UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE

2. LÉKAŘSKÁ FAKULTA

Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství

Bc. Václav Bechyňák

Vliv pohybové aktivity na posturální stabilitu dětí

Diplomová práce

***Praha** 2015*

Autor práce: Bc. Václav Bechyňák

Vedoucí práce: PhDr. Ondřej Čakrt, Ph.D

Oponent práce: As. Mgr. Petr Bitnar

Datum obhajoby: 2015

Bibliografický záznam

BECHYŇÁK, Václav. Vliv pohybové aktivity na posturální stabilitu dětí. Praha: Univerzita Karlova, 2. Lékařská fakulta, Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství, 2015. 59 s., Vedoucí diplomové práce Ondřej Čakrt.

Abstrakt

Cílem této práce je zjistit vliv pohybové aktivity na posturální stabilitu u dětí ve věku 12 – 15 let. Metodikou práce je měření posturální stability probandů v různě složitých posturálních pozicích ve stoji na stabilometrické desce. Testování se zúčastní tři skupiny (biatlonisté, veslaři a kontrolní skupina), každá v počtu 15 – 20 probandů. Očekáváme, že mladí biatlonisté budou mít díky specifickému tréninku lepší posturální stabilitu než veslaři i běžná populace stejného věku.

Klíčová slova

Posturální stabilita, statická rovnováha, biatlon, veslování, sport, děti, lateralita, dvouoporový stoj, jednooporový stoj

Bibliographic infomation

BECHYŇÁK, Václav. Influence of physical aktivity on postural balance of children. Prague: Charles University, second Faculty of Medicine, Department of rehabilitation and sport medicine, 2015, 59 p., Supervisor Ondřej Čakrt

Abstract

The aim of this study is to investigate influence of physical activity on postural balance of children (12 – 15 years old). Method is measurment of postural balance on stabilometric desc in differently challenging positions. Three groups are tested (biathletes, oarsmen and control group), each in count 15 – 20 probands. We expect, young biathletes will have better postural stability than oarsmen and control group thanks to specific training.

Keywords

Postural balance, static balance, biathlon, rowing, sport, children, laterality, bipedal stance, unipedal stance

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval samostatně pod vedením PhDr.Ondřeje Čakrta, Ph.D, uvedl všechny použité literární a odborné zdroje a dodržoval zásady vědecké etiky. Dále prohlašuji, že stejná práce nebyla použita pro k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze

Poděkování

Na tomto místě chci poděkovat PhDr. Ondřeji Čakrtovi, Ph.D, za vedení diplomové práce a cenné rady. Dále bych rád poděkoval vedení kliniky rehabilitace za poskytnutí prostor pro měření na Neurologické klinice, Jitce Karlíkové za pomoc při organizaci, tehdejšímu šéftrenérovi VK Smíchov Luboši Ondráčkovi za spolupráci, řediteli ZŠ Weberova Karlu Čermákovi za vstřícnost při jednání. Za statistické zpracování dat chci poděkovat Janu G. Kukačkovi. Nakonec chci poděkovat všem zúčastněným i jejich rodičům, bez nichž by tato práce nemohla vzniknout.

OBSAH

ÚVOD **10**

1 PŘEHLED POZNATKŮ **11**

1.1 DEFINICE POJMŮ 11
1.1.1 Stabilita 11
1.1.2 Stabilizace 12
1.1.3 Vyšetření stability 12
1.2 ŘÍZENÍ A VÝVOJ POSTURÁLNÍ STABILITY 13
1.2.1 Řízení 13
1.2.2 Vývoj v dětském věku 14
1.2.3 Dospělý věk 18

2 VLIV SPORTŮ NA POSTURÁLNÍ STABILITU **19**

2.1 BIATLON 19
2.1.1 Poznatky ke střelbě 20
2.1.2 Posturální stabilita 22
2.2 VESLOVÁNÍ 24
2.2.1 Posturální stabilita 24
2.3 VYBRANÉ SPORTY 25
2.4 TRÉNINKOVÉ MOŽNOSTI 26
2.5 VYBRANÉ PORUCHY 28
2.5.1 Centrální nervový systém 28
2.5.2 Poranění kloubů 28

3 CÍLE A HYPOTÉZY **29**

4 METODIKA **30**

4.1 SOUBOR VYŠETŘOVANÝCH OSOB 30
4.1.1 Anamnéza a vyšetření 30
4.2 STABILOMETRICKÉ VYŠETŘENÍ 31
4.3 STATISTICKÁ ANALÝZA 35

5 VÝSLEDKY **36**

5.1 MONOPEDÁLNÍ STOJ 36
5.2 DOMINANCE 38
5.3 BIPEDÁLNÍ STOJ 40

6 DISKUZE **41**

7 ZÁVĚR **46**

REFERENČNÍ SEZNAM **47**

SEZNAM PŘÍLOH **54**

Seznam zkratek

ADHD – attention deficit hyperactivity disorder

ANOVA – analysis of variance, analýza rozptylu

AP – anteroposteriorní

BEC – Bipedal eyes closed, Bipedální stoj se zavřenýma očima

BECHPF – Bipedal eyes closed head pitch foam, Bipedální stoj na pěnové podložce se zavřenýma očima a pohyby hlavou v sagitální rovině

BEO – Bipedal eyes open, Bipedální stoj s otevřenýma očima

BEOHPF – Bipedal eyes open head pitch foam, Bipedální stoj na pěnové podložce s otevřenýma očima a pohyby hlavou v sagitální rovině

CNS – centrální nervový systém

COM – center of mass

COP – center of pressue

DCD – developmental coordination disorder, vývojová koordianční porucha

DK – dolní končetina

DKK – dolní končetiny

DM – diabetes mellitus

HK – horní končetina

HKK – horní končetiny

L – lumbální

LDK – levá dolní končetina

MECL – Monopedal eyes closed on left, (Monopedální stoj se zavřenýma očima na levé dolní končetině)

MECR – Monopedal eyes closed on right, (Monopedální stoj se zavřenýma očima na pravé dolní končetině)

MEOL – Monopedal eyes open on left, (Monopedální stoj s otevřenýma očima na levé dolní končetině)

MEOLF – Monopedal eyes open on left on foam, (Monopedální stoj na pěnové podložce s otevřenýma očima na levé dolní končetině)

MEOR – Monopedal eyes open on right, (Monopedální stoj s otevřenýma očima na pravé dolní končetině)

MEORF – Monopedal eyes open on right on foam, (Monopedální stoj na pěnové podložce s otevřenýma očima na pravé dolní končetině)

ML – mediolaterální

MV – mean velocity (průměrná rychlost)

NS – nervový systém

PDK – pravá dolní končetina

p – probability (pravděpodobnost)

SD – standard deviation (standardní odchylka)

TEP – totální endoprotéza

Th – torakální

ÚVOD

Diplomovou práci na toto téma jsem vybral z důvodu své sportovní biatlonové kariéry, kde je stabilita důležitá jak při běhu na lyžích, tak i při střelbě ve stoje, a získání stability je jednou z důležitých schopností, které jsou potřebné pro úspěch v tomto sportu. Také v praxi se setkávám s dětmi, které jeví známky nestability a přicházejí s opakovanými úrazy při sportovních činnostech. Při vyšetření dětských a dospělých pacientů s koordinační poruchou je tedy právem zařazen mezi standardní testy po boku vyšetření senzoriky (tělesného schématu, čití, smyslů), v rámci praktických funkcí vyšetření rovnovážných funkcí. Praktická část této práce se zabývá testováním statické stability stoje u skupin mladých biatlonistů, veslařů a nesportujících dětí v různě posturálně náročných podmínkách, které se využívají v praxi, a některé, které se používají méně často.

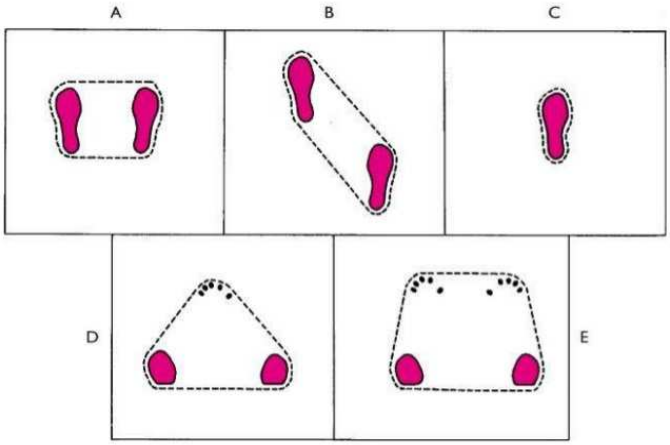
Je třeba zdůraznit, že měření stability na stabilometrické plošině má své limity, je pouze jednou modalitou týkající se posturálního zajištění, nehodnotí kvalitu zajištění segmentů těla a koordinaci při pohybu. Naopak je možné velmi přesně zjistit výchylky těžiště, které při aspekčním vyšetření nejsou patrné a tato metoda může být nápomocná při výběru talentů ve sportech, které vyžadují co nejlepší stabilitu.

1 PŘEHLED POZNATKŮ

1.1 Definice pojmů

1.1.1 Stabilita

Posturální stabilita je termín používaný v kontextu s pojmem posturální orientace a oba termíny jsou zastřešeny názvem posturální kontrola. Posturální orientace je schopnost získat správný vztah mezi tělesnými segmenty navzájem a mezi tělem a okolím pro splnění úkolu (Horak a Macpherson 1996). Posturální stabilita je definována jako „schopnost zajistit takové držení těla, aby nedošlo k nezamýšlenému pádu.“ Z názvu by mohlo být mylně vyvozeno, že jde o statický děj, ale jedná se o děj dynamický, o „kontinuální zaujímání stálé polohy“, protože pohybová soustava stále reaguje na svojí přirozenou labilitu, která je základem pro pohyb, a to v každé pozici (stoj, sed, klek ad.) i fázi pohybu. Pro toto zaujímání využívá vizuálních, somatosenzorických a vestibulárních vjemů, posturálních strategií a pohybových programů. Základními biomechanickými pojmy jsou opěrná báze a opěrná plocha. Opěrná plocha je část podložky, se kterou je tělo v kontaktu, opěrná báze zahrnuje všechen prostor mezi nejvzdálenějšími body opěrné plochy, takže je často větší než opěrná plocha (Obrázek č. 1). Pro získání stability je nezbytné, aby se těžiště promítalo právě do opěrné báze. Stabilita roste s velikostí plochy opěrné báze, hmotností a klesá s výškou těžiště nad opěrnou bází (Horak, 2006; Kolář, 1996, 2009, s. 39 – 40; Shumway-Cook, 2007, s. 189 – 195).



Obrázek č. 1 růžově vyznačena opěrná plocha, přerušovanou čárou opěrná báze, staženo z http://pixshark.com/base-of-support-biomechanics.htm

1.1.2 Stabilizace

Posturální stabilizaci chápeme jako řízení držení segmentů těla při zaujetí pozice a jejich pohybu proti působení zevních sil. Při stabilizaci dochází ke zpevnění segmentů, které je třeba pro vzpřímené držení těla ve všech polohách a pohybu těla jako celku, ale aktivuje se i při izolovaných pohybech končetin (Kolář, 2009, s. 39 - 40).

1.1.3 Vyšetření stability

O statickém vyšetření hovoříme v případě, že se vyšetřovaný ani tenzometrická plošina nepohybují. Statická stabilita je schopnost zůstat určenou dobu ve stejné pozici při minimální rychlosti a změně plochy COP. Cohen (2014) použila test, který rozšiřuje CTSIB. Jedná se o plynulé pohyby hlavou (head pitch) v sagitální rovině danou frekvencí při stoji na pěnové podložce s a bez zrakové kontroly. Test se zavřenýma očima (v naší studii označen jako BECHPF) je možné použít při screeningu poruch vestibulárního aparátu v případě, že není možnost využít posturografické vyšetření. Charakterem patří mezi statické vyšetření, protože jde o uchování nízké rychlosti a změny plochy COP a neočekáváme výchylku, neměříme rychlost a přesnost reakce na toto vychýlení jako v případě dynamického vyšetření (Cohen, 2014).

U dynamického vyšetření dochází ke změně situace, modifikace probíhá nejčastěji pohybem plošiny, na které vyšetřovaný stojí, a tento pohyb je translační v anteroposteriorním či mediolaterálním směru nebo sklopení plošiny podél vodorovné osy. Měří se doba balanční reakce vyšetřovaného a velikost výchylky.

Při dynamickém vyšetření jde o schopnost vykonat znovunabytí stabilní pozice co nejdříve a nejpřesněji nebo také získání rovnováhy na nestabilní plošině s co nejmenšími exkurzemi. Při těžších variantách stoje se měří také počet dotyků, kolikrát se vyšetřovaný dotkne země nebo objektu kolem něj (Hrysomallis, 2011).

1.2 Řízení a vývoj posturální stability

Na řízení rovnováhy se podílí multisenzorická aferentace, její integrace v CNS a reakce vybráním adekvátního pohybového programu. Organismus nejen reaguje na již vzniklou změnu, ale může pohybově anticipovat na základě posturální orientace. Možnosti zajištění rovnováhy se mění v závislosti na zrání CNS a na kvalitě tohoto zajištění se podílí motorické učení a zkušenosti (Kolář, 1996).

1.2.1 Řízení

Řízení rovnováhy je ovlivněno aferentací receptorů z celého těla. Z plosek nohou a z krční páteře získává tělo proprioceptivní informace o kontaktu s podložkou a poloze hlavy jako součást somatosenzorického systému, který přispívá k uvědomění si pozice celého těla vůči okolí. Důležité jsou informace z ostatních částí těla, což bylo dokázáno při vibrační stimulaci svalů na horní končetině, která zhoršila stabilitu stoje. Výraznou měrou se na udržování rovnováhy podílí exterocepce z celého těla, zvláště patrné to je při situacích se zavřenýma očima. Když se jedinec ztrácející rovnováhu dotkne prstem stabilního předmětu, svoji stabilitu opět získá, a to bez ohledu na to, jestli se při dotyku opírá velkou silou nebo je v lehkém kontaktu (Jeka and Lackner 1994). VanderHill (2014) poukázal na fakt, že dokonce ani dotyk není pro zlepšení stability touto cestou nutný. Ve své studii prokázal, že stačí představa uchopení stabilního předmětu ke zlepšení stability, která se signifikantně neliší od skutečného uchopení. Toto zlepšení je nejspíše na základě zvýšeného somatosenzorického vstupu. Tohoto poznatku je možné využít v praxi pro zlepšení stability (Jeka, 1994; Shumway-Cook, 2007, s. 197 – 199; VanderHill, 2014).

