELLER, J., DICKHUTH, H.H. 2001. Gain in strength and muscular balance after balance training. *Int J Sports Med*. [online]. **22**(4), 285-290. [cit. 2023-24–10]. Dostupné z doi: [10.1055/s-2001-13819](https://doi.org/10.1055/s-2001-13819)
- HENRY, M., BAUDRY, S. 2019. Age-related changes in leg proprioception: implications for postural control. *Journal of neurophysiology*. [online]. **122**(2), 525–538. [cit. 2023-07–09]. Dostupné z doi: <https://doi.org/10.1152/jn.00067.2019>
- HORAK, F. 2006. Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls? *Age and Ageing*. [online]. **35**(2), 7–11. [cit. 2023-07–09]. Dostupné z doi: <https://doi.org/10.1093/ageing/afl077>
- HSU, Y.S., KUAN, CH.CH., YOUNG, Y.H. 2009. Assessing the development of balance function in children using stabilometry. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*. [online]. **73**(5), 737-740. [cit. 2023-13-11]. Dostupné z doi: [10.1016/j.ijporl.2009.01.016](https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2009.01.016)
- CHANG, R., TURCOTTE, R., PEARSALL, D. 2009. Hip adductor muscle function in forward skating. *Sports Biomechanics*, [online]. **8**(3), 212-222. [cit. 2023-13–11]. Dostupné z doi: [10.1080/14763140903229534](https://doi.org/10.1080/14763140903229534)
- KAARTINEN, S., VENOJÄRVI, M., LESCH, K.J., TIKKANEN, H., VARTIAINEN, P., STENROTH, L. 2021. Lower limb muscle activation patterns in ice-hockey skating and associations with skating speed. [online]. *Sports Biomechanics*. 1-16. [cit. 2023-13–11]. Dostupné z doi: [10.1080/14763141.2021.2014551](https://doi.org/10.1080/14763141.2021.2014551)
- KAHLE, N.L., GRIBBLE, P.A. 2009. Core Stability Training in Dynamic Balance Testing Among Young, Healthy Adults. *Athletic Training & Sports Health*. [online]. **1**(2), 65-73. [cit. 2023-24–10]. Dostupné z doi: [10.3928/19425864-20090301-03](https://doi.org/10.3928/19425864-20090301-03)

KHAN S, CHANG R. 2013. Anatomy of the vestibular system: a review. *NeuroRehabilitation*. [online]. **32**(3), 437-443. [cit. 2023-07-09]. Dostupné z doi: [10.3233/NRE-130866](https://doi.org/10.3233/NRE-130866)

KIBLER, W.B., PRESS, J., SCIASCIA, A. 2006 The Role of Core Stability in Athletic Function. *Sports Med*, [online]. **36**, 189–198.[cit. 2023-14-09]. Dostupné z doi: <https://doi.org/10.2165/00007256-200636030-00001>

KIMITAKE, S., MONIQUE, M. 2009. Does Core Strength Training Influence Running Kinetics, Lower-Extremity Stability, and 5000-m Performance in Runners?. *Journal of Strength and Conditioning Research*, [online]. **23**(1), 133-140. [cit. 2023-14-09]. Dostupné z doi: [10.1519/JSC.0b013e31818eb0c5](https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31818eb0c5)

KOBESOVA, A., ANDĚL, R., ČÍŽKOVA, K., KOLÁŘ, P., KRÍŽ, J. 2018. Can exercise targeting mid-thoracic spine segmental movement reduce back pain and improve sensory perception in cross-country skiers? *Clinical Journal of Sport Medicine: Official Journal of the Canadian Academy of Sport Medicine*, **31**(2), e86-e94. Dostupné z doi: <https://doi.org/10.1097/JSM.0000000000000699>

KOLÁŘ, P. 2012. Vyšetření posturálních funkcí. In: KOLÁŘ, P. et al. *Základy klinické rehabilitace*. Praha: Galén, 2012. ISBN 978-80-7262-657-1.

