

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI
FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH VĚD

Ústav fyzioterapie



Autor: Bc. Veronika Šípová

**VNÍMÁNÍ BODY SCHEMA U PACIENTŮ PO CÉVNÍ MOZKOVÉ
PŘÍHODĚ**

Diplomová práce

Vedoucí práce: Mgr. Jiří Stacho

Olomouc 2017

ANOTACE

Název práce v ČJ: Vnímání body schema u pacientů po cévní mozkové příhodě

Název práce v AJ: Body schema perception in patients after stroke

Datum zadání: 31. 01. 2016

Datum odevzdání: 15. 05. 2017

Vysoká škola, fakulta, ústav: Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta zdravotnických věd

Ústav fyzioterapie

Autor práce: Bc. Veronika Šípová

Vedoucí práce: Mgr. Jiří Stacho

Oponent práce: Mgr. Iveta Lerchová

Abstrakt v ČJ:

Cévní mozková příhoda mnohdy zasahuje oblasti mozkové kůry zodpovědné za orientaci v prostoru. Ideální sensorická integrace aferentních vstupů ze zrakového, vestibulárního a somatosenzorického systému je podkladem pro udržení optimální posturální stability. Citlivým ukazatelem poruchy body schematu je percepce sklonu dlouhé osy těla, který by za fyziologických podmínek měl odpovídat směru gravitace.

V teoretické části jsou stručně objasněny pojmy jako je sensorická integrace, orientace v prostoru a posturální kontrola u pacientů po cévní mozkové příhodě. Praktická část popisuje percepci dlouhé osy těla na naklápějící se plošině a shrnuje výsledky experimentální skupiny (n = 18) v porovnání s kontrolní skupinou (n = 17). Samotné testování na plošině probíhalo v osmi polohách. V diskuzi jsou výsledky konfrontovány s pracemi na stejné či podobné téma. Závěry této práce nepotvrzují dosavadní dostupné výsledky ze studií zabývajících se danou problematikou.

Abstrakt v AJ:

Cerebrovascular accident (CVA) often affects and damages those parts of cerebral cortex responsible for space orientation. An ideal sensory integration of afferent inputs from visual, vestibular and somatosensory system is a basis for keeping an ideal postural stability. A sensitive marker of space orientation disorder is body long axis inclination that should physiologically correspond to gravitational direction.

In the theoretical part are clarify some basic concepts as sensorimotor integration, space orientation and postural control in the patients after stroke. The practical part describes examination of body long axis perception on a tilting deck and summarizes the results of experimental group (n=18) in comparison with a control group (n=17). The testing itself took place in eight positions. The results are confronted with a research activity dealing with the same or similar topic in a discussion. Conclusions of this thesis do not confirm existing available results of studies dealing with given problematics.

Klíčová slova v ČJ: dlouhá osa těla, cévní mozková příhoda, orientace v prostoru, posturální kontrola

Klíčová slova v AJ: longitudinal body axis, stroke, spatial orientation, postural control

Rozsah: 78 stran, 3 přílohy

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně pod odborným vedením
Mgr. Jiřího Stacha a použila jen uvedené bibliografické a elektronické informační zdroje.

Olomouc 15. května 2017

podpis

Poděkování

Na tomto místě bych ráda poděkovala svému vedoucímu práce Mgr. Jiřímu Stachovi za vstřícnost, ochotu a cenné rady při vedení této práce. Také děkuji všem vyučujícím, kteří nám předávali své cenné zkušenosti z praxe. Dále bych chtěla poděkovat svým spolužákům, jmenovitě Bc. Petru Jukešovi a Bc. Kateřině Dopitové, za jejich aktivní pomoc a podíl na realizaci této práce. Poděkování též patří pacientům, účastnícím se diplomového měření, za jejich ochotu a čas, který mi věnovali. V neposlední řadě bych ráda poděkovala své rodině, která mi nejen po celou dobu studia byla oporou.

OBSAH

ÚVOD	8
1 TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRÁCE.....	10
1.1 Prostorová orientace	10
1.1.1 Senzorická integrace prostorové orientace	10
1.2 Cévní mozková příhoda	11
1.2.1 Ischemické CMP	11
1.2.2 Hemoragické CMP	12
1.2.3 Následky příhody dle lokalizace	13
1.3 Posturální stabilita u pacientů po CMP	14
1.3.1 Senzorické systémy	15
1.3.2 Interakce jednotlivých systémů a jejich organizace	18
1.3.3 Percepce vertikály.....	19
1.3.4 Biomechanické limity posturální kontroly	20
1.3.5 Kognitivní aspekty posturální kontroly	20
1.3.6 Pohybové strategie.....	21
1.4 Vnímání prostoru u pacientů po CMP	22
1.4.1 Subjektivní vertikála.....	24
1.4.2 Subjektivní vizuální vertikála.....	26
1.4.3 Dlouhá osa těla	27
1.5 Dynamická počítačová posturografie NeuroCom®	28
2 CÍLE A HYPOTÉZY	29
2.1 Cíl práce	29
2.2 Vědecké otázky a hypotézy	29
3 METODIKA	31
3.1 Popis přístroje	31
3.2 Výchozí poloha k vyšetření na posturografu	32
3.3 Sensory Organization Test (SOT).....	33
3.4 Charakteristika testovaného souboru	34
3.4.1 Charakteristika experimentální skupiny	34
3.4.2 Charakteristika kontrolní skupiny	35
3.5 Popis měření	35
3.6 Statistické zpracování dat	37