Informace o poloze hlavy a jejích změnách, statických i dynamických, jsou registrovány pomocí vestibulárního aparátu. Zrakový a sluchový systém jsou zodpovědné za orientaci těla vůči prostoru.

Centrální nervový systém tyto informace analyzuje a reaguje na změnu vnitřních i vnějších podmínek tak, aby zajistil posturální stabilitu. Dělá to tím způsobem, že vstupy senzoricky vyvažuje, když jeden systém není k dispozici, nebo dokonce klame, jeho váha je snížena s navýšením vlivu ostatních systémů. Na základě integrace těchto informací jsou potom vybrány pohybové programy, podle kterých dochází k výběru správnému výběru posturální strategie a změně svalového napětí (Kolář, 1996; Shumway-Cook, 2007, s. 196 - 200; VanderHill, 2014).

1.2.2 Vývoj v dětském věku

Vývoj posturální kontroly je nezbytný aspekt pro vývoj účelného pohybu, jako je lokomoce a manipulace, a to i v každé fázi jeho průběhu. Při vývoji dochází ke zrání struktur CNS a jejich spojů, díky tomu se využívají nové senzorické a motorické strategie pro udržení stability, které postupně integruje a vylepšuje svůj pohybový projev.

Děti mají jiné biomechanické poměry proti dospělým, poměrově větší a těžší hlavu proti zbytku těla a do sedmi let střed těžiště v úrovni Th12, zatímco dospělí v L5 – S1, což můžeme považovat za destabilizující jev. V základu mají děti posturální stabilitu jako dospělí v období mezi 7 a 10 rokem života. Je to období vylepšení somatosenzorického zpracování na úroveň dospělého po dozrání mozečkových funkcí. K úplnému dozrání statické a dynamické rovnováhy ve srovnání s dospělým člověkem dochází v 14 – 15 letech (Shumway-Cook, 2007, s. 202 - 209).

1.2.2.1 Zrání mozečku

Mozeček je struktura, která se vyvíjí dlouho po narození, až v šesti letech dozrává. Protože mozeček významnou měrou ovlivňuje rovnováhu, napětí a koordinované pohyby, je třeba s tím při vyšetření dětského pacienta počítat a přizpůsobit hodnocení věku, nicméně se nedá spoléhat jen na vývoj a spontánní úpravu (Kolář, 2009; Pfeiffer, 2007).

Od doby uzrání mozečku a vzniku potřebných synapsí je CNS zralé dostatečně na to, aby udrželo rovnováhu jako u dospělých, ale v tomto období dochází k morfologickým změnám, které motorický vývoj zpomalují (Shumway-Cook, 2007, s. 202 - 209).

V období adolescence již nedochází k tak výrazným změnám tělesné konstituce a motorika se normalizuje a je možné ji v mnoha ohledech srovnat s motorikou dospělých (Shumway-Cook, 2007, s. 202 - 209).

1.2.2.2 Motorické schopnosti

Se zráním CNS dochází k výrazným změnám v prvním roce života, na konci 1. roku je dítě schopné tzv. sociální chůze, to znamená chůze mezi rodiči bez schopnosti změny směru, ve 14 – 16 měsících je již dítě schopné samostatné chůze, kdy umí libovolně změnit rychlost a směr, zastavit a otočit se (Kučera, 2011, s. 11 - 20).

Na přelomu 2. a 3. roku zvládá chůzi do schodů, chůzi po špičkách a stoj na jedné noze po dobu 3 sekund – zatím jen na jedné straně. V tomto věku také ovládá letovou fázi běhu, což je kvalitativní ukazatel ukončení batolecího období. Vývoj posturální kontroly při úlohách pro úchop se vyvíjí tak, že děti se schopností stoje a chůze 13 – 16 měsíců mají dřívější aktivaci lýtka než svalů ruky. Mezi 4 – 6 roky předchází aktivita stabilizujících svalů aktivitu svalů HK v základu stejně jako u dospělých (Shumway-Cook, 2007, s. 202 - 209).

Mezi 3. a 4. rokem života ovládá stoj se zavřenýma očima (Romberg III.), což lze považovat za známku začátku preference somatosenzorického vstupu proti vizuálnímu, chodí ze schodů střídavou chůzí a stabilitu stoje zlepšuje natolik, že může kopnout do míče.

Mezi 4. a 5. rokem umí chodit po šikmé ploše, na rovině po čáře, na své dominantní dolní končetině pro oporu ve stoji se udrží 15 sekund a poskočí 5krát za sebou na jedné noze. V tomto věku je schopné se učit jezdit na snowboardu, sjezdových lyžích nebo kolečkových bruslích.

V období nástupu do základní školy, v 5. - 7. roku již ovládá jízdu na lyžích a bruslích, udrží rovnováhu na špičkách a na 1 noze se zavřenýma očima. Skáče s dostatečným podřepem, takže přeskočí dvaceticentimetrovou šňůru a může tedy skákat přes švihadlo. Je schopné běhat koordinovaně (Kučera, 2011, s. 11 - 20).

V mladším školním věku dochází ke zlepšení integrace senzorických vjemů a posturálních strategií, dítě je v tomto věku schopné běhat a skákat ve formě, jakou předvádí dospělý.

V období staršího školního věku dochází při nástupu puberty (kolem 12. roku) k částečné stagnaci, po které se schopnosti rozvíjejí na úroveň dopělých, v tomto věku jsou děti schopny kombinací více činností, jako je zapojení dolních a horních končetin pro šplhání, tanec, náskoky s úderem do míče nebo jízdy na běžkách. V tomto věku je důležité klást důraz na všeobecný rozvoj a při sportu se vyvarovat rané specializace a činnost vhodně kompenzovat (Kučera, 2011, s. 11 - 20).

1.2.2.3 Řízení stoje

Mladé děti mají vysokorychlostní balanční strategii klidného stoje, od 8 – 9 let mají přesnější kontrolu a kratší exkurze při korekcích než mladší děti. Při stoji s otevřenýma očima mají děti stejnou úroveň posturálních výchylek s dospělými ve věku 9 – 12 let, při zavřených očích ve 12 až 15. V tomto věku také dosahují stejné rychlosti výchylek těžiště (Shumway-Cook, 2007, s. 202 - 209).

Při reakci na pohyb povrchu mají děti do 7 let věku delší latenci na perturbaci a tím mají i větší amplitudu než dospělí, horší koordinaci a timing korekce změny COM a tendenci k „přestřelení“ nebo „podstřelení“. Tyto reakce se postupně vyvíjejí a v 7 – 10 letech dosahuje v základu stejné latence na změnu, variabilitu nebo časovou koordinaci svalů DKK jako dospělí. Malým dětem ve dvou letech trvá déle, než se z vychýlení vrátí do stabilní polohy, je to kvůli nestejnému zapojení svalových jednotek, dospělý použije všechny najednou a díky tomu se vrátí dříve (1,1s proti 2s). Také nábor je adekvátní, takže „nepřestřelí“ ani „nepodstřelí“ jako děti, což můžeme považovat za známku lepší senzomotoriky (Shumway-Cook, 2007, s. 202 - 209).

1.2.2.4 Posturální strategie a senzorická adaptace

Posturální strategie reagují na změny výchylky těžiště v anteroposteriorním, mediolaterálním, častěji multidirekcionálním směru. Strategie v anteroposteriorním směru jsou autory popisovány jako kotníková, kyčelní a úkroková**.**

Ve 12 měsících má dítě k dispozici kotníkovou strategii, která se uplatňuje u slabých perturbací a na pevném povrchu. Dochází ke synergické aktivaci svalů bérce, stehen a trupu s dominancí v oblasti bérce. Při rychlých, silných perturbacích a na nejistém povrchu se využívá kyčelní strategie, kterou může dítě díky zrání adaptačních mechanismů využít od 4 – 6 let. Při této strategii dochází k synergii v oblasti kyčlí a trupu a dozrává později, až ve věku 7 až 10 let aktivace břišních svalů dosahuje dostatečně vysoké úrovně, aby se dala označit za zralou (Shumway-Cook, 2007, s. 190 - 200).

Při ještě silnějších podnětech se využívá úkroková strategie, čili strategie nakročení dopředu nebo dozadu. Na nestabilitu vyvolanou ze strany reaguje mediolaterální strategie, u které dochází k aktivaci kefalokaudálním směrem, od hlavy přes kyčle až ke kotníkům. Proti anteroposteriorní strategii stabilita kotníků nehraje takovou roli, v případě, že vyšetřovaný stojí o bázi užší než 8 cm (např. ve stoji spojném), dochází k vlivu stabilizace kotníku, ale v případě širší opěrné báze již svojí důležitost ztrácí. Každopádně dominantní roli v tomto směru hraje aktivita v oblasti kyčle. Kombinací výše uvedených je vícesměrová strategie využívající svalové synergie, které jsou nejvíce adekvátní pro udržení stabilního stoje (Shumway-Cook, 2007, s. 190 - 200).

Schopnost adaptovat senzorické vjemy, pokud je jeden nebo více z nich omezen, nebo podává nepřesnou a matoucí informaci o pozici těla a použít ten, který zkreslen není, je zásadní při nepředvídatelných situacích. Stejně jako pomůže zraková fixace stabilního předmětu, může pomoci uvědomění si polohy těla v prostoru (Shumway-Cook, 2007, s. 202 - 209).

Ve věku do tří let se dítě orientuje v prostoru převážně zrakem, predominance vizuální kontroly začíná podstupovat somatosenzorické kontrole, ale integrační centra v CNS nejsou dostatečně zralá, aby byla srovnatelná s dospělými. K tomu dojde v období do sedmi let. Děti mezi 4 – 6 lety mají horší stabilitu i při klidném stoji – větší výchylky – při otevřených a zavřených očích. Pokud se podložka začne hýbat, mají tendenci k pádům, a pokud ještě zavřou oči, pád je téměř jistý. Nejsou totiž schopny adaptovat smysly, pokud jeden z nich podává mylnou informaci o poloze těla (Shumway-Cook, 2007, s. 202 - 209).

Děti do sedmi let nejsou schopny udržet rovnováhu, pokud mají zásadně omezen vizuální i somatosenzorický vstup a jsou odkázány hlavně na vestibulární. Děti mezi 7 a 9 lety této adaptace již schopny jsou. Dobrá senzorická adaptace znamená vyřazení (snížení váhy) systému, který podává nepřesné informace a upřednostnění systému, který podává informace přesné, stejně jako upravení pohybového programu v reakci na tuto změněnou aferentace (Kolář 1996; Shumway-Cook, 2007, s. 202 - 209).

Mladé děti se více soustředí na udržení stability a úkol, který je pro ně přichystán, vypočítají pomaleji a zároveň se jim zhorší stabilita. Děti od 7 do 13 let se již nemusí tolik soustředit na stabilitu a mají lepší výsledky u obou sledovaných hodnot při dual taskingu – úkol i stabilitu (Shumway-Cook, 2007, s. 202 - 209).

Jak dítě používá nové senzorické a motorické strategie, může se zdát, že se jeho pohybový projev zhoršuje, ale jde o zapojení nových strategií do repertoáru posturální kontroly, používání a zkušenosti s nimi pohybové chování zlepší. Dítě postupně tyto strategie modifikuje a má v repertoáru větší množství možností, jak se s náhlou situací vypořádat co nejefektivněji (Shumway-Cook, 2007, s. 202 - 209).

Ve třech letech dochází k přechodu z dominantně vizuálního zpracování vjemu na somatosenzorický. V sedmi letech je potom dítě schopno adaptovat se na nepřesné informace z jednoho z vjemů a udržet rovnováhu bez pádu, stejně tak při dual taskingu. U dětí ve věku mezi 10 a 13 lety dochází ke změnám v tělesné morfologii a zlepšení svalových odpovědí, takže mají nižší latence, zlepšený timing a amplitudu svalových odpovědí a sníženou variabilitu těchto svalových odpovědí. Tím je ve výsledku snížená rychlost vychýlení a redukce oscilací (Shumway-Cook, 2007, s. 202 - 209).

1.2.3 Dospělý věk

V dospělosti si člověk udržuje dlouho srovnatelné hodnoty, co se týče stability, až do 60. roku života se stabilita nemění. Postupnou degenerací systémů (zrakový, vestibulární, somatosenzorický, úbytek svalových vláken, zpomalení reakcí NS) a nemocemi (DM, TEP velkých kloubů DKK) dochází postupně ke zhoršení stability statické i reakcím na změněné podmínky s vyšším rizikem pádů. Podstatný je deficit stability při nemožnosti zrakové kontroly, například při chůzi v neosvětlených oblastech na nerovném terénu nebo přesunu z postele na WC v nočních hodinách (Riva, 2013; Wingert, 2014).

2 VLIV SPORTŮ NA POSTURÁLNÍ STABILITU

2.1 Biatlon

Biatlon je zimní sport kombinující běh na lyžích a střelbu z malorážní (pro žactvo vzduchové) pušky. Úkolem závodníka je mít v cíli co nejnižší výsledný čas, musí tedy běžet co nejrychleji a střílet přesně, aby se vyhnul trestným kolům nebo časovým přirážkám.

Dorost a dospělí jedou při závodě trať od 10 do 20 kilometrů rozdělených do několika okruhů, po absolvování okruhu střílejí z malorážní pušky na mechanické sklápěcí terče kruhového tvaru vzdálené 50 metrů a velikost terčového otvoru má průměr 45 mm ± 0,3 mm pro střelbu vleže a 115 mm ± 0,3 mm pro střelbu vestoje. (Obrázek č. 2). Biatlonisté mají na každé střelecké zastávce sestřelit 5 terčů, zastávky jsou 2 -4, podle typu závodu (Český svaz biatlonu, 2010).

Obrázek č. 2 Malorážková střelnice při nástřelu. Staženo z http://www.biathlontargets.com/en/products+and+services/target+equipment+and+range+equipment/wind+flags+shooting+mats+and+paper+targets/

V žákovských kategoriích jsou učiněny některé změny. Tratě jsou kratší a děti nevozí zbraň na zádech, ale mají ji uloženou na střelnici. Podle mezinárodních pravidel biatlonu je vynechána střelba vestoje, žáci střílí pouze vleže. Terče jsou od palebné čáry vzdálené 10 metrů a mají průměr 15 mm ± 0,3 mm (Obrázek č. 3). Soutěžit mohou děti od 12 let kalendářního věku. Žáci přestupují do dorostenecké kategorie v době, kdy dosáhnou 15 let kalendářního věku, což znamená zlom ve vybavení – místo vzduchové závodí s malorážní puškou.

Existuje letní varianta biatlonu, kdy místo jízdy na lyžích závodníci běhají, tratě jsou proti biatlonu zkrácené a závodit mohou děti od 10 let (Český svaz biatlonu, 2010).

