UNIVERZITA KARLOVA
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU
Katedra fyzioterapie

Hodnocení dynamické posturální stability u lezců

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce:
Doc. PaedDr. Dagmar Pavlů, CSc.

Vypracovala:
Bc. Kateřina Karšayová

Praha, duben 2019

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem závěrečnou diplomovou práci zpracovala samostatně, a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce, ani její podstatná část, nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze, dne

. . . . . .

podpis diplomanta

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala Doc. PaedDr. Dagmar Pavlů, CSc. za odborné vedení této diplomové práce, její cenné rady a připomínky, za ochotu a čas strávený konzultacemi. Taktéž bych ráda poděkovala Mgr. Martinu Komarcovi, Ph.D. za pomoc se statistickým zpracováním dat a své konzultantce Mgr. Heleně Vomáčkové za pomoc a cenné rady v oblasti Neurocomu. Dále patří mé poděkování probandům za jejich čas a spolupráci při měření. V neposlední řadě děkuji své rodině za podporu, kterou mi během psaní této práce poskytla.

Abstrakt

Autor: Bc. Kateřina Karšayová

Název: Hodnocení dynamické posturální stability u lezců

Cíl: Tato diplomová práce má za cíl zhodnotit a porovnat úroveň dynamické posturální stability lezců a rekreačně sportujících jedinců za pomoci dynamické počítačové posturografie Smart EquiTest System od společnosti NeuroCom Incorporated.

Metody: Jedná se o kvantitativní observační studii, které se zúčastnilo 40 probandů ve věku mezi 22 a 29 lety rozdělených do dvou skupin (lezci, nelezci). Měření dynamické posturální stability proběhlo v Kineziologické laboratoři UK FTVS na přístroji NeuroCom Smart EquiTest. Vybrány byly testové baterie *Limits of Stability, Motor Control Test* a *Sensory Organization Test*. Naměřená data byla následně zpracována programem Neurocom Balance Manager Software. Pro analýzu získaných dat byly použity následující statistické metody – Shapiro – Wilkův test, párový t-test, Mann – Whitneyho test a míra klinické významnosti (Cohenovo d).

Výsledky: Statisticky významný rozdíl ve prospěch lezců byl nalezen u COND6 testu Sensory Organization Test, kdy p = 0,04 a dále v testu Motor Control Test u parametru Latency ve směru vpřed střední rychlostí u levé DK, kdy p = 0,01. Statisticky významný rozdíl ve prospěch nelezců byl zjištěn v parametru DC (Directional Control) testu Limits of Stability, kde p = 0,04.

Klíčová slova: Dynamická posturální stabilita, lezec, EquiTest, dynamická počítačová posturografie, postura

Abstract

Author: Bc. Kateřina Karšayová

Title: Evaluation of dynamic postural stability in climbers

Objectives: The main objective of this diploma thesis is to investigate the difference of dynamic postural stability in between climbers and recreational athletes and measure all the data by computerised dynamic posturography Smart EquiTest System from Neurocom Incorporated.

Methods: This is a quantitative cross-sectional study involving 40 participants aged between 22 and 29 years divided into two groups (climbers, non-climbers). Measurements of dynamic postural stability were performed on Neurocom Smart EquiTest in the Kinesiological Laboratory of Charles University, Faculty of Physical Education and Sport. *Motor Control Test, Sensory Organization Test* and *Limits of Stability* test batteries were chosen for this study. The measured data was subsequently processed by Neurocom Balance Manager Software. The following statistical methods were used to analyze the data obtained by Neurocom: Shapiro - Wilk test, Student´s t-test, Mann – Whitney test and Cohen´s d effect size.

Results: A statistically significant difference (in favor of climbers) was found in COND6 of Sensory Organization Test, where p-value was 0,04. In Motor Control Test there was a statistically significant difference (in favor of climbers) in shift forward in medium speed for left leg, where p-value was 0,01. On the contrary a statistically significant difference (in favor of nonclimbers) was found in Limits of Stability test, where Directional Control had p-value 0,04.

Keywords: Dynamic postural stability, climber, EquiTest, computerized dynamic posturography, posture

Obsah

1 Úvod ... 10

2 Teoretická východiska ... 11

2.1 Horolezectví ... 11

2.1.1 Historie horolezectví ... 11

2.1.2 Členění horolezectví a sportovního lezení ... 13

2.1.3 Lezecký výkon a jeho hodnocení ... 15

2.2 Rovnováha a její složky ... 24

2.2.1 Senzorická složka ... 24

2.2.2 Řídící složka ... 26

2.2.3 Výkonná složka ... 27

2.3 Postura a posturální stabilita ... 27

2.3.1 Stabilizace polohy ... 27

2.3.2 Biomechanické faktory ... 28

2.3.3 Hodnocení posturální stability ... 29

2.3.4 Lezení a rovnováha ... 32

3 Cíle a úkoly práce, hypotézy ... 35

3.1 Cíle práce ... 35

3.2 Úkoly práce ... 35

3.3 Výzkumná otázka ... 35

3.4 Hypotézy ... 36

4 Metodika práce ... 37

4.1 Metodický postup teoretických východisek práce ... 37

4.2 Charakteristika testovaného souboru ... 37

4.3 Metody získávání dat ... 38

4.3.1 Neurocom Smart Equi Test ... 38

4.4 Popis použitých testů ... 40
4.4.1 Sensory Organization Test ... 40
4.4.2 Motor Control Test ... 42
4.4.3 Limits of Stability ... 42
4.5 Metodický postup měření ... 43
4.6 Analýza a zpracování dat ... 44
5 Výsledky ... 45
5.1 Výsledky SOT ... 46
5.2 Výsledky LOS ... 49
5.3 Výsledky MCT ... 52
6 Diskuze ... 55
6.1 Diskuze k vědecké otázce ... 56
6.2 Diskuze k hypotéze č. 1 ... 57
6.3 Diskuze k hypotéze č. 2 ... 58
6.4 Diskuze k hypotéze č. 3 ... 59
6.5 Diskuze k hypotéze č. 4 ... 60
6.6 Diskuze k limitům práce ... 61
7 Závěr ... 63
8 Seznam použité literatury ... 64
Seznam příloh ... 75

Seznam použitých zkratek

AC	area of contact
ACL	*ligamentum cruciatum anterius*
AS	area of support
BMI	body mass index
BS	base of support
CNS	centrální nervový systém
CDP	Computerized Dynamic Posturography
COG	center of gravity
COM	center of mass
COMP	composite score
COND	condition
COP	center of pressure
DCL	directional control
DK	dolní končetina
DKK	dolní končetiny
EPE	endpoint excursion
ES	effect size
FTVS	Fakulta tělesné výchovy a sportu
ICC	intraclass correlations coefficient
LCM	*ligamentum collaterale mediale*
LL	latency left
LOS	Limits of Stability
LR	latency right
m.	*musculus*
max	maximum
MCT	Motor Control Test
min	minimum
MVC	maximální volní kontrakce
MVL	movement velocity
MXE	maximal excursion
RP	Red Point

RT	reaction time
SD	směrodatná odchylka
SLAP léze	anteroposteriorní léze *labrum superior glenoidale*
SOM	somatosenzor ratio
SOT	Senosory Organization Test
UIAA	Union International des Associations d´Alpinisme
VES	vestibular ratio
VIZ	visual ratio
VO_2 max	volume oxygen maximum (maximální aerobní kapacita)

1 Úvod

Lezení se v posledních letech stalo komplexní sportovní disciplínou, která prošla více jak staletým vývojem. Dochází k velké inovaci vybavení, vznikají nové lezecké oblasti a posouvají se hranice výkonnosti. Každý člověk, nehledě na společenské postavení či věk, dnes může provozovat tento krásný sport. S rostoucím počtem umělých lezeckých stěn roste i možnost tréninku. Možná právě díky tomu se lezení stává sportem, který praktikuje stále více a více lidí, někdy je brán za jakousi formu fitness tréninku, jindy jako terapeutický prostředek pro terapii duševních či pohybových onemocnění. Někteří z nás jej berou spíše jako životní styl, lásku k horám a přírodě, kde horolezectví vlastně vznikalo.

Lezec je během prostupu stěnou vystaven neustálému riziku pádu v důsledku působení tíhové síly. Pro kvalitní lezecký pohyb je zapotřebí i správné anticipační posturální nastavení těla. Postura a pohyb jsou vzájemně neoddělitelně propojeným celkem a zajišťují posturo-kinetickou koordinaci těla, která spočívá v neoddělitelnosti biomechanických a senzorických atributů pohybu (Noé, 2006; Testa, et al., 2003).

Ve své diplomové práci se budu věnovat tématu dynamické posturální stability u lezců. Statická i dynamická složka posturální stability jsou od sebe neoddělitelnými částmi. Pokud ale vezmeme v potaz výše zmíněnou informaci, že je lezec vystaven neustálému riziku pádu a tudíž musí neustále anticipovat posturální nastavení pro další pohyb, budeme předpokládat, že musí mít velmi kvalitní hlavně dynamickou složku posturální stability.

V oblasti lezení se většina autorů zabývá spíše biomechanickými aspekty postury při jednotlivých fázích lezeckého pohybu. V této práci bych se ráda zaměřila více na aspekty senzorické, o kterých se již tolik v tomto odvětví nemluví.

2 Teoretická východiska

2.1 Horolezectví

"Pod pojmem horolezectví se skrývá pohybová činnost v terénu, ve kterém jsme v důsledku tíhové síly vystaveni riziku pádu. Volním úsilím musíme překonávat pud sebezáchovy. V překonávání těžkostí a obtížností terénu spočívá smysl horolezectví. Lezci jsou vystaveni mimořádně emotivní zátěži." (Vyškovský, 1993)

Horolezectví se v dnešní době stalo velmi komplexní sportovní disciplínou, která prošla mnohaletým vývojem. Vzhledem k tomu, že popularita horolezectví v posledních letech značně stoupla, vznikají tak nové rozmanité lezecké disciplíny, objevují se nové horolezecké oblasti a dochází k enormní inovaci vybavení. Sportovní lezení, jedno z odvětví horolezectví, tak může provozovat prakticky každý člověk nehledě na věk i společenskou vrstvu, a to jak na umělých stěnách, tak na skalách, či jiných horských útvarech. Se vzrůstajícím počtem umělých lezeckých stěn rostou i tréninkové možnosti. Člověk tak může lézt kdykoliv během dne, za jakéhokoliv počasí, po celý rok. Někteří jej pak mohou pojmout i jako určitou formu fitness tréninku. Pro některé z nás ale horolezectví není pouhým sportem, či tréninkem. Je to celoživotní vášeň, životní styl, radost a hra s vlastním tělem i sebepoznání. Můžeme jej brát jako intenzivní prožitek působení zemské přitažlivosti, či neutuchající pocit zadostiučinění při zdolávání zasněžených vrcholků hor, nebo pískovcových skalních věží. Všechny tyto vlastnosti mohou činit tento sport tak zajímavým a nesmírně hodnotným pro rozvoj "těla i ducha" (Winter, 2004).

2.1.1 Historie horolezectví

Hory v lidech od pradávna vyvolávaly úctu, strach, ale také zvědavost. Již v dávných dobách lidé přicházeli na jejich úpatí, protože jim zajišťovaly dostatek vláhy pro pole, pitnou vodu z pramenících řek i dostatek lovné zvěře. Hory vždy působily jako magnet. I přes hrozbu smrti a velké nebezpečí, se lidé stále pokoušejí dobýt nové vrcholy nebo zlézt strmější a vyšší skalní stěny. Ve Starověku lidé věřili, že zde sídlí bohové. Některé jsou dodnes považovány za posvátná místa, sídla bohů, démonů a duchů, a dokonce i pro horolezce jsou tato místa tabu. Ve Středověku se hory staly místem, kde mniši a mnozí poutníci mohli rozjímat. V Alpách v této době na horských úpatích i vrcholcích vznikalo mnoho klášterů a opatství. Díky lidské

fantazii mnoho lidí věřilo, že zde sídlí přízraky a příšery. Až koncem 18. století byly tyto fantazie částečně vyvráceny básníky, přírodovědci i zeměměřiči, které tato místa a horské prostředí samo o sobě velmi okouzlovalo a lákalo. Za pravý zrod horolezectví se na západě považuje až první výstup na Mont Blanc roku 1786 horolezci Jacquesem Balmatem a Michelem Paccardem z Chamonix. Od této události přibývali zájemci o výstupy ve velehorách a lidské představy o zrodu alpinismu začaly nabývat konkrétních forem. Zlatým rokem alpinismu je pak považováno založení prvního horského klubu "Alpine Club" v Londýně roku 1857. Alpy se staly kolébkou horolezectví, bylo zdoláno více než 200 významných vrcholů, především britskými horolezci. Nejznámějším výstupem se v této době stalo zdolání Matterhornu Whymperem a jeho druhy roku 1865, bohužel se čtyřmi oběťmi při sestupu. Díky své oblibě se horolezectví rozšířilo do celého světa. První expedice putovaly do Ameriky, Austrálie, na Nový Zéland a ještě dál. Britští horolezci se soustředili do Indie. Zde se pokusili o zdolání nejvyššího vrcholu světa, Čomolungmy, bohyně Matky Země, jak se Mount Everestu často říká. Ale teprve roku 1953 se sir Edmund Hillary a Šerpa Tenzing probojovali úspěšně až na jeho vrchol. Tento výstup spustil novou lavinu příchozích, kteří se snažili o výstupy bez kyslíkových bomb, jednodenní výstupy v alpském stylu a mnoho dalších. Díky zlepšování jistící techniky a lezeckého vybavení se horolezci pouštěli do těžších a náročnějších cest. To ale na začátku 60. let 20. století vedlo ke vzniku technického lezení, kdy se k postupu na vrchol využívalo nejrůznějších technických pomůcek. Záhy se však dospělo k názoru, že tímto způsobem se dá zdolat prakticky jakákoliv cesta a mnoho světových horolezců tak začalo prosazovat návrat k tzv. volnému lezení. V tomto stylu jsou k postupu povoleny pouze chyty a stupy přírodní, a ne technicky vytvořené. V dnešní době jsou lákadlem světem zapomenuté kouty jako hory kanadského vnitrozemí, Patagonie a Antarktida. A to díky své nedostupnosti a obtížným klimatickým podmínkám. Potrvá snad ještě dlouhé roky, než všechny tyto vrcholy budou pokořeny. Skutečností je, že horolezectví je sport se svými pravidly a také etikou a jejich nedodržování může vést k fatálním následkům. I přesto pro některé z nás toto sportovní odvětví zůstává koníčkem a hrou, kterou ti odvážnější z nás rádi hrají (Baláš, 2016; Creasey, 2000; Hattingh, 1999; Winter, 2004).

Sportovní lezení se v posledních letech začíná od klasického horolezectví mírně oddělovat. Dříve bylo bráno pouze jako přípravná fáze a výcvik pro vysoké hory. Vznik lezení jako sportu se datuje na konec 19. století, kdy se začala rozvíjet hned tři různá

odvětví. Koncem 19. století se v oblasti Lake District stalo zlomovou událostí zlezení skalní jehly Napes Needle W. P. H. Smithem. V Českosaském Švýcarsku se v této době pokouší o zdolání pískovcových věží na břehu Labe O. Schuster, který jako první přináší technickou pomůcku – boty s konopnou podrážkou. V masivu Mont Blancu se pokusil alpským stylem zdolat žlab F. Mummery. Ve všech třech případech se tedy nejedná jen o jakoukoliv pohybovou činnost v horském terénu, jak popsal Vyškovský (1993), nýbrž o "lezení" po skále. Současný pojem "sportovní lezení" je tedy sportem provozovaným jak na umělých stěnách, tak na skalách. Má též závodní charakter, 3 závodní disciplíny – bouldering, lezení na obtížnost a lezení na rychlost. Ve světě se pojem horolezectví a sportovní lezení také selektuje a každé z těchto odvětví se dlouhodobě samostatně rozvíjí: *mountaineering* x *sport climbing* (anglicky), *alpinisme* x *escalade sportive* (francouzsky) (Baláš, 2016; Creasey, 2000; Hatting, 1999).

2.1.2 Členění horolezectví a sportovního lezení

Baláš (2016) ve své publikaci uvádí členění horolezectví dle Diešky a Širla z roku 1989. Horolezecké disciplíny dělí na:

Tradiční – nevelehorské nepískovcové horolezectví, nevelehorské ledové horolezectví, pískovcové horolezectví, křídové horolezectví, horolezectví v nižších velehorách, horolezectví ve středních velehorách, horolezectví v nejvyšších velehorách, strmé sjezdy, výškové sjezdy, skialpinistické přechody

Netradiční – rychlostní skialpinistické závody, skialpinistické rallye, skálolezecké závody na čas, závody ve skalním lezení na obtížnost, bouldering, boulderistické závody, soutěže zdatnosti horolezecké mládeže

Interdisciplíny – vysokohorská turistika, rogaloalpinismus, paraalpinismus, speleoalpinismus

Vomáčko a Boštíková (2008) vymezují lezení dle přístupu lezců na:

Tradiční – lezení vyžaduje nejen fyzickou zdatnost lezce, ale také dobrou techniku zakládání jistících bodů, schopnost orientace v cestě a znalost přírodních podmínek.

Sportovní – lezení má předem připravenou výstupovou cestu, která má pevné jistící body umístěné předem natrvalo do skály. Sportovní lezení klade důraz na fyzické

a technické dovednosti lezce. Jedná se o nejrozšířenější formu lezení (Vomáčko, Boštíková, 2008; Winter, 2004)

Mezi závodní disciplíny sportovního lezení řadí Vomáčko a Boštíková (2008) tyto disciplíny:

- Bouldering
- Lezení na obtížnost
- Lezení na rychlost

Rozdělení disciplín sportovního lezení vzhledem k charakteru zdolávaného terénu, k ročnímu období nebo technickému vybavení:

Bouldering. Pochází z anglického *boulder* = balvan. Doslovně jde tedy o přelézání velkých kamenů. Jedná se o jednu z nejstarších forem lezení. Nyní je bouldering chápán jako aktivita, lezení, při kterém lezec překonává relativně krátký lezecký problém určité obtížnosti bez použití lana. Pro správné zajištění bezpečnosti by se pod lezcem měla nacházet dopadová matrace – bouldermatka. Můžeme jej provozovat jak venku, tak na umělé stěně. Je to odvětví vhodné pro rozvoj lezecké síly a techniky (Baláš, 2016).

Lezení na umělých stěnách. Umělé stěny se začaly stavět především k tréninkovým účelům a nácviku technických dovedností. Díky tomu bylo možné trénovat po celý rok, za jakéhokoliv počasí, což přiblížilo lezení širší populaci a stalo se tak sportovní disciplínou a volnočasovou aktivitou (Baláš, 2016).

Skalní lezení. V dnešní době se jedná o jednu z nejpopulárnějších disciplín. Lezec se pohybuje po skále, která může být vysoká dva metry ale i jeden kilometr. Můžeme sem zařadit jak lezení velmi dobře zajištěné fixními prvky, tak lezení po tradičních pískovcových skalních věžích, kde si většinou musí lezec jištění zakládat sám. Patří sem i lezení vícedélkové a “big wall” - zlézání několika set metrových stěn. Za jeden z nejznámějších je považován El Capitan v Yosemitském údolí, dále pak mnoho dalších v Alpách či Dolomitech (Hattingh, 1999).

Ledové lezení. Pohyb je uskutečňován pomocí stoupacích želez (maček) a cepínů, které se v horolezeckém slangu nazývají zbraně. Ledolezení se rozděluje na lezení po ledopádech vzniklých zamrznutím vodopádů a lezení po ledu vzniklém táním sněhu a jeho opětovném zmrznutí na skále. Lezení po ledu zmrzlém na skále se říká mixové lezení. Pokud cepíny a mačky využijeme pro lezení na umělé stěně, nebo

suché skále, pak mluvíme o drytoolingu. Lezení v ledu má též svoje závodní disciplíny. Je to lezení na rychlost a lezení na obtížnost. Soutěže probíhají pouze na uměle zaledněných stěnách a jsou pod záštitou UIAA (*Union International des Associations d´Alpinisme*) (Baláš, 2016).

2.1.3 Lezecký výkon a jeho hodnocení

Baláš (2016) ve své knize uvádí teoretický model struktury lezeckého výkonu dle Goddarda a Neumanna z roku 1993. Ti vymezují faktory, které determinují výkon ve sportovním lezení takto: psychické aspekty, tělesná zdatnost, koordinace a technika, taktické aspekty, vnější podmínky, zázemí a jiné. Autoři ve své publikaci podtrhují důležitost všech výše zmíněných faktorů a jejich vzájemnou interakci, ale nesnaží se o jejich kvantifikaci (Baláš, 2016).

- Tělesná zdatnost – síla, vytrvalost, flexibilita atd.
- Psychické aspekty – úroveň aktivace, strach, koncentrace, motivace atd.
- Vnější podmínky – charakter skály, způsob jištění, vliv počasí atd.
- Koordinace a technika.
- Taktické aspekty – zkušenosti a znalosti, inteligence, periodizace atd.
- Zázemí a jiné faktory – talent, zdraví, přístup na stěnu a na skály, časové možnosti.

Každý z těchto faktorů má v dnešní době již svoje specifické způsoby hodnocení. Nejčastěji se hodnotí faktory tělesné zdatnosti, jako jsou svalová síla, vytrvalost a flexibilita. V posledních letech se začíná klást důraz i na koordinaci pohybu.