KREBS, D., ALAN, M., JETTE, S.1998. Moderate exercise improves gait stability in disabled elders. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, [online]. **79**(12), 1489-1495. ISSN 0003-9993. [cit. 2023-24-10]. Dostupné z doi: [https://doi.org/10.1016/S0003-9993\(98\)90408-7](https://doi.org/10.1016/S0003-9993(98)90408-7).

KRZYKAŁA, M., LESZCZYŃSKI, P. 2015. Asymmetry in body composition in female hockey players. *HOMO – Journal of Comparative Human Biology*. [online]. **66**(4), 379–386. [cit. 2023-17-10]. Dostupné z doi: [10.1016/j.jchb.2015.02.008](https://doi.org/10.1016/j.jchb.2015.02.008)

MALANGA, G.A., AYDIN, S.M., HOLDER, E.K., PETRIN, Z. 2017. Functional Therapeutic and Core Strengthening. In: Seidenberg MD, FAAFP, FACSM, RMSK, P., Bowen MD, FAAPMR, CAQSM, RMSK, CSCS, J., King MD, D. (eds) *The Hip and Pelvis in Sports Medicine and Primary Care*. (2.) Cham: Springer. ISBN 978-3-319-42786-7.

MARMELEIRA, J.F., PEREIRA, C., CRUZ-FERREIRA, A., FRETES, V., PISCO, R., FERNANDES, O.M. 2009. Creative dance can enhance proprioception in older adults. *J Sports Med Phys Fitness*. [online]. **49**(4), 480-485. [cit. 2023-07-09]. Dostupné z:

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20087310/>

MCKEON, P.O., INGERSOLL, CH.D., KERRIGAN, D., CASEY, S., ETHAN, B., BRADFORD, C., HERTEL, J. 2008. Balance Training Improves Function and Postural Control in Those with Chronic Ankle Instability. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, [online]. **40**(10), 1810-1819. [cit. 2023-14-09]. Dostupné z doi:

[10.1249/MSS.0b013e31817e0f92](https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31817e0f92)

MUSILOVÁ, M., JANURA, M. 2020. Využití kognitivních duálních úloh při hodnocení úrovně posturální stability. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. [online]. **1**, 30-37. [cit. 2023-07-09]. Dostupné z: [https://www.prolekare.cz/casopisy/rehabilitace-fyzikalni-](https://www.prolekare.cz/casopisy/rehabilitace-fyzikalni-lekarstvi/2020-1-26/vyuziti-kognitivnich-dualnich-uloh-pri-hodnoceni-urovne-posturalni-kontroly-122636)

[lekarstvi/2020-1-26/vyuziti-kognitivnich-dualnich-uloh-pri-hodnoceni-urovne-posturalni-kontroly-122636](https://www.prolekare.cz/casopisy/rehabilitace-fyzikalni-lekarstvi/2020-1-26/vyuziti-kognitivnich-dualnich-uloh-pri-hodnoceni-urovne-posturalni-kontroly-122636)

MYERS, N.L., KIBLER, W.B. 2018. Core Stability in Tennis Players. In: Di Giacomo, G. Ellenbecker, T. Kibler W. (eds) *Tennis Medicine*. (1.) Cham: Springer. ISBN 978-3-319-71497-4.

MYERS, N.L., KIBLER, W.B. 2018. Core Stability in Tennis Players. *Tennis Medicine*. [online]. 531-546. [cit. 2023-14-09]. ISSN 978-3-319-71498-1. Dostupné z doi:

[10.1007/978-3-319-71498-1\\_32](https://doi.org/10.1007/978-3-319-71498-1_32)

OHLENDORF, D., KERTH, K., OSIANDER, W., HOLZGREVE, F., FRAEULIN, L., ACKERMANN, H., GRONEBERG, D. A. 2020. Standard reference values of weight and maximum pressure distribution in healthy adults aged 18-65 years in Germany. *Journal of physiological anthropology*. [online]. **39**(1),1 – 11. [cit. 2023-17-10]. Dostupné z doi:

[10.1186/s40101-020-00246-6](https://doi.org/10.1186/s40101-020-00246-6)