Obrázek č. 3 Vzduchovkový sklopný terč, staženo z http://www.biathlon.ca/coaches/AirRifleTargetStands.shtml

2.1.1 Poznatky ke střelbě

Při střelbě na cíl jsou biatlonisté vystaveni dual taskingu, zajišťují stabilní stoj po zátěži při úkolu dokonalé souhry oko-ruka k trefení terče. Vizuální vjem je plně zaměřen na provedení úkolu, takže biatlonista udržuje stabilitu pomocí vjemů somatosenzorických a vestibulárních (Baca, 2012; Grebot, 2003; Larue, 1989).

Aby bylo možné při střelbě vestoje co nejpřesněji zamířit a závodník trefil terč, je potřeba dosáhnout co nejmenších výchylek trupu a zbraně, což je po tělesné zátěži dle Hoffmana (1992) ještě obtížnější. Stabilita je zajištěna integrací somatosenzorických, vizuálních a vestibulárních vstupů v CNS, který reaguje posturálními strategiemi převážně v anteroposteriorním směru. Výchylky v mediolaterálním směru nejsou výrazné a posturální strategie v tomto směru není tak potřebná, protože uložení chodidel je v takové vzdálenosti, že zaručuje větší stabilitu (Hawkins, 2011; Hoffman, 1992; Niinimaa, 1983; Sattlecker, 2014).

Můžeme předpokládat významný vliv trupové stabilizace při střelbě ve stoje, ale taková studie u biatlonistů ani střelců zatím nebyla provedena. Trupová stabilizace se správnou posturální funkcí bránice s napřímením páteře je důležitá před výstřelem v době míření pro zajištění stabilního stoje i v krátké době po výstřelu, kdy minimalizuje vliv zpětného rázu na vychýlení soustavy tělo-zbraň. Respirace přináší při střelbě řadu problémů, protože dechové exkurze vyvolávají pohyb trupu i zbraně a znesnadňují zamíření. Také je obtížné v průběhu dýchání zajistit stabilitu trupu. Jako výhodná z obou pohledů se jeví apnoická pauza, která, vzhledem k výrazné zátěži a nutnosti ventilace s brzkým nástupem pocitu dušení, musí být co nejkratší (Kolář, 2009 s. 51 - 56).

Biatlonisté mají od sportovních střelců odlišnou strategii střelby. Je to dáno povahou obou sportů. Zatímco u sportovní střelby záleží na kvalitě a každý zásah znamená určitý počet bodů, v biatlonu je třeba se trefit tak, aby se sklopil, bez ohledu, jak daleko od středu je, a zároveň v co nejkratším možném čase – celá položka i s vyměněním zásobníku nejrychlejším závodníkům trvá při závodě 20 sekund (Baca, 2012).

Strategie je dle Ery (1996) taková, že, stejně jako u střelců, dochází k omezení rychlosti a výchylek těla i zbraně, ale na rozdíl od nich se snaží zamířit terč co nejdříve a vystřelit ihned po tom, kdy se zastaví muška na terči. Průměrná doba mezi prvním zamířením a spuštěním je méně než 100ms. Aby mohli vystřelit takto rychle po ustálení na terči, používají různé techniky namáčknutí spouště, které se stále zdokonalují (Baca, 2012; Era, 1996).

Krátce před výstřelem pro snížení výchylek trupu i zbraně biatlonisté využívají expirační apnoickou pauzu (zadrží dech po dvou třetinách výdechu), která snižuje svalové napětí a tepovou frekvenci a umožňuje lepší zapojení bránice pro zajištění trupové stabilizace. Apnoická pauza má trvat 1,5 – 2,5 sekundy. Výhodné je střílet v jednotném rytmu, protože potom není potřeba se příliš soustředit na sjednocení dýchání se střelbou a lze využít mechanismy zautomatizované při tréninku. Taková střelba je ve výsledku rychlejší a přesnější (Laaksonen, 2011; Paugschová, 2000).

Mezi faktory, které úlohu při střelbě znesnadňují, patří povětrnostní podmínky, zvláště nepravidelný silný vítr, výše uvedená fyzická zátěž a únava a psychické faktory – vnitřní a vnější. Biatlonista si může snížit míru soustředění sám odpoutáním se od hlavní činnosti. Může být také vyrušen vnějšími vlivy, jako jsou zvuky produkované soupeři, médii nebo diváky (Baca, 2012).

Vliv na úspěch při střelbě mají vlastnosti posturální, koordinační, rozhodovací a schopnost koncentrace. Biatlonista střílí na každé zastávce na 5 terčů za různých klimatických podmínek, fyzické únavy po absolvování běžeckého okruhu s potřebou hlubokého a častého dýchání s vysokou tepovou frekvencí, a faktorů ovlivňující psychickou pohodu a koncentraci, jako je vlastní očekávání, vlivu soupeřů a diváků. Musí zaujmout stabilní stoj a relaxovat horní končetinu, aby mohla provést co nejlépe diferencovaný pohyb při práci na spoušti. Protože vyhrává ten, kdo dojede do cíle za nejkratší dobu, je při podobných běžeckých výkonech tlak na to, aby střelba proběhla co nejrychleji, a to znamená v jednotném rytmu (Baca, 2012).

2.1.2 Posturální stabilita

Z dříve provedených studií provedené Arkovem (2009) a Bacou (2012), je zjištěno, že biatlonisté mají díky svému specifickému tréninku, který obnáší nácvik střelecké pozice vestoje, cvičení rovnováhy v běžkařských pozicích s nebo bez zrakové kontroly, nebo cvičení na labilních plochách, a běhu na lyžích – klasických, nebo v letní přípravě kolečkových, lepší posturální stabilitu, ať už v porovnání s běžnou nesportující populací nebo sportovci bez takového tréninku. Proti veslařům a hráčům vodního póla při klidném stoji se zavřenýma očima prokázali signifikantně lepší stabilitu v parametrech průměrné rychlosti i ploše výchylek. V porovnání s judisty měli nižší hodnotu opěrné plochy (Arkov, 2009; Baca, 2012; Vonheim, 2012).

Při výzkumu testující posturální stabilitu stoje po zátěži v porovnání s kontrolní skupinou sestávající ze začátečníků, prokázali biatlonisté lepší stabilitu ve smyslu snížených výchylek při stoji s otevřenýma očima i ve střelecké pozici (Kiers, 2013; Niinimaa, 1983).

Ve studiích v podobných podmínkách, kdy je simulovaná střelba při závodní činnosti v poloze vestoje a dochází k únavě centrální i periferní na základě aktivity nad hranicí anaerobního prahu, hraje velkou roli svalová výdrž a síla dolních končetin, kterou musí úspěšní střelci prokázat (Bermejo, 2014; Hassanlouei, 2014; Hoffman, 1992).

Je zřejmé, že čím déle se dovednost cvičí, tím lépe ji daný člověk ovládá, a stejně tomu je i u rovnovážných funkcí. Takže zatímco v dorosteneckých kategoriích (věk 17 let) je při střelecké pozici vestoje bez předešlé zátěže stabilita vyšetřovaného i zbraně nižší, a s tím i nižší úspěšnost střelby, o tři roky starší sportovci, kteří absolvovali specializovanou přípravu a jsou vybráni do mezinárodních závodů evropského poháru, mají parametry shodné se závodníky světového poháru (Mononen, 2007; Niinimaa, 1983; Sattlecker, 2014).

Protože biatlonisté do 17 let nestřílí v pozici vestoje, ale pouze vleže, je pro ně zaujetí stabilní polohy vestoje důležité z hlediska kvality jízdy na běžkách. Zajímáme se tedy především o stabilitu při stoji na jedné dolní končetině. Stoj na jedné dolní končetině s otevřenýma očima může být dle Emeryho (2003) příliš jednoduchý, aby se projevily signifikantní změny, proto je vhodné použít variace jako je zavření očí nebo stoj na pěnové podložce (Emery, 2003).

Ještě nebyla provedena studie, která se snažila zjistit, jestli tyto rozdíly mezi biatlonisty, nesportujícími a sportujícími bez tréninku rovnováhy (např. veslaři), se dají nalézt už v mladém věku 12 – 15 let, pro některé teprve na samém začátku závodní kariéry (závodů se v zimě účastní děti od 12 let). Bohužel ani mladí běžečtí lyžaři nebyli porovnáváni s jinými skupinami, takže není možné čerpat ani z tohoto do jisté míry příbuzného sportu (Stöggl, 2015).

2.2 Veslování

Veslování je vodní sport prováděný na lodích. V české republice má tento sport hluboké kořeny sahající do konce předminulého století. Vzhledem k nynějším úspěchům našich reprezentantů i výše zmíněné tradici má veslování širokou členskou základnu a řadí se mezi středně velké sporty. Skif se od kánoe nebo kajaku je specifický mimo jiné v tom, že má pohyblivý sedák, čehož veslař využívá při záběru. Má totiž zafixovaná chodidla, ke kterým se v přenosové fázi přitáhne celým tělem, sedákem se přiblíží k chodidlům a horní končetiny předpaží. Při záběru se odrazí zároveň dolními a horními končetinami, sedákem odjíždí od chodidel. Vesla používaná v tomto sportu mohou být párová nebo nepárová a jsou připevněna k lodi. Specifikum tohoto sportu je také v tom, že závodníci plují zády ke směru jízdy.

Počet závodníků v lodi je různý podle disciplíny, od jednoho po osm závodníků s jedním kormidelníkem. Závodí se na tratích ve vzdálenostech od 500m do 4 km, klasická vzdálenost je 2 km. Děti do 15 let (žáci) mají tratě kratší, klasický závod měří 800m.

2.2.1 Posturální stabilita

Protože je ze začátku udržení se v relativně vratké lodi jisté omezení pro začínající závodníky a je tedy rozhodně potřeba dobrá stabilita sedu, skýtá se otázka, zdali je touto zlepšenou stabilitou vsedě ovlivněna i stabilita stoje, nebo jde o příliš specifickou schopnost.

Studie zkoumající posturální stabilitu stoje porovnávají veslaře s kontrolními skupinami i jinými sportovci. Například Arkov (2009) testoval v již výše uvedené studii veslaře s biatlonisty, judisty a hráči vodního póla při bipedálním stoji s otevřenýma a zavřenýma očima. Ukázalo se, že mají lepší posturální stabilitu než hráči vodního póla, konkrétně v rychlosti změny COP s i bez vizuální kontroly, ale horší stabilitu než biatlonisté a judisté, signifikantně proti biatlonistům ve změně plochy COP při situaci se zavřenýma očima. Při výzkumu, který dělal Vieira (2006), měřícím mladé veslaře proti věkově srovnané kontrolní skupině při klidném stoji po dobu 30 minut, nebyly zjištěny signifikantní výsledky ve stabilitě, signifikantně vyšší byl jen pocit diskomfortu kontrolní skupiny podle Borgovy škály (Arkov, 2009; Vieira, 2006).

2.3 Vybrané sporty

Ukázalo se, že dobrá posturální stabilita je podmínkou, nikoliv zárukou kvalitního výkonu a úspěchu v mnoha sportech. Nováčci mají stabilitu výrazně horší a jsou ve výkonu limitováni, dokud stabilitu nezlepší, ale sportovci praktikující sport na nízké úrovni a stejně dlouhou dobu jako jejich úspěšní soupeři, můžou mít stabilitu stejnou (Hrysomallis, 2011; Sattlecker, 2014).

Například ve sportech jako je judo, sjezdové lyžování, surfování a lukostřelba, nejsou rozdíly mezi vrcholovými a regionálními sportovci. U lukostřelců je dobrá stabilita základem, junioršti závodníci mají horší stabilitu než zkušení střelci, u kterých ale o výsledku rozhoduje precizní jemná motorika (Mason, 1986).

Rozdíly mezi vrcholovými sportovci a sportovci na nižší úrovni jsou ve sportovní střelbě, golfu a hokeji, u každého z nich má sportovec specifický benefit z lepší stability. Například hokejista s dobrou dynamickou rovnováhou má vyšší maximální rychlost. Stöggl (2015) naopak zjistil, že posturální stabilita nemá vliv na výkon v běžeckém lyžování (Ball, 2003; Behm 2005; Hrysomallis, 2011; Mononen, 2007; Stöggl, 2015).

Neurologická adaptace na upřednostnění informací ze somatosenzorického aparátu se snížením potřeby vizuální kontroly je ve sportech výhodná – fotbalista se může věnovat hře kolem sebe, i když běží s míčem, surfař plánování trasy (Chapman, 2008; Matsuda, 2010).

Mezi sporty, ve kterých je stabilita důležitá, patří gymnastika. Pro provedení koordinovaných pohybů často v posturálně náročných pozicích je třeba zaujmout stabilní polohu. Gymnasté mají lepší stabilitu při stoji na jedné dolní končetině a ještě výrazněji bez zrakové fixace (Vuillerme, 2001, 2004).

U vodních sportů vzhledem ke specifickým polohám a jinému působení gravitace díky nadlehčení vodního prostředí nebyly zjištěny změny v posturální stabilitě stoje proti kontrolní skupině. A to i přes to, že veslování a kanoistika vyžadují dobrou stabilizační funkci sedu pro udržení se v lodi (Itamar, 2013; Stambolieva, 2012).

Ve snowboardingu se kladou výrazné nároky na stabilitu v anteroposteriorním směru, zvláště v disciplínách obsahujících skoky, a adaptace na tuto zátěž se promítá do lepší stability stoje, ale elitní závodníci se mezi sebou ve stabilitě neliší v tom smyslu, že by určovala úspěch v soutěžích (Platzer, 2009).

Fotbalisté můžou při kopu do míče profitovat z dobré funkce opěrné dolní končetiny i trupové stabilizace, aby se trefili přesně, a právě při monopedálním stoji mají proti kontrolní skupině lepší parametry stability (Matsuda, 2010; Muehlbauer, 2014).

Basketbalisté mají stejnou stabilitu jako kontrolní skupina. Důvodem může být sekundární instabilita v důsledku poranění a nedostatečné rehabilitace hlezenních kloubů (Bressel, 2007).

2.4 Tréninkové možnosti

Rovnovážné schopnosti je možné trénovat. Svoji roli hraje motorické učení, které se uplatňuje dle Fujiwary (2011) již po prvním pokusu, zvláště po absolvování neznámého úkolu, jsou další pokusy úspěšnější, provedeny přesněji a lépe. Tato adaptace je ale krátkodobá a po krátké době mizí. Na základě adaptačních mechanismů, zlepšení somatosenzoriky i motorické koordinace dojde ke zlepšení rovnováhy již po měsíci tréninku (Fujiwara, 2011; Granacher, 2011; Hassanlouei).