4	VÝSLEDKY	38
4.1	Popisná statistika.....	38
4.2	Výsledky k vědecké otázce č. 1	39
4.3	Výsledky k vědecké otázce č. 2	49
5	DISKUZE	50
5.1	Dlouhá osa těla, subjektivní vizuální vertikála a asymetrické rozložení hmotnosti ..	50
5.2	Porovnání experimentální a kontrolní skupiny	52
5.2.1	Shrnutí výsledků	53
5.3	Studie zabývající se problematikou LBA	53
5.4	Vliv velikosti a strany léze na percepci LBA	54
5.5	Vztah mezi klinickým deficitem a percepci LBA.....	54
5.6	Posturální poruchy a percepcce LBA	55
5.7	Vliv věku a pohlaví na percepci prostoru	55
5.8	Limity práce	56
6	ZÁVĚR	58
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	59
	SEZNAM ZKRATEK	72
	SEZNAM OBRAZKŮ	73
	SEZNAM TABULEK	74
	SEZNAM GRAFŮ	75
	SEZNAM PŘÍLOH	76
	PŘÍLOHY	77

ÚVOD

Tato diplomová práce se zabývá subjektivním vnímáním dlouhé osy těla u pacientů po proděláním cévní mozkové příhody (CMP) v akutním období. Cévní mozková příhoda je ve vyspělých zemích 3. nejčastější příčinou úmrtí. I když do 1 roku na její následky umírá asi třetina postižených – zbývající dvě třetiny si nesou různé následky tohoto civilizačního onemocnění (Kaňovský, 2007, p. 25). Z rehabilitačního pohledu je nutné u těchto pacientů řešit především míru soběstačnosti. Mezi následky značně snižující soběstačnost patří redukce posturální stability, což je komplexní motorická odpověď podmíněná kvalitním a optimálním zpracováním multimodálních aferencí, čemuž odpovídá pojem senzorycká integrace. Na posturální stabilitě participuje mnoho systémů a to odpovídá složitosti a náročnosti jejího zpracování. Bonan et al. (2006, p. 642) prokázal úzký vztah mezi zhoršenou stabilitou a poruchami percepce referenčních rámců (allocentrického a egocentrického), který je jedním z klíčových mechanismů posouzení vlastního umístění člověka v prostoru.

Poškození centrálního nervového systému (především mozkové kůry) v oblastech zodpovědných za integraci vestibulárních, zrakových a somatosenzoryckých vstupních informací má jako následek chybné posouzení vlastního těla v okolním prostředí. Objektivizace, kvalitní pochopení a rozklíčování tohoto zpracování má podstatný klinický význam a proto mu bylo věnováno značné výzkumné úsilí v posledních přibližně 15 letech. Dalším motivem byla snaha více porozumět neuroanatomii lidského mozku a jeho neurofyziologyckým mechanismům pomocí výsledků moderních zobrazovacích metod a stále se zdokonalujícímu klinickému vyšetření percepce prostoru (Pérennou et al., 2013, p. 26).

V teoretické části práce jsou definované ustálené pojmy jako protorová orientace, senzorycká integrace, cévní mozková příhoda a její vliv na vnímání prostoru, posturální kontrola u pacientů po CMP. Zkoumali jsme vliv náklonu plošiny na vnímání dlouhé osy těla probandů po CMP a výsledky jsme porovnávali s kontrolní skupinou (bez neurologického deficitu).

Teoretické poznatky jsou převážně čerpány ze zahraničních zdrojů. Použity byly jak dostupné odborné knihy, tak především elektronicky přístupné odborné články. Klíčová slova použitá při vyhledávání v databázích byla dlouhá osa těla, cévní mozková příhoda, orientace v prostoru a posturální kontrola. Pro vyhledávání byly použity anglické ekvivalenty těchto slov (longitudinal body axis, stroke, spatial orientation, postural control). Tyto články byly získány pomocí elektronických informačních systémů a databází PubMed, ScienceDirect, EBM Reviews a vyhledavače Google Scholar v období od 1. 6. 2016 do 30. 4. 2017.

V databázích bylo na základě klíčových slov získáno celkem 115 zdrojů (11 českých a 104 zahraničních). Z toho 96 článků (2 české a 94 zahraničních) a 15 knih (6 českých a 9 zahraničních). Ostatní zdroje byly dohledávány jako primární prameny z jiných zdrojů.

V období od června 2016 do listopadu 2016 bylo provedeno vyhledávání a zpracování informačních zdrojů a literatury, měření probíhalo od listopadu 2016 do února 2017, poté následovalo zpracování výsledků a statistické zpracování od února 2017 do března 2017 a vše bylo zakončeno finální sumarizací práce, která probíhala v období března 2017 do konce dubna 2017.

1 TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRÁCE

1.1 Prostorová orientace

Orientace v prostoru a pohyb prochází od narození člověka (za běžných podmínek) fyziologickým vývojem. Začíná snahou o zvednutí hlavy, dále posazení se a přes postavení a pár kroků s oporou, posléze pokračuje vrávoravou chůzí bez opory až k „docela stabilní“ lokomoci. Celé toto období je doprovázeno četnými pády a neúspěchy. Absolutním vrcholem prostorové orientace jsou například baletní, gymnastické či krasobruslařské dovednosti, získané tréninkem (Pereira et al., 2014, p. 60). Naopak s narůstajícím věkem se postupně orientace i pohyb v prostoru zhoršují a pomalu se opět dostáváme k nutnosti rozšíření opěrné báze, načež znovu přichází nejistota (nestabilita) a následně i pády (Punt et al., 2017, p. 1).

Prostorová orientace je souborem smyslů naprosto zásadních pro život člověka i všech ostatních živočichů. Umožňuje živočichům jednak přežití při vyhledávání potravy nebo možnost ukryt se před riziky přicházejícími z okolního prostředí. Je to jedna z nejsložitějších a zároveň vývojově nejstarších funkcí, kterou tvoří informace z řad receptorů, nervových drah, subkortikálních a korových částí centrálního nervového systému (Hof et al., 2005, p. 1).