2.1.3.1 Svalová síla a vytrvalost

Sportovní lezení je sportovní disciplínou vyžadující převážně silově-vytrvalostní zdatnost. Lezec zde musí překonávat gravitační sílu (váhu vlastního těla) nesčetnými izometrickými svalovými kontrakcemi. Ozimek (2017) ve své publikaci uvádí studie Wattse et al. (1993) a Granta et al. (1996), které se zabývaly hodnocením svalové síly horních končetin dynamometrem a dalšími specifickými testy, kdy nejlepších výsledků vždy dosáhli lezci elitní ve srovnání s lezci rekreačními. Tyto testy se zabývaly svalovou sílou horní končetiny i prstů, která dle výše zmíněných výzkumů

má významnou roli na lezeckou úroveň (dle klasifikační stupnice). Různá délka lezeckého terénu vyžaduje i odlišné časové nároky. A tak jako v jiných sportovních odvětvích, zde hraje roli i trénink vytrvalosti. Ve studii dle Fergusona a Browna (1997) zkušenější lezci dosáhli lepších výsledků v testech, kdy měli na dynamometru 5 sekund udržet 40 % síly své maximální volní kontrakce (MVC) svalů předloktí a poté 2 sekundy relaxovat v určených sériích opakování. Vigoroux a Quaine (2006) zkoumali vytrvalost přerušovaným stiskem dynamometru (v určeném rytmu). Výzkum prokázal, že profesionální lezci udrželi 80 % své maximální volní kontrakce déle než kontrolní skupina. Ozimek et al. (2016) ve své studii uvádí významnou souvislost mezi lezeckou úrovní a výsledky testů ve visu (ledge hanging test) na 2,5 cm a 4 cm široké dřevěné liště. Podobné výsledky uvádí i Baláš et al. (2012). Tyto výsledky ukazují, že vytrvalost, nebo přesněji, svalová odolnost vůči únavě při izometrické kontrakci, je velmi důležitým faktorem ve sportovním lezení (Ozimek et al., 2017).

2.1.3.2 Flexibilita

Nezbytnou podmínkou pro podání dobrého lezeckého výkonu je i flexibilita. Obecná flexibilita se často zevšeobecňuje flexibilitou zadní strany stehen a bederní páteře a testuje se předklonem vsedě. Grant et al. (1996, 2001) poukázal na skutečnost, že test obecné flexibility „předklon vsedě“ (sit and reach test) ale není lezecky specifický. Grant shledává lepší výsledky v testu čelního rozštěpu a bočního rozštěpu u výkonnostně lepších lezců oproti lezcům nižší výkonnosti. Podle Gilese et al. (2006) je ve sportovním lezení požadována vysoká míra flexe, zevní rotace a abdukce v kyčelních kloubech. Draper et al. (2009) ověřoval flexibilitu lezců šesti testy flexibility – předklon vsedě, Grantův test, adaptovaný Grantův test, zvednutí nohy, laterální dosah a nasednutí. Nejnižší vztah k lezeckému výkonu byl shledán u testu zvednutí skrčené nohy podle Granta, kdy je dolní končetina zvedána přímo před tělem a není jí umožněna zevní rotace v kyčelním kloubu. Zevní rotace a laterální směr pohybu je naopak pro lezce přirozenějším pohybem a umožňuje jej hodnotit adaptovaný Grantův test (Baláš, 2016).

Vzhledem k tématu práce, bude pro výběr a rozdělení probandů do skupin použita klasifikační stupnice, protože je považována za jeden ze základních nástrojů pro hodnocení lezeckého výkonu.

2.1.3.3 Koordinace

Pro dobrý výkon v lezení je zapotřebí nejen svalová síla a flexibilita, ale také kvalita a plynulost prováděného pohybu. Studie ukazují, že posturální omezení jsou jedním z hlavních faktorů, které ovlivňují adaptaci při statických a dynamických koordinačních reakcích u lezců. Lezcova posturální stabilita je neustále v ohrožení, protože plocha, která poskytuje lezcovi oporu je mnohem menší než na zemi a neustále se mění. To vše může být ještě umocněno sklonem stěny, velikostí a tvarem chytů a vzdáleností mezi nimi. Při přechodu ze statické čtyřbodové opory do tříbodové opory je zapotřebí právě kvalitních koordinačních schopností. Elitní lezci si tvoří posturální stabilitu skrze anticipační přerozdělení váhy v jednotlivých segmentech těla, adaptují se na sklon stěny, velikost chytů a jejich distribuci na stěně a takto si tvoří výchozí posturální nastavení těla. Při přechodu ze statické do dynamické pozice, kdy se lezec snaží dostat k dalšímu chytu, je posturální stabilita opět v ohrožení, a proto je zde nutná další koordinační schopnost, při které se klade důraz na rychlost a plynulost provedení daného pohybu, aby lezec zůstal v tříbodové opoře co nejkratší možný čas. U lezců rekreačních se nižší zkušenosti promítají jak do plynulosti pohybu, tak do anticipačních schopností. Rekreační lezci mají tendenci k nadbytečnému prozkoumávání cesty, kdy se častěji dotýkají více chytů, ale ve výsledku je nevyužijí pro další postup v cestě. Dále mají tendenci k prodloužení statické fáze, kdy se snaží vizuálně kontrolovat terén a hraje zde roli i zvýšená aktivace limbického systému. U elitních lezců je ale patrné, že statická a dynamická fáze naopak splývají v jeden plynulý koordinovaný pohyb, kdy lezec již při vizuálním nastudování cesty ze země je schopen detekovat trajektorii pohybu, kontakt v jednotlivých chytech a minimalizovat nadbytečné prozkoumávání cesty. Percepční a motorická adaptace, která zvyšuje koordinaci, má tedy významný vliv na zlepšení lezecké úrovně (Orth et al., 2016).

2.1.3.4 Klasifikační stupnice

Vzhledem k tomu, že se lezení rozvíjelo ve všech zemích trochu jinak i klasifikační stupnice v různých koutech světa se tedy liší. Ve Francii a dalších zemích jižní Evropy se používá francouzská stupnice, která se značí arabskými číslicemi. Do stupně 3 bez písmene, stupeň 4 má již rozlišení na 4a, 4b a 4c. Od stupně 6 se ještě pro upřesnění může přidávat znaménko plus a mínus. Pro zjednodušení se mezinárodní horolezecká organizace UIAA rozhodla vytvořit jednu standardizovanou stupnici, ve které lze snadno převádět lezeckou obtížnost do různých stupnic. Stupnice UIAA

se používá nejvíce ve východní Evropě, dále také v Německu, a je značena římskými číslicemi (I, II, III, IV, V, VI a dále). Opět se zde pro přesnější hodnocení může využívat znamének plus a mínus. Pro srovnání stupeň obtížnosti 6b francouzské stupnice odpovídá stupni VII ve stupnici standardizované UIAA (Baláš, 2016; Vomáčko, Boštíková, 2008)

2.1.3.5 Biomechanické aspekty lezení

Lezecká technika je ideální formou pohybu ve skalním terénu. Lezec se pohybuje sestavou pohybů proti působení gravitace, aby ekonomicky zdolal skalní terén. Lezecká technika se dělí na tři fáze: fáze přípravná, fáze hlavní a fáze závěrečná. Všechny tři fáze následují po sobě a splývají v jeden plynulý pohyb bez přerušení. Pro správné provedení pohybu je zapotřebí stálé kontroly těžiště těla jak v klidu, tak při samotném uskutečnění pohybu. Je tedy nutná správná součinnost dolních i horních končetin a trupu. Pro ekonomický pohyb a zachování rovnováhy je nutné udržení těžiště kolmo nad opěrnou bází chodidel. Při přelézání převislých profilů ale k tomuto nedochází. Těžnice zde směřuje mimo opěrnou bázi a lezec tak musí využít vyšší svalové síly trupu a končetin, aby vyrovnal moment tíhové síly svým tělem. Čím menší je tedy vzdálenost těžiště od opěrné báze a plocha báze větší, tím je větší i lezcova stabilita. Proto se v lezecké technice za jeden z nejdůležitějších prvků považuje práce nohou, které nesou těžiště těla umístěné uprostřed pánve (Winter, 2004).

Lezení se řadí mezi acyklické aktivity na rozdíl např. od klasického běhu na lyžích. Pohyb je prováděn v uzavřených biomechanických řetězcích. Biomechanické řetězce obecně dělíme na otevřené a uzavřené. Otevřený řetězec je ten, při kterém je horní nebo dolní končetina volná, bez opory a při změně úhlu v jednom kloubu se neovlivní úhel v kloubech ostatních. Při lezení s oporou o všechny čtyři končetiny nebo při visu na chytu se ale jedná o řetězec uzavřený. Při změně úhlu v jednom kloubu, dojde ke změně úhlu i v kloubech ostatních (Fusco et al., 2007; Svoboda, 2016).

Z hlediska ontogenetického můžeme mluvit o kvadrupedálním zkříženém vzoru, u kterého je zapotřebí koordinované aktivity končetin a svalů trupu. Pro pohyb ve vertikále platí pravidlo tří pevných bodů (trojí opory). Pokud dojde k odlehčení jedné končetiny, zvýší se reakční síla působící na zbylé tři končetiny, převážně na dvě kontralaterální končetiny ke končetině fázické. Dojde-li k pohybu ve větším rozsahu, zatížení kontralaterálních končetin bude mnohem výraznější. Pro uskutečnění dalšího pohybu je nutné nejprve vytvořit novou posturální stabilitu těla. Toho docílíme

horizontálním pohybem těžiště, a především anticipačním nastavením postury těla před započetím dalšího pohybu (uvolnění jedné končetiny). Postura i lokomoce jsou vzájemně propojeny a zajišťují nám posturo-kinetickou koordinaci, která spočívá v neoddělitelnosti biomechanických a senzorických atributů pohybu. Posturu můžeme chápat jako aktivní držení tělesných segmentů proti působení zevních sil. V lezení se zde uplatňuje hlavně síla gravitační (Kolář, 2009; Noé, 2006; Testa et al., 2003).

Pro správné provedení pohybu je zapotřebí i vhodně zvolený úchop daného chytu, tedy i správné nastavení jemné motoriky lezce. Jemná motorika také přispívá k nastavení celkové postury těla. Úchopy můžeme dělit dle směru úchopu nebo dle polohy prstů. Dle směru úchopu rozeznáváme chyty pozitivní, boční a spodní. Pozitivní chyty se drží shora a jsou zatěžovány směrem dolů. Boční chyty se drží zboku a jsou i zboku zatěžovány. Chyty spodní se drží zespodu a jsou zatěžovány tahem zdola nahoru. Dle polohy prstů pak rozeznáváme nejčastěji úchop otevřený a zavřený. Otevřený úchop se používá především u velkých a oblých chytů. Z biomechanického hlediska je úchopem šetrnějším, protože se při něm šlacha *musculus flexor digitorum profundus* namáhá rovnoměrně a síly působící na šlachová poutka jsou tak o mnoho nižší. Pro lezce začátečníky je ale tento typ úchopu značně náročný, protože nemají dostatečně posílené flexory i extenzory prstů. Uzavřený úchop nebo také "úchop s prolomenými prsty" je charakteristický hyperextenzí distálního interphalangeálního kloubu prstů. První a druhý článek prstu svírají ostrý úhel a dochází ke značnému přetížení šlachových poutek, které drží šlachy flexorů prstů u kosti. Užívá se nejčastěji pro uchopení malých, ostrých chytů. Při nadměrnému využívání tohoto úchopu může dojít až k ruptuře šlachových poutek a následně k zánětu šlachové pochvy (Amca, 2012; Baláš et al., 2008; Véle, 2006).

2.1.3.6 Využití lezení v terapii

V posledních letech se lezení stalo velmi vyhledávaným sportem ať už z pohledu lezce (člověka, co daný sport provádí) nebo v rámci nejrůznějších vědeckých výzkumů. Lezení se již nepovažuje jen jako sportovní odvětví, ale také jako prostředek pro terapii u mnoha diagnóz.

Terapeutické lezení se využívá k prevenci i léčbě poruch pohybového aparátu a v dnešní době je považováno za součást komplexního rehabilitačního programu. Terapie je prováděna na umělé lezecké stěně maximálně 2,5 metru vysoké. Zvolené chyty jsou dostatečně velké, aby nedošlo k přetížení drobných kloubů ruky. Terapii

provádí vyškolení fyzioterapeuti a ti dbají na správný pohyb a individuálně nastavují terapii každému pacientovi. Při přiměřené zátěži je sportovní lezení velmi výhodným sportem, který nepůsobí jednostrannou zátěž, má stabilizační, koordinační i kondiční funkci. Různorodost lezeckých cest a lezeckých problémů podporuje rozvoj obratnosti, koordinace, prostorové orientace, rovnovážných reakcí, svalové síly i výdrže v nejrůznějších situacích a z psychických funkcí zlepšuje rozhodování a posiluje sebedůvěru. Při lezení dochází k integraci taktilních, vestibulárních, proprioceptivních i zrakových informací. Francová et al. (2006) zkoumala vliv terapeutického lezení na pohybový aparát. V rámci studie byla snímána elektromyografická aktivita *m. trapezius pars descendens, m.trapezius pars medialis, m. trapezius pars ascendens* a *m. serratus anterior* během izometrické kontrakce ve vybraných polohách horní končetiny při zaujetí rovnovážné pozice na lezecké stěně. Engbert a Weberová (2011) sledovali vliv terapeutického lezení na chronické bolesti dolní části zad. Pühringer et al. (2017) zkoumal vliv pozice paže a sklonu stěny na aktivaci svalů ramenního pletence při statické fázi lezení. Tito a mnozí další autoři dospěli vesměs ke stejnému závěru – terapeutické lezení je vhodným nástrojem pro rehabilitaci poruch nejen pohybového aparátu člověka (Engbert, Weber, 2011; Francová et al., 2006; Pühringer et al., 2017).

V rámci odvětví psychologie a psychiatrie byly provedeny studie zkoumající vliv lezení na depresi a stavy úzkostí. Kolektiv autorů v čele s Katharinou Luttenbergerovou (2015) provedl randomizovanou studii zkoumající vliv lezení, konkrétně "terapeutického boulderingu", na léčbu deprese. Již po 8 týdnech prováděné terapie byl zaznamenán pozitivní efekt a došlo ke snížení počtu depresivních projevů u léčených probandů. V další studii prováděné na univerzitě Philipps v německém Marburgu sledovali krátkodobou regulaci emocí u pacientů s těžkými depresemi před a po horolezeckém tréninku. Kolektiv autorů v čele s Marii Kleinstäuberovou (2017) došel k závěru, že lezení je sportem vyžadujícím vysokou míru koncentrace a koordinace a je vhodným pro práci s emocemi právě proto, že je zde snadno dosažitelný cíl v podobě vylezené cesty, a tudíž může mít i pozitivní vliv na kognitivní funkce a krátkodobé ovlivnění emocí. Alan Ewert a Dicle Aras (2016) uskutečnili výzkum na univerzitě v Ankaře, kde sledovali vliv 8-týdenního horolezeckého tréninku na úzkost. Studie prokázala, že po osmi týdnech lezení došlo u probandů ke snížení kognitivní a somatické úzkosti, dále došlo ke zvýšení sebevědomí a také VO_2max.

Studie prokázala, že lezení má vliv jak na psychologickou, tak fyzickou stránku lidského těla (Aras, Ewert, 2016; Kleinstäuber, et al., 2017; Luttenberger et al., 2015;).

2.1.3.7 Úrazy, negativní stránky horolezectví

V posledních třiceti letech zažilo horolezectví enormní vzestup popularity. Dochází k velké inovaci vybavení, ale také k pozitivnímu i negativnímu vlivu na lidské tělo. Mění se i umístění a vzorec vzniku zranění. U klasického horolezectví dochází ke zranění hlavně při pádu při chůzi nebo při pádu ze skály s velmi nízkým počtem jištění. Zde nejčastěji dochází ke zlomeninám a výronům u dolních končetin, hlavy a trupu. Naopak při výkonu ve sportovním lezení dochází k pádu poměrně často. Většinou se ale jedná o pád kontrolovaný, nejčastěji při snaze o přelezení cesty, která je pro daného lezce na hraně jeho dosavadní lezecké úrovně. Při přelézání strmých až převislých stěn po malých chytech dochází k velkému zatížení horních končetin, proto zde dochází nejčastěji k úrazům ramenních kloubů a prstů ruky (Schweizer, 2012).

Woollings et al. (2015) ve svém systematickém přehledu literatury uvádějí, že základními rizikovými faktory pro vznik zranění v odvětví horolezectví mohou být vyšší věk, množství hodin strávených lezením, lezecká úroveň, lezení na prvním – vyvádění cesty a další. Dále také spekulují o vlivu pohlaví a BMI.

Horní končetina

Nejčastější problematikou ruky a prstů je poranění flexorové šlachy. Jones a Johnson (2016) ve své studii uvádějí, že 33 % až 52 % všech lezeckých zranění tvoří právě poranění prstů. Vzhledem k častému používání uzavřeného úchopu – flexe proximálního interphalangeálního kloubu je více než 90° a distální interphalangeální kloub je hyperextendován – dochází k extrémnímu zatížení poutka flexorové šlachy, zvýšení tření a následné částečné či úplné ruptuře. Ta je doprovázena slyšitelným prásknutím. Dále také při spárovém lezení působí na prsty velká torzní síla, která může vést ke zlomeninám, rupturám vazů i dislokacím. Při nezamýšleném pádu v boulderingu může dojít k poranění zápěstí. Zlomeniny distálního konce radia jsou velmi bolestivé a často doprovázené dislokací. Při opakovaných pokusech o přelezení obtížného boulderu může dojít také ke zlomenině karpálních kůstek, nejčastěji *os hamatum*. Horolezce může provázet řada ortopedických zranění, ale také neurologických. Nejčastější problematikou z řad neurologie je považován syndrom karpálního tunelu.

Dále může dojít k útlaku *nervus radialis* v lokti nebo proximální části předloktí (syndrom musculus supinator) (Jones, Johnson, 2016; Schweizer, 2012).

Ramenní klouby u lezců jsou často vystavovány enormní zátěži, a to hlavně při přelézání převislých stěn. Dojde-li k přetížení svalových skupin, dostaví se často bolest, následována snížením rozsahů pohybu v kloubu. Mladí lezci často zmiňují hlubokou antero-superiorní bolest, která je nejčastěji způsobena přetížením dlouhé hlavy *m. biceps brachii* v *sulcus bicipitis* nebo lézí této šlachy, až s možnou SLAP lézí nebo zánětem subacromiální burzy. Můžeme sem zařadit i akutní úrazy jako kontuze, léze acromioclaviculárního ligamenta nebo dislokace způsobené pádem nebo silovým pohybem v abdukci a zevní rotaci ramenního kloubu (Schweizer, 2012).

Dolní končetina

Woolings et al. (2015) ve své studii uvádějí, že až 32 % všech zranění dolních končetin u mladých lezců je způsobeno pádem. Z toho 50 % byly úrazy kolenních a hlezenních kloubů. Josephsen et al. (2007) dále poukazují, že 23% zranění při pádu se objevuje při lezení venku a 50 % při lezení na umělé stěně.

Pro dobrý lezecký výkon je zapotřebí i flexibilita kyčelního a kolenního kloubu. S tím jsou spojeny problémy jako anteroposteriorní impingement syndrom *labrum glenoidale* kyčelního kloubu s preartrotickými změnami nebo bolestivé a přetížené hamstringy z převislých stěn. U kolenního kloubu je pak často zmiňována degenerativní nebo traumatická léze menisků a ligament (ACL, LCM), nejčastěji při pádu z „egyptské pozice“ (maximální vnitřní rotace v kyčli). Při pádu se mezi nejčastější zranění řadí mnohočetné zlomeniny kotníku, otevřené zlomeniny *tibie*, zlomeniny pánve a páteře. Častá zranění jsou zaznamenána především v oblasti přednoží, a to z důvodu speciální lezecké obuvi, která je velmi úzká a malá, ale umožňuje lezci stoj i na těch nejmenších lištách. Palce jsou hyperextendovány v metatarzophalangeálním kloubu a flektovány v proximálním a distálním interphalangeálním kloubu. Některé boty dokonce flektují a vnitřně rotují přednoží. Důsledky častého nošení takovéto obuvi pak mohou být degenerativní – gangliony, onychomykózy, bolestivé zarůstání nehtů u palce. Obuv může vyprovokovat i *hallux valgus* deformitu nebo sesamoiditidu (Schweizer, 2012).

Oblast zad a krku

Středně obtížné lezení má pozitivní vliv na zádovou muskulaturu. Často se využívá k fyzioterapeutickým intervencím jako je léčba bolesti dolní části zad,

úprava svalových dysbalancí na trupu a dalším. Nicméně obtížné lezecké cesty vyžadují často úchop podhmatem, kdy vektor síly směřuje kraniálně a dochází tak k velké kompresivní síle působící na oblast bederní páteře. Často si tak elitní lezci stěžují na bolest v bederní krajině, kdy je nutná fyzioterapeutická intervence (posílení antagonistů – břišní muskulatury). Bolesti v oblasti krku jsou nejčastěji způsobeny při jištění prvolezce v převislých profilech, kdy dochází k permanentí hyperextenzi krční páteře. Takový problém může být snadno vyřešen zrcadlovými brýlemi na jištění (belay glasses) (Schweizer, 2012).

2.2 Rovnováha a její složky

Z biomechanického pohledu je lidské tělo ve vzpřímené pozici na dvou dolních končetinách velmi nestabilním systémem, který je tvořen mnoha segmenty. Tato nestabilita je dána také tím, že se jedná o případ „obráceného kyvadla“, které má malou plochu základny a vysoko uložené těžiště. Tento vzpřímený systém držení těla má tři hlavní složky – senzorickou, řídící a výkonnou. Senzorickou složku tvoří subsystémy proprioceptivní, zrakový a vestibulární. Řídící složku tvoří centrální nervový systém. Výkonná složka je tvořena pohybovým systémem, anatomicky i funkčně definovaným (Vařeka, 2002a).