Pro zlepšení dovednosti je třeba trénovat pravidelně a po delší dobu, v případě stability to jsou týdně dva půlhodinové tréninky po dobu čtyř týdnů. Způsob tréninku je možné vybrat podle osobních preferencí, indoorové cvičení je stejně efektivní jako jízda na inline bruslích, které může být pro děti zábavnější, a budou mít k této formě tréninku lepší adherenci (Granacher, 2010; Muehlbauer, 2013).

Byly provedeny studie, které zkoumají možnosti ovlivnění stability tréninkem u dětí různého věku. Podle zjištění Granachera (2011) u dětí v mladším školním věku po čtyřtýdenním tréninku s balančními prvky, došlo k měřitelným změnám, ale ještě ne signifikantním. Starší děti ve středoškolském věku se po čtyřtýdenním tréninku, který trval 20 minut a byl prováděn třikrát týdně, a obsahoval prvky cvičení na balančních plochách, zlepšili oproti kontrolní skupině ve stabilitě signifikantně. Z výše uvedeného vyplývá, že stabilita je schopnost, kterou lze u dětí ovlivnit od raného věku, a lze ji výrazně zlepšit v krátkém intervalu jediného měsíce (Granacher, 2010, 2011).

Dnešní sedavý životní styl, způsob zábavy a komunikace přispívá klinickému projevu poruch, jako je DCD, protože děti nemají s pohybem zkušenosti a nemohli vyzkoušet různé senzomotorické strategie a vybrat tu nejvíce účelnou. Psychosociální benefity hraní videoher, které uvádí Granic (2014), nemůžou vynahradit absenci spontánního pohybu. Jako výhodná možnost, jak některé z dětí zaktivovat, je dle Parka (2014) pomocí herních systémů snímajících pohyb, jako je například Nintendo Wii. Vývoj her v tomto odvětví by mohl být velkým přínosem (Granic, 2014; Park, 2014).

Mezi činnosti, které přispívají ke zlepšení koordinace pohybů, rovnováhy a dalším schopnostem, patří jízda na inline bruslích, která zlepšuje kardiorespirační funkce. Činnost, která je v posledních letech módní, je chůze po slackline, která je zároveň obtížná na stabilitu a bezpečná, protože případný pád je z malé výšky. Také jízda na waveboardu (Obrázek č. 4), která na západ od našich hranic získala v posledních letech velkou popularitu, si jako alternativa k jízdě na snowboardu v letních měsících, v konzervativní České republice postupně získává oblibu (Donath, 2013; Muehlbauer, 2013; van Dijke, 2011).

Cvičení je pro udržení efektu důležité, to platí pro děti i dospělé, ale aby u něj lidé zůstávali, musí je alespoň částečně bavit, to pro děti platí dvojnásob, proto je z hlediska adherence dobré podat cvičení na labilních plochách zábavnou formou a pro autoterapii zařazovat kombinace cvičení na labilních plochách s některým výše uvedeným způsobem (Muehlbauer, 2013).

Obrázek č. 4 Jízda na waveboardu, staženo z http://www.gralon.net/articles/sports-et-loisirs/sports-individuel/article-le-wave-board---un-skateboard-articule-pour-glisser-en-ville-5329.htm

2.5 Vybrané poruchy

2.5.1 Centrální nervový systém

Téma, které se týká dětí z pohledu stability, a nejen jí, je DCD. Dle Koláře (2011) je v ČR 5 – 6% dětí s touto poruchou a má motorické, psychologické i sociální důsledky. Děti s DCD můžou být podle Zhu (2014) rozděleny do dvou skupin, s problémy se stabilitou a bez nich. Fakt, že nejsou tak koordinačně zdatné a mají větší potíže se naučit nové dovednosti, častěji padají a nejsou ve sportu tak úspěšné, vede k preferenci sedavého způsobu života a tendenci k nadváze nebo obezitě, jak zjišťuje Zhu (Zhu 2011). Tím, že nemají tolik zkušeností s různými pohybovými dovednostmi, se jejich deficit prohlubuje. Jak Zhu prokázal dále (2014), děti s formou DCD kombinovanou s problémy se stabilitou mají tendenci k obezitě ještě větší. U samostatné nadváhy nebo obezity deficit stability zjištěn nebyl (Zhu, 2011, 2014).

2.5.2 Poranění kloubů

Nejčastěji poraněný kloub při sportovní i nesportovní činnosti je kloub hlezenní. Při jeho subluxaci dochází k poranění měkkých struktur, které způsobí akutní instabilitu hlezna (Doherty 2014). V akutním a subakutním stadiu je vhodné končetinu šetřit, ale postupně, zhruba po týdnu od úrazu, je indikováno pozvolna kloub zatěžovat v axiální ose, aby došlo ke správnému směru hojení vaziva. Pokud se končetina odlehčuje příliš dlouho, hrozí chronická instabilita kloubu, která se projeví nestabilitou celé dolní končetiny a potažmo stability jako celku. Cílená rehabilitace zahrnující cvičení v uzavřených kinematických řetězcích zlepšuje následky akutní nestability a dlouhodobá rehabilitace zlepšuje klinické projevy chronické instability kloubu (Doherty, 2014; Huurnink, 2014; McKeon, 2008; Webster, 2010).

3 CÍLE A HYPOTÉZY

CÍLE

Cílem této práce je zhodnotit vliv sportovní aktivity na posturální stabilitu stoje a ověřit, zda konkrétní sportovní činnost ovlivňuje parametry při posturografickém vyšetření mezi třemi skupinami dětí - biatlonisté, veslaři a běžná populace. Dílčím cílem je zhodnotit vliv stoje na dominantní a nedominantní končetině na posturální stabilitu stoje.

HYPOTÉZY:

H1: Je statisticky významný rozdíl v parametrech COP mezi jednotlivými skupinami dětí.

H2:Veslaři nemají významné rozdíly v parametrech COP oproti kontrolní skupině.

H3: Není rozdíl v parametrech COP při stoji na dominantní/nedominantní dolní končetině.

4 METODIKA

4.1 Soubor vyšetřovaných osob

Pro experiment bylo testováno 46 dětí ve věku 12 až 15 let, z toho 16 biatlonistů (10Ch, 6D), 15 veslařů (10Ch, 5D) a 15 zdravých, věkem odpovídajících jedinců bez organizované sportovní činnosti (10Ch, 5D). U testovaných byly vyloučeny nemoci a zdravotní komplikace, které ovlivňují posturální stabilitu. Tyto okolnosti byly vyloučeny anamnesticky a klinickým vyšetřením. Všichni účastníci a jejich rodiče byli předem informováni o povaze a požadavcích vyšetření a rodiče účastníků podepsali informované souhlasy (Příloha č. 1 a 2).

Skupinu biatlonistů tvořili děti z klubu SK Rover Praha. Zúčastnění biatlonisté absolvovali alespoň dvouletou souvislou přípravu (rozpětí 2 – 7 let), pravidelně se účastni na trénincích 2x týdně během celého školního roku a účastni se soustředění 2x za zimní sezónu.

Skupinu veslařů tvořili děti z klubu VK Smíchov. Veslaři absolvovali alespoň dva roky souvislé přípravy, pravidelně se účastni tréninků (3x týdně) a mají výkonnost opravňující start na mistrovství republiky.

Kontrolní skupinu tvořily děti z pražských základních škol. Děti netrpěly poruchami, které mohou snižovat stabilitu.

4.1.1 Anamnéza a vyšetření

Byly vyloučeny poruchy CNS, poruchy vestibulárního aparátu, mozečkové poruchy, ADHD, DCD, dále oční vady, torticollis, vrozené vady kloubů, deformity páteře a končetin, revmatická onemocnění, úrazy dolních končetin, páteře a hrudníku dříve než 6 měsíců do měření, současná rehabilitace pro poranění nebo poruchy končetin, páteře a hrudníku. Výše uvedené poruchy byly vyloučeny anamnesticky a klinickým vyšetřením. Bylo provedeno vyšetření aspekcí, Adamsův test, rotace a úklony trupu. Pro určení dominance dolní končetiny byly provedeny tyto testy: Kopnutí do míče na cíl, sebrání kuličky nohou a sledování tvaru nohou. Noha, která provedla úkol častěji (2 nebo 3 krát), byla určena jako dominantní. Testovaní byli informováni, že jde o vyšetření koordinace, aby vědomě neovlivnili výsledek testu. Byli instruováni, aby provedli úkol nohou, kterou se jim zdá přirozené, co nejpřesněji a bez vychýlení trupu (Schneiders, 2010).

4.2 Stabilometrické vyšetření

Před stabilometrickým vyšetřením samotným byla zjištěna výška a váha, provedeno klinické vyšetření a určení dominantní dolní končetiny dle Schneiderse (2010) (Schneiders 2010).

Vyšetření probíhalo v klidné, osvětlené místnosti posturografické laboratoře na Neurologické klinice 2. Lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Fakultní nemocnice Motol. Vyšetření posturální stability bylo provedeno na posturografické plošině SPS Synapsys (Marseille, Francie) s piezoelektrickými snímači. Systém na základě projekce vertikální síly do všech čtyř rohů plošiny vypočítává pozici COP v anteroposteriorním (AP) a mediolaterálním (ML) směru, a to rychlost v mm/s a celkovou plochu v mm^2. Pro snímání byla použita vzorkovací frekvence 40Hz.

Probandi na sobě měli volné oblečení a ponožky. Testovaní jedinci s potřebou optické korekce měli při měření optické brýle nebo kontaktní čočky.

Při vyšetření byly využity kombinace bipedálního a monopedálního stoje, otevřených a zavřených očí, situace s a bez pohybů hlavy, pevného a pěnového povrchu. Celkem byli účastníci vyšetřeni ve 12 variantách stoje – 6 bipedálních a 6 monopedálních. Každý test trval 52s.

Všechny testy byly provedeny během jedné návštěvy. U variant s bipedálním stojem byla výchozí pozice klidný stoj s chodidly umístěnými uprostřed silové plošiny a svírajícími úhel 30°, rukama volně podél těla, trup a hlava držena napřímeně. Při monopedálním stoji měl vyšetřovaný chodidlo opěrné DK uprostřed stabilometrické plošiny, prsty směřovaly vpřed a koleno měl lehce pokrčené, zvednutá DK v 90° flexi v kyčelním i kolenním kloubu, tedy shodně jako při Trendelenburgově testu.

Jedinec byl vyzván, aby stál co nejklidněji a při variantě se zrakovou kontrolou měl fixovat obrázek umístěný na stěně ve výšce očí a vzdálenosti dvou metrů. Pro kontrolu stability a prevenci pádu je kolem přístroje objímka, testovaní byli vyzváni, aby se této objímky dotýkali jen při riziku pádu. Začátek a konec každého testu byl oznámen. Každý kontakt nákročné DK s podložkou, objímkou, jinou částí měřícího zařízení nebo opěrné končetiny, byl zaznamenán. Stejně tak kontakt horní končetiny s objímkou byl zaznamenán.

Pro varianty s pohyby hlavy byl testovaný instruován s využitím goniometru o rozsahu pohybu, který má vykonat. Jako metronom pro signalizaci změny směru pohybu byl použit mobilní telefon Samsung Galaxy W (Soul, Jižní Korea) s aplikací „Metronome Beats“ (autor Stonekick) staženou ze Služeb Google Play (Mountain View, California, U.S.). Frekvence úderů byla 0,33Hz, tj. 20 úderů za minutu. Zvuková frekvence oscilovala mezi 100 a 1000Hz, takže se s údery střídal vysoký a nízký tón. Tomu odpovídali plynulé pohyby hlavy – při vysokém tónu (1000Hz) se nacházela hlava v extenzi (30° od výchozího postavení) – hlava směřující nahoru, při nízkém tónu (100Hz) byla ve flexi (30° od výchozího postavení), hlava směřovala dolů. Účastník byl instruován slovy: „pohybujte hlavou nahoru“ a „pohybujte hlavou dolů“. Vyšetřovaný měl možnost si toto vyzkoušet, aby úkol provedl ve správném rytmu i rozsahu. Byl sledován a zaznamenán počet pohybů hlavy, norma je 17 pohybů.

Vyšetřované posturální situace

Vyšetření bylo provedeno v níže uvedeném pořadí, při monopedálním stoji probandi stáli nejprve na pravé, a poté na levé dolní končetině.

1. Bipedální stoj s otevřenýma očima (BEO)
2. Bipedální stoj se zavřenýma očima (BEC)
3. Monopedální stoj s otevřenýma očima na pravé DK (MEOR)
4. Monopedální stoj s otevřenýma očima na levé DK (MEOL)
5. Monopedální stoj se zavřenýma očima na pravé DK (MECR)
6. Monopedální stoj se zavřenýma očima na levé DK (MECL)
7. Bipedální stoj na pěnové podložce s otevřenýma očima (BEOF)
8. Bipedální stoj na pěnové podložce se zavřenýma očima (BECF)
9. Bipedální stoj na pěnové podložce s otevřenýma očima a pohyby hlavou v sagitální rovině (BEOHPF)
10. Bipedální stoj na pěnové podložce se zavřenýma očima a pohyby hlavou v sagitální rovině (BECHPF)
11. Monopedální stoj na pěnové podložce s otevřenýma očima na pravé DK (MEORF)
12. Monopedální stoj na pěnové podložce s otevřenýma očima na levé DK (MEOLF)

Obrázek č. 5 – Vzor MECR

Popis posturálních situací

1. BEO – klidný stoj s chodidly umístěnými uprostřed silové plošiny a svírajícími úhel 30°. Vyšetřovaný opticky fixuje obrázek, který je dva metry vzdálený a umístěn ve výšce oči.

2. BEC – klidný stoj s chodidly umístěnými uprostřed silové plošiny a svírajícími úhel 30°. Oči jsou zavřené, hlava v prodloužení páteře.

3. MEOR – opěrná noha (pravá) je umístěna uprostřed silové plošiny, prsty směřují vpřed a je lehce pokrčená v koleni, zvednutá noha (levá) je v 90° flexi v kyčelním a kolenním kloubu, tedy jako při Trendelenburgově zkoušce. Ruce visí volně podél těla. Vyšetřovaný opticky fixuje obrázek, který je dva metry vzdálený a umístěn ve výšce očí.

4. MEOL – opěrná noha (levá) je umístěna uprostřed silové plošiny, prsty směřují vpřed a je lehce pokrčená v koleni, zvednutá noha (pravá) je v 90° flexi v kyčelním a kolenním kloubu, tedy jako při Trendelenburgově zkoušce. Ruce visí volně podél těla. Vyšetřovaný opticky fixuje obrázek, který je dva metry vzdálený a umístěn ve výšce očí.