Přicházející vstupní informace vyhodnocuje tzv. prostorový analyzátor, což je komplex, jehož úkolem je percepce prostoru jak v klidu, tak v pohybu a zároveň vyhodnocení, zda postavení pozorovatele je dynamické či statické. Tento analyzátor vysílá potřebné signály i do lokomočního ústrojí. Pro orientaci v prostoru jsou zásadními sensorickými smysly zrak, čich, sluch a graviceptory. Také vnímání propriocepce spolu s informacemi, které poskytuje otolitové ústrojí jsou podstatnými „informátory“ z pohledu prostorové orientace (Barbieri et al., 2008, pp. 545-546).

1.1.1 Senzorická integrace prostorové orientace

Obecně lze říci, že sensorická integrace (SI) je schopnost mozku registrovat, roztřídit, integrovat, filtrovat a koordinovat sensorické podněty a vytvářet k nim určitou adekvátní eferentní odpověď. Dobře fungující SI dává význam tomu, co vnímáme našimi smysly jako prostor kolem nás. Vychází ze vzájemné závislosti a koordinaci vstupních sensorických informací, motorického výstupu a taktéž závisí na plasticitě mozku (probíhá formou tzv. adaptace – změny na neurální úrovni). Výstupem je adekvátní, adaptační, motorická odpověď (Bundy et al., 2002, p. 21).

Informace přicházející z otolitických orgánů a polokruhových kanálků vestibulárního systému, somatosenzorického a vizuálního systému jsou vstupními kódy, které se dále integrují, zpracovávají v CNS a dávají nám výslednou orientaci v prostoru (Tarnutzer, 2009, p. 1658). Určitou roli můžeme připsat i sluchu při změněných zevních podmínkách (Grantham, 1995, p. 297).

1.2 Cévní mozková příhoda

Cévní mozková příhoda je pojem zastřešující selhání cerebrálního krevního oběhu. Patří ve většině industriálních států na druhé až třetí místo příčin úmrtí. Incidence iktů (ischemických i hemoragických) je v České republice 2x vyšší než v jiných medicínsky vyspělých státech a pohybuje se okolo 300/ 100 000 obyvatel na rok. Ischemické CMP (iCMP) tvoří 75–80 % všech cévních mozkových příhod. Hemoragie (hCMP) nezávisle na příčině se podílejí přibližně na 20 % z celkového počtu mozkových příhod, z čehož 10–15 % připadá na spontánní intracerebrální krvácení a na zbývajících cca 5 % se podílí spontánní subarachnoideální nebo intraventrikulární krvácení (Anonymous, 2008, pp. 457-459).

1.2.1 Ischemické CMP

Ischemické CMP má různé mechanismy vzniku: aterotromboticko-embolický okluzivní proces velkých a středních arterií ve 40 %, arteriopatie malých cév – lakunární infarkty – 20 %, kardiogenní embolizace – 16 % a ostatní – koagulopatie, hemodynamické hypoxicko-ischemické příčiny, neatorosklerotické příčiny (Kalina et al., 2008, pp. 12-14).

Dle vztahu k tepennému povodí dělíme iCMP:

- teritoriální (v povodí některé mozkové tepny),
- interteritoriální (na rozhraní jednotlivých tepen),
- lakunární (postižení malých perforujících arterií).

Podle časového průběhu:

- tranzitorní ischemické ataky (TIA) – symptomy kompletně odezní do 24 hodin,
- reverzibilní ischemický neurologický deficit (RIND) – obtíže kompletně odezní do 3 týdnů,
- dokončené ischemické příhody – zůstává reziduální neurologický deficit (Ambler, 2011, pp. 147-150).

Klinické symptomy jsou zde hodně variabilní, od velmi lehkých až po smrtelné stavy. Vše záleží na rozsahu, tíži a době trvání ischemie. Ischemické ložisko občas bývá částečně zásobeno sousedními arterioly (anastomózy), tehdy může dojít pouze ke snížené perfuzi s možností reparace. V zóně hypoperfuze zůstává zachován různý stupeň kyslíkového metabolismu a to v důsledku zvýšené extrakce kyslíku z krve. Až definitivní zánik nervových buněk má za následek poruchu jejich funkce, která je nevratná (Ambler, 2011, pp. 157-161; Boccardi, 2016, pp. 3-6).

Mezi hlavní rizikové faktory iCMP patří hypertenze, ischemická choroba srdeční, diabetes mellitus, kouření. Topická diagnóza určuje dvě hlavní arteriální povodí: karotické (přední cirkulaci) a vertebrobasilární - zadní cirkulace, která bude nastíněna v následující kapitole 1.2.3 (Tichý et al., 1997, pp. 292-305).

1.2.2 Hemoragické CMP

Pro hemoragickou CMP je typické intrakraniální krvácení do mozkového parenchymu nebo do komorového systému. Častou příčinou mozkové hemoragie je arteriální hypertenze či ruptura malých perforujících arterií. Při ruptuře dochází k fyziologickým hemokoagulačním a hemostatickým procesům a postupně k zástavě krvácení. Mezi další, již méně časté příčiny patří arteriovenózní malformace, hemoragické diatézy (zvýšená krvácivost – hemofilie, trombocytopenie, leukémie). Patří zde také nitrolební krvácení, vznikající jako následek antikoagulační léčby (warfarin, méně často heparin). Další možnou příčinou je drogová závislost (amfetamin, kokain), která se častěji vyskytuje u mladších osob (Feigin, 2015, pp. 161-176). Symptomy parenchymového mozkového krvácení závisí na jeho velikosti a charakteru. Krvácení většího rozsahu jsou tříštivá, ničí mozkovou tkáň a mají expanzivní charakter (utlačují mozkovou tkáň). Kromě těžkého neurologického deficitu jsou většinou spojená se zhoršením celkového stavu, bolestí hlavy, zvracením a poruchou vědomí. To vše může mít prapočátek v edému mozku a nitrolební hypertenzi. Prognóza je nepříznivá a většina postižených umírá (Goldstein, 2008, pp. 2364-2370).

Malá krvácení mozkový parenchym nedestruují, pouze ho komprimují a mají taktéž expanzivní působení. Dominantními jsou zde ložiskové příznaky dle lokalizace krvácení (Nevšimalová et al., 2002, pp. 305-308).