Posturální stabilita je podle většiny autorů z funkčního hlediska ovlivňována vestibulárním, zrakovým a proprioceptivním subsystémem. Signály z těchto tří subsystémů nám poskytují informace o kvalitě pohybu, poloze těla a samotném vnímání prostředí, ve kterém se naše tělo nachází. Vestibulární subsystém se nejvíce uplatňuje při zpracovávání informací o poloze hlavy a těla v prostoru. Zrakový subsystém má největší vliv na orientaci v prostoru, plánování pohybu a vyhodnocování zevních vlivů působících na lidské tělo. Somatosenzorický (proprioceptivní) subsystém zpracovává podněty při kontaktu povrchu těla se zevním prostředím, dále nás informuje o poloze těla v prostoru a také o poloze jednotlivých tělesných segmentů (Kolář, 2009; Vařeka, 2002a; Véle, 2006;).

2.2.1 Senzorická složka

2.2.1.1 Vestibulární systém

Jedná se o primárně aferentní senzitivní analyzátor pohybu. Analyzuje pohybové zrychlení a zpomalení i trojrozměrnost prostředí. Má vliv na většinu eferentních systémů, ale má i svou vlastní vestibulospinální dráhu. Informuje nás o směru gravitace jak v klidu, tak při pohybu, díky vnímání změn polohy hlavy – lineární či úhlové zrychlení (Bartůňková, 2007).

Vestibulární aparát je sluchové ústrojí, které spolu s Cortiho sluchovým orgánem sídlí ve vnitřním uchu. Skládá se ze tří polokruhovitých kanálků a dvou váčků. – *utriculus* a *sacculus*. Na stěnách kanálků najdeme vlasové buňky, které jsou obklopeny endolymfou. Díky její cirkulaci a pohybu vlasových buněk jsme schopni detekovat rotační zrychlení hlavy. *Utriculus* a *sacullus* také obsahují vlasové buňky,

ale s drobnými krystalky uhličitanu vápenatého – otolity. Díky nim můžeme detekovat lineární zrychlení vpřed, vzad, dolu a nahoru (Kittnar, 2007).

Vestibulární systém je spojen se zrakovým orgánem a dráhou okulovestibulárního reflexu. Tyto dva systémy dále spolupracují na udržení optické fixace sledovaného objektu při současné změně pozice hlavy. Proto je člověk schopen pozorovat okolní prostředí a zároveň měnit polohu těla, aniž by došlo k výrazným výchylkám posturální stability a rovnováhy (Hahn, 2004).

2.2.1.2 Zrakový systém

Zrakový aparát nám dodává informace o uspořádání zevního prostředí. Díky tomu značně ovlivňuje proces stabilizace, kde dochází k opoře o pevné body zevního prostředí, a tím získáváme pocit posturální jistoty. Hraje také důležitou roli v anticipaci změn působení zevních sil. Zrak nám též pomáhá kontrolovat polohu a nastavení hlavy (Kolář, 2009; Vařeka, 2002b; Véle, 2006).

2.2.1.3 Somatosenzorický systém

Při vzpřímeném držení těla poskytuje somatosenzorický (proprioceptivní) systém informace o měnících se podmínkách vnitřního i zevního prostředí tak, aby na ně mohl posturální systém přiměřeně zareagovat. Receptory přijmou podnět z daného prostředí a formou vzruchu jej dále šíří senzorickými systémy až do mozkové kůry. Dělíme je na exteroreceptory, proprioreceptory a interoreceptory (Rokyta, 2016).

Proprioreceptory hrají důležitou roli v procesu stabilizace právě proto, že přinášejí informace z receptorů svalů, šlach a kloubů. Jedná se o svalová vřeténka, která podávají informaci o statických a dynamických parametrech svalu – jeho délka a rychlost měněné délky. Kloubní receptory mají úlohu dosti podobnou, ale namísto ve svalu, podávají informace z kloubu. Důležité je i Golgiho šlachové tělísko, které snímá tah na šlaše svalu a tak tvoří ochranný míšní servomechanismus pohybového aparátu. Dále je potřeba zmínit několik exteroreceptorů – zvláště Ruffiniho a Maissnerova tělíska, která mají za úkol identifikovat místa s nejvyšším zatížením (Vařeka, 2002b; Véle, 2006).

2.2.2 Řídící složka

Dle Véleho (2006) můžeme řízení pohybu popsat jako „*účelové organizování aktivity pohybové soustavy k dosažení zamýšleného cíle*“.

Řídící složkou posturální stability je centrální nervový systém, který představuje syntetickou a analytickou regulační ústřednu. Každému zpracovanému senzorickému podnětu je přiřazen určitý význam, tyto informace se v centrálním nervovém systému (dále jen CNS) vzájemně vyměňují a tvoří tak pozadí celého stabilizačního procesu (Véle, 2006).

Signály z různých analyzátorů senzorické složky jsou zpracovávány složkou řídící (centrálním nervovým systémem – mozkem a míchou). Patří sem páteřní a prodloužená mícha, Varolův most, střední mozek, mozeček, mezimozek, bazální ganglia, mozková kůra a také limbický systém. Výše zmíněné oddíly CNS spolu tvoří funkční celky, které jsou vzájemně provázány dráhami (Rokyta, 2016).

Pohyb nebo také motorika je základním projevem života. Je velmi úzce spjat s lidskými prožitky a reaguje na jejich sebemenší výchylky, ať už pozitivně nebo negativně. Lidskou motoriku ovlivňuje také bolest, psychické problémy a mnoho dalších zevních vlivů. Jejich efekt může být jak tlumivý, tak stimulující. Pohyb je nesmírně složitý proces. Pokud budeme chtít dosáhnout jeho určité fyziologické hladiny, bude zapotřebí korigovaného zapojení mnoha složek. Proto pohyb může být zdrojem poruch na mnoha úrovních – somatické, psychické, sociální, mentální a fyzikální (Kolář, 2009; Véle, 2012; Véle, 2002).

Motorika je řízena na třech úrovních (etážích) – kortikální, subkortikální a spinální. Pohybovou kontrolu provádějí čidla uložená v senzorických orgánech. Na principu zpětné vazby CNS provede korekci pohybu tak, aby došlo k požadovanému záměru. Jsou zde vstupy senzorické a výstupy motorické. Informace jsou přenášeny periferním nervovým systémem a řídí tak výkonný orgán – kosterní sval. Pokud je v pohybovém aparátu přítomna porucha, projeví se mechanickým útlumem pohybového aparátu, bolestí nebo snížením svalové síly. V průběhu pohybu je neustále prováděna kontrola a korekce. Pohyb, který je prováděný pomalu, bude tedy přesnější, než pohyb prováděný rychle (Latash, 2008; Véle, 2012).

2.2.3 Výkonná složka

Posturální stabilita (vzpřímená poloha) je zajišťována složkou pasivní, aktivní a neurální. Pasivní složku tvoří kostěný a vazivový aparát. Aktivní složku pak tvoří dynamický proces, který je dán svalovou kontrakcí. Neurální systém je systém řídící, jedná se o centrální nervovou soustavu a bylo o něm pojednáno výše. Při stabilizaci se dysfunkce jedné složky projeví na funkci ostatních složek. Svalová kontrola a dynamické udržování rovnováhy tedy zahrnuje koordinované zapojení svalových kinematických řetězců (O´Sullivan, 2000; Panjabi, 1992; Suchomel, 2006; Véle, 2002).

2.3 Postura a posturální stabilita

Posturou rozumíme aktivní držení pohybových segmentů těla proti působení zevních sil, především gravitaci. Můžeme ji nazvat jako určitou vnitřní sílu našeho těla, která je řízena z CNS. Je součástí sedu i zvedání hlavy v poloze na břiše, nejedná se tedy o žádné synonymum „klidného stoje“. Bez postury by nebyla možná lokomoce. Autoři se rozcházejí v názorech na význam postury jako takové, většina z nich ale cituje stejný výrok, který jako první pravděpodobně pronesl Magnus (1924): „*Each movement begins and ends with a posture. Posture follows movement like a shadow*“. Postura je součástí každého pohybu a je jeho základní podmínkou (Kolář, 2009; Magnus, 1924; Vařeka, Vařeková, 2009; Vojta, Peters, 2010).

Posturální stabilita je kontinuální zaujímání určité polohy. Vše je ovlivňováno biomechanickými a neurofyziologickými faktory. Označujeme tak schopnost zajistit vzpřímené držení těla a reagovat na změny působení zevních či vnitřních sil tak, aby nedošlo k nezamýšlenému pádu (Kolář, 2009; Palaščáková Špringrová, 2010).

2.3.1 Stabilizace polohy

Véle, Čumpelík a Pavlů (2001) diferencují v souladu s Panjabim dva typy stabilizace – vnitřní a vnější. Vnitřní intersegmentální stabilita je představována krátkými intersegmentálními svaly páteře, které tvoří hluboký stabilizační systém. Tato stabilita musí být pružná tam, kde účelově organizovaný pohyb požaduje schopnost průběžného nastavení rozsahu pohyblivosti segmentů a jejich skupin dle aktuální potřeby. Vnější sektorová a celková stabilizace navazuje na stabilizaci vnitřní a probíhá v jednotlivých páteřních sektorech. Podílí se na ní dlouhé a silnější záběrové svaly, které připojují jednotlivé páteřní sektory a končetiny přes jejich

pletenec k osovému orgánu. Krátké hluboké svaly páteře v osovém orgánu spolupracují s dýchacími svaly, které mají též posturální funkci. Oproti tomu vnější stabilizace je vymezena svaly, při jejichž aktivaci je možné zřetelně vidět titubace či odchylky polohy (Palaščáková Špringrová, 2010; Véle, 2006; Véle, Čumpelík, Pavlů, 2001).

Dále Panjabi (1992) rozdělil stabilizační systém osového orgánu na tři subsystémy – pasivní, aktivní, neurální. Pasivní subsystém zahrnuje obratle, meziobratlové ploténky a ligamenta, která přispívají ke kontrole hybnosti a stability celého osového orgánu. Aktivní subsystém pak zahrnuje svaly, které mají přímý vliv na páteř. Neurální subsystém, jak už bylo zmíněno výše, je systémem řídícím, který díky aferentaci z receptorů a následným řízením aktivního pohybu, ovlivňuje stabilitu osového orgánu (O´Sullivan, 2000; Palaščáková Špringrová, 2010; Panjabi, 1992; Suchomel, 2006).

2.3.2 Biomechanické faktory

Základní biomechanické faktory, které ovlivňují stabilitu každého člověka, jsou hmotnost, výška, poloha těžiště, velikost opěrné plochy a báze, nastavení hybných segmentů a kontakt těla s podložkou (Vařeka, 2002a).

Vařeka (2002a) uvádí základní vymezení biomechanických pojmů:

Opěrná plocha (Area of Support, AS) je plochou kontaktu, která je aktuálně využita k aktivní kontrole posturální stability. Nemusí to nutně být plocha přímého kontaktu podložky s povrchem těla, protože mezi nimi může být vložen i kus oděvu (Vařeka, 2002a).

Plocha kontaktu (Area of Contact, AC) zahrnuje celou plochu kontaktu mezi člověkem nebo předmětem a podložkou. K aktivní opoře a kontrole posturální stability ji nikdy nelze využít celou (Vařeka, 2002a).

Opěrná báze (Base of Support, BS) je ohraničena nejvzdálenějšími hranicemi opěrné plochy (jejími jednotlivými částmi). Jedná se o celkovou plochu pod předmětem nebo osobou zahrnující každý bod kontaktu osoby nebo předmětu s podložkou, nosnou plochou a je ohraničena jednotlivými zevními body kontaktu. Pokud budeme stát ve stoji spojném, bude naše opěrná báze ohraničena patami, vnějšími nárty a konečky prstů a také bude zahrnovat prostor mezi našimi chodidly (Vařeka, 2002a).

Vztah velikosti AC, BS a AS nám ve stručnosti vyjádří vzorec: BS ≥ AC ≥ AS. Aktuální velikost a tvar opěrné plochy a opěrné báze jsou určeny nejen anatomickými

faktory, ale též svalovou aktivitou, tudíž i činností centrálního nervového systému (Vařeka, 2002a).

Opěrná báze je plošně větší, než opěrná plocha. Platí tedy, že čím je opěrná báze širší, tím vzrůstá i stabilita těla. Stabilita je tedy přímo úměrná velikosti (ploše) opěrné báze (Kolář, 2009).

Pro princip a analýzu posturální kontroly je nutno uvést ještě několik dalších parametrů:

Těžiště těla (Centre of Mass, COM) je bod, do kterého je soustředěna hmotnost těla. Lze jej stanovit pomocí různých matematických i grafických metod. Z biomechanického hlediska lze stanovit těžiště těla dokonce pro každý segment zvlášť. Z kineziologického hlediska můžeme ale mluvit pouze o společném těžišti těla a to jen při zaujetí postury. Těžiště je bod, v němž se výsledný moment všech působících sil na jednotlivé části těla rovná nule (Vařeka, 2002a).

Průmět těžiště těla do podložky (Center of Gravity, COG). Jedná se o průmět společného těžiště těla do roviny opěrné báze. Má význam pouze ve vztahu k opěrné bázi. V letové fázi běhu neexistuje. Při zaujetí statické polohy se COG musí nacházet vždy v opěrné bázi (Vařeka, 2002a).

Střed tlakového působení (Centre of Pressure, COP) je místo, kde působí vektor reakční síly podložky. Jeho poloha se dá vypočítat z hodnot reakční síly naměřených v rozích stabilometrické plošiny nebo se dá vypočítat jako vážený průměr všech tlaků snímaných senzory přímo z opěrné plochy. Pouze u dokonale tuhého tělesa se COP shoduje s COG (Vařeka, 2002a).

2.3.3 Hodnocení posturální stability

V praxi můžeme hodnocení posturální stability rozdělit na dvě základní odvětví – klinické hodnocení a přístrojové hodnocení.

2.3.3.1 Klinické hodnocení

Pro hodnocení statické rovnováhy se nejčastěji využívají stoj na jedné DK, Rhombergův stoj, Véleho test a mnoho dalších. Rhombergův test se provádí ve třech modifikacích. Stoj I. je stoj o normální bázi s otevřenýma očima – zrakovou kontrolou. Stoj II. je stoj spatný – o úzké bázi, opět se zrakovou kontrolou. Stoj III. je stoj spatný se zavřenýma očima – bez zrakové kontroly. Při Rhombergově stoji se hodnotí titubace trupu, které mohou svědčit pro periferní vestibulární lézi, kdy jsou výchylky pouze

k jedné straně. Nebo pro centrální lézi, kdy jsou výchylky symetrické. Test dle Véleho sleduje hru prstců ve vzpřímeném stoji s otevřenýma očima. Zde je hodnocena posturální stabilita čtyřstupňovou škálou – A, B, C, a D. Dále se pro hodnocení stability stoje dá využít Trendelenburgův (Duchenův) test, kdy se porovnává vliv zraku a velikosti oporné báze na stabilizaci postury. Konkrétně hodnotí funkci stabilizátorů pánve (Kolář, 2009; Véle, 2012; Véle, Pavlů, 2012).

Klinické hodnocení statické i dynamické rovnováhy je dle Véleho (2012) značně subjektivní. Pro vyšetření dynamické můžeme pozorovat hru jednotlivých svalových skupin při dynamickém procesu – chůzi, vstávání, vyvedení ze statické polohy (stoje) a dále. Proto je hodnocení dynamické stability výrazně přesnější při použití přístrojových metod (Véle, 2012).

Zahraniční autoři uvádějí jako test dynamické rovnováhy u starších jedinců například Berg Balance Scale (Berg, et al., 1989; Berg, et al., 1992) nebo Timed Up and Go (Mathias, Nayak, Isaacs, 1986; Podsiadlo, Richardson, 1991).

2.3.3.2 Přístrojové hodnocení

Přestože klinické testy mohou být užitečné pro detekci senzoricko-motorických poruch, poskytují nám pouze obecný obraz o funkčnosti posturální kontroly. Pro detailní analýzu posturálního chování a kontroly je zapotřebí přístrojových metod, aby bylo možné zaznamenat kinetické, kinematické a elektrofyziologické parametry a z nich provést výslednou analýzu (Paillard, Noé, 2015).

Posturografie je obecné označení přístrojového vyšetření posturální stability. Umožňuje nám objektivně vyhodnotit posturální stabilitu jedince. Hodnotí se zde reakční síly působící na tenzometrickou plošinu. Po úpravě snímaných hodnot je možné určit i další parametry, vše dle potřeby a daného výběru. Přístrojové metody jsou oproti klinickým objektivnější a mohou vyhodnotit i velmi malé změny, ale jejich negativem může být například vysoká pořizovací cena a náklady na provoz s nimi spojenými i časová a prostorová náročnost daného přístroje (Kolář, 2009; Mancini, Horak, 2010).

Pro posturografii jsou technicky využívány buď silové plošiny, nebo tenzometrické desky, které měří kontaktní tlakové síly. V tenzometrických deskách (např. Footscan) jsou rozmístěny tlakové snímače po celé ploše. Jedná se o novější, modernější variantu měřících přístrojů. Silové desky (Kistler apod.) mají snímače reakčních sil umístěny jen v rozích plošiny (Kolář, 2009; Vařeka, 2002a).

Sell (2010) dělí posturografii na statickou (stabilometrii) a dynamickou (dynamometrii).

Statická posturografie hodnotí schopnost udržet klidný vzpřímený stoj, kdy proband není rušen okolními vlivy. Někdy bývá považována za objektivizovanou formu Rhombergova testu stoje. Vyšetření může probíhat v nejrůznějších modifikacích stoje, dá se upravit a selektivně zaměřit na jednotlivé senzorické systémy (vyloučení zraku, změna proprioceptivních informací z podložky apod.) (Dršata, et al., 2008; Kolář, 2009; Sell, 2010).

Dynamická posturografie vyhodnocuje schopnost přenášet průmět těžiště kolem opěrné báze. Sell (2010) poukazuje na skutečnost, že tato metoda v posledních letech výrazně převažuje nad metodou statickou z důvodu lepší výpovědní hodnoty a aplikovatelnosti především na sportující populaci. Během testování jsou experimentálně vytvořeny zevní rušivé faktory nebo musí testovaná osoba provádět v průběhu testování určený pohyb. Zevním rušivým faktorem může být například pohyb kontaktní plošiny nebo vizuálního okolí. Plošina se může pohybovat anteroposteriorním směrem, mediolaterálním směrem nebo se může sklopit dolu nebo nahoru kolem vodorovné osy. Dynamická počítačová posturografie, anglicky „*Computerized Dynamic Posturography*“ (CDP) obsahuje jak izolované, tak komplexní testování senzorických funkcí. Dle použitých systémů je pak můžeme dělit na statické systémy (Balance Master) a dynamické systémy (SMART Balance master, EquiTest od společnosti Neurocom International) (Chaudhry, et al., 2011; Kolář, 2009; Sell, 2010).

Podle Karimiho a Solomonidise (2011) nebyla nalezena žádná signifikantní souvztažnost mezi testováním statické a dynamické posturální stability. Z toho plyne, že je nutné hodnotit zvlášť statickou a dynamickou posturální stabilitu. Pokud tedy chceme testovat dynamickou posturální stabilitu, není možné vycházet z výsledků měření statické posturální stability. Sell (2010) také poukazuje na nízkou souvztažnost mezi testováním statické a dynamické posturální stability a dále zdůrazňuje, že měření dynamické posturální stability je fyzicky náročnější a složitější. Proto by mělo být dobře zváženo, kterou (statickou nebo dynamickou) složku posturální stability budeme měřit u námi zkoumané skupiny (Karimi, Solomonidis, 2011; Sell, 2010).

Gryc (2014) tvrdí, že vzhledem ke složitosti interakce mezi senzorickými, řídícími a výkonnými mechanismy udržování posturální stability a jejich případným poruchám, se při testování využívá mnoha rozličných podmínek tak, aby bylo možné rozlišit nebo identifikovat jednotlivé typy poruch, které mohou mít vliv na posturální

stabilitu (rovnováhu). Posturografické testovací protokoly tak umožňují kvantifikovat schopnost testovaných probandů udržovat posturální stabilitu v různých statických a dynamických polohách, většinou v kombinaci s nebo bez zrakové kontroly (varianta otevřené nebo zavřené oči). Na základě kombinace statických a dynamických testů v různých senzorických podmínkách je možné kvantifikovat velikost závislosti posturální stability testovaného probanda na vizuálních, vestibulárních nebo proprioceptivních informacích (Gryc, 2014).

2.3.4 Lezení a rovnováha

Tématem rovnováhy u lezců se zabývalo již nespočetně autorů. Mnoho z nich se zabývalo biomechanickými aspekty - působením sil (přesunem COG). Quaine a Martin (1999) zkoumali rozložení sil na jednotlivých chytech a jejich změnu (vertikální a horizontální složky) při uvolnění pravé dolní končetiny ze čtyřbodové opory. Pro zaujetí rovnovážného stavu je nutná určitá organizovaná změna silového působení na zbylých třech místech opory. Testa et al. (1999) se zabýval otázkou, zda má určitý typ chytu a pohybová amplituda vliv na posturální kontrolu při zadaném lezeckém úkonu. Autoři došli k závěru, že horizontální složka síly se účastní kontroly rovnováhy - závisí především na pohybové amplitudě a na typu chytu, naproti tomu vertikální složka síly se podílí na iniciaci pohybu (Quaine, Martin, 1999; Testa, Martin, Debu, 1999).

Di Paola, Caltagirone a Petrosini (2013) se zabývali vlivem dlouhodobé lezecké aktivity na strukturální změny v oblasti *cerebella* a parietálního laloku. U deseti profesionálních horolezců a deseti stejně starých jedinců, kteří nikdy nepraktikovali horolezectví, bylo provedeno komplexní vyšetření mozku za pomoci magnetické rezonance (Di Paola, Caltagirone, Petrosini, 2013).