5. MECR – opěrná noha (pravá) je umístěna uprostřed silové plošiny, prsty směřují vpřed a je lehce pokrčená v koleni, zvednutá noha (levá) je v 90° flexi v kyčelním a kolenním kloubu, tedy jako při Trendelenburgově zkoušce. Ruce visí volně podél těla. Oči jsou zavřené, hlava v prodloužení páteře.

6. MECL – opěrná noha (levá) je umístěna uprostřed silové plošiny, prsty směřují vpřed a je lehce pokrčená v koleni, zvednutá noha (pravá) je v 90° flexi v kyčelním a kolenním kloubu, tedy jako při Trendelenburgově zkoušce.
Ruce visí volně podél těla. Oči jsou zavřené, hlava v prodloužení páteře.

7. BEOF – klidný stoj s chodidly umístěnými uprostřed pěnové podložky položené na silové plošině a svírajícími úhel 30°. Ruce visí volně podél těla. Vyšetřovaný opticky fixuje obrázek, který je dva metry vzdálený a umístěn ve výšce očí.

8. BECF – klidný stoj s chodidly umístěnými uprostřed pěnové podložky položené na silové plošině a svírajícími úhel 30°. Ruce visí volně podél těla. Oči jsou zavřené, hlava v prodloužení páteře.

9. BEOHPF – klidný stoj s chodidly umístěnými uprostřed pěnové podložky položené na silové plošině a svírajícími úhel 30°. Ruce visí volně podél těla.

Vyšetřovaný má otevřené oči a pohybuje hlavou plynule směrem nahoru a dolů (flexe a extenze) v celkovém rozsahu 60° (30° flexe a 30° extenze) a intervalu 3s, který je daný metronomem. Metronom je položen za vyšetřovaným. Při vysokém tónu (1000Hz) má hlavu v extenzi, při tónu nízkém (100Hz) má hlavu ve flexi.

10. BECHPF – klidný stoj s chodidly umístěnými uprostřed pěnové podložky položené na silové plošině a svírajícími úhel 30°. Ruce visí volně podél těla.

Vyšetřovaný má zavřené oči a pohybuje hlavou plynule směrem nahoru a dolů (flexe a extenze) v celkovém rozsahu 60° (30° flexe a 30° extenze) a intervalu 3s, který je daný metronomem. Metronom je položen za vyšetřovaným. Při vysokém tónu (1000Hz) má hlavu v extenzi, při tónu nízkém (100Hz) má hlavu ve flexi.

11. MEORF – opěrná noha (pravá) stojí uprostřed pěnové podložky, prsty směřují vpřed a je lehce pokrčená v koleni, zvednutá noha (levá) je v 90° flexi v kyčelním a kolenním kloubu, tedy jako při Trendelenburgově zkoušce. Ruce visí volně podél těla. Vyšetřovaný opticky fixuje obrázek, který je dva metry vzdálený a umístěn ve výšce očí.

12. MEOLF – opěrná noha (levá) stojí uprostřed pěnové podložky, prsty směřují vpřed a je lehce pokrčená v koleni, zvednutá noha (pravá) je v 90° flexi v kyčelním a kolenním kloubu, tedy jako při Trendelenburgově zkoušce. Ruce visí volně podél těla. Vyšetřovaný opticky fixuje obrázek, který je dva metry vzdálený a umístěn ve výšce očí.

4.3 Statistická analýza

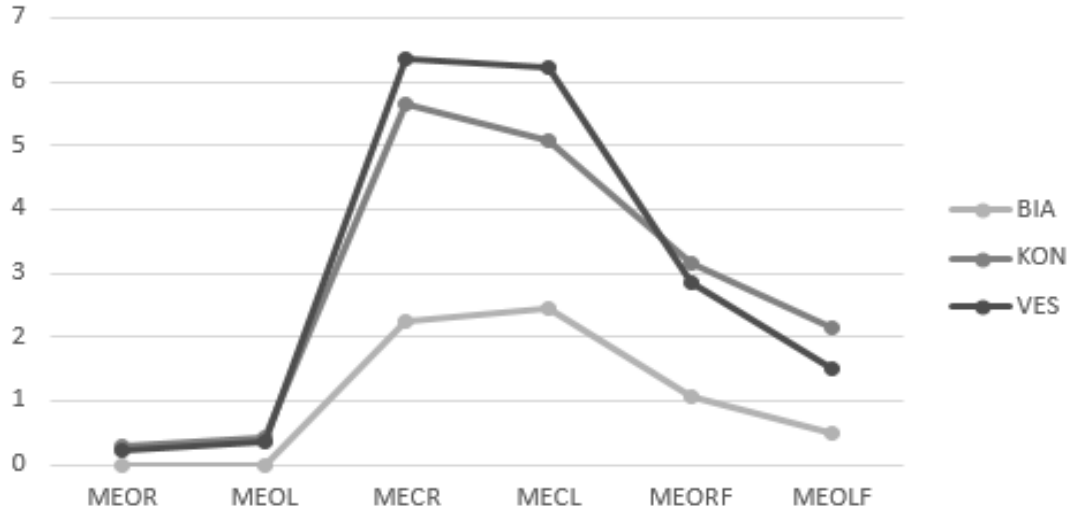
Pro statistické zpracování byl použit vícefaktorový test ANOVA (analysis of variance). Jako statisticky významná byla určena hodnota $p < 0.05$. Pro statistické zpracování vlivu dominance dolních končetin na stabilitu jsme využili párový t – test, pro dokázání statistické významnosti na úroveň $p < 0.05$ je potřeba, aby hodnota párového t – testu byla nad 1.68.

5 VÝSLEDKY

5.1 Monopedální stoj

Pevná podložka

Statisticky významným se ukázal stoj na jedné dolní končetině se zavřenýma očima (MEC) v parametru dotyků, na pravé dolní končetině (MECR) měli biatlonisté méně dotyků proti kontrole ($p < 0.023$) a proti veslařům ($p < 0.002$). Pro levou dolní končetinu (MECL) měli biatlonisté méně dotyků proti kontrole ($p < 0.031$) a proti veslařům ($p < 0.001$) (viz Obrázek č. 6 a Tabulka č. 1).



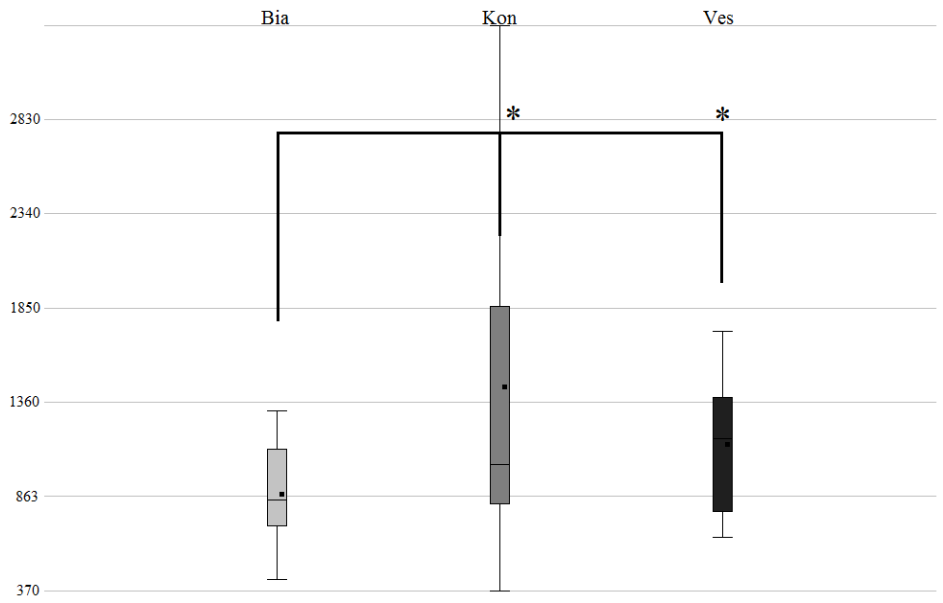
Obrázek č. 6 Parametry počtu dotyků při stoji na PDK a LDK s otevřenýma očima (MEOR a MEOL), zavřenýma očima (MECR a MECL), stoji na PDK a LDK s otevřenýma očima na pěnové podložce (MEORF a MEOLF).

	Skupiny			Anova			
	Bia	Kon	Ves	Celkem	Bia:Kon	Bia:Ves	Ves:Kon
MEOR Dotyky	0 (±0)	0.29 (±0.45)	0.21 (±0.34)	0.157	0.084	0.061	0.726
MEOL Dotyky	0 (±0)	0.43 (±0.67)	0.36 (±0.51)	0.148	0.091	**0.035**	0.817
MECR Dotyky	2.25 (±1.81)	5.64 (±4.45)	6.63 (±3.17)	**0.014**	**0.023**	**0.002**	0.694
MECL Dotyky	2.44 (±1.49)	5.7 (±3.52)	6.21 (±2.67)	**0.007**	**0.031**	**0.001**	0.434
MEOR Area	863 (±266)	720 (±255)	858 (±257)	0.449	0.307	0.714	0.437
MEOL Area	739 (±186)	772 (±339)	916 (±319)	0.467	0.821	0.119	0.439
MECR Area	2426 (±795)	3479 (±1578)	2578 (±811)	0.2	0.139	0.609	0.464
MECL Area	2567 (±1057)	2874 (±1263)	2681 (±696)	0.941	0.860	0.911	0.742

Tabulka č. 1 popisná statistika průměrných hodnot počtu dotyků/Arey v mm^2 (±SD)

Pěnová podložka

Biatlonisté měli při MEOLF nižší počet dotyků proti kontrolní skupině ($p < 0.006$) i proti veslařům ($p < 0.035$) (Obrázek č. 6). Menší Areu měli biatlonisté proti kontrolní skupině ($p < 0.031$) a proti veslařům ($p < 0.018$) (Obrázek. č. 7). Při MEORF měli biatlonisté signifikantně nižší ($p < 0.010$) počet dotyků proti veslařům (Tabulka č. 2)



Obrázek č. 7 Parametry hodnot Area COP v mm^2 při monopedálním stoji na LDK s otevřenýma očima na pěnové podložce (MEOLF).

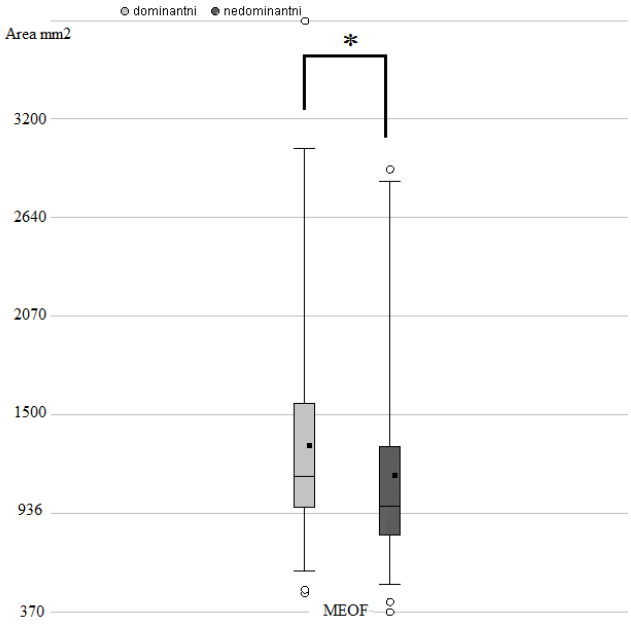
	Skupiny			Anova			
	Bia	Kon	Ves	Celkem	Bia:Kon	Bia:Ves	Ves:Kon
MEORF Dotyky	1.6 (±1.9)	3.14 (±3.2)	2.86 (±2.1)	0.151	0.133	**0.010**	0.847
MEOLF Dotyky	0.5 (±0.8)	2.14 (±1.7)	1.5 (±1.3)	**0.017**	**0.006**	**0.035**	0.353
MEORF Area	1196 (±379)	1672 (±851)	1192 (±260)	0.114	0.144	0.78	0.145
MEOLF Area	876 (±205)	1438 (±742)	1136 (±301)	**0.04**	**0.031**	**0.018**	0.379

Tabulka č. 2 Popisná statistika průměrných hodnot počtu dotyků/Arey v mm^2 (±SD)

5.2 Dominance

Při vyšetření dominance mělo 43 probandů pravostrannou dominanci a 3 probandi levostrannou dominanci. Při porovnání monopedálního stoje na dominantní a nedominantní dolní končetině jsme nalezli signifikantní výsledky při stoji na pěnové podložce (MEOF).

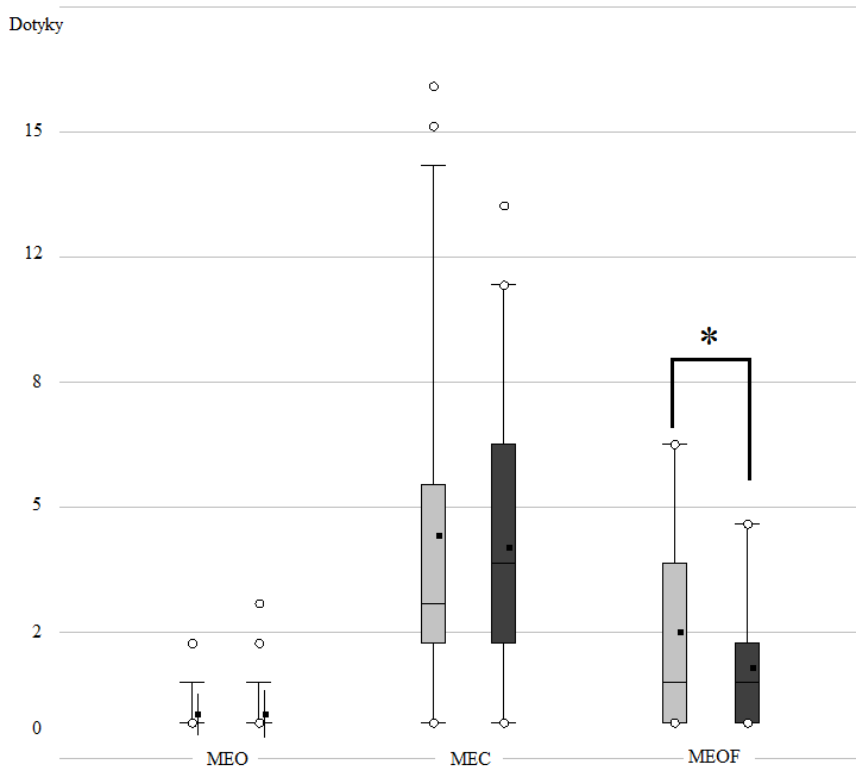
Na nedominantní DK byla signifikantně menší Area ($p < 0.05$) a signifikantně nižší počet dotyků ($p < 0.05$) než na dominantní DK (Obrázek č. 8, 9; Tabulka č. 3, 4).