1.2.3 Následky příhody dle lokalizace

Důsledky cévní mozkové příhody závisí na délce trvání a tíži hypoxie. Je-li perfuze zcela zastavena, brzy nastupuje kóma s brzkým rozvojem apalického syndromu (permanentní vegetativní stav) nebo může vést popřípadě až k mozkové smrti. V případě, že dojde k obnově perfuze je symptomatika velice pestrá (Kaňovský et al., 2007, p. 32).

Nejčastěji je postižena arteria cerebri media, což se klinicky projevuje hemiparézou na kontralaterální straně těla s nápadnějším postižením horní končetiny (HK), především akrálně. Postižení bývá doprovázeno parézou hlavových nervů, zejména VII a/nebo XII. Na kontralaterální straně je poškozeno taktéž čítí. U poškození dominantní hemisféry často dochází k fatickým poruchám a při zásahu nedominantní hemisféry bývá přítomna anozognozie (neschopnost uvědomit si vlastní postižení) nebo neglect syndrom, který je blíže popsán v kapitole 1.4 (Kaňovský et al., 2007, p. 30). Hemiparéza prochází stádiem pseudochabým a často se vyvíjí ve spasticitu s pozdějším typickým Wernicke-Mannovým držením (Pfeiffer, 2007, p. 146).

Ischemie arteria cerebri anterior vede k výrazně těžké paréze kontralaterální dolní končetiny (DK), kdy HK je bez výraznějšího deficitu. Na končetinách občas popisujeme apraxii, dyskoordinaci nebo syndrom cizí ruky (pacient nemá kontrolu nad pohybem vlastní končetiny). Může být alterován i VII hlavový nerv a přítomno bývá i psychické postižení frontálního typu (Pfeiffer, 2007, p. 147).

Tzv. lakunární infarkt definujeme jako poruchu prokrvení centrálně perforujících arterií. Následky bývají čistě motorické (ataxie, dysartrie) nebo senzitivní, dle přesné lokalizace ischemie. Postižení bazální ganglií, vytváří obraz nazývaný jako status lacunaris, zahrnující pseudobulbární symptomy a parkinsonský syndrom (Kaňovský et al., 2007, p. 30).

Při alteraci arteria chorioidea anterior jež zasobuje zadní část capsuly interny, úsek zrakové dráhy, BG a talamus, dochází ke kontralaterální hemiparéze, hemihypestézii, hemianopsii a přidává se navíc talamický syndrom (ostré talamické bolesti či choreoatetoidní příznaky) na téže polovině těla (Pfeiffer, 2007, p. 147).

Příznakem skutečného uzávěru arteria carotis interna je velmi těžká hemiplegie. Symptomy odpovídají různé kombinaci postižení výše zmíněných arterií (Pfeiffer, 2007, p. 145).

Projevy ischemického postižení arteria cerebri posterior bývá většinou homonymní kontralaterální hemianopsie, oboustranné postižení může vést až ke korové slepotě, kdy fotoreakce zornic bude zachována. Postižení dominantní hemisféry může mít projevy

optické agnosie, agrafie a alexie (Kaňovský et al., 2007, p. 31). Z distálněji vzdálených větví je významně tepenně zásobován talamus, jejich uzavřením vzniká tzv. čistý sensorický iktus (celková hemianestézie). Při současném postižení talamu a capsuly interny vzniká obraz senzori-motorického iktu (Kalina, 2008, p. 35).

Z tepen zásobujících mozeček postihuje ischemie nejčastěji arterie cerebelli posterior inferior, což je klinicky vyjádřeno syndromem Wallenbergovým - homolaterální neocerebelární symptomatika, Hornerův příznak, postižení pátého hlavového nervu a kontralaterálně porucha čítí (disociovaná) syringomyelického typu na trupu a končetinách. Klinický obraz bývá často doplněn bolestí hlavy, dysfagií, dysfonií a vestibulárním syndromem (Kaňovský et al., 2007, p. 31).

Jednostranná ischemie arterií zásobujících kmen mozkový způsobuje alternující hemiparézy jednotlivých hlavových nervů v mnoha různých kombinacích. Mezi projevy patří především přítomnosti závratí doprovázena vegetativní symptomatikou závislou na lokalizaci ischemie. Řečiště zásobující mozkový kmen je „nejcitlivějším barometrem“, který upozorňuje na klesající adaptační schopnost krevního oběhu. Proto jsou vertebrobasilární příznaky insuficience známkou oběhové kardiogenní nedostatečnosti (Kaňovský et al., 2007, p. 31).

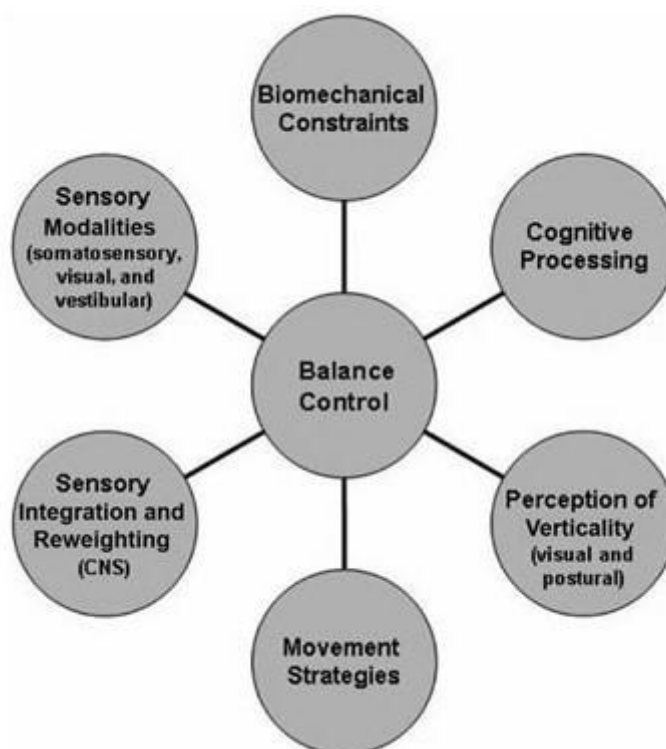
Symptomatologie hemoragických iktů odpovídá projevům častěji se vyskytujících příhod ischemických v daném povodí (Kalina, 2008, p. 153). Ke krvácení nejčastěji (ze 40-55 %) dochází v oblasti nucleus putamen (bazální ganglia – BG) z arterie lenticulostriata (Pfeiffer, 2007, p. 149). Druhá nejčastější hemoragie je lobární (s prevalencí 14-47 %) nebo krvácení do talamu (10-30 %), méně časté jsou pak infratentoriální hemoragie (mozečkové z 10 % a kmenové z 8 %) (Kaňovský et al., 2007, p. 44; Ambler, 2006, pp. 146-148). Hemoragické mozkové příhody mívají vyšší mortalitu než ischemické, kdy do jednoho měsíce umírá přibližně 50 % postižených a do jednoho roku až 55 % (Kalina, 2008, p. 160).