Baláš a Bunc (2007) zkoumali efekt desetitýdenního lezeckého tréninku u žáků základních škol ve věku 7 – 9 let. Lezecké tréninky měly vždy 45 minut 2x v týdnu. Po ukončení tréninkového plánu se u 135 testovaných dětí neprokázal žádný statisticky významný rozdíl v rovnovážných schopnostech (měřeno Flamingo balance testem) (Baláš, Bunc, 2007).

Ignjatovič, Stankovič a Pavlovič (2016) se zabývali rovnováhou a jejím vlivem na výsledky (výkon) ve sportovním lezení. Výzkumu se zúčastnilo 11 žen ve věku 16 let (±1,55), které se účastnily světového poháru juniorů v Arcu, Itálii v roce 2015. Rovnováha byla měřena Flamingo balance testem a jeho modifikacemi. Autoři dospěli

k závěru, že je statisticky významný vztah úrovně rovnováhy k úrovni celkového výsledku ve sportovním lezení. Vyšší úroveň rovnováhy může tedy značit, že daný lezec bude úspěšnější ve sportovním lezení. Dále bylo potvrzeno, že bouldristé s vyšší úrovní rovnováhy dosahovali lepších výsledků v této disciplíně. Naopak u lezení na obtížnost a lezení na rychlost se statistický význam nepotvrdil, hodnoty byly mírně podlimitní. Závěrem autoři uvádí, že kromě síly, která je důležitým faktorem pro sportovní lezení, hraje i rovnováha velmi důležitou roli v tomto sportovním odvětví (Ignjatovič, Stankovič, Pavlovič, 2016).

Bruyneel, Humbert a Bertrand (2017) porovnávali schopnosti udržení rovnováhy u lezců v nadmořské výšce 1500m a 3200m a zkoumali, jestli je ovlivňujícím faktorem i věk a zkušenost daných horolezců. Hypoxie je stav, který má vliv na dynamické posturální strategie člověka. Stabilita byla měřena ihned po vyjetí lanovkou do stanice ve výšce 1500m a poté 3200m. Byla použita stabilometrická plošina Feetest6 , která měří COP. Pro bipedální stoj se zavřenýma očima byly použity plošiny dvě, pro stoj na jedné dolní končetině s otevřenýma očima byla použita plošina jedna. Výsledkem byly změny v posturální kontrole, hlavně ve výšce 3200m v obou testovaných případech, jak u starších, tak u mladších probandů. Starší a méně zkušení horolezci byli signifikantně méně stabilní ve výšce 3200m, a to ihned po výstupu z lanovky (Bruyneel, Humbert, Bertrand, 2017).

Aras et al. (2018) se zabýval porovnáním úrovně posturální stability pokročilých sportovních lezců a nesportujících dospělých. Výzkumu se zúčastnilo 10 pokročilých lezců (5 mužů a 5 žen, věk 21,10 ± 2,33 let, výška 173.59 ± 10.85 cm, váha 66.35 ± 13.31 kg) dle UIAA a 10 dospělých (6 mužů a 4 ženy, věk 23.10 ± 2.33 let, výška 179.27 ± 8.66 cm, váha 75.02 ± 13.48 kg), kteří v posledním půlroce nepraktikovali žádný sport, ani cvičební program. Měření probíhalo na plošině Kistler Portable Force Plate typ 9286B. Test rovnováhy probíhal při otevřených očích, zavřených očích a za vizuálního konfliktu, který byl umožněn speciálními brýlemi od Bernell Corporation. Každý test byl proveden třikrát a trval 90 sekund, mezi nimi byla vždy 15 sekund pauza. Výsledná data byla vždy průměrem 3 měření. Hodnoceny byly rozsah a odchylka výkyvu těžiště a celková trajektorie pohybu/výkyvu ve směru medio-laterálním a antero-posteriorním (měřeno v milimetrech). Statisticky významné rozdíly (lezci měli lepší výsledky než nesportující dospělí) mezi testovanými skupinami byly zaznamenány v rozsahu výkyvu těžiště ve směru medio-laterálním (p=0,042) při otevřených očích, ve směru antero-posteriorním (p=0,025) při otevřených očích

a odchylka výkyvu těžiště ve směru antero-posteriorním (p=0,048) při zavřených očích. Lepší výsledky zaznamenali lezci oproti dospělé nesportující populaci ale ve všech měřených parametrech (Aras, et al., 2018).

3 Cíle a úkoly práce, hypotézy

3.1 Cíle práce

Tato diplomová práce se zabývá hodnocením dynamické posturální stability u předem definované skupiny lezců. Měření je prováděno pomocí systému počítačové dynamické posturografie NeuroCom SMART EquiTest System. Lezci, kteří pravidelně tráví svůj volný čas jak na umělé lezecké stěně, tak i ve skalním terénu, aktivně zapojují všechny složky podílející se na řízení rovnováhy člověka. Předpokládám tedy, že v porovnání s běžnou populací, budou výsledky měření dynamické posturální stability lezců průkaznější.

Cílem této práce je objektivně posoudit, zda má pravidelné lezení pozitivní vliv na dynamickou posturální stabilitu, a to za pomoci zařízení NeuroCom SMART Equi Test. Hodnoceny jsou hodnoty Center of Gravity lezců, ve srovnání s osobami neprovádějícími lezení.

3.2 Úkoly práce

- Ucelené prostudování a zpracování odborné literatury a poznatků souvisejících s tématem diplomové práce.
- Analýza odborných studií, které se zabývají tématem lezení, terapeutického lezení a dynamické posturální stability.
- Výběr vhodných probandů (lezců) k testování.
- Výběr vhodných probandů pro kontrolní skupinu.
- Průběh a realizace testování probandů.
- Analýza a vyhodnocení naměřených dat.
- Závěr a konfrontace dosažených výsledků se stanovenými hypotézami.

3.3 Výzkumná otázka

Jak se liší úroveň dynamické posturální stability lezců a rekreačně sportujících jedinců hodnocených za pomoci vyšetřovacího systému Neurocom?

3.4 Hypotézy

H1: Předpokládám, že naměřené hodnoty Equilibrium skore, získané pomocí testu Sensory Organization Test (SOT), budou u skupiny lezců statisticky významně vyšší, než u kontrolní skupiny.

H2: Předpokládám, že parametr Latency testu Motor Control Test bude u skupiny lezců statisticky významně nižší, než u kontrolní skupiny.

H3: Předpokládám, že parametry Movement Velocity, Endpoint Excursion, Maximal Excursion a Directional Control získané pomocí testu Limits of Stability (LOS) budou u skupiny lezců statisticky významně vyšší, než u kontrolní skupiny.

H4: Předpokládám, že parametr Reaction Time získaný pomocí testu Limits of Stability (LOS) bude u skupiny lezců statisticky významně nižší, než u kontrolní skupiny.

4 Metodika práce

Diplomová práce svým charakterem spadá mezi kvantitativní studie a jedná se o cross-sectional study (observační studii).

4.1 Metodický postup teoretických východisek práce

Práce je rozdělena na teoretická východiska a výzkumnou část. Teoretická východiska jsou zpracována formou odborné literární rešerše k dané problematice. Poskytují teoretické podklady nezbytné pro provedení vlastního výzkumu, jehož průběh a vyhodnocení je popsán ve výzkumné části diplomové práce. Pro teoretická východiska byly použity zdroje jak v elektronické, tak tištěné podobě ze zahraničních i českých literárních i informačních zdrojů. Použity byly vědecké články, učebnice, monografie, periodika, normy, akademické práce a další. Odborná literatura byla vyhledávána přes vědecké databáze Web of Science, EBSCOhost, Elsevier, Science Direct a MEDline. Veškeré zdroje byly citovány v platném znění podle citační normy ČSN ISO 690.

4.2 Charakteristika testovaného souboru

Výzkumný soubor tvořilo čtyřicet (n=40) probandů, záměrně vybraných a rozdělených do dvou skupin. Pro zařazení do výzkumu byla stanovena kritéria – proband nesměl trpět žádným chronickým či akutním onemocněním pohybového aparátu, žádným interním či neurologickým onemocněním, ani jeden z probandů nesměl prodělat v posledních dvou letech žádné zranění, které by jej omezilo v provádění aktivit na více než 24h a v době měření neudával hořečnaté, migrenózní a jiné stavy změny vědomí. První skupinu, lezce, tvořilo dvacet zdravých probandů (n=20), 9 žen a 11 mužů, věkového průměru = 25,5 let (±1,83), výškového průměru = 175,7 cm (±7,93), váhového průměru = 67,4 kg (±11,17), průměrného BMI = 21,74 (±2,56), průměrné lezecké zkušenosti = 8,5 let (±3,77), průměrného tréninkového času stráveného na umělé stěně za týden = 7,6 h (±3,64). Jako lezec byl vybrán ten, kdo v posledním roce vylezl úroveň alespoň 7 dle stupnice UIAA stylem RP (cesta přelezená v kuse bez odpočinku s možností opakovaného nacvičení dané cesty) (6 probandů 7UIAA, 4 probandi 8- UIAA, 2 probandi 8 UIAA, 2 probandi 8+ UIAA, 4 probandi 9- UIAA, 2 probandi 10- UIAA). 16 z 20 lezců preferuje lezení na laně, 4 zbylí střídají lezení na laně a bouldering. 15 z 20 lezců preferuje lezení venku, zbylých 5 preferuje lezení uvnitř, na umělé stěně. Druhou, kontrolní skupinu, tvořilo

dvacet probandů, náhodně vybraných ze studentů FTVS a dalších fakult Univerzity Karlovy (n=20), 9 žen a 11 mužů, věkového průměru = 25,5 let (±1,52), výškového průměru = 174,3 cm (±11,84), váhového průměru = 74 kg (±13,61), průměrného BMI = 24,27 (±3,41), kteří nejsou vrcholovými sportovci, nevěnují se lezení, nespecializují se na jednu konkrétní disciplínu a nevěnují se sportovním aktivitám jinak, než rekreačně v průměru = 4,65 h (±2,67) / týdně.

Všichni probandi byli seznámeni s průběhem testování a svým podpisem souhlasili s podmínkami testování a podepsali informovaný souhlas.

4.3 Metody získávání dat

Pro posouzení kvality dynamické posturální stability bylo zvoleno přístrojové posturografické vyšetření (*CDP – Computerised Dynamic Posturography*) pomocí SMART EquiTestu, který vyrábí firma NeuroCom ®International, Inc..
Jedná se o objektivní metodu, založenou na Mezinárodní klasifikaci funkčních schopností, disability a zdraví (MKF, ICF) Světové zdravotnické organizace (WHO). Roku 1986 obdržela společnost NeuroCom International, Inc. povolení, které umožnilo uvést na trh počítačové systémy dynamické posturografie, které se tak staly zavedeným testem pro posuzování dynamické posturální stability (Natus Medical Incorporated, 2013).

Pro posouzení dynamické posturální stability se dnes používají i jiná zařízení, například Nintendo Wii Balance Board a GAMMA plošina.

4.3.1 Neurocom Smart Equi Test

Počítačová dynamická posturografie (CDP) zvládne identifikovat a kvantifikovat motorické a smyslové (somatosenzorické, vestibulární a vizuální) funkce. Ty se podílejí na řízení rovnováhy. Jedná se o standard v diagnostice a terapii pacientů s poruchou rovnováhy, pohybovými problémy a závratěmi (Natus Medical Incorporated, 2015).

Naměřená data jsou převáděna do počítače, kde se pomocí speciálního programu analyzují a zobrazují v grafech nebo numerické hodnotě.

Co je součástí přístroje:

- Duální tenzometrická plošina s pěti silovými senzory, které snímají vertikální složku reakční síly. Plošina vykonává pohyb v anteroposteriorním směru a ve směru rotací (kolem horizontální osy směrem dopředu nebo dozadu).
- Počítač se dvěma LCD monitory (proband, terapeut), který průběžně zaznamenává data a řídící pohyby kabiny a plošiny.
- NeuroCom Balance Manager Software – pro vyhodnocení měření.
- Pohyblivé zrakové okolí.
- Bezdrátový ovladač, klávesnice a myš.
- Podpůrná tyč pro zavěšení postroje
- Bezpečnostní závěsné postroje (úvazky) ve třech velikostech – S, M, L, které zabrání případnému pádu nebo zranění probanda.
- Barevná tiskárna.

(Natus Incorporated, 2016)

Standartní systém obsahuje testovací protokoly:

- Sensory Organization Test (SOT)
- Motor Control Test (MCT)
- Adaptation Test (ADT)
- Rhytmic Weight Shift (RWS)
- Weight Bearing Squat (WBS)
- Unilateral Stance (US)
- Limits of Stability (LOS)

Dále též obsahuje tréninkové protokoly: Sequence Training, Weight Bearing Training a Custom Training.

4.3.1.1 Standardizované testy

Sensory Organization Test (SOT) – hodnotí abnormality somatosenzorického, vizuálního a vestibulárního systému.

Motor Control Test (MCT) – hodnotí schopnost rychlého a automatického návratu vyšetřované osoby z neočekávaných perturbací, které jsou způsobeny zevními podněty.

Adaptation Test (ADT) – hodnotí schopnost probanda přizpůsobit se neočekávaným změnám orientace plošiny.

Limits of Stability (LOS) – hodnotí přenos těžiště probanda z výchozí polohy (ve středu) na předem určený cíl, který je označen na monitoru před probandem.

Weight Bearing Squat (WBS) – hodnotí procentuální rozložení tělesné hmotnosti na DKK při různých postaveních v kolenních kloubech - 0°, flexe 30°, flexe 60°, flexe 90°.

Unilateral Stance (US) – hodnotí rychlost kolísání probanda během stoje na 1DK (*mean COG sway velocity*), které je udáváno ve stupních za sekundu.

Rhytmic Weight Shift (RWS) – měří schopnost vychýlit COG ve dvou na sebe kolmých osách (směrem anterolaterálně a anteroposteriorně) dle předlohy na monitoru.

4.4 Popis použitých testů

Pro tento výzkum byly vybrány a naměřeny standardizované testy – Sensory Organization Test, Motor Control Test a Limits of Stability.

4.4.1 Sensory Organization Test

Tento test tvoří baterie šesti testů, díky nimž jsou testovány somatosenzorický, vizuální a vestibulární systém, které se podílejí na posturální kontrole. SOT systematicky vyřazuje vizuální nebo opěrné informace a tím vytváří podmínky, při kterých může dojít ke konfliktu mezi jednotlivými senzorickými systémy. Díky tomu dochází k izolaci jednotlivých senzorických vstupů a následnému vyhodnocení chování testovaného probanda. Změny v oblasti těžiště jsou zaznamenány v průběhu testování šesti podmínek. Jedna fáze trvá přibližně 20 sekund, celé testování pak asi 15 minut (Natus Medical Incorporated, ©2013).

- COND1 – otevřené oči, stabilní opora a prostředí – odpovídá za somatosenzorický systém
- COND2 – zavřené oči, stabilní opora a prostředí – odpovídá za somatosenzorický systém
- COND3 – otevřené oči, stabilní opora, nestabilní prostředí – odpovídá za somatosenzorický systém
- COND4 – otevřené oči, nestabilní opora, stabilní prostředí – odpovídá za vizus

- COND5 – zavřené oči, nestabilní opora, stabilní prostředí – odpovídá za vestibulární systém
- COND6 – otevřené oči, nestabilní opora i prostředí – odpovídá za somatosenzorický systém

Výsledky SOT jsou hodnoceny třemi parametry – „*Equilibrium score*“, „*Strategy analysis*“ (určí převahu strategie pohybu v kyčli nebo kotníku) a „*COG alignment*“ (vyhodnocuje výchozí postavení vertikální projekce těžiště těla před začátkem testu) (Natus Medical Incorporated, ©2013).

Pro tento výzkum byl jako stěžejní parametr vybrán *Equilibrium Score* a *Composite score.*

Equilibrium Score každé podmínky se vypočítá porovnáním maximální a minimální výchylky těžiště těla v sagitální rovině s teoretickou hranicí maximálního posunu, která je stanovena na 12,5°. Rozptyl je uveden mezi 100% a 0%, kdy 100% znamená „žádný posun těžiště těla“ a 0% značí „pád“. **Composite score** rovnováhy je vyhodnoceno jako vážený průměr equilibrium score všech šesti podmínek testové baterie SOT (Natus Medical Incorporated, ©2013).

Dále byly vypočítány senzorické podíly (*senzory ratios*), které byly navrženy Nashnerem (1993):

- ***Somatozenzory ratio (SOM)*** – porovnává equilibrium score hodnoty z COND2 a COND1 (COND2 / COND1). Kvantifikuje tak míru ztráty rovnováhy při zavřených očích při stoji na stabilní podložce.
- ***Visual ratio (VIZ)*** – porovnává equilibrium score hodnoty z COND4 a COND1 (COND4 / COND1). Kvantifikuje tak míru ztráty rovnováhy, když je narušen normální somatosenzorický tok informací, díky pohybu podložky při otevřených očích.
- ***Vestibular ratio (VES)*** – porovnává hodnoty equilibrium score z COND5 a COND1 (COND5 / COND1). Tento kvocient odráží vztah snížení rovnováhy s absencí vizuálního podnětu (zavření očí) a narušením somatosenzorických funkcí (pohyb plošiny). V tomto případě je testovaná osoba závislá především na přenosu vestibulárních informací pro udržení (kontrolu) rovnováhy

(Nashner, 1993; Natus Medical Incorporated, ©2013; Tsang, et al., 2004)

4.4.2 Motor Control Test

MCT analyzuje automatickou posturální reakci na neočekávaný zevní podnět (vyvedení z rovnováhy). Jedná se o translační pohyb plošiny, který trvá méně než 1 sekundu. Nejprve je prováděn translační pohyb vzad (posteriorně) a poté vpřed (anteriorně). Posuny jsou postupně navyšovány, každý posun je proveden třikrát. Začíná se od malého posunu („S“ – small), poté následuje střední („M“ – medium) a nakonec je velký posun („L“ – large). Velikost posunů je stanovena přístrojem poměrně k probandově tělesně výšce. Při posunu v horizontální rovině dojde k vychýlení těžiště na opačnou stranu (od oporné báze). Pro obnovení rovnovážného stavu je nutné vykonat rychlý pohyb těžiště (COG) zpět do výchozí pozice (středního postavení). Tato odpověď (reakce) je hodnocena třemi aspekty:

- ***Amplitude Scaling*** – hodnota aktivní silové odpovědi na posun plošiny (tzn. reakční síla odpovědi). Udáváno v Newtonech.
- ***Latency*** – hodnota času v milisekundách, který uplynul od počátku posunu po motorickou odpověď probanda. Je vyjádřen jako první odpor proti posunu plošiny a je hodnocen pro každou dolní končetinu zvlášť (*latency right - LR, latency left . LL).*
- ***Weight Symmetry*** – hodnotí rozložení tělesné váhy mezi obě dolní končetiny během motorické odpovědi (Natus Medical Incorporated, ©2013).

Z výše zmíněných dat je pak možné vypočítat celkový čas odezvy ze všech měřených částí – Composite (ms).

Pro účely tohoto výzkumu byl vybrán parametr „*Latency*“.

4.4.3 Limits of Stability

Jedná se o test, který hodnotí volní pohybovou kontrolu. Jedná se o schopnost probanda vědomě přenést své COG bez změny oporné báze (ve smyslu odlepení části nohy od podložky). Proband z výchozí polohy (umístěné ve středu) přenáší své COG do cílové polohy dle zadání, a to ihned po zaznění zvukového signálu. Pohyb je prováděn do čtyř hlavních a čtyř diagonálních směrů (*F – forward, RF – right forward, R – right, RB – right backward, B – backward, LB – left backward, L – left, LF – left forward*) ve 45° intervalech. Proband je instruován k dosažení daného místa (viditelně určeného na monitoru před sebou) a setrvání v tomto místě po dobu

8 sekund. Následně se může vrátit do výchozí polohy. (Natus Medical Incorporated, ©2014)

Hodnocenými parametry jsou:

- ***Reaction time (RT)*** **–** reakční čas, který uplynul od zvukového signálu a začátku motorické reakce probanda.
- ***Movement velocity (MVL)*** – rychlost pohybu, v tomto případě se jedná o průměrnou rychlost pohybu těžiště (COG), vyjádřeno ve stupních za sekundu, vzdálenost středu a koncového bodu.
- ***Endpoint excursion (EPE)*** – konečná výchylka. Procentuální vyjádření schopnosti probanda posunout své těžiště při prvním pokusu směrem ke koncovému bodu.
- ***Maximal excursion (MXE)*** – maximální výchylka. Procentuální vyjádření schopnosti probanda posunout své těžiště od středu směrem ke koncovému bodu, a to bez ztráty rovnováhy.
- ***Directional control (DCL)*** – směrová kontrola. Procentuální vyjádření pohybu probanda k zadanému cíli. Přímá linie by znamenala 100% (Natus Medical Incorporated, ©2013).

Pro účely tohoto výzkumu byly měřeny všechny výše zmíněné parametry. Pro následné zpracování dat byl vybrán vždy vážený průměr ze všech osmi měření (osmi směrů pohybu) (*Comp - Composite score*).

4.5 Metodický postup měření

Výzkum byl schválen etickou komisí UK FTVS pod jednacím číslem 163/2018 (viz. Příloha č. 1). Měření probíhalo ve standardních podmínkách kineziologické laboratoře na Fakultě tělesné výchovy a sportu. Měřená osoba byla nejprve seznámena s účelem výzkumu a průběhem samotného měření. Před zahájením měření podepsal proband informovaný souhlas (viz. Příloha č. 2)

Měření proběhlo v 7 termínech od 20. 11. 2018 do 22. 01. 2019.

Probandi byli zaznamenáváni pod evidenčním číslem 1 až 40 a rozděleni do skupin L (lezec) a N (nelezec – kontrolní skupina).

Probandi k měření nepotřebovali žádné speciální oblečení, měření podstoupili v běžném oděvu, který ale neomezoval klidný stoj. Během odebírání anamnestických dat byla stanovena dominantní DK doptáním se probanda na preferovanou DK během

kopu do míče. Na balanční podložce probandi stáli naboso. Před započetím testování byl každý proband zaevidován do softwaru. Pro zajištění bezpečnosti byli všichni připnuti pomocí popruhů ke konstrukci přístroje.