ONOFREI, R.R., AMARICAI, E. 2022. Postural Balance in Relation with Vision and Physical Activity in Healthy Young Adults. *Int J Environ Res Public Health*. [online]. **19**(9). [cit. 2023-13-11]. Dostupné z doi: [10.3390/ijerph19095021](https://doi.org/10.3390/ijerph19095021)

- PANSE, R., YEOLE, U., PAWAR, P., GAWALI, B. 2020. Effect of Dynamic Neuromuscular Stabilisation therapy vs parachute resistance training on performance level in race walkers: Comparative study. *International Journal of Physiotherapy*, **7**(3), 114-118. Dostupné z doi: [10.15621/ijphy/2020/v7i3/701](https://doi.org/10.15621/ijphy/2020/v7i3/701)
- PASTUCHA, D., FILIPČÍKOVÁ, R., et al. 2013. Porucha posturální stability u dětí s obezitou. *Interní medicína pro praxi*. [online]. **15**(6-7), 229-232. [cit. 2023-07-09]. Dostupné z: <https://solen.cz/pdfs/int/2013/06/09.pdf>
- POLIKANOVA, I., YAKUSHINA, A., LEONOV, S., KRUCHININA, A., CHERTOPOLOKHOV, V., LIUTSKO, L. 2022. What Differences Exist in Professional Ice Hockey Performance Using Virtual Reality (VR) Technology between Professional Hockey Players and Freestyle Wrestlers? (a Pilot Study). *Sports*. [online]. **10**(8), 1-16. [cit. 2023-14-09]. Dostupné z doi: [10.3390/sports10080116](https://doi.org/10.3390/sports10080116)
- QUIJOUX, F., NICOLAÏ, A., CHAIRI, I., et al. 2021. A review of center of pressure (COP) variables to quantify standing balance in elderly people: Algorithms and open-access code. *Physiological Reports*. [online]. **9**(22), [cit. 2023-17-10]. Dostupné z doi: [10.14814/phy2.15067](https://doi.org/10.14814/phy2.15067)
- RESTA, T., FRENETTE, S., RIZK, A., FORTIN, M. 2022. Body Composition Asymmetries in University Ice Hockey Players and Their Implications for Lower Back Pain and Leg Injury. *Journal of Strength and Conditioning Research*. [online]. **36**(10), 2830-2836, [cit. 2023-17-10]. Dostupné z doi: [10.1519/JSC.0000000000004328](https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000004328)
- RINALDI, N.M., POLASTRI, P.F., BARELA, J.A. 2009. Age-related changes in postural control sensory reweighting. *Neuroscience Letters*, [online]. **467**(3), 225-229. [cit. 2023-07-09]. ISSN 0304-3940. Dostupné z: doi: [10.1016/j.neulet.2009.10.042](https://doi.org/10.1016/j.neulet.2009.10.042).
- RINALDI, N.M., POLASTRI, P.F., BARELA, J.A. 2009. Age-related changes in postural control sensory reweighting. *Neuroscience Letters*. [online]. **467**(3), 225-229. [cit. 2023-07-09]. Dostupné z doi: [10.1016/j.neulet.2009.10.042](https://doi.org/10.1016/j.neulet.2009.10.042)
- RIVAL, CH., CEYTE, H., OLIVIER, I. 2005. Developmental changes of static standing balance in children. *Neuroscience Letters*. [online]. **376**(2), 133-136. ISSN 0304-3940. [cit. 2023-24-10]. Dostupné z doi: [10.1016/j.neulet.2004.11.042](https://doi.org/10.1016/j.neulet.2004.11.042).