1.3 Posturální stabilita u pacientů po CMP

Nejčastějším neurologickým deficitem po prodělání CMP u pacientů je hemiparéza. Pacienti po CMP často jako hlavní problém udávají abnormální percepci balance. Toto pozměněné vnímání zvyšuje riziko pádů, což má za následek vyšší energetické náklady na udržení stability. Vyladit účinné terapie závisí na přesném určení specifické potřeby pacienta, ale dosud nebyl objasněn nejlepší způsob pro vyhodnocení balance a stále je předmětem debaty mnoha odborníků (Barros de Olivera, 2008, pp. 1215-1216).

Je obtížné určit individuální příčiny zhoršení vnímání balance, protože se na ní podílí více systémů, jež mohou být poškozeny různými mechanizmy. Pokles svalové síly, zmenšení rozsahu pohybu, abnormální svalový tonus či motorická koordinace, senzoričká organizace, kognitivní funkce a multisenzoričká integrace jsou pouze výčtem prvků, které mohou být poškozeny u pacientů s CMP. Zároveň se tyto systémy podílí na změněné percepci balance na různých úrovních dle lokalizace poškození (Bonan et al., 2004, p. 268; Wing et al., 1993, p. 292)

Posturální kontrola vyžaduje participaci mnoha fyziologických systémů. Zjednodušeně můžeme systémy ovlivňující posturální kontrolu vidět na Obrázek 1.



Obrázek 1 Systémy ovlivňující posturální a balanční kontrolu těla (Barros de Olivera et al., 2008, p. 1216).

1.3.1 Senzorické systémy

Na posturální kontrole se podílí především tři syslové modality: vestibulární, somatosenzoričký a zrakový systém. Zpracování a propojení informací z těchto systémů je velmi důležité pro adekvátní posturální řízení (Barros de Olivera et al., 2008, p. 1218). Senzorické informace jsou dynamicky regulovány a ovlivňovány změnami zevního prostředí. U pacientů po cévní mozkové příhodě je narušení balance v pozitivní korelaci s porušením propioceptivní aference chodidel (Tyson et al., 2006, p. 32)

a) Vestibulární systém

Vestibulární aparát zajišťuje detekci úhlového a lineárního zrychlení hlavy a tím se podílí na udržování rovnováhy. Závisí na poloze hlavy a zajišťuje relativní stabilizaci obrazu na sítnici. Dále je reflexně zapojen do řízení vyrovnávacích (kompenzačních) pohybů končetin a očí. Také reguluje svalový tonus, převážně tonus extenzorů. Spolupracuje se zrakovými a propioceptivními receptory, z nichž jdou senzoričké dráhy ascendentně do kůry mozkové, kde jsou zpracovávány informace právě ze somatosenzoričkých receptorů a výsledná informace je percepcí těla v prostoru (Baloh, 2001, pp. 3-11).

Statokinetické čidlo je periferní částí vestibulárního aparátu, leží v zadní části blanitého labyrintu, který je vyplněn endolymfou a obklopen je perilymfou. Také zde najdeme tři polokruhové kanálky (horizontální, přední a zadní svislý kanálek) – čidlo kinetické. Jsou zde vláskové buňky, které reagují na úhlové zrychlení. Čidlem statickým jsou makulární orgány utrikulus a sakulus (Meiry, 1965, pp. 12-16).

Vlákna ze smyslových buněk utrikulu, sakulu a z vláskových buněk v kanálkách se propojují ve vestibulárním gangliu ve vnitřním zvukovodu. Vlákna dále pokračují jako nervus vestibularis (1. nerv vestibulární dráhy), jde do vestibulárních jader, která jsou vzájemně propojena, přesto mají svou specifickou projekci. Z vestibulárních jader vedou dráhy (2. nerv vestibulární dráhy) různými cestami do jader oko-hybných nervů, do mozečku, do talamu, k předním rohům míšním a jejich motoneuronům. Do somatosenzoričké a senzoričké kůry mozkové vede 3. nerv vestibulární z předchozích center a jader (Howard, 1986, p. 1282).

Gravicepce je schopnost posoudit relativní polohu a pohyb těla vůči směru gravitace (propojení také se somatosenzoričkým systémem, polohou a pohybem celého těla), na základě schopnosti zpracování těchto senzoričkých vstupů. Vnímání vertikality prostoru je výsledkem posouzení gravicepce a dalších somatosenzoričkých vstupů. Lidská orientace je závislá na všech formách vnímání. Vnímání je definováno jako kvalitativní zkušenost určité osoby (Barra, 2013, pp. 197-204).

b) Propriocepce

Podle kvality dělíme propioceptivní čítí na dynamickou a statickou propiocepti. Statická propiocepce bývá označována jako polohový smysl (statestezie) – poskytuje informace o vzájemné poloze částí těla a informuje o postavení v kloubu. Dynamická propiocepce je často definována jako pohybový smysl (kinestezie) - informuje o vzájemném pohybu a rozsahu částí těla a také o rychlosti pohybu v kloubech. Přitom hodně faktorů

a informací má vliv na propriocepci a nedají se tak lehce definovat. Na vlastní percepci má vliv vestibulární systém (pro stabilitu a vyrovnání očí), krční receptory v krátkých extenzorech a další proprioceptory a exteroceptory na různých částech těla. Samozřejmě nesmíme opomenout vliv zrakových informací (Jerosch, 1996, pp. 171-179).