Poté byli vyzváni ke správnému zaujetí stoje (postavení DKK), který je definován takto:

- Malleoli mediales et laterales musely být na úrovni centrální horizontální linie
- Laterální hrana calcaneu musela být podél vertikální linie (podle výšky probanda) „S“ (60 - 140 cm), „M“ (141 – 165 cm) nebo „T“ (166 – 203 cm).

(Concordia University, 2015)

Pro výzkum byly použity tři výše popsané testy – *Sensory Organization Test, Motor Control Test* a *Limits of Stability*.

V průběhu testování bylo postavení DKK kontrolováno. Měření jednotlivých testů proběhlo vždy ve stejném pořadí. Po celou dobu měření byl vždy přítomen pracovník laboratoře, který dohlížel na průběh a správnost testování.

4.6 Analýza a zpracování dat

Naměřená data byla uložena pomocí programu NeuroCom Balance Manager Software. Data byla dále zpracována do tabulek v Microsoft Excel verze 2016. Zde byl u daných veličin určen průměr a směrodatná odchylka. Poté byla otestována normalita rozložení dat pomocí Shapiro – Wilkova testu, zhodnocena parametričnost a určena statistická metoda. Výběr párového testu byl proveden v návaznosti na rozložení dat. Pro data, která nebyla normálně rozložena, byl zvolen Mann – Whitneyho test, pro normálně rozložená data pak t-test (výpočet obsahoval dvě matice, dva chvosty a dva výběry s různým rozptylem). Pro vyhodnocení obou testů byla nastavena hladina statistické významnosti na $\alpha = 0{,}05$. Poté byla z průměrných hodnot určena věcná (klinická) významnost, která udává velikost rozdílu mezi porovnávanými skupinami probandů. Je charakterizována Cohenovým d. Pro přehled byla dále data zpracována do přehledných tabulek (viz. kapitola Výsledky).

5 Výsledky

V této kapitole jsou statisticky zpracovány hodnoty měření jednotlivých probandů. Výsledky jsou zpracovány a vyhodnoceny pro každou skupinu zvlášť (Lezci a Nelezci) a následně vzájemně porovnány v tabulkách.

Pro stanovenou hladinu statistické významnosti $\alpha = 0{,}05$ byla v tabulkách tučně označena p- hodnota, která splňovala podmínku, že $p \leq 0{,}05$.

V textu je barevně odlišena klinická (věcná) významnost (effect size = ES) jako Cohenovo d, které je stanoveno takto: ES < 0,20 (malá významnost – *small effect*), ES = 0,50 (střední významnost – *medium effect*) a ES > 0,80 (velká významnost – *large effect*) (Kinkorová, Chaloupková, Komarc, Heller, 2017). Pro proměnné, které mají střední a velkou klinickou významnost, bylo použito modré pozadí textu.

V tabulce 1 jsou uvedeny základní antropometrické parametry jednotlivých skupin, včetně údajů o pohybové aktivitě probandů. Statisticky významně se liší počet tréninkových (sportovních) hodin v týdnu u skupiny lezců a nelezců i jejich BMI.

Tabulka 1 Antropometrické parametry probandů (n=40, n_1= 20 lezců, n_2=20 nelezců)

	Lezci		Nelezci			
	průměr (SD)	(min - max)	Průměr (SD)	(min - max)	p-hodnota	ES
Věk (roky)	25,5 (1,8)	(22,9 - 29,1)	25,5 (1,5)	(21,9 - 28,1)	0,96	0,02
Váha (kg)	67,4 (11,2)	(51 - 85)	74 (13,6)	(50 - 100)	0,11	0,53
Výška (cm)	175,7 (7,9)	(163 - 191)	174,3 (11,8)	(155 - 196)	0,67	0,14
BMI (kg m^{-2})	21,7 (2,6)	(18,1 - 26,5)	24,3 (3,4)	(20,2 - 35,7)	**0,01***	0,85
Trénink (h/týdně)	7,6 (3,6)	(4 - 20)	4,6 (2,7)	(2 - 12)	**0,03***	0,94

Legenda k tabulce 1: *SD – směrodatná odchylka, p-hodnota rozdíly mezi jednotlivými skupinami t-testem, *testováno Man-Whitney testem, ES- effect size (klinická významnost) naměřena Cohenovým d, tučně zvýrazněna je statisticky významná p-hodnota.*

5.1 Výsledky SOT

V tabulce 2 jsou uvedeny naměřené a statisticky zpracované parametry jednotlivých částí testové baterie SOT. COND1 – COND6, *Composite score*, *Somatosensory ratio*, *Vestibular ratio*, *Visual ratio*.

Statisticky významný rozdíl byl zjištěn u stavu COND6 (stoj s otevřenýma očima s nestabilní oporou i prostředím), za který odpovídá především somatosenzorický systém. P-hodnota zde byla 0,04.

Tabulka 2 Sensory Organization Test

	Lezci		Nelezci			
	průměr (SD)	median (min - max)	průměr (SD)	median (min - max)	p-hodnota	ES
COND1 (%)	94,12 (3)	94,8 (83,3 - 97,3)	93,88 (2,52)	94,8 (88,7 - 97,3)	0,88*	0,08
COND2 (%)	93 (2,2)	93 (88,3 - 97)	93,42 (2,34)	94,2 (87 - 96,3)	0,39*	0,18
COND3 (%)	91,87 (3,99)	92,7 (78,7 - 97,7)	90,65 (3,95)	91,5 (82,3 - 95,3)	0,27*	0,31
COND4 (%)	86,77 (5,24)	88,3 (69,3 - 95,7)	86,62 (5)	87,3 (73,7 - 93)	0,82*	0,03
COND5 (%)	69,65 (10,05)	71 (37 - 83)	70,58 (7,95)	72 (52,3 - 83)	0,92*	0,1
COND6 (%)	74,33 (8,42)	74,5 (54,3 - 89,3)	67,42 (10,35)	68,5 (39,3 - 82,3)	**0,04***	0,74
COMP (%)	82,25 (3,7)	83 (75 - 89)	80,85 (4,3)	82 (70 - 86)	0,4*	0,35
SOM	0,99 (0,03)	0,99 (0,92 - 1,08)	1 (0,02)	0,99 (0,95 - 1,03)	0,41*	0,25
VIZ	0,92 (0,04)	0,93 (0,83 - 0,98)	0,92 (0,04)	0,93 (0,83 - 0,97)	0,9*	0,02
VES	0,74 (0,11)	0,76 (0,39 - 0,89)	0,75 (0,08)	0,77 (0,55 - 0,89)	0,76*	0,12

Legenda k tabulce 2: *SD – směrodatná odchylka, p-hodnota rozdíly mezi jednotlivými skupinami t-testem, *testováno Man-Whitney testem, ES- effect size (klinická významnost) naměřena Cohenovým d, tučně zvýrazněna je statisticky významná p-hodnota. Modrou barvou je zvýrazněna ES střední významnosti.*

Pro zajímavost byla provedena statistická analýza dat i mezi jednotlivými pohlavími, která je zpracována v tabulce 3 a 4.

U žen nebyl zjištěn žádný statisticky významný rozdíl mezi lezeckou a nelezeckou sekcí. V ani jedné proměnné (COND1 – COND6, COMP, SOM, VIZ, VES) nebyla zjištěna p-hodnota <0,05.

Klinicky významný rozdíl byl ale nalezen u COND1 – klidového stoje s otevřenýma očima, kde hodnota Cohenova d byla 0,52 (střední klinická významnost), kde lezkyně byly lepší, než nelezkyně.

Dále bylo zjištěno Cohenovo d = 0,97 (vysoká klinická významnost) u SOM (somatosensory ratio), kde byly ale nelezkyně lepší, než lezkyně.

Tabulka 3 Sensory Organization Test ženy

	Lezci (ženy)		Nelezci (ženy)			
	průměr (SD)	median (min - max)	průměr (SD)	median (min - max)	p-hodnota	ES
COND1 (%)	94,93 (1,44)	95 (92,3 - 97,3)	93,78 (3,01)	95 (88,7 - 97,3)	0,79*	0,52
COND2 (%)	93,74 (1,89)	93,3 (90,7 - 97)	93,89 (2,1)	94,7 (90 - 96,3)	0,88	0,07
COND3 (%)	92,04 (5,08)	93,3 (78,7 - 97,7)	89,7 (4,82)	91,3 (82,3 - 95,3)	0,2*	0,47
COND4 (%)	88,78 (3,68)	89,3 (82,7 - 95,7)	86,37 (6,16)	88 (73,7 - 93)	0,43*	0,36
COND5 (%)	73,04 (4,19)	72,7 (68 - 80,3)	70,96 (7,12)	73,3 (58,3 - 79,7)	0,49	0,37
COND6 (%)	71,81 (8,99)	74 (54,3 - 85)	68,33 (11)	73 (39,3 - 77)	0,48*	0,35
COMP (%)	83,11 (3,07)	84 (78 - 89)	81 (5,1)	84 (70 - 86)	0,82*	0,33
SOM	0,99 (0,01)	0,99 (0,97 - 1,01)	1 (0,02)	1 (0,98 - 1,03)	0,07	0,97
VIZ	0,94 (0,03)	0,94 (0,87 - 0,98)	0,92 (0,04)	0,93 (0,83 - 0,97)	0,45	0,39
VES	0,77 (0,05)	0,76 (0,7 - 0,85)	0,76 (0,06)	0,77 (0,66 - 0,84)	0,62	0,26

Legenda k tabulce 3: *SD – směrodatná odchylka, p-hodnota rozdíly mezi jednotlivými skupinami t-testem, *testováno Man-Whitney testem, ES- effect size (klinická významnost) naměřena Cohenovým d, tučně zvýrazněna je statisticky významná p-hodnota. Modrou barvou je zvýrazněna hodnota ES střední a vysoké významnosti.*

U mužů byl zjištěn jeden statisticky významný parametr – COND6 (stoj s otevřenýma očima s nestabilní oporou i prostředím), kdy p-hodnota = 0,02. Jiný statisticky ani klinicky významný rozdíl naměřených hodnot nebyl nalezen.

Tabulka 4 Sensory Organization Test muži

	Lezci (muži)		Nelezci (muži)			
	průměr (SD)	median (min - max)	průměr (SD)	median (min - max)	p-hodnota	ES
COND1 (%)	93,45 (3,7)	94,7 (83,3 - 96,7)	93,97 (2,03)	94,3 (89 - 96,3)	0,88*	0,18
COND2 (%)	92,39 (2,24)	92,3 (88,3 - 95,3)	93,03 (2,45)	94 (87 - 96)	0,41*	0,27
COND3 (%)	91,73 (2,79)	92,3 (86,7 - 95)	91,42 (2,83)	91,7 (86 - 95)	0,97*	0,11
COND4 (%)	85,12 (5,72)	87,3 (69,3 - 90,7)	86,82 (3,78)	87 (76,7 - 91)	0,77*	0,36
COND5 (%)	66,88 (12,34)	64,7 (37 - 83)	70,27 (8,55)	71 (52,3 - 83)	0,62*	0,32
COND6 (%)	76,39 (7,31)	75 (67 - 89,3)	66,67 (9,72)	66 (47,7 - 82,3)	**0,02**	1,14
COMP (%)	81,55 (4,01)	81 (75 - 87)	80,73 (3,52)	81 (76 - 86)	0,63	0,22
SOM	0,99 (0,04)	0,99 (0,92 - 1,08)	0,99 (0,02)	0,99 (0,95 - 1,03)	0,99	0,01
VIZ	0,91 (0,04)	0,91 (0,83 - 0,97)	0,92 (0,03)	0,93 (0,86 - 0,97)	0,41	0,38
VES	0,72 (0,13)	0,75 (0,39 - 0,89)	0,75 (0,1)	0,77 (0,55 - 0,89)	0,6*	0,28

Legenda k tabulce 4: *SD – směrodatná odchylka, p-hodnota rozdíly mezi jednotlivými skupinami t-testem, *testováno Man-Whitney testem, ES- effect size (klinická významnost) naměřena Cohenovým d, tučně zvýrazněna je statisticky významná p-hodnota. Modrou barvou je zvýrazněna hodnota ES vysoké významnosti.*

5.2 Výsledky LOS

V tabulce 5 jsou uvedeny naměřené a statisticky zpracované parametry jednotlivých částí testové baterie LOS. *Reaction time, Movement velocity, Enpoint excursion, Maximal excursion* a *Directional control.*

U parametru DC (directional control – směrová kontrola) byl nalezen staticky významný rozdíl hodnot, kdy p-hodnota byla 0,04. Lezci zde ale měli statisticky horší směrovou kontrolu než nelezci. Další statisticky významné hodnoty nebyly zjištěny.

V parametru MXE (maximal excursion – maximální výchylka těžiště) byli klinicky významně lepší lezci, kdy Cohenovo d bylo 0,62.

Tabulka 5 test Limits of Stability

	Lezci		Nelezci			
	průměr (SD)	median (min - max)	průměr (SD)	median (min - max)	p-hodnota	ES
RT (s)	0,62 (0,18)	0,61 (0,47 - 1,14)	0,76 (0,18)	0,73 (0,49 - 1,1)	0,16*	0,44
MVL (°/s)	5 (1,32)	5,5 (3,2 - 8)	4,73 (1,19)	4,4 (2,9 - 7,3)	0,18*	0,43
EPE (%)	83 (6,41)	83 (68 - 94)	80,05 (10,22)	79 (55 - 99)	0,43	0,26
MXE (%)	98,5 (3,44)	99 (92 - 103)	95,4 (5,54)	96,5 (84 - 104)	0,11*	0,62
DC (%)	83 (5,64)	84 (70 - 88)	84,8 (6,1)	86 (63 - 93)	**0,04***	0,57

Legenda k tabulce 5: *SD – směrodatná odchylka, p-hodnota rozdíly mezi jednotlivými skupinami t-testem, *testováno Man-Whitney testem, ES- effect size (klinická významnost) naměřena Cohenovým d, tučně zvýrazněna je statisticky významná p-hodnota. Modrou barvou je zvýrazněna hodnota ES střední významnosti.*

Pro zajímavost byla provedena statistická analýza dat i mezi jednotlivými pohlavími, která je zpracována v tabulce 6 a 7.

U žen byly v parametru MV (movement velocity – rychlost náklonu) klinicky lepší lezkyně, kdy Cohenovo d bylo 0,54 (střední významnost).

Tabulka 6 test Limits of Stability ženy

	Lezci (ženy)		Nelezci (ženy)			
	průměr (SD)	median (min - max)	průměr (SD)	median (min - max)	p-hodnota	ES
RT (s)	0,71 (0,22)	0,62 (0,47 - 1,14)	0,81 (016)	0,8 (0,54 - 1,04)	0,31*	0,49
MVL (°/s)	5,17 (1,54)	4,7 (3,2 - 8)	4,51 (0,88)	4,5 (2,9 - 6,1)	0,51*	0,54
EPE (%)	83,67 (7,7)	87 (70 - 94)	85,22 (9,72)	90 (71 - 99)	0,73	0,18
MXE (%)	98,78 (3,39)	98 (92 - 103)	96,44 (6,58)	97 (87 - 104)	0,59*	0,47
DC (%)	80,67 (5,25)	82 (73 - 87)	82,33 (7,21)	84 (63 - 88)	0,33*	0,27

***Legenda k tabulce 6**: SD – směrodatná odchylka, p-hodnota rozdíly mezi jednotlivými skupinami t-testem, *testováno Man-Whitney testem, ES- effect size (klinická významnost) naměřena Cohenovým d, tučně zvýrazněna je statisticky významná p-hodnota. Modrou barvou je zvýrazněna hodnota ES střední významnosti.*

U mužů byli v parametru DC (directional control) lezci statisticky významně horší než nelezci (p-hodnota = 0,05).

Naopak u parametrů EPE (endpoint excursion) a MXE (maximal excursion) byli klinicky lepší lezci (muži). Cohenovo d u parametru EPE bylo 0,76 a u parametru MXE 0,7 (střední klinická významnost).

Tabulka 7 test Limits of Stability muži

	Lezci (muži)		Nelezci (muži)			
	průměr (SD)	median (min - max)	průměr (SD)	median (min - max)	p-hodnota	ES
RT (s)	0,65 (0,12)	0,61 (0,52 - 1,14)	0,72 (0,19)	0,71 (0,49 - 1,1)	0,41*	0,43
MVL (°/s)	5,34 (1,11)	5,5 (3,5 - 8)	5,07 (1,36)	4,2 (3,2 - 7,3)	0,44	0,22
EPE (%)	81,09 (4,81)	83 (68 - 94)	76 (8,54)	76 (55 - 84)	0,10*	0,76
MXE (%)	97,73 (3,41)	99 (92 - 103)	95 (4,34)	95 (85 - 100)	0,08	0,7
DC (%)	82,09 (5,87)	84 (70 - 88)	87,1 (4,02)	88 (79 - 93)	**0,05***	1,01

Legenda k tabulce 7: *SD – směrodatná odchylka, p-hodnota rozdíly mezi jednotlivými skupinami t-testem, *testováno Man-Whitney testem, ES- effect size (klinická významnost) naměřena Cohenovým d, tučně zvýrazněna je statisticky významná p-hodnota. Modrou barvou je zvýrazněna hodnota ES střední a vysoké významnosti.*

5.3 Výsledky MCT

V tabulce 8 jsou uvedeny naměřené a statisticky zpracované parametry jednotlivých částí testové baterie MCT. Tabulka je rozdělena na dvě části (Forward shift a Backward shift) a *Composite score (COMP)*.

Statisticky významný rozdíl byl zjištěn pouze u jednoho parametru. Při translaci vpřed ve střední rychlosti (ML - medium shift forward, left) statisticky významně rychleji reagovala levá polovina těla u lezců, p-hodnota byla 0,01.

Dále byla zjištěna klinická významnost u levé poloviny těla u lezců při rychlé translaci vpřed (FL - fast shift forward, left), kdy Cohenovo d bylo 0,6 (střední významnost).

Tabulka 8 Motor Control Test (parametr Latency)

	Lezci		Nelezci			
Forward (ms)	průměr (SD)	median (min - max)	průměr (SD)	median (min - max)	p-hodnota	ES
SL	140 (22)	140 (110 - 120)	132,5 (34)	140 (0 - 170)	0,87*	0,27
SR	147,5 (23)	140 (120 - 230)	136,5 (55)	140 (0 - 270)	0,71*	0,28
ML	115,5 (39)	130 (0 - 140)	141,5 (30)	140 (110 - 260)	**0,01***	0,75
MR	131,5 (13)	130 (120 - 160)	130,5 (14)	130 (100 - 170)	0,96*	0,07
FL	125 (10)	120 (110 - 150)	133,5 (18)	130 (110 - 200)	0,06*	0,6
FR	124,5 (10)	120 (100 - 140)	128 (39)	130 (0 - 240)	0,25*	0,14
Backward (ms)						
SL	132 (8)	130 (120 - 140)	136 (11)	140 (110 - 150)	0,14*	0,44
SR	131 (10)	130 (110 - 150)	137,5 (20)	140 (110 - 200)	0,15*	0,44
ML	119,5 (41)	130 (0 - 150)	128 (15)	130 (110 - 170)	0,25*	0,3
MR	126,5 (11)	130 (100 - 140)	127,5 (14)	130 (110 - 170)	0,98*	0,08
FL	113 (38)	125 (0 - 140)	112 (38)	120 (0 - 140)	0,75*	0,03
FR	117 (29)	120 (0 - 160)	109,5 (38)	120 (0 - 140)	0,65*	0,22
COMP	103 (52)	126 (0 - 138)	105 (54)	126 (0 - 165)	0,91*	0,04

Legenda k tabulce 8: *SL – slow left, SR – slow right, ML – medium left, MR –medium right, FL – fast left, FR – fast right, COMP – composite score, SD – směrodatná odchylka, p-hodnota rozdíly mezi jednotlivými skupinami t-testem, *testováno Man-Whitney testem, ES- effect size (klinická významnost) naměřena Cohenovým d, tučně zvýrazněna je statisticky významná p-hodnota. Modrou barvou je zvýrazněna hodnota ES střední významnosti.*

Pro zajímavost byla provedena statistická analýza dat i mezi jednotlivými pohlavími, která je zpracována v tabulce 9 a 10.

U žen byla statisticky významně rychlejší levá polovina těla při translaci vpřed ve střední rychlosti (Forward – ML), kdy p-hodnota byla rovna 0,05.

Klinicky významně rychlejší v reakci na translaci byly lezkyně dále v parametrech Forward – SL, FL, FR a Backward – SL, SR.

Naopak klinicky významně rychlejší v reakci na translaci byly nelezkyně v parametrech Forward – SL a Backward – FR.