Obrázek č. 8 Parametry hodnot Area v mm^2 při testu MEOF mezi dominantní (světle šedá) a nedominantní (tmavě šedá) DK

	Dominantní	Nedominantní	T – test	Signifikance > 95%
MEO	811 (±252)	810 (±295)	0.019	Ne
MEC	2849 (±1038)	2792 (±1007)	0.236	Ne
MEOF	1326 (±495)	1157 (±432)	**1.864**	**Ano**

Tabulka č. 3 Popisná statistika velikosti Arey v mm^2 (± SD)



Obrázek č. 9 Parametry počtu dotyků při stoji na dominantní (světle šedá) a nedominantní (tmavě šedá) při MEO, MEC a MEOF

	Dominantní	Nedominantní	T – test	Signifikance > 95%
MEO	0.5 (±1.47)	0.5 (±1.25)	0	Ne
MEC	5 (±4.44)	4.9 (±4.16)	0.71	Ne
MEOF	2.6 (±3.37)	1.7 (±2.23)	**2.1**	**Ano**

Tabulka č. 4 Popisná statistika průměrných hodnot počtu dotyků (± SD)

5.3 Bipedální stoj

Při vyšetření bipedálního stoje jsme nenalezli signifikantní výsledky. Při situaci s otevřenýma očima a pohyby hlavy v sagitální rovině (BEOHPF) jsme zjistili tendenci ($p < 0.137$) k nižším hodnotám v parametru Area u biatlonistů proti veslařům.

	Skupiny			Anova			
	Bia	Kon	Ves	Celkem	Bia:Kon	Bia:Ves	Ves:Kon
BEOHPF	538 (±169)	569 (±199)	761 (±303)	0.158	0.691	0.137	0.271
BECHPF	1533 (±442.55)	1661 (±632)	1772 (±551)	0.617	0.590	0.339	0.691

Tabulka č. 5 Popisná statistika průměrné hodnoty Area v mm^2 (± SD)

6 DISKUZE

Z výsledků vyplývá, že biatlonisté mají posturální stabilitu při stoji na jedné DK, zvláště v obtížnějších variantách, lepší než kontrolní skupina a skupina veslařů. V počtu dotyků byli lepší ve všech monopedálních testech, při monopedálním stoji na LDK a pěnové podložce (MEOLF) měli biatlonisté signifikantně nižší Areu než veslaři i kontrolní skupina. V parametrech, ve kterých se signifikantně nelišili, projevili tendenci ke zlepšení stability. Naopak v situacích, které jsou příliš snadné (BEO, BEC, BEOF ad.), měly všechny skupiny stejné výsledky. Veslaři prokázali stejnou stabilitu jako kontrolní skupina, veslařský trénink tedy neovlivňuje posturální stabilitu stoje.

Biatlonisté mají při monopedálním stoji signifikantně nižší hodnoty v parametru dotyků – při obou testech se zavřenýma očima a na pěnové podložce na LDK (MEOLF). Při MEORF mají signifikantně nižší počet dotyků proti veslařům.

Při testech MECR a MECL v parametru dotyků jsou vždy signifikantně lepší biatlonisté proti veslařům i kontrole, mezi nimiž není signifikantní rozdíl. Lepší výsledek při stoji se zavřenýma očima odpovídá tomu, že biatlonisté jsou méně zrakově závislí a jsou schopni v rámci senzorické adaptace lépe využít somatosenzorické informace pro získání stability. To je ve shodě s výzkumem Arkova (2009) u dospělých biatlonistů a Aalta (1990) u střelců. Vyšetřovaní byli vyzváni, aby se snažili v pozici vydržet a dotkli se objímky pouze v případě pocitu, že jim hrozí pád. U biatlonistů se může jednat o větší jistotu při obtížných variantách stoje na jedné dolní končetině díky specifickému tréninku. Je ale také možné, že nízkému počtu dotyků přispěla zkušenost, kdy jsou schopni lépe odhadnout svoje možnosti, jestli jsou schopni v situaci vydržet bez pádu (Aalto, 1990; Arkov, 2009).

Biatlonisté měli proti veslařům i kontrolní skupině lepší výsledky parametrů při stoji na jedné DK na pěnové podložce, vysvětlujeme si to tím, že tato situace připomíná jízdu na lyžích z použitých testů nejvíce, a také jsou v něm nejvýraznější rozdíly proti ostatním skupinám. Tyto výsledky vypovídají o tom, že monopedální stoj je pro biatlonisty specifický, a právě proto jsou v něm proti ostatním skupinám lepší (Hrysomallis, 2011).

V monopedálním stoji s otevřenýma očima (MEOR a MEOL) neměli biatlonisté ani jeden dotyk, ale nestačilo to pro dosažení signifikantního rozdílu. V parametru Area nebyly mezi skupinami ani v jednom z těchto dvou testů rozdíly. Zřejmě u mladých jedinců nejde o tolik obtížnou variantu, aby se projevily změny na základě specifického tréninku, jak poukazuje Emery (2003) (Emery, 2003).

Zjistili jsme rozdíly mezi dominantní a nedominantní dolní končetinou. Při stoji na pěnové podložce (MEOF) byl signifikantně nižší počet dotyků a signifikantně nižší Area na nedominantní dolní končetině. Náš výsledek je v rozporu se soudobou literaturou, která častěji nenachází vliv dominance dolních končetin na stabilitu při statickém (Hofmann 1998, Muehlbauer 2014) ani dynamickém vyšetření (Alonso 2011, Guillou 2007) nebo nalézá lepší stabilitu dominantní dolní končetiny (Noguchi 2013). Abychom mohli tvrdit, že nedominantní DK má lepší stabilitu, bylo by potřeba provést ještě další test v opačném pořadí, abychom vyloučili možnost zlepšení na základě zkušenosti (v této studii byla testovaná PDK jako první a PDK byla dominantní u 43 z 46 vyšetřovaných) nebo testy randomizovat, jak to provedl Muehlbauer (2014), což jsme ale neučili z důvodu, že by to zkreslilo výsledek hlavního cíle této práce, a tím je porovnání posturální stability skupin dětí (Alonso, 2011; Guillou, 2007; Hoffman, 1998; Muehlbauer, 2014; Noguchi, 2013).

Podmínky bipedálního stoje nerozlišily skupiny v žádném z testovaných situací nejspíše z toho důvodu, že bipedální stoj není specifický a neklade u mladých zdravých jedinců zvláštní nároky na stabilitu (Hrysomallis, 2011).

Při testování situací s pohyby hlavy (BEOHPF, BECHPF) jsme nezjistili žádné signifikantní rozdíly mezi skupinami ani v jednom z parametrů. Test děti ve věku 12 – 15 let nerozlišuje, na rozdíl od pacientů s poruchami vestibulárního aparátu, u kterých je využíván jako základní screeningové vyšetření poruch rovnováhy. Je vhodné oznámit, že se testy od těch, které prezentovala Cohenová (2014), lišily v základní pozici a době měření, pacienti měli při stoji zkřížené ruce na hrudníku, vyšetření trvalo 30 sekund a při pohybu paží, otevření očí nebo dalších známkách nestability, byl test ukončen, zatímco v naší studii byla pozice s pažemi volně podél těla, stejně jako u našich ostatních monopedálních a bipedálních testů a měření trvalo 52 sekund. Pohyby hlavou byly prováděny v naší studii shodně s Cohenovou ve frekvenci 0,33Hz. Na základě výzkumu Zeleného (2013) by mohla být pro získání větších rozdílů použita vyšší frekvence pohybů hlavy (Cohen, 2014; Zelený, 2013).

V odborné literatuře jsme nenalezli studii zabývající se poměřením posturální stability biatlonistů s běžnou populací a sportovci v tomto věkovém rozpětí a pravděpodobně se tudíž jedná o pilotní studii. Mezi dospělými jedinci provedl poměření sportovců různých disciplín Arkov (2009), který měřil bipedální stoj s otevřenýma a zavřenýma očima na pevné a pěnové podložce a zjistil, že biatlonisté mají srovnatelnou stabilitu s judisty a lepší výsledky než hráči vodního póla a veslaři. To je v souladu s naším výzkumem do té míry, že jsme nalezli lepší výsledky biatlonistů proti ostatním skupinám, ale v jiné posturální situaci (Arkov, 2009).

Práce zabývající se testováním biatlonistů jsou logicky zaměřeny na stoj ve střelecké pozici, kde většinou testují, jak ovlivňuje fyzická zátěž posturální stabilitu během střelby a jak tyto změny ovlivní úspěšnost střelby (Sattlecker 2014, Vonheim 2012, Hoffman 1992, Baca 2012). Jedná se dual tasking, kdy se biatlonista orientuje na trefení terčů při dobré stabilitě soustavy tělo-zbraň, v tomto případě pomalém a co nejmenším kývání. Méně se již zajímají o stabilitu na jedné dolní končetině, která je důležitá pro jízdu na běžkách. Výše uvedené práce můžeme srovnávat jen omezeně, protože mladí biatlonisté až do 17 let kalendářního věku střelbu ve stoje podle mezinárodních pravidel nepodstupují a trénovat ji běžně začínají až sezónu předem. Střelba se do této doby uskutečňuje jen v poloze ležmo. Proto je v naší věkové skupině důležité posouzení stability v situacích stoje na jedné dolní končetině, zvláště obtížnější varianty, které jsou pro testované výzvou, ty totiž mají význam pro posouzení schopností, které se budou uplatňovat při jízdě na běžkách (Baca, 2012; Hoffman, 1992; Sattlecker, 2014; Vonheim, 2012).

Při vyšetření jsme změřili výšku a váhu probandů pro případ, že by se skupiny nějak lišily, ale skupiny byly v tomto případě podobné. Vycházeli jsme ze studií, které nadváhu a obezitu (dle bioimpedance) v širších souvislostech a důsledcích, jako je snížené fitness skóre, spojují se zhoršenou stabilitou (King 2012) nebo se zvýšenou potřebou vizuální kontroly pro udržení rovnováhy (Cruz-Gómez, 2011; King, 2012).

Jak dokazuje Steinberg (2013) ve své šestiměsíční měsíční longitudinální studii, ve které obézní děti dodržovaly dietně pohybový režim, snížení váhy (resp. změna složení těla se sníženým podíluem tuku) mělo pozitivní vliv na posturální stabilitu stoje (Steinberg, 2013).

Je ale potřeba odlišit děti s prostou obezitou a děti např. se subtypem DCD s poruchami rovnováhy, které mají dle Zhu (2014) vyšší pravděpodobnost obezity právě na základě této poruchy (Zhu, 2011, 2014).

Téma dětské obezity je celosvětovým problémem a je třeba dalšího výzkumu pro objevení a aplikaci účinných metod pro omezení progrese do dospělosti a rozvoje dalších komplikací s obezitou souvisejících (Steinberg, 2013; Zhu, 2014).

Za zmínku stojí, že v žádném testu jsme nenalezli signifikantní rozdíly mezi skupinami ve střední rychlosti změny COP (MV), a to ani v testech, u kterých se ostatní parametry signifikantně lišily. Hodnota MV sice stoupala se zvětšující se Areou při obtížnějších testech, ale ne vždy spolu tyto výsledky korelovaly. Prakticky to znamená, že v parametru Area se skupiny signifikantně lišily, ale v parametru MV byly bez rozdílu. Je to zajímavé z toho hlediska, že v jiných studiích, např. Vanderhilla (2014), Fujiwary (2011) nebo Arkova (2009) jsou signifikantní rozdíly v tomto parametru zaznamenány (Arkov, 2009; Fujiwara 2011; VanderHill, 2014).

Statistické zpracovaní pomocí ANOVA testu může být do jisté míry zkresleno velkým rozdílem standardní deviace mezi jednotlivými skupinami. V případě velkých rozdílů je třeba zvážit statistické zpracování jiným programem.

Některé výsledky, jako například monopedální stoj na pěnové podložce na pravé dolní končetině (MEORF), zůstali v parametru Area pod hladinou signifikance, na rozdíl od MEOLF. Vysvětlení je buď v tom, že biatlonisté zatím nemají lepší stabilitu, nebo že byl testovaný vzorek příliš malý, výsledek byl shodou okolností a bylo by třeba udělat výzkum s větším vzorkem na hranicích možností ČR. Jednotlivé týmy totiž zatím nedisponují dostatečně velkou základnou a mezi sebou se liší tréninkovými podmínkami, čemuž přizpůsobují i metodiku tréninků. Je tedy otázkou, jestli by bylo možné použít biatlonisty z různých klubů a zachovat při tom jednolitost skupiny.

Probandy při vyšetření jistila proti pádu objímka, které se v případě nouze a pocitu ztráty rovnováhy mohli dotknout (chytit). Pocit pádu je subjektivní a každému jej vnímá v jiném okamžiku. Pro snížení počtu dotyků by bylo vhodné, kdyby testování probíhalo na přístroji, který okolo sebe objímku nemá. Obešlo by se tak zkreslení parametrů, které na základě dotyků může vznikat. Na druhou stranu by bez objímky nebylo možné s touto metodikou vyšetřit například monopedální stoj se zavřenýma očima, vyšetřovaní by pro získání ztracené stability otevírali oči a metodika by se musela upravit například ukončením testu, což by znemožnilo porovnání s ostatními posturálními situacemi.

Dát dotyku váhu například podle toho, jak moc si vyšetřovaný dopomohl k znovunabytí stability, je na jednu stranu obtížné, stejně jako určit dobu dotyku, která je v rámci milisekund. Na druhou stranu se můžeme odkázat na Jeku a Lacknera (1994), kteří prokázali, že dotyk zlepšuje stabilitu při statickém stoji bez ohledu na použitou sílu, a proto je možné se omezit jen na měření počtu dotyků (Jeka, 1994).

Muehlbauer (2014) publikoval práci, ve které probandi před měřením stability absolvovali pětiminutové balanční cvičení. Konkrétně byl proveden (v tomto pořadí) bipedální stoj, stoj v nákroku, tandemový stoj, monopedální stoj s otevřenýma očima na pevné podložce, poté na pěnové podložce a jako poslední monopedální stoj se zavřenýma očima na pevné podložce. Náročnost cviků má tedy vzestupnou tendenci. Toto cvičení může být výhodné pro neurofyziologickou adaptaci a lepší naladění zdravých probandů, kteří přijdou na výzkum v různém rozpoložení a někteří se nemusí při prvních testech dostatečně soustředit, což může ovlivnit výsledky testu. Toto opatření by tedy mohlo být pravidelně používáno s účelem zpřesnění výsledků. Nebylo by naopak vhodné u pacientů např. po neurologické operaci nebo u starších lidí, kteří mají brzkou unavitelnost, a tím pádem by nemuseli zvládnout následující vyšetření (Muehlbauer, 2014).