Mezi proprioceptory řadíme svalová vřeténka, šlachová tělíska, mechanoreceptory z kůže nad klouby, v pojivu kloubních pouzder a také kloubní receptory. Svalové vřeténka obsahují intrafuzální vlákna a jsou paralelně zapojeny ke svalovým vláknům, které označujeme jako extrafuzální vlákna. Ze svalových vřetének jdou aferentními cestami tzv. anulospirální vlákna typu Ia. V periferní části intrafuzálního vlákna jsou větvičkovitým zakončením inervovaná vlákna typu II. Vše inervuje γ -systém. Funkcí vřeténka je regulace svalového tonu (Matthews, 1981, p. 35).

Golgiho šlachová tělíska jsou umístěna ve šlachách v blízkosti přechodu svalu a šlachy. Jejich zapojení je sériové. Tělíska jsou inervovaná aferentními vlákny Ib, které vycházejí mezi svazečky šlachových vláken. Na jedno šlachové tělísko připadá asi 10 extrafuzálních svalových vláken (Grim, 2001, p. 23). Tělíska reagují na protažení svalového úponu. Registrují jak protažení, tak zkrácení svalu. Chrání svalová vlákna před extrémním protažením a přetržením (Trojan, 2003, p. 104).

c) **Zrak**

Zrak je velmi důležitý smysl, o kterém se hovoří jako o nejdůležitějším smyslu. Tento orgán obsahuje receptory (čípky a tyčinky) drážděny fotochemicky světlem. Vlnová délka, kterou vnímá lidské oko je 400-750 nm. Propojením a integrací jednotlivých podrážděných receptorů vzniká obraz v mozkové kůře, jenž nás informuje o pozici a poloze objektů a předmětů v našem okolí. Při vnímání vlastního těla v prostoru a orientaci zaujímá zrak klíčovou roli. Oko má možnost akomodace a koordinovaných pohybů očními bulvami. Přesnost těchto pohybů a procesů vypovídá o jeho významu a také o nárocích, které na oči máme (Pfeiffer, 2007, p. 111).

Na rozdíl od somatosenzorického systému nebo gravicepce jsou všechny zrakové podněty kortikalizovány (zpracovávány v kůře mozkové). Zrakový vjem tedy zaujímá velkou část lidského vědomí. Somatosenzorické a graviceptivní vjemy jsou dány do pozadí oproti zrakovým vjemům (Pociask, 2015, pp. 3-6).

1.3.2 Interakce jednotlivých systémů a jejich organizace

Integrace sensorických vstupů je velmi složitý a důležitý proces, který pomáhá zajišťovat posturální kontrolu těla. Mnoho sensorických vstupů je dynamicky modifikováno a regulováno různými vlivy zevního i vnitřního prostředí (Peterka, 2002, p. 1097). Když je CNS opravdu „zahlcen“ množstvím informací ze sensorických receptorů, je schopen v konkrétní situaci upřednostnit jeden systém před dalšími, za účelem zajištění posturálně stabilní pozice (Forssberg, Nashner, 1982, pp. 545-546). Aferenci z proprioceptorů (přibližně 70 %) využívají hlavně zdraví jedinci při kontaktu chodidel s pevnou podložkou v neměnných okolních podmínkách, pro zajištění posturální stability. Zatímco informace z vestibulárního aparátu poskytují přibližně 20 % a zrakové podněty se na posturální kontrole podílejí 10 % (Peterka, 2002, p. 1112). Vestibulární a zraková aference je relevantnějším zdrojem pro posturální stabilitu za situace, kdy informace z proprioceptorů jsou vyhodnoceny jako nespolehlivé, např. nestabilní plošina nebo dynamický pohyb (Fitzpatrick, McCloskey, 1994, p. 173).

Dietz et al. (1994) ve své studii uvádí, že efektorová odpověď přichází s latencí, dle poškození určité části aferentního sensorického systému. Při perturbaci zrakového soustavy je latence motorické odpovědi zpožděná přibližně o 200 ms. Zatímco alterace somatosenzorické aferentace má za následek také svalovou latenci, ale kratší (80-100 ms). Na posturální kontrole participují také informace pocházející z vestibulárního aparátu a při jeho poškození dochází k latenci asi desetkrát delší než je tomu u poškození somatosenzorického systému. Proto se Dietz domnívá, že právě informace pocházející ze somatosenzorických receptorů mají větší podíl na posturální kontrole v porovnání s ostatními sensorickými soustavami poskytujícími aferenci (Dietz et al., 1994, pp. 147-148). Právě aference hraje klíčovou roli při stabilizaci těla v prostoru a kontrole vzpřímeného stoje o to více, při působení nepříznivých vnějších podmínek. Nadbytečnost neboli redundance vstupních informací je v tomto případě nezbytná, neboť každý aferentní systém poskytuje trochu jiný druh informací a každý systém má nastaven práh citlivosti na jinou úroveň (Massion, Woollacott, 2004, p. 13).

Dle Massiona a Woollacotta (2004, p. 15) rozlišujeme různé zpracování informací přicházejících do CNS ascendentně. Kdy integraci sensorických vstupů lze pochopit jako přidávání informací z jednoho systému k informacím z dalších systémů, což nazýváme „aditivní efekt“ integrace. Tímto aditivním způsobem zčásti vysvětlujeme kompenzaci suprese jednoho ze sensorických systémů (Massion, Woollacott, 2004, p. 15).