Tabulka 9 Motor Control Test ženy (parametr Latency)

	Lezci (ženy)		Nelezci (ženy)			
Forward (ms)	průměr (SD)	median (min - max)	průměr (SD)	median (min - max)	p-hodnota	ES
SL	144 (278)	140 (120 - 220)	118 (44)	130 (0 - 150)	0,32*	0,74
SR	157 (32)	140 (120 - 230)	128 (49)	140 (0 - 190)	0,28*	0,72
ML	113 (41)	120 (0 - 140)	138 (13)	140 (120 - 170)	**0,05***	0,91
MR	132 (15,5)	130 (120 - 160)	132 (16)	130 (120 - 170)	0,96*	0
FL	126 (11)	120 (110 - 150)	140 (25)	130 (110 - 240)	0,13*	0,81
FR	122 (9)	120 (100 - 130)	142 (36)	130 (110 - 240)	0,08*	0,88
Backward (ms)						
SL	130 (8)	130 (120 - 140)	136 (13)	140 (110 - 150)	0,21*	0,54
SR	128 (9)	130 (110 - 140)	139 (25)	140 (110 - 200)	0,25*	0,65
ML	132 (10)	130 (110 - 150)	131 (20)	130 (110 - 170)	0,4*	0,07
MR	129 (7)	130 (120 - 140)	128 (18)	130 (110 - 170)	0,52*	0,09
FL	112 (40)	130 (0 - 130)	98 (53)	120 (0 - 140)	0,55*	0,31
FR	122 (9)	120 (110 - 140)	107 (39)	120 (0 - 140)	0,36*	0,65
COMP	100 (54)	126 (0 - 138)	105 (58)	124 (0 - 165)	0,82*	0,09

Legenda k tabulce 9: *SL – slow left, SR – slow right, ML – medium left, MR –medium right, FL – fast left, FR – fast right, SD – směrodatná odchylka, p-hodnota rozdíly mezi jednotlivými skupinami t-testem, *testováno Man-Whitney testem, ES- effect size (klinická významnost) naměřena Cohenovým d, tučně zvýrazněna je statisticky významná p-hodnota. Modrou barvou je zvýrazněna hodnota ES střední a vysoké významnosti.*

U mužů nebyl zjištěn žádný statisticky významný rozdíl mezi naměřenými hodnotami.

Klinicky významně rychleji reagovali na translaci lezci u parametrů Forward – SL, ML, FL a Backward – FL.

Tabulka 10 Motor Control Test muži (parametr Latency)

Forward (ms)	Lezci (muži)		Nelezci (muži)		p-hodnota	ES
	průměr (SD)	median (min - max)	průměr (SD)	median (min - max)		
SL	136 (14)	140 (110 - 160)	145 (13)	140 (130 - 170)	0,19	0,61
SR	140 (7)	140 (120 - 150)	144 (59)	150 (0 - 270)	0,51*	0,11
ML	117 (37)	130 (0 - 140)	145 (38)	140 (110 - 260)	0,13*	0,72
MR	131 (12)	130 (120 - 160)	129 (13)	130 (100 - 150)	0,97*	0,15
FL	125 (10)	120 (110 - 140)	128 (4)	130 (120 - 130)	0,28*	0,53
FR	126 (10)	120 (110 - 140)	116 (38)	130 (0 - 140)	1*	0,42
Backward (ms)						
SL	134 (6)	130 (120 - 140)	136 (9)	140 (120 - 150)	0,48*	0,36
SR	134 (10)	130 (110 - 150)	136 (13)	140 (110 - 150)	0,35*	0,24
ML	109 (52)	130 (0 - 140)	125 (10)	130 (110 - 140)	0,45*	0,53
MR	125 (12)	130 (100 - 140)	127 (10)	130 (110 - 140)	0,73*	0,25
FL	114 (37)	120 (0 - 140)	124 (8)	130 (110 - 130)	0,86*	0,45
FR	113 (38)	120 (0 - 160)	112 (36)	120 (0 - 140)	0,87*	0,02
COMP	105 (50)	126 (0 - 136)	105 (50)	128 (0 - 140)	0,92*	0

Legenda k tabulce 10: *SL – slow left, SR – slow right, ML – medium left, MR –medium right, FL – fast left, FR – fast right, SD – směrodatná odchylka, p-hodnota rozdíly mezi jednotlivými skupinami t-testem, *testováno Man-Whitney testem, ES- effect size (klinická významnost) naměřena Cohenovým d, tučně zvýrazněna je statisticky významná p-hodnota. Modrou barvou je zvýrazněna hodnota ES střední významnosti.*

6 Diskuze

Mnoho autorů se u lezců dodnes zabývá především hodnocením síly a vytrvalosti (Baláš et al., 2012; Ferguson, Brown, 1997; Ozimek et al., 2016, 2017; Vigoroux a Quaine, 2006), flexibilitou (Baláš, 2016; Gilese et al., 2006; Grant et al., 1996, 2001;) nebo faktory ovlivňujícími zranění (Schweizer, 2012; Woolings et al., 2015).

Pro dobrý výkon ve sportovním lezení je ale zapotřebí také koordinace, kvalita a plynulost prováděného pohybu. Orth et al. (2016) tvrdí, že percepční a motorická adaptace zvyšuje koordinaci pohybu a má významný vliv na zlepšení lezecké úrovně. Na pojem koordinace v lezení můžeme nahlížet z několika pohledů. Můžeme mluvit o koordinaci postury během snížení plochy opory, kdy jsou posturální omezení hlavními faktory, které mají vliv na automatizaci statického a dynamického projevu lezce (Orth et al., 2016). Velikost chytu, sklon stěny, vzdálenost mezi chyty, to vše hraje roli pro správné anticipační posturální nastavení (Noé, 2006; Testa et al., 1999). Dále můžeme mluvit o koordinaci pohybu v průběhu lezené cesty. Zampagni et al. (2011) tvrdí, že zkušenější lezci mají vysokou tendenci udržovat své COM (center of mass) dál od stěny při statických i dynamických fázích pohybu. Autoři se domnívají, že toto postavení snižuje nároky nervového systému na regulaci rovnovážných momentů sil, a díky tomu by mohla být zvýšena i kloubní mobilita. Dále tvrdí, že lezci mají vyšší stranové oscilace COM při postupu k novému chytu. To by dle autorů mohlo být způsobeno využitím mechanické energie, kterou získají díky vyšší svalové síle a vytrvalosti. Není tedy možné od sebe oddělit jednotlivé složky jako je síla, vytrvalost, flexibilita, koordinace a podobně. Jedna bez druhé nebudou tvořit správně fungující celek.

Tato práce se zabývá hodnocením dynamické posturální stability u lezců. Posturální stabilita jako taková, ať už statická nebo dynamická, je v dnešní době často zmiňovaným tématem. Pro počítačové měření posturální stability je ale nutné znát, jestli budeme hovořit o testování statickém nebo dynamickém. Sell (2010) dělí posturografii na statickou (stabilometrii) a dynamickou (dynamometrii). V rámci statické počítačové posturografie se používají nejčastěji stabilografické silové plošiny nebo stabilografické tlakové desky. Silové plošiny měří vektor působící síly do podložky (COG). Patří sem například silová deska Kistler. Oproti tomu tlakové plošiny měří tlaky na jednotlivé senzory v desce, z nichž je pak vypočítán střed tlakového působení na podložku (COP).

Patří sem například Footscan (Ruhe, Fejer, Walker, 2010; Vařeka, 2002a). Dynamická posturografie hodnotí schopnost přenášet průmět těžiště kolem opěrné báze. Sell (2010) poukazuje na skutečnost, že tato metoda v posledních letech výrazně převažuje nad metodou statickou z důvodu lepší výpovědní hodnoty a aplikovatelnosti především na sportující populaci.

6.1 Diskuze k vědecké otázce

Řešená otázka: Jak se liší úroveň dynamické posturální stability lezců a rekreačně sportujících jedinců hodnocených za pomoci vyšetřovacího systému Neurocom?

Počítačovým měřením dynamické posturální stability se ve sportovním odvětví zabývalo již mnoho autorů. V oblasti lezení jsou však takovéto studie velmi omezené. Nebyla nalezena žádná studie, která by testovala lezce na Neurocomu.

Aksit a Cirik (2017) zkoumali rozdíl statické a dynamické posturální stability (dynamické rovnováhy) u dvou skupin lezců (advanced a intermediate) na tlakové desce ProKin. Autoři prezentovali statisticky významný rozdíl ($p = 0,025$) v hodnotách testu Limits of Stability (proměnná *maximal limits* – maximální rozsah pohybu do 8 směrů, kterého je lezec schopen). Naopak nebyla prokázána žádná výrazná odlišnost měřených parametrů statické posturální stability. Autoři tudíž usuzují o významném vlivu kvality dynamické posturální stability na výkonnostní úroveň v lezení, na rozdíl od té statické (Aksit, Cirik, 2017).

Aras et al. (2018) se zabývali porovnáním úrovně posturální stability pokročilých lezců a nesportujících dospělých na plošině Kistler Portable Force Plate. Hodnocen byl rozsah a odchylka výkyvu těžiště a celková trajektorie ve třech modifikacích – otevřené oči, zavřené oči, vizuální konflikt (brýle Bernell Corporation) ve směru anteroposteriorní a mediolaterálním. Statisticky významný rozdíl byl naměřen u výkyvu těžiště mediolaterálně ($p = 0,042$) při otevřených očích, anteroposteriorně ($p = 0,025$) při otevřených očích, dále také odchylka výkyvu těžiště anteroposteriorně ($p = 0,048$) při zavřených očích. Ve všech měřených parametrech lezci zaznamenali lepší výsledky oproti dospělé nesportující populaci (Aras, et al., 2018).

V našem výzkumu bylo hodnoceno 27 parametrů, z nichž 3 parametry měly statistickou významnost $p \leq 0,05$ (2 proměnné statisticky významné ve prospěch lezců, 1 proměnná ve prospěch nelezců). Dále byly 2 proměnné klinicky středně významné,

kdy ES ≥ 0,50 (ve prospěch lezců). Při porovnání aritmetického průměru všech měřených parametrů obou skupin byli lezci lepší v 17 z nich (63% testovaných proměnných). Nemůžeme tedy jednoznačně říci, že se dynamická posturální stabilita lezců významně liší od nelezců (naší kontrolní skupiny) testovaných na Neurocomu.

6.2 Diskuze k hypotéze č. 1

H1: *Předpokládám, že naměřené hodnoty Equilibrium skore, získané pomocí testu Sensory Organization Test (SOT), budou u skupiny lezců statisticky významně vyšší, než u kontrolní skupiny.*

Smyslová organizace (integrace) je schopnost jedince efektivně zpracovávat jednotlivé vstupní signály senzorického systému, za účelem udržení rovnováhy. To je provedeno potlačením nepřesných vstupů senzorického systému a zároveň výběrem z jiných, přesnějších smyslových podnětů, které vygenerují vhodnou motorickou a posturální strategii. SOT systematicky hodnotí tuto schopnost nervového systému objektivně (nebo chybně) izolovat a kvantifikovat použití jednotlivých senzorických systémů (Natus Medical Incorporated, 2013).

Statisticky významný rozdíl byl zjištěn u stavu COND6 (stoj s otevřenýma očima s nestabilní oporou i prostředím), kde p = 0,04. Při porovnání naměřených výsledků pouze u mužského pohlaví, je p-hodnota dokonce 0,02.

U COND6 je znevýhodněn především somatosenzorický a částečně také vizuální systém. Očekává se zde vyšší zapojení vestibulárního systému (Natus Medical Incorporated, 2013).

Quaine a Martin (1999) tvrdí, že lezení je vysoce specializovaným sportem, který kromě svalové síly vyžaduje komplexní propojení rovnováhy a postury (držení těla) všech čtyř končetin. Pro udržení statické i dynamické rovnováhy mezi horizontálními a vertikálními silami je zásadní právě i posturální nastavení, které musí mít lezec na vysoké úrovni (Di Paola, et al., 2013). Z tohoto pohledu bychom mohli předpokládat, že lezci budou mít lepší posturální stabilitu než nelezci.

Vzhledem k tomu, že statisticky významný rozdíl byl naměřen pouze u COND6, hypotézu č. 1 zamítáme. Nicméně z výše uvedených výsledků je patrné, že lezci mají statisticky významně lepší dynamickou posturální stabilitu v případě, kdy pod sebou nemají stabilní oporu ani okolí (pohyb okolního prostředí). Tato situace tak velmi

vzdáleně může simulovat prostředí, ve kterém se lezec pohybuje - neustále překonává nový, nestabilní a často také exponovaný terén při prostupu stěnou.

6.3 Diskuze k hypotéze č. 2

H2: *Předpokládám, že parametr Latency testu Motor Control Test bude u skupiny lezců statisticky významně nižší, než u kontrolní skupiny.*

Automatické posturální reakce jsou primárním zdrojem informací o kvalitě korekčních rovnovážných mechanismů na daný podnět – neočekávaná výchylka nebo změna povrchu. Jedná se totiž o nejrychlejší formu odpovědi, která pomáhá tělu přenést zpět těžiště těla nad opornou bázi při stoji. Jedná se o koordinovanou odpověď napříč všemi klouby, která je ale nezávislá na vědomé kontrole a je spouštěna pouze zevním stimulem. Tyto odpovědi se objevují během 90 – 100 milisekund. Tyto rychlé, mimovolní reakce jsou spouštěny především proprioceptivními podněty. Vestibulární a vizuální podněty tuto odpověď mohou upravovat, ale nikdy ji samostatně nespouštějí (Natus Medical Incorporated, 2013).

Parametr Latency je definován jako čas v milisekundách, který uplynul od začátku translace desky po spuštění aktivní odpovědi dolních končetin. Aktivní odpověď dolních končetin je zde brána jako stav, kdy dojde ke změně COF (center of force) nohou na silové desce (Natus Medical Incorporated, 2013; Horak, Nashner, 1986).

Statisticky významný rozdíl v testu MCT byl zjištěn pouze při translaci vpřed ve střední rychlosti (ML - medium shift forward, left), kdy statisticky významně rychleji reagovala levá polovina těla u lezců, p-hodnota byla 0,01. Dále byla zjištěna klinická významnost u levé poloviny těla u lezců při rychlé translaci vpřed (FL - fast shift forward, left), kdy Cohenovo d bylo 0,6 (střední významnost).

Během odebírání anamnestických dat byla stanovena dominantní DK doptáním se probanda na preferovanou DK během kopu do míče. Pravou DK uvedlo 36 a levou DK 4 ze 40 probandů. Noguchi et al. (2013) zkoumali stoj na 1 DK u studentů vysokých škol, kteří byli členy atletických klubů. Došlo zde k rozdělení na manipulační DK, kterou probandi prováděli kop do míče a opornou DK. Autoři došli během testování k závěru, že lepší posturální stabilita byla na DK, kterou probandi uvedli jako manipulační (testován byl stoj při pohybu desky se zrakovou kontrolou). Pokud bychom tuto skutečnost (lepší posturální stabilitu má manipulační - dominantní DK)

aplikovali na náš výzkum, mělo by nám vyjít, že manipulační DK u všech probandů rychleji reagovala na zevní podnět, než oporná DK. To se ale potvrdilo jen u 20 ze všech 40 měřených probandů.

Vzhledem k výsledkům musíme zamítnout námi stanovenou hypotézu č. 2, protože statisticky významného rozdílu lezci dosáhli pouze v jedné měřené proměnné. Nicméně při porovnání aritmetických průměrů jednotlivých skupin (lezci x nelezci) dojdeme k závěru, že lezci byli lepší (nižší latence v odpovědi na zevní podnět) v 8 ze 13 měřených proměnných.

6.4 Diskuze k hypotéze č. 3

H3: *Předpokládám, že parametry Movement Velocity, Endpoint Excursion, Maximal Excursion a Directional Control získané pomocí testu Limits of Stability (LOS) budou u skupiny lezců statisticky významně vyšší, než u kontrolní skupiny.*

LOS měří volní pohybovou kontrolu. Zaznamenává jeho směr, odchylky a rychlost k určení jeho stability. Tato testová baterie hodnotí schopnosti probanda aktivně měnit polohu COG předem vymezeným směrem (8 směrů) inklinací těla a udržet dosažené maximum, aniž by se změnila opěrná báze (ztráta rovnováhy, úkrok). Za pomoci vizuálního feedbacku je probandovi umožněno korigovat požadovaný směr COG dle jeho možností (Natus Medical Incorporated, 2013).

U parametru DC (directional control – směrová kontrola) byl nalezen staticky významný rozdíl hodnot, kdy p-hodnota byla 0,04. Lezci zde ale měli statisticky horší směrovou kontrolu než nelezci. V parametru MXE (maximal excursion – maximální výchylka těžiště) byli klinicky významně lepší lezci, kdy Cohenovo d bylo 0,62.

Pokud bychom porovnali aritmetické průměry všech naměřených parametrů, lezci byli lepší ve všech proměnných kromě DC. Tento parametr hodnotí směrovou kontrolu po celou dobu měření (8 sekund). Pokud proband dosáhne cílového místa dříve a musí zde čekat na zvukový signál, který má ukončit měření, mohlo by ale dojít k oscilaci okolo tohoto bodu a tudíž i ke zkreslení výsledku. U lezců by to mohlo být způsobeno právě tím, že jsou zvyklí využívat lezecký pohyb jako celek. Orth et al. (2016) tvrdí, že u zkušenějších lezců skoro nedochází k zaujetí statické fáze pohybu, naopak dynamická a statická fáze splývají v jeden plynulý koordinovaný pohyb. Takováto skutečnost by mohla podpořit námi naměřené statisticky významně horší výsledky lezců u parametru DC.

Aksit a Cirik (2017) zkoumali statickou a dynamickou posturální stabilitu na tlakové desce ProKin. Pro měření dynamické části byl zvolen test Limits of Stability, kde byla měřena proměnná *maximal limits* – maximální rozsah pohybu do 8 směrů, kterého je lezec schopen. Měřeno v procentech. Porovnávány byly dvě skupiny – AC (advanced climbers – zkušení lezci) a IC (intermediate climbers – průměrní lezci). AC (96,2 ± 3,8) byli statisticky významně lepší než IC (86,2 ± 12,1), p = 0,025. Není sice možné porovnávat číselné hodnoty z přístroje ProKin a Neurocom Smart EquiTest, můžeme ale vzít v úvahu jejich celkové výsledky. Proměnná *Maximal limits* hodnotí maximální rozsah pohybu do 8 zadaných směrů, stejně tak i proměnná *Maximal Excursion* u Neurocomu. V našem výzkumu sice nebyla prokázána hladina statistické významnosti, ale byla prokázána alespoň střední klinická významnost (Cohenovo d) ES = 0,62.

I přes výše zmíněná fakta musíme zamítnout hypotézu č. 3, protože naměřené hodnoty nebyly u lezců statisticky významně vyšší.

6.5 Diskuze k hypotéze č. 4

H4: *Předpokládám, že parametr Reaction Time získaný pomocí testu Limits of Stability (LOS) bude u skupiny lezců statisticky významně nižší, než u kontrolní skupiny.*

Reakční doba, měřená v sekundách, za kterou je proband schopen zareagovat na zvukový signál, který značí začátek testování. Za reakci je považována motorická odpověď probanda na zvukový signál (Natus Medical Incorporated, ©2014)

V našem výzkumu byla pro tento parametr zjištěna pouze nízká hladina klinické významnosti ES = 0,44 a statistická významnost p = 0,16. Pokud bychom porovnali aritmetický průměr obou skupin (lezci 0,62 s ± 0,18; nelezci 0,76 s ± 0,18) našli bychom rozdíl 0,14 sekundy.

Zajímavým ukazatelem by v tomto parametru mohlo být otestování skupiny lezců, kteří se specializují na lezení na rychlost (speed climbing). V této disciplíně je čas jedním z nejdůležitějších parametrů. Lezec musí po zvukovém signálu co nejrychleji vyrazit a vylézt postavenou cestu, která má předem jasně definované parametry. Jedná se o nejvíce dynamickou lezeckou disciplínu. Ve finále světového poháru lezení na rychlost dokážou lezci vylézt postavenou cestu i za čas nižší než 6 sekund

(Ozimek, et al., 2018). To je dokonce o 2 sekundy kratší čas, než měření jednoho směru v LOS.

Statisticky významně nižší reakční čas u lezců nebyl zjištěn, tudíž musíme zamítnout i hypotézu č. 4.

6.6 Diskuze k limitům práce

V této práci byl pro posouzení kvality dynamické posturální stability zvolen Smart EquiTest od firmy NeuroCom International, Inc., který se řadí mezi počítačovou dynamickou posturografii. Validitu a reliabilitu tohoto přístroje zkoumalo mnoho autorů.

Tsang et al. (2004) stanovili test-retest reliabilitu (ICC – intraclass correlations coefficient) testu SOT pro všech 6 situací: COND1 0,81; COND2 0,84; COND3 0,72; COND4 0,90; COND5 0,93; COND6 0,87.

Pickerill a Harter (2011) stanovili test – retest realiabilitu testu LOS takto: EPE (ICC=0,88), MVL (ICC=0,80), DC (ICC=0,69), RT a MXE měly nízkou reliabilitu. Dále též stanovili konstruktovou a konkurentní validitu a prokázali, že ve srovnání s Biodex Balance Systemem poskytuje NeuroCom Smart Balance Master více informací o dynamické posturální stabilitě. Oba tyto systémy ale nabízejí jedinečné informace o celkovém hodnocení posturální stability (Pickerill, Harter, 2011).

Lininger et al. (2018) zkoumali reliabilitu dokonce dvakrát a stanovili test-retest reliabilitu u testu LOS takto: MVL při prvním testování ICC=0,92, při druhém testování ICC=0,95, DC při prvním testování ICC=0,92, při druhém ICC=0,93, MXE při prvním testování ICC=0,89, při druhém ICC=0,94, RT při prvním testování ICC=0,62, při druhém testování ICC=0,88, EPE při prvním testování ICC=0,77, při druhém pak ICC=0,76.

Harro et al. (2016) zkoumali test-retest reliabilitu a validitu Neurocomu u pacientů s Parkinsonovou nemocí u testů SOT, LOS i MCT. U SOT composite equilibrium bylo ICC=0,90, vestibular ratio bylo ICC=0,80. Test LOS parametr EPE měl ICC=0,87, RT měl ICC=0,69. Test MCT parametr latency měl ICC=0,92 a amplitude také ICC=0,92. Přičemž byly u těchto parametrů stanoveny i standartní chyby v měření a to takto: SOT composite equilibrium na 4,2% , vestibular ratio 0,1. LOS EPE na 5%, RT na 0,17s. MCT latency na 2,7 ms a amplitude 1°/s. Studie

potvrzuje, že Neurocom baterie testů je validní a reliabilní metodou pro hodnocení poruch rovnováhy.