Pro účely srovnání s odbornou literaturou věnující se tématu stability biatlonistů, by bylo vhodné měřit posturální situace ve střelecké pozici vestoje, ale rozhodli jsme se tuto situaci nepoužít vzhledem k tomu, že střelbu vestoje budou absolvovat vyšetřovaní biatlonisté až za 2 – 5 let.

V této studii jsme poměřovali sportovce trénující posturální stabilitu (biatlonisty) proti sportovcům bez tohoto tréninku a běžné populaci. Očekávali jsme, že ve stabilitě budou biatlonisté mít tendenci k lepším výsledkům, a to ve variantách stoje na jedné DK, což se ve výše vypsaných parametrech prokázalo. Zajímavé by bylo srovnání se sporty, ve kterých je také potřeba získání lepší posturální stability stoje, a sledovat, v jakých testech se liší.

Pro děti, které s tímto sportem chtějí začít, případně z jiného sportu přestoupit, může být přínosné se dozvědět o faktu, že mají biatlonisté ve věku 12 – 15 let lepší stabilitu stoje na jedné dolní končetině. Relativní nestabilita je může přes všechny fyziologické predispozice limitovat ve výkonu, tedy rychlosti běhu na lyžích i přesnosti střelby. S tímto poznatkem je možné přizpůsobit tréninkové metody tak, aby se biatlonistům, co se stability týče, co nejdříve vyrovnali.

7 ZÁVĚR

V práci jsme shrnuli poznatky o řízení posturální stability a jejím vývoji u dětí od dosažení bipedální vertikalizace do období puberty. Dále jsme se věnovali vlivu cílené pohybové aktivity na posturální stabilitu stoje u skupiny biatlonistů, veslařů a nesportujících dětí. Zaměřili jsme se na mechanismy řízení stability stoje a strategii střelby a porovnání stability mezi jednotlivými sportovními disciplínami. Na základě výsledků studií se ukazuje, že aktivity prováděné např. vsedě (veslování), nezlepšují posturální stabilitu stoje. Dále jsme shrnuli význam posturální stability ve vybraných sportech.

V praktické části jsme vyšetřili různé varianty monopedálního a bipedálního stoje pomocí stabilometrického vyšetření. Zjistili jsme, že mladí biatlonisté mají lepší stabilitu na jedné dolní končetině v náročných posturálních situacích jako je stoj se zavřenýma očima nebo stoj na pěnové podložce v porovnání s běžnou populací a dětmi, které se věnují veslování. Biatlonisté prokázali schopnost stabilizovat stoj i v posturálně náročnějších situacích na 1 DK bez nutnosti dotyků (resp. s menším počtem) oproti ostatním skupinám. Přesto v parametrech COP při stabilometrickém vyšetření jsme nenalezli statisticky významný rozdíl ve všech parametrech. Domníváme se, že pro dosažení statistické významnosti by bylo potřeba vyšetřit větší množství jedinců. Dále jsme zjistili, že skupina veslařů se v parametrech COP od kontrolní skupiny nelišila. Domníváme se, že je tento fakt způsoben tím, že je při veslování důležitá posturální stabilizace zejména vsedě při jízdě na lodi. Naše výsledky také prokazují statisticky významný rozdíl mezi stojem na dominantní a nedominantní dolní končetině u všech vyšetřených dětí. Na nedominantní dolní končetině měly všechny děti signifikantně nižší počet dotyků a nižší hodnotu parametru COP Area při stoji na pěnové podložce s otevřenýma očima.

Biatlon má pozitivní vliv na posturální stabilitu stoje, naše výsledky ukazují, že již ve věku 12 – 15 let mají biatlonisté lepší parametry stability stoje proti skupině veslařů a běžné populaci.

REFERENČNÍ SEZNAM

AALTO, H, I PYYKKÖ, R ILMARINEN, E KÄHKÖNEN a J STARCK. 1990. Postural stability in shooters. *ORL; journal for oto-rhino-laryngology and its related specialties*. Roč. 52, č. 4, s. 232-238. ISSN 03011569.

ALONSO, Angélica Castilho, Guilherme Carlos BRECH, Andréia Moraes BOURQUIN a Julia Maria D'Andréa GREVE. 2011. The influence of lower-limb dominance on postural balance. *Sao Paulo Medical Journal*. Roč. 129, č. 6, s. 410-413. ISSN 15163180.

ARKOV, V V, T F ABRAMOVA, T M NIKITINA, V V IVANOV, D V SUPRUN, M U SHKURNIKOV a A G TONEVITSKII. 2009. Comparative study of stabilometric parameters in sportsmen of various disciplines. *Bulletin of experimental biology and medicine*. Roč. 147, č. 2, s. 233-235. ISSN 15738221.

BACA, Arnold a Philipp KORNFEIND. 2012. Stability analysis of motion patterns in biathlon shooting. *Human movement science*. Roč. 31, č. 2, s. 295-302. ISSN 18727646.

BALL, Kevin, RUSSELL BEST a TIM WRIGLEY. 2003. Body sway, aim point fluctuation and performance in rifle shooters: inter- and intra-individual analysis. *Journal of Sports Sciences*. Roč. 21, č. 7, s. 559-566. ISSN 02640414.

BEHM, David G., Michael J. WAHL, Duane C. BUTTON, Kevin E. POWER a Kenneth G. ANDERSON. 2005. Relationship between hockey skating speed and selected performance measures. *Journal of Strength and Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association*. Roč. 19, č. 2, s. 326-331. ISSN 10648011.

BERMEJO, Jose Luis, Xavier GARCÍA-MASSÓ, Manuel GOMIS, Frederic NOÉ, Florentino HUERTAS, Carlos PABLOS a Thierry PAILLARD. 2014. The difficulty of postural tasks amplifies the effects of fatigue on postural stability. *European Journal of Applied Physiology*. Roč. 115, č. 3, s. 489-495. ISSN 1439-6319

BRESSEL, Eadric, Joshua C YONKER, John KRAS a Edward M HEATH. 2007. Comparison of Static and Dynamic Balance in Female Collegiate Soccer, Basketball, and Gymnastics Athletes. *Journal of Athletic Training*. Roč. 42, č. 1, s. 42-46. ISSN 10626050.

COHEN, Helen S., Ajitkumar P. MULAVARA, Brian T. PETERS, Haleh SANGI-HAGHPEYKAR a Jacob J. BLOOMBERG. 2014. Standing balance tests for screening people with vestibular impairments. *The Laryngoscope*. Roč. 124, č. 2, s. 545-550. ISSN 15314995.

CRUZ-GÓMEZ, Nora S., Georgina PLASCENCIA, Laura A. VILLANUEVA-PADRÓN a Kathrine JÁUREGUI-RENAUD. 2011. Influence of obesity and gender on the postural stability during upright stance. *Obesity Facts*. Roč. 4, č. 3, s. 212-217. ISSN 16624033.

ČESKÝ SVAZ BIATLONU, 2010. *Pravidla IBU.* [online] 2015-04-24 Dostupné na: http://biatlon.spravcewebu.cz/wp content/uploads/2014/11/pravidla-ibu-2012.pdf

DOHERTY, Cailbhe, Chris BLEAKLEY, Jay HERTEL, Brian CAULFIELD, John RYAN a Eamonn DELAHUNT. 2014. Balance failure in single limb stance due to ankle sprain injury: An analysis of center of pressure using the fractal dimension method. *Gait & Posture*. Roč. 40, č. 1, s. 172-176. ISSN 09666362.

DONATH, L., R. ROTH, A. RUEEGGE, M. GROPPA, L. ZAHNER a O. FAUDE. 2013. Effects of slackline training on balance, jump performance & muscle activity in young children. *International Journal of Sports Medicine*. Roč. 34, č. 12, s. 1093-1098. ISSN 14393964.

EMERY, C. A.. 2003. Is there a clinical standing balance measurement appropriate for use in sports medicine? A review of the literature. *Journal of Science and Medicine in Sport*. Roč. 6, č. 4, s. 492-504. ISSN 14402440.

ERA, P, N KONTTINEN, P MEHTO, P SAARELA a H LYYTINEN. 1996. Postural stability and skilled performance--a study on top-level and naive rifle shooters. *Journal of biomechanics*. Roč. 29, č. 3, s. 301-306. ISSN 00219290.

FUJIWARA, Katsuo, Takeo KIYOTA, Aida MAMMADOVA a Chie YAGUCHI. 2011. Age-related changes and sex differences in postural control adaptability in children during periodic floor oscillation with eyes closed. *Journal of Physiological Anthropology*. Roč. 30, č. 5, s. 187-194. ISSN 18806805.

GRANACHER, Urs, Albert GOLLHOFER a Susi KRIEMLER. 2010. Effects of balance training on postural sway, leg extensor strength, and jumping height in adolescents. *Research Quarterly for Exercise and Sport*. Roč. 81, č. 3, s. 245-251. ISSN 02701367.

GRANACHER, Urs, Thomas MUEHLBAUER, Britta DOERFLINGER, Ralf STROHMEIER a Albert GOLLHOFER. 2011. Promoting strength and balance in adolescents during physical education: effects of a short-term resistance training. *Journal of Strength and Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association*. Roč. 25, č. 4, s. 940-949. ISSN 15334287.

GRANACHER, Urs, Thomas MUEHLBAUER, Lea MAESTRINI, Lukas ZAHNER a Albert GOLLHOFER. 2011. Can Balance Training Promote Balance and Strength in Prepubertal Children?. *Journal of Strength and Conditioning Research*. Roč. 25, č. 6, s. 1759-1766. ISSN 10648011.

GRANIC, Isabela, Adam LOBEL a Rutger C. M. E. ENGELS. 2014. The benefits of playing video games. *The American Psychologist*. Roč. 69, č. 1, s. 66-78. ISSN 1935990x.

GREBOT, Christelle, Alain GROSLAMBERT, Jean-Noel PERNIN, Alain BURTHERET a Jean-Denis ROUILLON. 2003. Effects of exercise on perceptual estimation and short-term recall of shooting performance in a biathlon. *Perceptual and motor skills*. Roč. 97, 3 Pt 2, s. 1107-1114. ISSN 00315125.

GUILLOU, Emmanuel, Philippe DUPUI a Eveline GOLOMER. 2007. Dynamic balance sensory motor control and symmetrical or asymmetrical equilibrium training. *Clinical Neurophysiology*. Roč. 118, č. 2, s. 317-324. ISSN 13882457.

HASSANLOUEI, H., D. FALLA, L. ARENDT-NIELSEN a U. G. KERSTING. 2014. The effect of six weeks endurance training on dynamic muscular control of the knee following fatiguing exercise. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. Roč. 24, č. 5, s. 682-688. ISSN 10506411.

HAWKINS, Richard N a Joellen M SEFTON. 2011. Effects of stance width on performance and postural stability in national-standard pistol shooters. *Journal of sports sciences*. Roč. 29, č. 13, s. 1381-1387. ISSN 1466447x.

HOFFMAN, M. D., P. M. GILSON, T. M. WESTENBURG a W. A. SPENCER. 1992. Biathlon shooting performance after exercise of different intensities. *International Journal of Sports Medicine*. Roč. 13, č. 3, s. 270-273. ISSN 01724622.

HOFFMAN, Mark, John SCHRADER, Trent APPLEGATE a David KOCEJA. 1998. Unilateral Postural Control of the Functionally Dominant and Nondominant Extremities of Healthy Subjects. *Journal of Athletic Training*. Roč. 33, č. 4, s. 319-322. ISSN 10626050.

HORAK, Fay B.. 2006. Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls?. *Age and Ageing*. Roč. 35, suppl 2, s. ii7-ii11.ISSN 0002-0729

HRYSOMALLIS, Con. 2011. Balance Ability and Athletic Performance. *Sports Medicine*. Roč. 41, č. 3, s. 221-232. ISSN 01121642.

HUURNINK, Arnold, Duncan P. FRANSZ, Idsart KINGMA, Evert A. L. M. VERHAGEN a Jaap H. VAN DIEËN. 2014. Postural stability and ankle sprain history in athletes compared to uninjured controls. *Clinical Biomechanics (Bristol, Avon)*. Roč. 29, č. 2, s. 183-188. ISSN 18791271.

CHAPMAN, D. W., K. J. NEEDHAM, G. T. ALLISON, B. LAY a D. J. EDWARDS. 2008. Effects of experience in a dynamic environment on postural control. *British Journal of Sports Medicine*. Roč. 42, č. 1, s. 16-21. ISSN 03063674.

ITAMAR, N., D. SCHWARTZ a I. MELZER. 2013. Postural control: differences between youth judokas and swimmers. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. Roč. 53, č. 5, s. 483-489. ISSN 00224707.

JEKA, John J. a James R. LACKNER. 1994. Fingertip contact influences human postural control. *Experimental Brain Research*. Roč. 79, č. 2, s. 495-502. ISSN 1432-1106.

KIERS, Henri, Jaap DIEËN, Henk DEKKERS, Harriët WITTINK a Luc VANHEES. 2013. A Systematic Review of the Relationship between Physical Activities in Sports or

Daily Life and Postural Sway in Upright Stance. *Sports Medicine*. Roč. 43, č. 11, s. 1171-1189. ISSN 01121642.

KING, Adam C., John H. CHALLIS, Cynthia BARTOK, F. Aileen COSTIGAN a Karl M. NEWELL. 2012. Obesity, mechanical and strength relationships to postural control in adolescence. *Gait & Posture*. Roč. 35, č. 2, s. 261-265. ISSN 18792219.

KOLÁŘ, P.. 1996. Diferenciace svalové funkce z hlediska posturální podstaty. *Medicina Sportiva Bohemica et Slovaca*. Roč. 5, č. 1, s. 4-8 ISSN 1210-5481.

KOLÁŘ, Pavel. 2009. *Rehabilitace v klinické praxi*. 1. vyd. Praha: Galén xxxi, 713 s. ISBN 978-807.2626-571.

KUČERA, Miroslav, Pavel KOLÁŘ a Ivan DYLEVSKÝ. 2011. *Dítě, sport a zdraví*. 1. vyd. Praha: Galén, 190 s. ISBN 978-807-2627-127.

LAAKSONEN, Marko S, Mats AINEGREN a Jan LISSPERS. 2011. Evidence of improved shooting precision in biathlon after 10 weeks of combined relaxation and specific shooting training. *Cognitive Behaviour Therapy*. Roč. 40, č. 4, s. 237-250. ISSN 16512316.