CNS má schopnost vybrat v případě „konfliktu“ sensorických informací dominantní vstup – „selektivní způsob“ integrace. Jako příklad lze uvést pocit vychýlení těla vpřed ve stoji se zavřenýma očima při vibraci na Achillovu šlachu stimulující somatosenzory, které signalizují protažení muscui gastrocnemii a musculus soleus. Ačkoliv v případě otevřených očí, tedy nevyřazeného vizuálního systému nemá vibrace žádný posturální efekt. Aference z retiny se tak stává dominantní, kdežto vstup v konfliktu s informacemi z vestibulárního a somatosenzorického systému je zamítnut (Massion, Woollacott, 2004, p. 16). Stoffregen, Riccio (2007, pp 3-14) uvádějí „intermodální teorii sensorické organizace“, která předpokládá, že každá sensorická soustava podílející se na integraci má neměnný a rovnoměrný podíl na posturální kontrole. Tudíž nedochází ke konfliktu aferentních informací.

Další názor prezentuje „sensorická weighting hypotéza“, která říká, že jednotlivé sensorické vstupy se v optimálním poměru podílejí na posturální kontrole vzhledem k typu úkolu, vlastnostem prostředí a věku jedince. Využití optimálního poměru aference ze všech sensorických systémů je důležité v situacích sensorického konfliktu, se kterým se běžně v životě setkáváme. Podíl jednotlivých sensorických systémů lze vyšetřit na posturografu, od společnosti NeuroCom® pomocí testu Sensory Organization Test (Barros De Olivera et al., 2008, p. 1218), který je popsán v metodické části práce.

1.3.3 Percepce vertikály

Na správné posturální kontrole se nemalou částí podílí i adekvátní orientace v prostoru s vnímáním vertikály. Zdraví jedinci jsou schopní identifikovat posturální vertikálu s výchylnou 0,5 stupně bez využití zrakových vstupů. Vnímání vizuální vertikály je závislé na vnímání posturální vertikály (Treleaven, Takasaki, 2015, p. 183). Posturální percepce je složeninou z informací vizuálních, vestibulárních i somatosenzorických, které mozek zpracovává a přicházejí jako multimodální vstupy. Pacienti po iktu mohou mít poškozené tyto jednotlivé modalitty či centra, ve kterých se modalitty zpracovávají. Nejčastěji klinicky diagnostikované poškození vnímání prostoru je neglect syndrom (Anastasopoulos et al., 1997, pp. 151-153).

Část pacientů po CMP, kteří mají balanční problémy, se vyznačují přenášením váhy na neparetickou stranu. Tento fenomén se popisuje jako „pushing“ (odtlačování) neboli pusher syndrome (Pereira et al., 2014, p. 62). Toto odtlačování je klinicky charakterizované jako tendence k přenášení hmotnosti směrem od postižené strany z důvodu obavy z pádu

na neparetickou stranu (Yelnik et al., 2002, p. 2247). Vyšetřování pacientů s diagnostikovaným těžkým „pushingem“ ukázalo, že jejich vnímání těla, ve vztahu ke gravitaci, je poškozeno. Testování se vnímali ve vertikální pozici, i když objektivně bylo jejich tělo nakloněno na stranu mozkové léze. Zajímavostí bylo, že pacienti s pusher syndromem nevykazovali žádné narušení zpracování vizuálních a vestibulárních vstupů, které jsou důležité pro určení vizuální vertikály (Bergmann, 2015, pp. 953-960).

1.3.4 Biomechanické limity posturální kontroly

Posturální stabilita může být chápána jako schopnost udržet těžiště (centre of gravity – COG) v mezích opěrné báze (base of support – BOS) nebo v limitech stability (limits of stability – LOS), tak aby nedošlo k pádu. Tyto limity nejsou fixní, nýbrž mohou být modifikovány v souladu s úkoly, pohyby, individuálními biomechanickými a jinými zevními aspekty (Shumway-Cook, Wollacott, 2012, pp. 161-195). Tím pádem, omezení rozsahu pohybu, svalového tonu, síly či koordinace mohou výrazně ovlivnit posturální řízení. Centrální nervový systém má vlastní prezentaci limitů stability a používá je při plánování pohybu a udržování rovnováhy (Horak, 2006, p. 8).

Nejvýznamnějším biomechanickým omezením balance, je změněná kvalita nebo velikost opěrné báze (Horak, 2006, p. 9). Pacienti po prodělání cévní mozkové příhody jsou silově slabší a mají poškozenou svalovou kontrolu (nesoulad α a γ -systému), snížený rozsah pohybu a mohli by mít bolesti, které jednoznačně vedou ke změnám opěrné báze (De Haart et al., 2004, p. 891). Působíště vektoru reakční síly podložky (center of pressure – COP) bývá posunuto dopředu u paretické dolní končetiny, protože anterio-posteriorní svaly hlezna jsou v dysbalanci. Existuje tedy pozitivní korelace mezi snížením svalové síly dolních končetin a rozsahem omezení balančních mechanismů (Au-Yeung et al., 2003, pp. 279-283). Kromě toho, nedostatečná trupová stabilita má také negativní dopad na celkovou rovnováhu těla (Keenan et al., 1984, pp. 165-171).

1.3.5 Kognitivní aspekty posturální kontroly

Motorická odpověď a aktivace svalových synergií je jednak ovlivněna senzorickou zpětnou vazbou a kognitivními aspekty: předvídáním, pozorností, zkušeností, okolním prostředím a účelem pohybu (Shumway-Cook, Woollacott, 2012, pp. 191-192). Pacienti po CMP musí věnovat větší pozornost při udržování statické posturální rovnováhy než lidé

zdraví, zejména při udržování balance při zvyšování náročnosti úkolu ve kvazistatické poloze. Nedostatečná soustředěnost může vést k nestabilitě a zvyšuje pravděpodobnost pádu (De Haart et al., 2004, pp. 887-888).