- ROBBINS, S.M., RENAUD, P.J., PEARSALL, D.J. 2018. Principal component analysis identifies differences in ice hockey skating stride between high – and low-calibre players. *Sports Biomechanics*. [online]. 1–19. [cit. 2023-13–11]. Dostupné z doi: [10.1080/14763141.2018.1524510](https://doi.org/10.1080/14763141.2018.1524510)
- ROMERO-FRANCO, N., MARTÍNEZ-LÓPEZ, E., LOMAS-VEGA, R., HITA-CONTRERAS, F., MARTÍNEZ-AMAT, A. 2012. Effects of Proprioceptive Training Program on Core Stability and Center of Gravity Control in Sprinters. *Journal of Strength and Conditioning Research*, [online]. **26**(8), 2071-2077. [cit. 2023-14–09]. Dostupné z doi: [10.1519/JSC.0b013e31823b06e6](https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31823b06e6)
- ROSKER, Z.M., KRISTJANSSON, E., VODICAR, M., ROSKER, J. 2021. Postural balance and oculomotor control are influenced by neck kinaesthetic functions in elite ice hockey players. *Gait and Posture* [online]. **85**, 145-150, [cit. 2023-3-1]. Dostupné z doi: <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2021.01.024>
- ROSKER, Z.M., KRISTJANSSON, E., VODICAR, M., ROSKER, J. 2021. Postural balance and oculomotor control are influenced by neck kinaesthetic functions in elite ice hockey players. *Gait & Posture*. [online]. **85**, 145-150. [cit. 2023-14–09]. ISSN 0966-6362. Dostupné z doi: <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2021.01.024>.
- SÁ, C., DOS, S.C., BOFFINO, C.C., RAMOS, R.T., TANAKA, C. 2018. Development of postural control and maturation of sensory systems in children of different ages a cross-sectional study. *Brazilian Journal of Physical Therapy*. [online]. **22**(1), 70–76. [cit. 2023-07–09]. Dostupné z doi: [10.1016/j.bjpt.2017.10.006](https://doi.org/10.1016/j.bjpt.2017.10.006)
- SHAH, D.N., VARGHESE, A. 2014. Effect of Core Stability Training on Dynamic Balance in Healthy Young Adults – A Randomized Controlled Trial. *International Journal of Physiotherapy*. [online]. **1**(4), 187-194. [cit. 2023-13–11]. Dostupné z doi: [10.15621/ijphy/2014/v1i4/54563](https://doi.org/10.15621/ijphy/2014/v1i4/54563)
- SCHLEGEL, P., KREMPA, O. 2023. Dynamická neuromuskulární stabilizace pro sportovce a tělesnou výchovu: a scoping review. *Tělesná kultura*. [online]. **46**, 1-14. [cit. 2023-13-11]. Dostupné z doi: [10.5507/tk.2023.003](https://doi.org/10.5507/tk.2023.003)

- SCHMID, M., CONFORTO, S., LOPEZ, L. et al. 2005. The development of postural strategies in children: a factorial design study. *NeuroEngineering Rehabil.* [online]. **2**(29), 1–11. [cit. 2023-24–10]. Dostupné z doi: [10.1186/1743-0003-2-29](https://doi.org/10.1186/1743-0003-2-29)
- STEINBERG, N., ELIAKIM, A., PANTANOWITZ, M. 2013. The effect of a weight management program on postural balance in obese children. *Eur J Pediatr.* [online]. **172**, 1619–1626. [cit. 2023-07–09]. ISSN 2372613X. Dostupné z doi: [10.1007/s00431-013-2090-8](https://doi.org/10.1007/s00431-013-2090-8)
- STULL, J.D., PHILIPPON, M.J., LAPRADE, R.F. 2011. At-Risk Positioning and Hip Biomechanics of the Peewee Ice Hockey Sprint Start. *The American Journal of Sports Medicine*, [online]. **39**(1), 29-35. [cit. 2023-13–11]. Dostupné z doi: [10.1177/0363546511414012](https://doi.org/10.1177/0363546511414012)
- TANGUY, S., QUARCK, G., ETARD, O., GAUTHIER, A., DENISE, P. 2008. Vestibulo-ocular reflex and motion sickness in figure skaters. *European Journal of Applied Physiology.* [online]. **104**(6), 1031–1037. [cit. 2023-07–09]. Dostupné z doi: [10.1007/s00421-008-0859-7](https://doi.org/10.1007/s00421-008-0859-7).
- VĀŘEKA, I. 2002. Posturální stabilita. Část 2. *Rehabilitace a fyzikální lékařství.* [online]. **9**(4), 122-129. [cit. 2023-07–09]. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/280087508\\_Posturalni\\_stabilita\\_Cast\\_2](https://www.researchgate.net/publication/280087508_Posturalni_stabilita_Cast_2)
- VĀŘEKA, I. 2002. Posturální stabilita: Část 1. *Rehabilitace a fyzikální lékařství.* [online]. **9**(4), 115-121. [cit. 2023-07–09]. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/280087667\\_Posturalni\\_stabilita\\_Cast\\_1](https://www.researchgate.net/publication/280087667_Posturalni_stabilita_Cast_1)
- VERBECQUE, E., VEREECK, L., HALLEMANS, A. 2016. Postural sway in children: A literature review. *Gait & Posture.* [online]. **49**, 402-410. ISSN 0966-6362. [cit. 2023-24–10]. Dostupné z doi: [10.1016/j.gaitpost.2016.08.003](https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2016.08.003)
- VERBECQUE, E., VEREECK, L., HALLEMANS, A. 2016. Postural sway in children: A literature review. *Gait and Posture.* [online]. **49**, 402-410, [cit. 2023-07-09]. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27505144/>