LARUE, J., C. BARD, L. OTIS a M. FLEURY. 1989. [Stability in shooting: the effect of expertise in the biathlon and in rifle shooting]. *Canadian Journal of Sport Sciences = Journal Canadien Des Sciences Du Sport*. Roč. 14, č. 1, s. 38-45. ISSN 08331235.

MASON, Bruce. 1986. Body stability and performance in archery. *Excel, 3.2: 17-20*. Roč. 3, č. 2, s. 17-20.

MATSUDA, Shigeki, Shinichi DEMURA a Tomohiro DEMURA. 2010. Examining differences between center of pressure sway in one-legged and two-legged stances for soccer players and typical adults. *Perceptual and Motor Skills*. Roč. 110, 3 Pt 1, s. 751-760. ISSN 00315125.

MCKEON, Patrick O. a Jay HERTEL. 2008. Systematic Review of Postural Control and Lateral Ankle Instability, Part II: Is Balance Training Clinically Effective?. *Journal of Athletic Training (National Athletic Trainers' Association)*. Roč. 43, č. 3, s. 305-315. ISSN 10626050.

MONONEN, K, N KONTTINEN, J VIITASALO a P ERA. 2007. Relationships between postural balance, rifle stability and shooting accuracy among novice rifle shooters. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*. Roč. 17, č. 2, s. 180-185. ISSN 09057188.

MUEHLBAUER, Thomas, Matthias KUEHNEN a Urs GRANACHER. 2013. Inline Skating for Balance and Strength Promotion in Children During Physical Education. *Perceptual & Motor Skills*. Roč. 117, č. 3, s. 665-681. ISSN 00315125.

MUEHLBAUER, Thomas, Claude METTLER, Ralf ROTH a Urs GRANACHER. 2014. One-Leg Standing Performance and Muscle Activity: Are There Limb

Differences?. *Journal of Applied Biomechanics*. Roč. 30, č. 3, s. 407-414. ISSN 10658483.

NIINIMAA, V. a T. MCAVOY. 1983. Influence of exercise on body sway in the standing rifle shooting position. *Canadian Journal of Applied Sport Sciences. Journal Canadien Des Sciences Appliquées Au Sport*. Roč. 8, č. 1, s. 30-33. ISSN 07003978.

NOGUCHI, Takanori, Shin-Ichi DEMURA a Tomoharu NAKAGAWA. 2013. Postural Stability During One-Leg Stance on an Unstable Moving Platform and Its Relationship with Each Leg. *Perceptual & Motor Skills*. Roč. 116, č. 2, s. 555-563. ISSN 00315125.

PARK, Dae-Sung a GyuChang LEE. 2014. Validity and reliability of balance assessment software using the Nintendo Wii balance board: usability and validation. *Journal of Neuroengineering and Rehabilitation*. Roč. 11. ISSN 17430003.

PAUGSCHOVÁ, Božena. 2000. Teória a metodika športovej prípravy v biatlone [Učebné texty] . Banská Bystrica: SZB, SVZTŠ, FHV UMB. ISBN 80-8055-383-1.

PFEIFFER, Jan. 2007. *Neurologie v rehabilitaci: pro studium a praxi*, 1. vyd. Praha Grada, 2007, ISBN: 978-80-247-1135-5.

PLATZER, Hans-Peter, Christian RASCHNER, Carson PATTERSON a Sandra LEMBERT. 2009. Comparison of Physical Characteristics and Performance Among Elite Snowboarders. *Journal of Strength and Conditioning Research*. Roč. 23, č. 5, s. 1427-32. ISSN 10648011.

RIVA, Dario, Carlo MAMO, Mara FANì, Patrizia SACCAVINO, Flavio ROCCA, Manuel MOMENTÉ a Marianna FRATTA. 2013. Single Stance Stability and Proprioceptive Control in Older Adults Living at Home: Gender and Age Differences. *Journal of Aging Research*. Roč. 2013. ISSN 20902204.

SATTLECKER, Gerold, Michael BUCHECKER, Erich MÜLLER a Stefan J. LINDINGER. 2014. Postural Balance and Rifle Stability During Standing Shooting on an Indoor Gun Range Without Physical Stress in Different Groups of Biathletes. *International Journal of Sports Science & Coaching*. Roč. 9, č. 1, s. 171-184. ISSN 1747-9541

SHUMWAY-COOK, Anne a Marjorie H. WOOLLACOTT. 2007. *Motor Control: Translating Research Into Clinical Practice*. Lippincott Williams & Wilkins, 632 s. ISBN 9780781766913.

SCHNEIDERS, Anthony G., S. John SULLIVAN, Kate J. O'MALLEY, Stephanie V. CLARKE, Stuart A. KNAPPSTEIN a Lauren J. TAYLOR. 2010. A valid and reliable clinical determination of footedness. *PM & R: the journal of injury, function, and rehabilitation*. Roč. 2, č. 9, s. 835-841. ISSN 19341482.

STAMBOLIEVA, Katerina, Vassilis DIAFAS, Vichren BACHEV, Lilia CHRISTOVA a Plamen GATEV. 2012. Postural stability of canoeing and kayaking young male athletes during quiet stance. *European Journal of Applied Physiology*. Roč. 112, č. 5, s. 1807-1815. ISSN 14396327.

STEINBERG, Nili, Alon ELIAKIM, Michal PANTANOWITZ, Reuven KOHEN-RAZ, Aviva ZEEV a Dan NEMET. 2013. The effect of a weight management program on postural balance in obese children. *European Journal of Pediatrics*. Roč. 172, č. 12, s. 1619-1626. ISSN 14321076.

STÖGGL, R., E. MÜLLER a T. STÖGGL. 2015. Motor abilities and anthropometrics in youth cross-country skiing. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. Roč. 25, č. 1, s. s70-81. ISSN 16000838.

VAN DIJKE, José H. M., Ditmar SCHAKENRAAD, Piet BOERSEN a J. G. H. Han VAN DEN BRAND. 2011. [Waveboard-related injuries. Greater protection is advised]. *Nederlands Tijdschrift Voor Geneeskunde*. Roč. 155. ISSN 18768784.

VANDERHILL, M. S., E. E. WOLF, J. E. LANGENDERFER a K. I. USTINOVA. 2014. The effect of actual and imaginary handgrip on postural stability during different balance conditions. *Gait & Posture*. Roč. 40, č. 4, s. 652-657. ISSN 09666362.

VIEIRA, Taian de Mello Martins a Líliam Fernandes de OLIVEIRA. 2006. Postural balance in rowing athletes. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. Roč. 12, č. 3, s. 135-138. ISSN 15178692.

VONHEIM, Anders. 2012. *The effect of skiing intensity on shooting performance in biathlon*. Trondheim, University of Science and Technology, 34 p.

VUILLERME, N, F DANION, L MARIN, A BOYADJIAN, J. M PRIEUR, I WEISE a V NOUGIER. 2001. The effect of expertise in gymnastics on postural control. *Neuroscience Letters*. Roč. 303, č. 2, s. 83-86. ISSN 03043940.

VUILLERME, Nicolas a Vincent NOUGIER. 2004. Attentional demand for regulating postural sway: the effect of expertise in gymnastics. *Brain Research Bulletin*. Roč. 63, č. 2, s. 161-165. ISSN 03619230.

WEBSTER, Kathryn A. a Phillip A. GRIBBLE. 2010. Functional Rehabilitation Interventions for Chronic Ankle Instability: A Systematic Review. *Journal of Sport Rehabilitation*. Roč. 19, č. 1, s. 98-114. ISSN 10566716.

WINGERT, Jason R., Catherine WELDER a Patrick FOO. 2014. Age-Related Hip Proprioception Declines: Effects on Postural Sway and Dynamic Balance. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. Roč. 95, č. 2, s. 253-261. ISSN 00039993.

ZELENÝ, Matěj. 2013. *Vliv různých pozic hlavy na posturální kontrolu u pacientů s poruchou stability*. Praha: Univerzita Karlova v Praze, 57 s.

ZHU, Yi-Ching, John CAIRNEY, Yao-Chuen LI, Wei-Ying CHEN, Fu-Chen CHEN a Sheng K. WU. 2014. High risk for obesity in children with a subtype of developmental coordination disorder. *Research in Developmental Disabilities*. Roč. 35, č. 7, s. 1727-1733. ISSN 08914222.

ZHU, Yi-Ching, Sheng K. WU a John CAIRNEY. 2011. Obesity and motor coordination ability in Taiwanese children with and without developmental coordination disorder. *Research in Developmental Disabilities*. Roč. 32, č. 2, s. 801-807. ISSN 08914222.

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1 Anamnéza
Příloha č. 2 Informovaný souhlas
Příloha č. 3 Papírové malorážkové terče
Příloha č. 4 Hra na Nintendo Wii
Příloha č. 5 Posturografická laboratoř
Příloha č. 6 Krabicový graf

Příloha č. 1 Anamnéza

Anamnéza

Jméno, rok narození:

Organizovaná sportovní činnost:

Sportovní volnočasové aktivity (x za týden, x hodin):

Prodělané úrazy a zdravotní obtíže (předčasný porod, léčba Vojtovou metodou v 1. roce, neurologické poruchy, projevy „nešikovnosti“, oční vady, revmatická onemocnění, ortopedické vady, poranění hlezna, kolene, ad.):

Poruchy pohybového aparátu (skolióza, deformity atd.):

Současná a předchozí rehabilitační léčba:

Brýle:

Alergie a užívané léky:

Dominantní končetina:	**ruka**	**Pravák**	**x**	**Levák**
	noha	**Pravák**	**x**	**Levák**

Kontakt (tel + mail)

Kontakt na rodiče (tel + mail):

Příloha č. 2 Informovaný souhlas

Informovaný souhlas rodičů dětí, které se zúčastní vyšetření v rámci diplomové práce

Název diplomové práce: Vliv pohybové aktivity na posturální stabilitu dětí

Souhlasím s tím, že se můj syn/moje dcera zúčastní vyšetření stability v rámci diplomové práce s názvem „Vliv pohybové aktivity na posturální stabilitu dětí“, které se uskuteční v 2. LF UK při FN Motol. Byl jsem podrobně informován o cíli studie, o jejích postupech a o tom, co se od mého syna/mojí dcery očekává. Beru na vědomí, že prováděná studie je výzkumnou činností, dále že je účast mého syna/mojí dcery dobrovolná a je možné ji kdykoliv odvolat. Data získaná z vyšetření budou zpracována anonymně a nebudou použita jinak, než-li k interpretaci výsledků výzkumu.

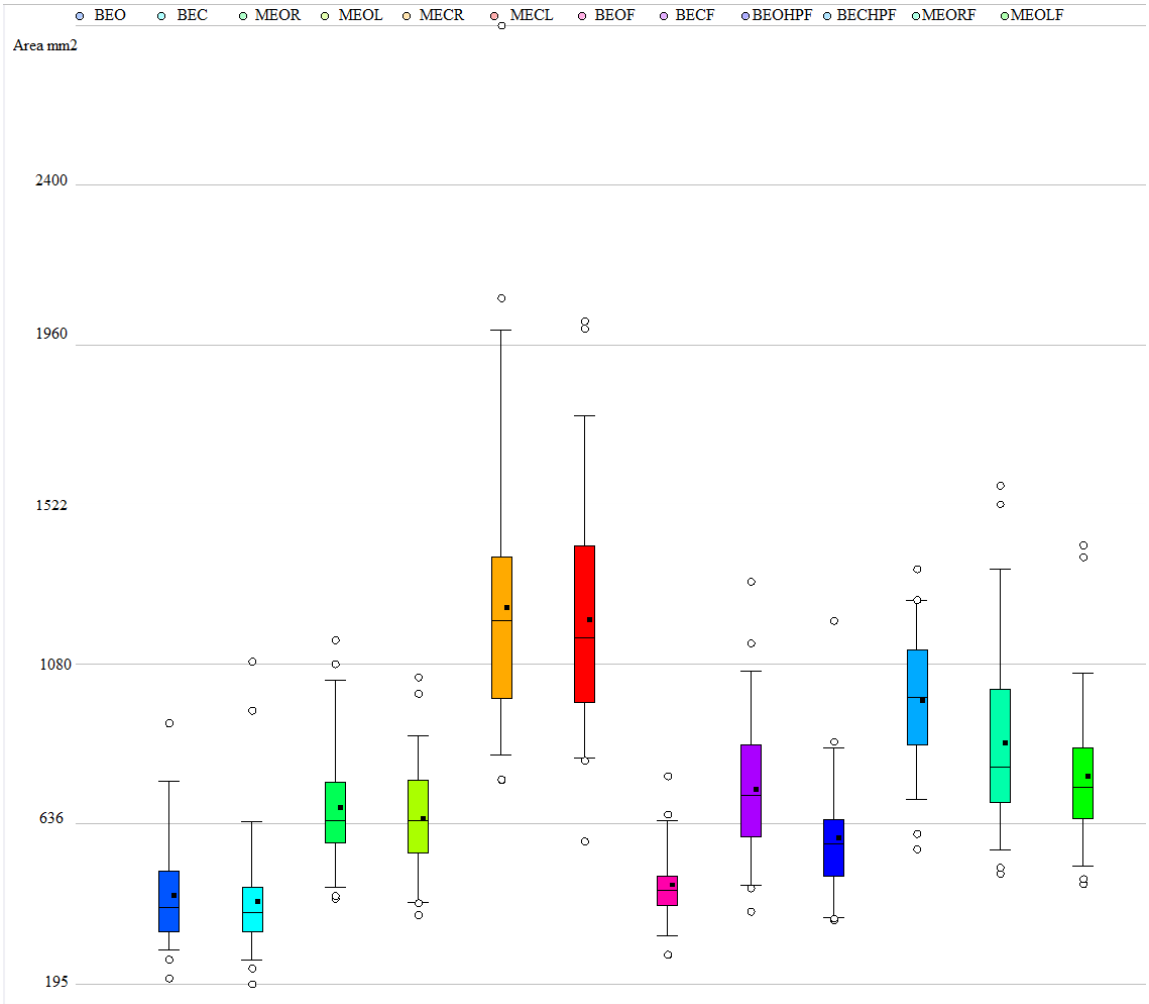
Jméno účastníka výzkumu……

Dne…….....…….....Podpis zákonného zástupce.....……....……

Příloha č. 3 Papírové malorážkové terče

Příloha č. 4 Hra na Nintendo Wii

Příloha č. 6 Posturografická laboratoř



Příloha č. 5 Krabicový graf. Vyjadřuje celkový parametr Area v mm^2 všech testů. Největší areu pozorujeme při monopedální situaci se zavřenýma očima (oranžová a červená). Výrazný rozdíl arey je u bipedálního stoje se zavřenýma očima – mezi pevnou (BEC) a pěnovou podložkou (BECF)