Z výše zmíněného tedy můžeme usuzovat o poměrně vysoké validitě i reliabilitě zvoleného měřícího nástroje. Je tedy nutné opakovat provedená měření, aby byla zjištěna validita a reliabilita námi naměřených dat? Zlepšení při opakovaném měření by ale mohlo být způsobeno motorickým učením, jak popisují Talantola a Nardone (1997). I Véle (2006) poukazuje na skutečnost, že excitabilita CNS je ovlivněna řadou faktorů včetně okamžitých a krátkodobých vlivů jako je únava, míra senzorické aference, učení (na podkladě předchozích zkušeností) nebo i hladina glykémie v krvi.

Únava a spánková deprivace mají také vliv na posturální kontrolu (Patel, et al., 2007). Dále je možné brát v potaz i vliv cirkadiánních rytmů (Trojan, 2003). Tyto skutečnosti nebyly v našem výzkumu brány v úvahu. Měření probíhala dle časových možností probandů a laboratorního rozvrhu v ranních, dopoledních a odpoledních hodinách.

Velikost souboru byla zvolena taková, aby byla alespoň částečně zachována homogenita testovaných skupin.

Otázkou zůstává, zdali zvolená kontrolní skupina byla vhodně vybrána. BMI obou skupin je v normě (lezci 21,7 ± 2,6; nelezci 24,3 ± 3,4). Je vědecky dokázáno, že obezita (vyšší BMI) snižuje posturální stabilitu (Capodaglio et al. 2012). Rozsah a frekvence tréninku jsou dalšími z mnoha faktorů, které mohou ovlivňovat kvalitu rovnováhy (posturální stability) (Huang a Yamamoto, 2013). V průměru námi zvolení probandi trénovali 7,6 ± 3,6 hodiny (lezci) a 4,6 ± 2,7 hodiny (nelezci) týdně. Vzhledem k tomu, že v naší studii figurovali pouze mladí jedinci (22 – 29 let), nelze zobecňovat výsledky pro celou lezeckou populaci.

I přesto, že nalezený rozdíl v průměrných hodnotách získaných z naměřených dat ve prospěch lezců nebyl statisticky významný ve všech parametrech, hypotézy byly zamítnuty, bylo by vhodné pokračovat v dalších výzkumech v tomto odvětví. Bylo by vhodné do kontrolní skupiny vybrat spíše studenty (osoby) se sedavým způsobem života, místo studentů FTVS, kteří pravidelně sportují. Dále by bylo dobré se zaměřit na rozdíl mezi jednotlivými výkonnostními kategoriemi lezců, jako to provedli Aksit a Cirik (2017), případně na jednotlivé specializace (lezení na rychlost, lezení na obtížnost, bouldering apod.). Zajímavým ukazatelem by mohlo být i zkoumání účinků lezení na statickou i dynamickou posturální stabilitu, kdy by byli testováni začátečníci v průběhu jednoho nebo více let.

7 Závěr

Cílem práce bylo zhodnotit dynamickou posturální stabilitu u lezců a porovnat ji se skupinou, která lezení neprovádí, ale věnuje se rekreačně jiným sportovním aktivitám.

Při zpracovávání diplomové práce byl značný problém v nejednotnosti pojmů v zahraniční literatuře, kdy byla posturální stabilita (*postural stability)* často zobecňována jako rovnováha (*balance*, *equilibrium*). I přes tato úskalí se domnívám, že byly cíle této práce splněny. Byla prostudována a zpracována odborná literatura související s tématem práce. Byla provedena analýza odborných studií, které se zabývaly lezením, terapeutickým lezením a dynamickou posturální stabilitou a přístrojem Neurocom Smart EquiTest. Byli vybráni probandi k testování a rozděleni do jednotlivých skupin. Proběhlo samotné testování probandů a to v testovacích bateriích *Sensory Organization Test, Limits of Stability* a *Motor Control Test*. Poté byla provedena analýza a vyhodnocení naměřených dat.

Na základě statistického zpracování dat nemůžeme tvrdit, že lezci dosahovali u vybraných parametrů statisticky významně lepších výsledků než nelezci. Nicméně při porovnání aritmetických průměrů skupina lezců byla průkazně lepší v 17 z 27 testovaných parametrů (63%), tudíž je naším výzkumem naznačena určitá tendence, že lezení má pozitivní vliv na dynamickou posturální stabilitu. To potvrzují i výše zmíněné zahraniční studie.

Vzhledem k tomu, že byly zamítnuty všechny čtyři hypotézy a zahraniční ani čeští autoři se touto problematikou doposud tolik nezabývali, bylo by vhodné zabývat se touto problematikou více do hloubky a především provést výzkum na širším vzorku probandů a případně porovnat jednotlivé lezecké výkonnostní kategorie, či rozdíly mezi jednotlivými lezeckými disciplínami.

Lezení se v dnešní době využívá v terapii nejrůznějších onemocnění (pohybového aparátu, psychických onemocnění apod.) I z tohoto důvodu by bylo vhodné rozšířit námi provedený výzkum, aby bylo v budoucnu možné vytvořit vědecky podložené cvičební programy založené na důkazu, že lezení má pozitivní vliv na dynamickou posturální stabilitu.

8 Seznam použité literatury

1. AKSIT, T.; CIRIK, G. Comparison of static and dynamic balance parameters and some performance characteristics in rock climbers of different levels. *Turkish Journal of Sport and Exercise* [online]. 2017, **19**(1), 11-19 [cit. 2019-03-17]. e-ISSN 2147-5652. Dostupné z: http://dergipark.gov.tr/download/article-file/300935
2. AMCA, A. M., VIGOUROUX, L., ARITAN, S., BERTON, E. Effect of hold depth and grip technique on maximal finger forces in rock climbing. *Journal of Sports Sciences* [online]. 2012, **30**(7), 669-677 [cit. 2018-07-26]. ISSN 1466447X. Dostupné z: https://doi.org/10.1080/02640414.2012.658845
3. ARAS, D.; EWERT, A. W. The Effects of Eight Weeks Sport Rock Climbing Training on Anxiety. *Acta Medica Mediterranea* [online]. 2016, **223**(32), 223-230 [cit. 2018-07-28]. ISSN 0393-6384. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/297732791_The_Effects_of_Eight_Weeks_Sport_Rock_Climbing_Training_on_Anxiety
4. ARAS, D.; KITANO, K.; PHIPPS, A. M.; ENYART, M. R.; AKCA, F.; KOCEJA, D. M.; EWERT, A. W. The Comparison of Postural Balance Level between Advanced Sport Climbers and Sedentary Adults. *International Journal of Applied Excercise Physiology* [online]. 2018, **7**(3), 9s. [cit. 2019-03-01]. ISSN 2322-3537. Dostupné z: https://doaj.org/article/5e182f7faada4c7483d776a32f3eceb0
5. BALÁŠ, J. *Fyziologické aspekty výkonu ve sportovním lezení*. Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum, 2016. ISBN 9788024633619.
6. BALÁŠ, J.; BUNC, V. Short-term influence of climbing activities on strength, endurance and balance within school physical education. *International Journal of Fitness* [online], 2007. **3**(2), 33-42 [cit. 2019-03-01]. ISSN 09732152. Dostupné z: http://eds.a.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=1&sid=28518c50-0dd0-4341-9ab7-1bf0d193f8b2%40sdc-v-sessmgr01
7. BALÁŠ, J.; STREJCOVÁ, B.; VOMÁČKO, L. *Lezeme a šplháme: 68 her a cvičení na stěně a na nářadí*. Praha: Grada, 2008. Děti a sport. ISBN 978-80-2472-272-6.

8. BALÁŠ, J., PECHA, O., MARTIN, A. J., COCHRANE, D. Hand-arm strength and endurance as predictors of climbing performance. *European journal of sport science* [online]. 2012, **12**(1), 16-25 [cit. 2018-11-30]. ISSN 1746-1391. Dostupné z: https://doi.org/10.1080/17461391.2010.546431
9. BARTŮŇKOVÁ, S. *Fyziologie člověka a tělesných cvičení*. 3. vyd. Praha: Karolinum, 2014. ISBN 9788024628110.
10. BERG, K. O.; WOOD-DAUPHINE, S. L.; WILLIAMS, J. I.; GAYTON, D. Measuring balance in the elderly: preliminary development of an instrument. *Physiotherapy Canada* [online]. 1989, **41**(6), 304-311 [cit. 2019-02-05]. eISSN 1708-8313. Dostupné z: https://doi.org/10.3138/ptc.41.6.304
11. BERG, K. O.; WOOD-DAUPHINE, S. L.; WILLIAMS, J. I.; MAKI, B. D. Measuring Balance in the Elderly: Validation of an Instrument. *Canadian journal of public health* [online]. 1992, **83**(2) příloha 2, 7-11 [cit. 2019-02-05]. ISSN 0008-4263. Dostupné z: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1468055
12. BRUYNEEL, A. V.; HUMBERT, A.; BERTRAND, M. Comparison of balance strategies in mountain climbers during real altitude exposure between 1.500 m and 3.200 m: Effects of age and expertise. *Neurosciences Letters* [online]. 2017, **657**, 16-21 [cit. 2019-03-01]. ISSN 0304-3940. Dostupné z: https://doi.org/10.1016/j.neulet.2017.06.010. ISSN 1872-7972.
13. CAPODAGLIO, P.; CIMOLIN, V.; TACCHINI, E.; PARISIO, C.; GALLI, M. Balance Control and Balance Recovery in Obesity. *Current Obesity Reports* [online]. 2012, **1**(3), 166-173 [cit. 2019-03-19]. ISSN 2162-4968. Dostupné z: https://link.springer.com/article/10.1007/s13679-012-0018-7
14. CONCORDIA UNIVERSITY. PERFORM operating document: Neurocom SMART EquiTest, Computerized dynmic posturography (CDP). In: *perform.concordia.ca* [online]. ©2015 [cit. 2019-03-01]. Dostupné z: https://perform.concordia.ca/GettingStarted/pdf/compliance/PCPOD-FA-002-V01_NEUROCOM.pdf
15. CREASEY, M. et al. *Horolezectví*. Přeložil Petr Homola. 1.vyd. Praha: Rebo Productions, 2000. ISBN 80-7234-148-0.
16. DI PAOLA, M.; CALTAGIRONE, C.; PETROSINI, L. Prolonged Rock Climbing Activity Induces Structural Changes in Cerebellum and Parietal Lobe. *Human Brain Mapping*. 2013, **34**(10), 2707-2714. ISSN 1065-9471. DOI: 10.1002/hbm.22095.

17. DIEŠKA, I.; ŠIRL, V. *Horolezectví zblízka*. Praha: Olympia, 1989. 446 s. ISBN neuvedeno.
18. DRAPER, N., BRENT, S., HODGSON, C., BLACKWELL, G. Flexibility assessment and the role of flexibility as a determinant of performance in rock climbing. *International Journal of Performance Analysis in Sport* [online]. 2009, **9**(1), 67-89 [cit. 2018-12-09]. ISSN 1474-8185. Dostupné z: https://doi.org/10.1080/24748668.2009.11868465
19. DRŠATA, J.; VALIŠ, M.; LÁNSKÝ, M.; VOKURKA, J. Přínos statické počítačové posturografie ke skríningovému vyšetření kvantifikace posturální rovnováhy. *Česká a Slovenská Neurologie a Neurochirurgie*. 2008, **71**(4), 422-428. ISSN 1802-4041.
20. ENGBERT, A.; WEBER, M. The effects of therapeutic climbing in patients with chronic low back pain: a randomized controlled study. *Spine* [online]. 2011, **36**(11), 842-849 [cit. 2018-08-05]. Online ISSN 1528-1159. Dostupné z: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21192296
21. FERGUSON, R. A.; BROWN, M. D. Arterial blood pressure and forearm vascular conductance responses to sustained and rhythmic isometric exercise and arterial occlusion in trained rock climbers and untrained sedentary subjects. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology* [online]. 1997, **76**(2), 174-180 [cit. 2018-10-20]. ISSN 1439-6327. Dostupné z: https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs004210050231
22. FRANCOVÁ, J., PAVLŮ, D., PÁNEK, D. Možnosti využití terapeutického lezení ve fyzioterapii. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. 2006, **13**(1), 29-37. ISSN 1211-2658.
23. FUSCO, A., FOGLIA, A., MUSARRA, F., TESTA, M. *The Shoulder in Sport: Management, Rehabilitation and Prevention*. Edinburgh: Churchill Livingstone, 2007. ISBN 978-0-443-06874-4.
24. GILES, L. V., RHODES, E. C., TAUNTON, J. E. The physiology of rock climbing. *Sports Medicine* [online]. 2006, **36**(6), 529-545 [cit. 2018-12-09]. Online ISSN 1179-2035. Dostupné z: https://doi.org/10.2165/00007256-200636060-00006
25. GODDARD, D.; NEUMANN, U. *Performance rock climbing*. Mechanicsburg: Stackpole Books, 1993. ISBN 0-8117-2219-8.

26. GRANT, S., HYNES, V., WHITTAKER, A., AITCHISON, T. Anthropometric, strength, endurance and flexibility charakteristics of elite and recereational climbers. *Journal of sports sciences* [online]. 1996, **14**(4), 301-309 [cit. 2018-11-30]. ISSN 1466447X. Dostupné z: https://doi.org/10.1080/02640419608727715
27. GRANT, S., HASLER, T., DAVIES, C., AITCHISON, T. C., WILSON, J., WHITTAKER, A. A comparison of the anthropometric, strength, endurance and flexibility characteristics of female elite and recreational climbers and non-climbers. *Journal of Sports Sciences* [online]. 2001, **19**(7), 499-505 [cit. 2018-12-09]. ISSN 1466447X. Dostupné z: https://doi.org/10.1080/026404101750238953
28. GRYC, T. *Vztah mezi posturální stabilitou a pohybovými aktivitami*. Praha, 2014. Disertační práce. Univerzita Karlova v Praze. Fakulta tělesné výchovy a sportu. Vedoucí František ZAHÁLKA.
29. HAHN, A. *Otoneurologie – diagnostika a léčba závratí*. 1. vyd. Praha: Grada, 2004. ISBN 80-247-0510-9.
30. HARRO, C. C.; MARQUIS, A.; PIPER, N.; BURDIS, C. Reliability and Validity of Force Platform Measures of Balance Impairment in Individuals With Parkinson Disease. *Physical Therapy* [online]. 2016, **96**(12), 1955-1965 [cit. 2019-03-17]. ISSN 00319023. Dostupné z: https://academic.oup.com/ptj/article/96/12/1955/2866296
31. HATTINGH, G. *Horolezectví*. Přeložila Dana Tomanová. 1.vyd. Praha: Václav Svojtka, 1999. ISBN 80-7237-053-7.
32. HORAK, F. B.; NASHNER, L. M. Central programming of postural movements: Adaptation to altered support-surface configurations. *Journal of Neurophysiology* [online]. 1986, **55**, 1369-1381 [cit. 2019-03-19]. ISSN 1522-1598. Dostupné z: https://doi.org/10.1152/jn.1986.55.6.1369
33. HUANG, H. N.; YAMAMOTO, T. The effect of balance training frequency on the balance ability in healthy young adults. *Journal of Exercise Physiology Online* [online]. 2013, **16**(1), 86-95 [cit. 2019-03-19]. ISSN 1097-9751. Dostupné z: http://eds.a.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=2&sid=2e3d3411-90b0-4332-a12b-a4825254ad0f%40sessionmgr4007&bdata=Jmxhbmc9Y3Mmc2l0ZT1lZHMtbGl2ZSZzY29wZT1zaXRl#db=s3h&AN=91532641

34. CHAUDHRY, H.; BUKIET, B.; JI, Z.; FINDLEY, T. Meaasurement of balance in computer posturogrphy: Comparison of methods – A brief review. *Journal of Bodywork and Movemen Therapies* [online]. 2011, **15**(1), 82-91 [cit. 2019-02-06]. ISSN 1532-9283. Dostupné z: https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2008.03.003
35. IGNJATOVIČ, M.; STANKOVIČ, D.; PAVLOVIČ, V. Relations and influences of balance on the result in sports climbing. *Facta Universitatis: Series Physical Education & Sport* [online]. 2016, **14**(2), 237-245 [cit. 2019-03-01]. ISSN 1451740X. Dostupné z: http://eds.a.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=7&sid=0373fbc2-033e-43aa-ba22-b0eb5c8fbd3b%40sdc-v-sessmgr01. ISSN 1451-740X.
36. JONES, G.; JOHNSON, M. I.; A Critical Review of the Incidence and Risk Factors for Finger Injuries in Rock Climbing. *Current Sports Medicine Reports*. 2016, **15**(6), 400-409. ISSN 1537-890X.
37. JOSEPHSEN, G., SHINNEMAN, S., TAMAYO-SARVER, J., JOSEPHSEN, K., BOULWARE, D., HUNT, M., PHAM, H. Injuries in Bouldering: A Prospective Study. *Wilderness and Environmental Medicine* [online]. 2007, **18**(4), 271-280 [cit. 2018-12-09]. ISSN 1080-6032. Dostupné z: https://doi.org/10.1580/06-WEME-OR-071R1.1
38. KARIMI, T. M.; SOLOMONIDIS, S. The relationship between parameters of static and dynamic stability tests. *Journal of Research in Medical Sciences* [online]. 2011, **16**(4), 530-535 [cit. 2019-02-06]. ISSN 1735-7136. Dostupné z: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3214359/
39. KINKOROVÁ, I.; CHALOUPKOVÁ, E.; KOMARC, M.; HELLER, J. Differences in presence and distribution of various food groups in persons with spinal cord injury. In: *AUC Kinanthropologica*. 2017, **53**(1), 49-59. ISSN 1212-1428.
40. KITTNAR, O. Stručná fyziologie a patofyziologie smyslů. *Vnitřní lékařství*, 2007, **53**(5), 477-482. ISSN: 0042-773X
41. KLEINSTÄUBER, M., REUTER, M., DOLL, N., FALLGATTER, A. J., Rock climbing and acute emotion regulation in patients with major depressive disorder in the context of a psychological inpatient treatment: a controlled pilot trial. *Psychology Research and Behavior Management* [online]. 2017, **2017**(10),

277-281 [cit. 2018-07-27]. ISSN 1179-1578. Dostupné z: https://doi.org/10.2147/PRBM.S143830

42. KOLÁŘ, P. *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha: Galén, c2009. ISBN 9788072626571.
43. LATASH, L.M. *Neurophysiological basis of movement*. 2.vyd. Champaign, IL: Human Kinetics, 2008. ISBN 978-0736063678.
44. LININGER, R. M.; LEAHY, T. E.; HAUG, E. C.; BOWMAN, T. G. Test-retest reliability of the limits of stability test performed by young adults using Neurocom VSR sport. *The International Journal of Sports Physical Therapy* [online]. 2018, **13**(5), 800-807 [cit. 2019-03-17], ISSN 2159-2896. DOI: 10.26603/ijspt20180800.
45. LUTTENBERGER, K., STELZER, E. M., FÖRST, S., SCHOPPER, M., KORNHUBER, J., BOOK, S. Indoor rock climbing (bouldering) as a new treatment for depression: study design of a waitlist-controlled randomized group pilot study and the first result. *BMC Psychiatry* [online]. 2015, **15**(201), 10 s. [cit. 2018-07-27]. ISSN 1471-244X. Dostupné z: https://doi.org/10.1186/s12888-015-0585-8
46. MAGNUS, R.; de KLEIJN, A. Körperstellung. Berlin: Springer, 1924. ISBN neuvedeno.
47. MANCINI, M.; HORAK, F. B. The relevance of clinical balance assessment tools to differentiate balance deficits. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*. 2011, **46**(2), 239-248. ISSN 1973-9087.
48. MATHIAS, S.; NAYAK, U. S. L.; ISAACS, B. Balance in elderly patients: the „get-up and go“ test. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 1986, **67**(6), 387-389. ISSN 0003-9993.
49. NASHNER, L. M. Computerized dynamic posturography. In: JACOBSON, G.; NEWMAN, C.; KARTUSH, J. *Handbook of balance function testing*. St. Louis: Mosby Year Book, 1993, 280-307. ISBN neuvedeno.
50. NATUS MEDICAL INCORPORATED. Clinical Interpretation Guide. NeuroCom® Balance Manager® Systems. ©2013. 165 s.
51. NATUS MEDICAL INCORPORATED. Clinical Operation Guide. NeuroCom® Balance Manager® Systems. © 2014. 238 s.
52. NATUS MEDICAL INCORPORATED. Instructions for use. NeuroCom® Balance Manager® Systems. © 2014. 53 s.