WALSH, M., SLATTERY, E., MCMATH, A., COX, R., HAWORTH, J. 2018. Training history constrains postural sway dynamics: A study of balance in collegiate ice hockey players. *Gait & Posture*. [online]. **66**, 278-282. [cit. 2023-14-09]. ISSN 0966-6362. Dostupné z doi: <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2018.09.009>.

YU-CHENG, L., HUEY-SHYAN, L., HUI-FEN, P., WEI-NING, CH., CHIEN-JEN, H., JENN-HUEI, R. 2014. Impact of foot progression angle on the distribution of plantar pressure in normal children. *Clinical Biomechanics*. [online]. **29**(2), 196-200. ISSN 0268-0033. [cit. 2023-24-10]. Dostupné z doi: <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2013.11.012>.

ZEMKOVÁ, E. 2022. Physiological Mechanisms of Exercise and Its Effects on Postural Sway: Does Sport Make a Difference? *Frontiers in physiology*. [online]. **13**, 1-11. [cit. 2023-14-09]. Dostupné z doi: <https://doi.org/10.3389/fphys.2022.792875>

ZEMKOVÁ, E., KOVÁČIKOVÁ, Z. 2023. Sport-specific training induced adaptations in postural control and their relationship with athletic performance. *Frontiers in Human Neuroscience* [online]. **16**, 1-14. [cit. 2023-14-09]. Dostupné z doi: <https://doi.org/10.3389/fnhum.2022.1007804>

ZEMKOVÁ, E., ZAPLETALOVÁ, L. 2022. The Role of Neuromuscular Control of Postural and Core Stability in Functional Movement and Athlete Performance. *Frontiers in Physiology*. [online]. **13**, 1-28. [cit. 2023-14-09]. Dostupné z doi: [10.3389/fphys.2022.796097](https://doi.org/10.3389/fphys.2022.796097)

ZHU, W., LI, Y., WANG, B., ZHAO, CH., WU, T., LIU, T., SUN, F. 2021. Objectively Measured Physical Activity Is Associated with Static Balance in Young Adults. *Int J Environ Res Public Health*. [online]. **18**(20). [cit. 2023-13-11]. Dostupné z doi: [10.3390/ijerph182010787](https://doi.org/10.3390/ijerph182010787)

ZOUITA, B.M., MAJDOUB, A., FERCHICHI O. H., GRAND K., DZIRI, C., BEN SALAH, F. Z. 2013. The effect of 8weeks proprioceptive exercise program in postural sway and isokinetic strength of ankle sprains of Tunisian athletes. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, [online]. **56**(9), 634-643. [cit. 2023-14-09]. Dostupné z doi: [10.1016/j.rehab.2013.08.003](https://doi.org/10.1016/j.rehab.2013.08.003)

## Seznam obrázků

<b>Obrázek 1</b> Stability of Different Athletic Footwear.....	17
<b>Obrázek 2</b> Cat – camel .....	28
<b>Obrázek 3</b> Bird – dog exercise .....	29
<b>Obrázek 4</b> Side bridge for lateral core assessment .....	29
<b>Obrázek 5</b> Squat in 1 leg using balance challenge with lateral reach .....	30
<b>Obrázek 6</b> Abdominal crunch with eccentric overload .....	34
<b>Obrázek 7</b> Challenges to maximize hip and core strength .....	34
<b>Obrázek 8</b> Star excursion balance test .....	35
<b>Obrázek 9</b> Průměrná hodnota parametru <i>ujetá dráha COP</i> před a po intervenci .....	46
<b>Obrázek 10</b> Průměrná hodnota parametru <i>anterio-posteriorní vybočení</i> před a po intervenci .....	48
<b>Obrázek 11</b> Průměrná hodnota parametru <i>medio-laterálního vybočení</i> před a po intervenci .....	49
<b>Obrázek 12</b> Průměrná hodnota parametru <i>COP</i> před a po intervenci .....	50
<b>Obrázek 13</b> Průměrné rozložení zatížení dolních končetin při stoji .....	51
<b>Obrázek 14</b> Relativní průměrný pokles sledovaných parametrů na pevné podložce před a po intervenci .....	53

## Seznam tabulek

<b>Tabulka 1</b> Vyhodnocení statistických hodnot v parametru ujetá dráha COP .....	46
<b>Tabulka 2</b> Vyhodnocení statistických hodnot v parametru antero-posteriorní vybočení .....	47
<b>Tabulka 3</b> Vyhodnocení statistických hodnot v parametru medio-laterální vybočení .....	49
<b>Tabulka 4</b> Vyhodnocení statistických hodnot v parametru COP .....	50
<b>Tabulka 5</b> Průměrné rozložení zatížení dolních končetin při stojí .....	51
<b>Tabulka 6</b> Počet hráčů s asymetrickým stojem dle Véleho .....	51

## **Přílohy**

Děkují moc za Vaši spolupráci spolu se mnou! Těším se na společné tři měsíce plně aktivního pohybu, kdy budeme poznávat naše tělo a budovat jeho odolnost.

V případě jakýchkoliv dotazů, organizačních komplikací mě neváhejte kontaktovat:

Telefon: +420 739 388 388

Email: [to084@seznam.cz](mailto:to084@seznam.cz)

Facebook/Messenger: Tereza Čapčíková

### Posturální stabilita

Hluboký stabilizační systém je soubor svalů v oblasti trupu a páteře – můžeme si ho představit jako válec, kdy jeho dno je tvořeno pánevními svaly a horní stěnu představuje bránice, což je hlavní nádechový sval. Tento soubor svalů udržuje náš trup, páteř, pánev ve **vzpřímené pozici**, jak v sedu, tak při jakékoliv sportovní aktivitě. Také ovlivňuje náš **stereotyp dýchání** a **vytváří nitrobřišní tlak**, díky kterému se hokejista při srážce s protáhračem nesvalí okamžitě na zem.

Stabilita trupu je tedy vytvářena vzájemnou spoluprací těchto svalů, kdy jejich optimální funkce je pro naše tělo neekonomičtější a stojí nás málo energie. Pokud je tento systém oslaben, dochází tak k přetěžování povrchových svalových skupin, což se pak může projevit bolestí zad či zkrácením ostatních svalů.

Cílem stabilizačních cvičení je podpora nervosvalové kontroly, rozvoj síly a odolnosti svalů pro dynamickou stabilitu páteře a trupu.