53. NATUS MEDICAL INCORPORATED. NeuroCom Equi Test Systems. In: *natus.com* [online]. ©2016 [cit. 2019-03-01]. Dostupné z: http://www.natus.com/index.cfm?page=products_1&crid=270&contentid=395
54. NATUS MEDICAL INCORPORATED. NeuroCom® SMART EquiTest® CDP. In: *natus.com* [online]. ©2015 [cit. 2019-03-01]. Dostupné z: https://partners.natus.com/asset/resource/file/newborncare/asset/2018-04/015368A_SMART_EquiTest_EN-US_lo-res.pdf
55. NOÉ, F. Modification of anticipatory postural adjustments in rock cliombing task: The effect of supporting wall inclination. *Journal of Electromyography and Kinesiology* [online]. 2006, **16**(4), 336-341 [cit. 2018-06-27]. ISSN 1050-6411. Dostupné z: https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2005.08.002
56. NOGUCHI, T.; DEMURA, S. I.; NAKAGAWA, T. Postural Stability during One-Leg Stance on an Unstable Moving Platform and its Relationship with Each Leg. *Perceptual Motor Skills* [online]. 2013, **116**(2), 555-563 [cit. 2019-03-19]. eISSN 1558688X. Dostupné z: https://doi.org/10.2466/26.25.PMS.116.2.555-563
57. ORTH, D., DAVIDS, K., SEIFERT, L. Coordination in Climbing: Effect of Skill, Practice and Constraints Manipulation. *Sports Medicine* [online]. 2016, **46**(2), 255-268 [cit 2018-12-17]. Online ISSN 1179-2035. Dostupné z: https://doi.org/10.1007/s40279-015-0417-5
58. O´SULLIVAN, P.B. Lumbar segmental „instability“: clinical presentation and specific stabilizing exercise management. *Manual Therapy*. 2000, **5**(1), 2-12, ISSN 1356-689X.
59. OZIMEK, M.; KRAWCZYK, M.; ROKOWSKI, R.; DRAGA, P.; AMBROZY, T.; MUCHA, D.; OMORCZYK, J.; STANULA, A.; POCIECHA, M.; GÖRNER, K. Evaluation of the level of anaerobic power and its effect on speed climbing performance in elite climbers. *Trends in Sport Sciences* [online]. 2018, **25**(3), 149-159 [cit. 2019-03-19]. ISSN 22999590. Dostupné z: http://eds.b.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=0&sid=f6e88f80-7670-49ba-bdb5-fc3a5e4cfbce%40sessionmgr104&bdata=Jmxhbmc9Y3Mmc2l0ZT1lZHMtbGl2ZSZzY29wZT1zaXRl#db=s3h&AN=132587254
60. OZIMEK, M., STASZKIEWICZ, R., ROKOWSKI, R., STANULA, A. Analysis of tests evaluating sport climbers strength and isometric endurance. *Journal of*

human kinetics [online]. 2016, **53**(1), 249-260 [cit. 2018-11-30]. ISSN 1640-5544. Dostupné z: https://doi.org/10.1515/hukin-2016-0027

61. OZIMEK, M., ROKOWSKI, R., DRAGA, P., LJAKH, V., AMBROZY, T., KRAWCZYK, M., REGWELSKI, T., STANULA, A., GÖRNER, K., JURCZAK, A., MUCHA, D. The role of physique, strength and endurance in the achievements of elite climbers. *PloS one* [online]. 2017, **12**(8), [cit. 2018-11-30]. eISSN 1932-6203. Dostupné z: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0182026
62. PAILLARD, T.; NOÉ, F. Techniques and Methods for Testing the Postural Function in Healthy and Pathological Subjects. *BioMed Research International* [online], 2015, 2015:891390, 15s. [cit. 2019-02-05]. Online ISSN 2314-6141. DOI: 10.1155/2015/891390.
63. PALAŠČÁKOVÁ ŠPRINGROVÁ, I. *Funkce – diagnostika – terapie hlubokého stabilizačního systému*. Čelákovice: Rehaspring, 2010. ISBN 978-80-254-7736-6.
64. PANJABI, M. The Stabilizing System of the Spine. Part I. Function, Dysfunction, Adaptation and Enhancement. *Journal of Spinal Disorders & Techniques* [online], 1992, **15**(4), 383-389 [cit. 2018-12-20]. ISSN 1536-0652. Dostupné z: https://www.tigraheerenveen.nl/wp-content/uploads/2017/11/16-The-Stabilizing-System-of-the-Spine.-Part-I.-Funct.pdf
65. PATEL, M.; GOMEZ, S.; BERG, S.; ALMBLADH, P.; LINDBLAD, J.; PETERSEN, H.; MAGNUSSON, M.; JOHANSSON, MR.; FRANSSON, P. A. Effects of 24-h and 36-h sleep deprivation on human postural control and adaptation. *Experimental Brain Research* [online], 2008, **185**(2), 165-173 [cit. 2019-03-19]. eISSN 1432-1106. Dostupné z: https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00221-007-1143-5
66. PICKERILL, M.; HARTER, R. A. Validity and Reliability of Limits-of-Stability Testing: A Comparison of 2 Postural Stability Evaluation Devices. *Journal of Athletic Training (National Athletic Trainers´Association)*, 2011, **46**(6), 600-606. ISSN 10626050.
67. PODSIADLO, D.; RICHARDSON, S. The timep „Up & Go“: A Test of Basic Functional Mobility for Frail Elderly Persons. *Journal of the American Geriatrics Society* [online]. 1991, **39**(2), 142-148 [cit. 2019-02-06].

ISSN 1532-5415. Dostupné z: https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.1991.tb01616.x

68. PÜHRINGER, M., STRUTZENBERGER, G., LEITL, D., HOLZNER, K., SCHWAMEDER, H. Possibilities of altering arm and shoulder muscle activation in a static therapeutic climbing exercise through arm position, hand support and wall inclination. *European Journal of Sport Science* [online]. 2017, **17**(9), 1212-1219 [cit. 2018-08-05]. ISSN 1746-1391. Dostupné z: https://doi.org/10.1080/17461391.2017.1356379
69. QUAINE, F.; MARTIN, L. A biomechanical study of equilibrium in sport rock climbing. *Gait & Posture*. 1999, **10**(3), 233-239. ISSN 0966-6362.
70. ROKYTA, R. *Fyziologie*. 3. vyd. Praha: Galén, 2016. ISBN 978-80-7492-238-1.
71. RUHE, A.; FEJER, R.; WALKER, B. The test-retest reliability of centre of pressure measures in bipedal static task conditions – A systematic review of the literature. *Gait & Posture* [online]. 2010, **32**(4), 436-445 [cit. 2019-03-19]. ISSN 0996-6362. Dostupné z: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0966636210002638
72. SELL, T. C. An examination, correlation, and comparison of static and dynamic measures of postural stability in healthy, physically active adult. *Physical Therapy in Sport* [online]. 2010, **13**(2), 80-86 [cit. 2019-02-06]. Dostupné z: doi:10.1016/j.ptsp.2011.06.006
73. SCHWEIZER, A. Sport climbing from a medical point of view. *Swiss Medical Weekly* [online]. 2012, **142** (13688) [cit. 12-08-2018]. eISSN 1424-3997. Dostupné z: https://doi.org/10.4414/smw.2012.13688
74. SUCHOMEL, T. Stabilita v pohybovém systému a hluboký stabilizační systém – podstata a klinická východiska. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 2006, **13**(3), 128-136. ISSN 1211-2658.
75. SVOBODA, Z., JANURA, M., KUTILEK, P., JANUROVA, E. Relationships between movements of the lower limb joints and the pelvis in open and closed kinematic chains during a gait cycle. *Journal of Human Kinetics* [online]. 2016, **51**(1), 37-43 [cit. 2018-07-25]. ISSN 1640-5544. Dostupné z: https://doi.org/10.1515/hukin-2015-0168
76. TALANTOLA, J., NARDONE, A. 1997. Human stance stability improves with the repetition of the task: effect of foot position and visual condition. *Neuroscience Letters* [online]. 1997, **228**(2), 75–78, [cit. 2019-03-18].

ISSN 0304-3940. Dostupné z: http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304394097003704

77. TESTA, M.; MARTIN, L.; DEBU, B. Effects of the type of holds and movement amplitude on postural control associated with a climbing task. *Gait & Posture*, 1999, **9**(1), 57-64, ISSN 0966-6362.
78. TESTA, M.; MARTIN, L.; DEBU, B. 3D analysis of posture-kinetic coordination associated with a climbing task in children and teenagers. *Neuroscience Letters* [online]. 2003, **336**(1), 45-49 [cit. 2018-06-27]. ISSN 0304-3940. Dostupné z: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304394002012454?via%3Dihub
79. TROJAN, S. *Lékařská fyziologie*. 4. přepracované a doplněné vydání. Praha: Grada, 2003. 772 s. ISBN: 80-247-0512-5.
80. TSANG, W. W.; WONG, V. S.; FU, S. N.; HUI-CHAN, C. W. Tai Chi Improves Standing Balance Control Under Reduced or Conflicting Sensory Conditions. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2004, **85**(1), 129-137. ISSN 0003-9993.
81. VAŘEKA, I. Posturální stabilita (I. část). Terminologie a biomechanické principy. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. 2002a, **9**(4), 115-121. ISSN 1211-2658.
82. VAŘEKA, I. Posturální stabilita (II. část). Řízení, zajištění, vývoj, vyšetření. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. 2002b, **9**(4), 122-129. ISSN 1211-2658.
83. VAŘEKA, I.; VAŘEKOVÁ, R. *Kineziologie nohy*. 1.vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2009. ISBN 978-802-4424-323.
84. VÉLE, F. *Kineziologie. Přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy*. Praha: Triton, 2006. ISBN 80-7254-837-9.
85. VÉLE, F. *Vyšetření hybných funkcí z pohledu neurofyziologie*. Praha: Triton, 2012. ISBN 978-80-7387-608-1.
86. VÉLE, F.; ČUMPELÍK, J.; PAVLŮ, D. Úvaha nad problémem „stability“ ve fyzioterapii. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. 2001, **8**(3), 103-105. ISSN 1211-2658.
87. VÉLE, F.; PAVLŮ, D. Test dle Véleho, neboli Véle-test. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. 2012, **19**(2), 71-73. ISSN 1211-2658.

88. VIGOUROUX, L.; QUAINE, F. Fingertip force and electromyography of finger flexor muscles during a prolonged intermittent exercise in elite climbers and sedentaey individuals. *Journal of sports sciences* [online]. 2006, **24**(2), 181-186 [cit. 2018-11-30]. ISSN 1466447X. Dostupné z: https://doi.org/10.1080/02640410500127785
89. VOJTA, V.; PETERS, A. *Vojtův princip: svalové souhry v reflexní lokomoci a motorické ontogenezi*. Praha: Grada Publishing, 2010. ISBN 978-80-247-2710-3.
90. VOMÁČKO, L.; BOŠTÍKOVÁ, S. *Lezení na umělých stěnách*. 2. upravené vydání. Praha: Grada Publishing, 2008. ISBN 978-80-247-2174-3.
91. VYŠKOVSKÝ, J. *Hry a sporty v přírodě*. Brno: Masarykova univerzita, 1993. ISBN 80-210-0784-2.
92. WATTS, P. B., MARTIN, D. T., DURTSCHI, S. Anthropometric profiles of elite male and female competitive sport rock climbers. *Journal of sports sciences* [online]. 1993, **11**(2), 113-117 [cit. 2018-11-30]. ISSN 1466447X. Dostupné z: https://doi.org/10.1080/02640419308729974
93. WINTER, S. *Sportovní lezení*. Přeložila Lenka Česenková. 1.vyd. České Budějovice: KOPP, 2004. ISBN 80-7232-234-6.
94. WOOLLINGS, K. Y.; MCKAY, C.; EMERY, C. A. Risk factors for injury in sport climbing and bouldering: a systematic review of the literature. *British journal of sports medicine* [online]. 2015, **49**(17), 1094-1099 [cit. 2018-08-14]. Online ISSN 1473-0480. Dostupné z: http://dx.doi.org/10.1136/bjsports-2014-094372
95. WOOLINGS, K. Y., MCKAY, C. D., KANG, J., MEEUWISSE, W. H., EMERY, C. A., Incidence, mechanism and risk factors for injury in youth rock climbers. *British journal of sports medicine* [online]. 2015, **49**(1), 44-50 [cit. 2018-12-09]. Online ISSN 1473-0480. Dostupné z: http://dx.doi.org/10.1136/bjsports-2014-094067
96. ZAMPAGNI, M. L.; BRIGADOI, S.; SCHENA, F.; TOSI, P.; IVANENKO, Y. P. Idiosyncratic control of the center of mass in expert climbers. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* [online]. 2011, **21**(5), 688-699 [cit. 2019-03-16]. ISSN 1600-0838. Dostupné z: https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2010.01098.

Seznam příloh

Příloha č. 1: Souhlas etické komise FTVS UK

Příloha č. 2: Vzor informovaného souhlasu

Příloha č. 3: Seznam tabulek

UNIVERZITA KARLOVA
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU
José Martího 31, 162 52 Praha 6-Veleslavín

Žádost o vyjádření Etické komise UK FTVS

k projektu výzkumné, kvalifikační či seminární práce zahrnující lidské účastníky

Název projektu: Hodnocení dynamické posturální stability u lezců

Forma projektu: výzkumná práce - diplomová práce

Období realizace: 08/2018 - 04/2019

Předkladatel: Kateřina Karšayová, Bc., UK FTVS Katedra Fyzioterapie

Hlavní řešitel: Kateřina Karšayová, Bc., UK FTVS Katedra Fyzioterapie

Místo výzkumu (pracoviště): Fakulta tělesné výchovy a sportu, Kinesiologická laboratoř

Vedoucí práce (v případě studentské práce): doc. PaedDr. Dagmar Pavlů, CSc.

Popis projektu: Projekt experimentálního charakteru, jehož cílem je zhodnocení vlivu lezení na dynamickou posturální stabilitu pomocí vybraných stabilizačních testů dynamické počítačové posturografie. Sběr dat bude proveden pomocí dotazníku a vlastního měření. K objektivizaci hodnocení stabilizačních schopností testovaných probandů je v rámci této práce využit přístroj Smart EquiTest System ze skupiny produktů Dynamic Balance Systems společnosti NeuroCom. Tento přístroj je zaměřen na hodnocení efektivity posturální stabilizace ve vzpřímeném bipedálním stoji na stabilní i nestabilní opěrné ploše. Ve studii budou porovnávány dvě skupiny probandů na zmíněné dynamometrické plošině. Skupina č.1 – lezci. Skupina č.2 –kontrolní skupina. Obě skupiny probandů podstoupí jednorázové testování dynamické posturální stability na výše zmíněné dynamometrické plošině v Kinesiologické laboratoři UK FTVS. Získaná data budou následně analyzována a na jejich základě bude vyhodnocen vliv lezení na dynamickou posturální stabilitu.
Charakteristika účastníků výzkumu: Probandi (ženy i muži) ve věku 18 - 45 let. Kritériem pro zahrnutí do výzkumu je: u skupiny č.1 – lezec musí spadat do výkonnostní kategorie alespoň 7UIAA, skupina č.2 bude obsahovat probandy, kteří nejsou vrcholovými sportovci, nespecializují se na jednu konkrétní disciplínu a nevěnují se sportovním aktivitám jinak, než rekreačně.
Zajištění bezpečnosti: Jedná se o neinvazivní metodu. Rizika a bezpečnost prováděného testování nebudou vyšší než běžně očekávaná rizika u aktivit prováděných v rámci tohoto typu testování a dle protokolů zařízení (přístroje). Způsobilost účastníků k výzkumu posoudí hlavní řešitel ve spolupráci s vedoucím diplomové práce. Kontraindikacemi pro účast ve výzkumu je jakékoliv závažné onemocnění interního charakteru, nebo jiný neurologický deficit centrálního nebo periferního systému, úraz ortopedického charakteru mladší než 1 rok od doby měření, hořečnaté, migrenózní a jiné stavy změny vědomí, či další psychiatrické poruchy.
Etické aspekty výzkumu: Výzkumu se budou účastnit zletilí jedinci. Získaná data budou zpracovávána a bezpečně uchována v anonymní podobě a publikována v diplomové práci, případně v odborných časopisech, monografiích a prezentována na konferencích, případně budou využita při další výzkumné práci na UK FTVS. Po anonymizaci budou osobní data smazána). Během výzkumu nebudou pořizovány žádné fotografie ani videozáznam.
V maximální možné míře zajistím, aby získaná data nebyla zneužita.
Informovaný souhlas: přiložen

Povinností **všech účastníků výzkumu na straně řešitele** je chránit život, zdraví, důstojnost, integritu, právo na sebeurčení, soukromí a osobní data zkoumaných subjektů, a podniknout k tomu veškerá preventivní opatření. Odpovědnost za ochranu zkoumaných subjektů leží vždy na straně řešitele, nikdy na zkoumaných, byť dali svůj souhlas k účasti na výzkumu. Všichni účastníci výzkumu na straně řešitele musí brát v potaz etické, právní a regulační normy a standardy výzkumu na lidských subjektech, které platí v České republice, stejně jako ty, jež platí mezinárodně.
Potvrzuji, že tento popis projektu odpovídá návrhu realizace projektu a že při jakékoli změně projektu, zejména použitých metod, zašlu Etické komisi UK FTVS revidovanou žádost.

V Praze dne: 29. 6. 2018 Podpis předkladatele: Karšayová

Vyjádření Etické komise UK FTVS

Složení komise: **Předsedkyně:** doc. PhDr. Irena Parry Martínková, Ph.D.
Členové: prof. PhDr. Pavel Slepička, DrSc.
doc. MUDr. Jan Heller, CSc.
PhDr. Pavel Hráský, Ph.D.
Mgr. Eva Prokešová, Ph.D.
MUDr. Simona Majorová

Projekt práce byl schválen Etickou komisí UK FTVS pod jednacím číslem: 163/2018

dne: 24. 7. 2018

Etická komise UK FTVS zhodnotila předložený projekt a **neshledala žádné rozpory** s platnými zásadami, předpisy a mezinárodní směrnicemi pro provádění výzkumu zahrnujícího lidské účastníky.

Řešitel projektu splnil podmínky nutné k získání souhlasu Etické komise.

UNIVERZITA KARLOVA
Fakulta tělesné výchovy a sportu
José Martího 31, 162 52, Praha 6
20

razítko UK FTVS

podpis předsedkyně EK UK FTVS

UNIVERZITA KARLOVA
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU
José Martího 31, 162 52 Praha 6-Veleslavín

INFORMOVANÝ SOUHLAS

Vážený pane, vážená paní,
v souladu se Všeobecnou deklarací lidských práv, zákonem č. 101/2000 Sb., o ochraně osobních údajů a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů a dalšími obecně závaznými právními předpisy *(jakož jsou zejména Helsinská deklarace, přijatá 18. Světovým zdravotnickým shromážděním v roce 1964 ve znění pozdějších změn (Fortaleza, Brazílie, 2013); Zákon o zdravotních službách a podmínkách jejich poskytování (zejména ustanovení § 28 odst. 1 zákona č. 372/2011 Sb.) a Úmluva o lidských právech a biomedicíně č. 96/2001, jsou-li aplikovatelné),* Vás žádám o souhlas s Vaší účastí ve výzkumném projektu v rámci diplomové práce na UK FTVS s názvem: „Hodnocení dynamické posturální stability u lezců" prováděné na UK FTVS.

Jedná se o diplomovou práci, bez finanční podpory.
Cílem výzkumu je zhodnotit dynamickou posturální stabilitu u lezců v rámci vybraných stabilizačních testů přístrojové posturografie.
Vyšetření proběhne pomocí systému Smart EquiTest Systém a to v poloze vzpřímeného bipedálního stoje na stabilní i labilní opěrné plošině. Celková časová náročnost daného vyšetření bude cca 45 minut. Měření proběhne za přítomnosti odborného dohledu z katedry fyzioterapie UK FTVS. Rizika a bezpečnost prováděného testování nebudou vyšší než běžně očekávaná rizika u aktivit prováděných v rámci tohoto typu testování a dle protokolů zařízení (přístroje). Jedná se o plně neinvazivní metodu a nebude při ní poškozen kožní kryt probandů.
Na začátku vyplníte krátký anamnestický dotazník, dle kterého budete, nebo nebudete zapojen do výzkumu. Kontraindikacemi pro účast ve výzkumu je jakékoliv závažné onemocnění interního charakteru, nebo jiný neurologický deficit centrálního nebo periferního systému, úraz ortopedického charakteru mladší než 1 rok od doby měření, hořečnaté, migrenózní a jiné stavy změny vědomí, či další psychiatrické poruchy. Vše bude posouzeno řešitelem nebo odborným konzultantem.
Očekávaným přínosem výzkumného projektu je objektivní posouzení vlivu lezení na dynamickou posturální stabilitu jedince.
Účast na výzkumu je plně dobrovolná a nebude finančně ohodnocená.
Získaná data budou zpracovávána a bezpečně uchována v anonymní podobě a publikována v diplomové práci, případně v odborných časopisech, monografiích a prezentována na konferencích, případně budou využita při další výzkumné práci na UK FTVS. Po anonymizaci budou osobní data smazána). Během výzkumu nebudou pořizovány žádné fotografie ani videozáznam.
Budete seznámeni s výsledky Vašich měření a budete moci nahlédnout do hotové práce v tištěné či elektronické podobě po dohodě s hlavním řešitelem. Dále bude práce přístupná k nahlédnutí ke studijním účelům na UK FTVS, vždy za splnění podmínek daných fakultou.
V maximální možné míře zajistím, aby získaná data nebyla zneužita.

Jméno a příjmení předkladatele hlavního řešitele projektu: Bc. Kateřina Karšayová Podpis: .....

Jméno a příjmení osoby, která provedla poučení: ..... Podpis:.....

Prohlašuji a svým níže uvedeným vlastnoručním podpisem potvrzuji, že dobrovolně souhlasím s účastí ve výše uvedeném projektu a že jsem měl(a) možnost si řádně a v dostatečném čase zvážit všechny relevantní informace o výzkumu, zeptat se na vše podstatné týkající se účasti ve výzkumu a že jsem dostal(a) jasné a srozumitelné odpovědi na své dotazy. Byl(a) jsem poučen(a) o právu odmítnout účast ve výzkumném projektu nebo svůj souhlas kdykoli odvolat bez represí, a to písemně Etické komisi UK FTVS, která bude následně informovat předkladatele projektu.

Místo, datum .....

Jméno a příjmení účastníka ..... Podpis: .....

Seznam tabulek

Tabulka 1 Antropometrické parametry probandů 45
Tabulka 2 Sensory Organization Test 46
Tabulka 3 Sensory Organization Test ženy 47
Tabulka 4 Sensory Organization Test muži 48
Tabulka 5 test Limits of Stability 49
Tabulka 6 test Limits of Stability ženy 50
Tabulka 7 test Limits of Stability muži 51
Tabulka 8 Motor Control Test (parametr Latency) 52
Tabulka 9 Motor Control Test ženy (parametr Latency) 53
Tabulka 10 Motor Control Test muži (parametr Latency) 54