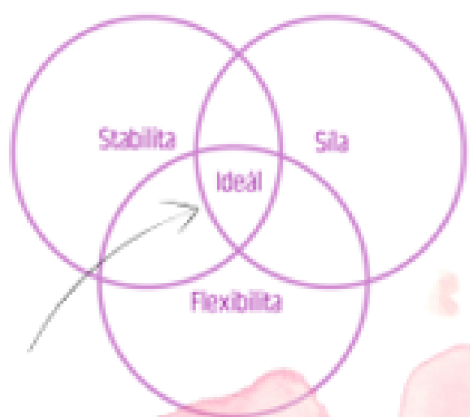


### Síla

Naše tělo a zejména mladý sportovec potřebuje pracovat na třech důležitých složkách pohybu, aby byl dostatečně zdatný, mohl zlepšovat své sportovní výkony a dále byl dostatečně odolný a předcházel tak různým zraněním. Tyto složky jsou **stabilita, síla a flexibilita**. Spojením těchto tří částí dostaneme optimální funkci těla. Dostatečnou sílu svalů se budeme snažit budovat a zvyšovat v každém rozsahu pohybu, který nám tělo umožňuje spolu s jeho vlastní vahou.

### Mobilita

Cvičení mobility kloubů nám pomůže k tomu, aby naše tělo mělo dostatečnou flexibilitu a zvládlo všechny funkční rozsahy v prostoru a zátěž zvenčí se současnou ochranou všech kloubů a vazů kolem nich.



*Příloha 2: Souhlasné stanovisko pracoviště, na kterém bude probíhat výzkumné šetření pro vědecky významné účely*



Fakulta  
zdravotnických věd

**SOUHLASNÉ STANOVISKO PRACOVIŠTĚ, NA KTERÉM BUDE PROBÍHAT VÝZKUMNÉ ŠETŘENÍ PRO VĚDECKO VÝZKUMNÉ ÚČELY.**

HC Brumov- Bylnice souhlasí s průběhem výzkumného šetření v rámci sběru dat v průběhu výzkumného šetření pro diplomovou práci:

Bc. Terezy Častulkové – Možnosti ovlivnění posturální stability u hráčů ledního hokeje.  
Pod vedením Mgr. Petry Gaul Aláčové, Ph.D.

Jednotlivé žádosti o vyjádření etické komise FZV UP v Olomouci, s popisem metodiky sběru dat, jsou přílohou.

V Olomouci, dne 6. 2. 2023

**Hokejový klub BBSS z.s.**  
703 01 Brumov-Bylnice, Družba 1223  
IČ: 409 94 581, www.hokejbrumov.cz  
- 8 -



Razítko a podpis odpovědné osoby,  
která souhlasné stanovisko vydává



Fakulta  
zdravotnických věd

Canisius

### **Informovaný souhlas**

Pro výzkumný projekt: výzkumná část diplomové práce na téma Možnosti ovlivnění posturální stability u hráčů ledního hokeje

Období realizace: 13. 2. 2023 – 13. 5. 2023

Řešitelé projektu: Bc. Tereza Častulíková

Vážení rodiče,

obracím se na Vás se žádostí o spolupráci na výzkumném šetření Vašich dětí, jehož cílem je zhodnocení pravidelných pohybových intervencí pod vedením fyzioterapeuta na vliv posturální stability u hráčů ledního hokeje Hokejového klubu Brumov – Bylnice narozených v letech 2013, 2014, 2015. Hodnocení posturální stability bude probíhat prostřednictvím terapeutické plošiny TYMO, na níž se bude testovat rozložení hmotnosti pro porovnání symetrie, test držení těla a rovnováha ve čtyřech fázích. Test držení těla je tvořen třemi částmi, které představují stoj na obou dolních končetinách s otevřenými očima a následně se zavřenými očima a stoj na jedné dolní končetině. Test rovnováhy se skládá ze čtyř statistických hodnot, z nichž každá trvá třicet sekund: 1. stoj na obou dolních končetinách s otevřenými očima, 2. stoj na obou dolních končetinách se zavřenými očima, 3. stoj na obou dolních končetinách na podložce TYMO umístěné na terapeutické plošině s otevřenými očima, 4. stoj na obou dolních končetinách na podložce TYMO umístěné na terapeutické plošině se zavřenými očima. Testování bude probíhat před zahájením pohybových intervencí a po ukončení pohybových intervencí. Testování bude trvat zhruba 10 minut. Pravidelné pohybové intervence budou probíhat jednou týdně po dobu třiceti minut v tělocvičně Hokejového klubu Brumov – Bylnice v rozsahu tří měsíců. Obsahem intervencí budou balanční cvičení,

cvičení pro zlepšení trupové stability, mobilita kloubů a kompenzační cvičení. Z účasti na výzkumu pro Vaše děti vyplývají tyto výhody či rizika. Vaše děti zjistí kvalitu posturální stability a aktivně budou pracovat na jejím zlepšení, dozví se spoustu informací o svém těle a naučí se s ním lépe pracovat a upravit případné svalové dysbalance, taktéž sníží riziko sportovních úrazů. Pokud s účastí na výzkumu Vašeho dítěte souhlasíte, připojte podpis, kterým vyslovujete souhlas s níže uvedeným prohlášením a s účastí Vašeho dítěte na výzkumném šetření.

### **Prohlášení zákonného zástupce účastníka výzkumu**

Prohlašuji, že souhlasím s účastí mého dítěte na výše uvedeném výzkumu. Řešitelka projektu mne informovala o podstatě výzkumu a seznámila mne s cíli a metodami a postupy, které budou při výzkumu používány, podobně jako s výhodami a riziky, které pro mé dítě z účasti na výzkumu vyplývají. Souhlasím s tím, že všechny získané údaje budou anonymně zpracovány, použity jen pro účely výzkumu a že výsledky výzkumu mohou být anonymně publikovány.

Měl/a jsem možnost vše si řádně, v klidu a v dostatečně poskytnutém čase zvážit, měl/a jsem možnost se řešitelky zeptat na vše, co jsem považovala za pro mne podstatné a potřebné vědět. Na tyto mé dotazy jsem dostal/a jasnou a srozumitelnou odpověď. Jsem informován/a, že mám možnost kdykoliv přerušit aktivní spolupráci mého dítěte na výzkumu a odstoupit, a to i bez udání důvodu.

Osobní údaje (sociodemografická data) účastníka výzkumu budou v rámci výzkumného projektu zpracována v souladu s nařízením Evropského parlamentu a Rady EU 2016/679 ze dne 27. dubna 2016 o ochraně fyzických osob v souvislosti se zpracováním osobních údajů a o volném pohybu těchto údajů a o zrušení směrnice 95/46/ES (dále jen „nařízení“).

Prohlašuji, že beru na vědomí informace obsažené v tomto informovaném souhlasu a souhlasím se zpracováním osobních a citlivých údajů účastníka výzkumu v rozsahu a způsobem a za účelem specifikovaným v tomto informovaném souhlasu.

Tento informovaný souhlas je vyhotoven ve dvou stejnopisech, každý s platností originálu, z nichž jeden obdrží zákonný zástupce a druhý řešitel projektu.



Jméno, příjmení a podpis zákonného zástupce:

\_\_\_\_\_

V \_\_\_\_\_ dne: \_\_\_\_\_

Jméno, příjmení a podpis řešitele projektu: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

*Příloha 4: Vyjádření etické komise*



Fakulta  
zdravotnických věd

Genius

UPOL - 81699/FZV-2023

Vážená paní  
Tereza Častulíková

2023-03-13

Vyjádření Etické komise FZV UP

Vážená paní Častulíková,

na základě Vaší Žádosti o stanovisko Etické komise FZV UP byla Vaše výzkumná část diplomové práce posouzena a po vyhodnocení všech zaslaných dokumentů Vám sdělujeme, že diplomové práci s názvem „**Možnosti ovlivnění posturální stability u hráčů ledního hokeje**“, jehož jste hlavní řešitelkou, bylo uděleno

**souhlasné stanovisko Etické komise FZV UP .**

S pozdravem,

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLMOUCI  
Fakulta zdravotnických věd  
Etická komise  
Hněvotínská 3, 775 15 Olomouc

Mgr. Renáta Váverková  
předsedkyně  
Etické komise FZV UP