1.3.6 Pohybové strategie

Již studie z roku 1980 prokázaly, že lidské tělo používá posturální strategie, které jsou obecným senzomotorickým řešením pro posturální kontrolu a zahrnují kotníkovou, kyčelní a krokovou strategii (Nashner et al., 1985, pp. 135-150; Horak et al., 1986, pp. 1369-1381). Tyto strategie zahrnují aktivaci svalových řetězců a synergií, působení točivých momentů v kloubech podílejících se na bilanci a reakční síly působící v místě kontaktu chodidel s podložkou (Horak et al., 1997, pp. 517-533). Při využití kotníkové strategie se svalové smyčky aktivují disto-proximálně a na těžiště (center of mass – COM) působí točivé síly, kde centrum otáčení je v oblasti hlezna - působiště točivých momentů (Winter, 1995, pp. 193-214). U kyčelní strategie se aktivují převážně svalové smyčky (proximo-distální aktivace) v oblasti trupu a kyčelního kloubu (KYK) a bodem otáčení je právě KYK, točivé momenty ovšem působí i v kolenním a hlezenním kloubu. Kroková strategie startuje aktivitou abduktorů v KYK s koaktivací svalů v oblasti hlezna, což vede k asymetrickému rozložení hmotnosti na dolní končetiny, COG se promítne vně opěrné báze (base of support – BOS), dochází k nestabilitě (Horak et al., 1986, pp. 1369-1381). K udržení rovnováhy subjekt musí vykročit a tím změnit velikost BOS, aby se COM opět promítal dovnitř BOS. Kotníková strategie se nejčastěji využívá ke korekci malých perturbací během vzpřímeného stoje, zatímco kyčelní je využívána pro rychlejší a větší výchylky těžiště (Winter, 1995, pp. 193-198).

Podstatná je také senzoričká složka. Informace z vestibulárního aparátu se více využívají při uplatňování kyčelní strategie, zatímco kotníková využívá převážně aferenci ze somatosenzoričkých receptorů (Diener et al., 1988, pp. 1888-1905). Kotníkovou strategii nelze využít, když je BS úzká nebo u oslabení svalů působících v oblasti hlezna. Při udržování stabilní postury se využití strategií různě prolíná v závislosti na vnitřních a zevních podmínkách (Winter, 1995, pp. 193-214). Kroková strategie představuje naprosto nezávislý způsob posturálního zajištění, protože přizpůsobuje BOS k pohybu COM, na rozdíl od předchozích strategií, které udržují COM uvnitř BOS (Diener et al., 1988, pp. 1888-1905).

Motorická odpověď může být reaktivní (v závislosti na vnějších silách, které souvisí s vychýlením COM) nebo anticipační (volní, automaticky determinovaná) reakce na základě

působení vnitřních sil během chůze či jiného pohybu jako je například zvednutí HK (Winter, 1995, pp. 193-214). Záleží na schopnosti CNS předvídat a detekovat nestability a možnosti spustit příslušné programy svalové aktivace pro udržení balance (McCollum, Leen, 1989, pp. 225-244). Opoždění posturálních reakcí u pacientů po iktu může být způsobeno pomalým náborem svalových jednotek či změnou v časoprostorové koordinaci svalových synergií (Horak et al., 1997, pp. 517-533; Horak, Nutt, Nashner, 1992, pp. 46-58).

Pacienti po iktu užívají kompenzační mechanismy zahrnující přidržování se stěn, stabilizační pomůcky (hole, berle) a častěji využívají krokovou strategii ve srovnání se stejnou věkovou skupinou bez neurologického deficitu (Maki, McIlroy, 1997, p. 308). Při zachování stejné oporné báze, pacienti po CMP užívají převážně kyčelní strategii před kotníkovou (Chen et al., 2000, pp. 340-341). Avšak tyto strategie jsou často neúčinné pro udržení stability (Shumway-Cook, Woollacott, 2012, pp. 191-192), jak je uvedeno ve vysokém počtu studií o výskytu pádů u pacientů po CMP (Harris et al., 2005, p. 150-158; Belgen et al., 2006, pp. 554-561; Lamb et al., 2003, pp. 494-495).

Přestože hemiparetické osoby mohou vykazovat určité anticipační mechanismy v kvazistatické pozici, jejich výkon je často nižší ve srovnání se nepostiženou věkově stejnou populací. Protože schopnost vytvářet propulzní sílu pro přemístění těžiště nebo její zastavení, tak aby bylo zachováno jeho umístění ve vztahu k limitům, jež jsou dány charakterem opěrné báze, může být narušena (Rogers et al., 1993, pp. 19-25). Pacienti s lehkým motorickým poškozením a vysokou funkční kapacitou vykazují lepší výsledky anticipační posturální reakce, a to navzdory abnormální aktivaci pohybových vzorů (Garland et al., 2007, pp. 218-227).

1.4 Vnímání prostoru u pacientů po CMP

Dokonaná cévní mozková příhoda je dle Kaliny (2008, p. 19) dělena do těchto oblastí: poruchy vědomí, poruchy hybnosti, poruchy somatosenzorické, poruchy smyslové, poruchy vyšších mozkových funkcí, poruchy koordinace a rovnováhy a průvodní příznaky. Všechny tyto oblasti se vzájemně prolínají. Například u poruch percepce prostoru přesněji poruchy subjektivní posturální vertikály a subjektivní vizuální vertikály, nelze přesně zařadit do žádné z těchto pomyslných kolonek. Jelikož poruchy vertikality bychom mohli zařadit mezi poruchy vyšších mozkových funkcí, zároveň také mezi poruchy somatosenzorické, taktéž smyslové a to vše z hlediska aference. Neméně s poruchami vnímání vertikality souvisejí oblasti poruch hybnosti, koordinace a balance z pohledu eference (Kalina, 2008, p. 19).

Poškození vnímání těla (body schema) či prostoru kontralaterálně k cerebrální lézi jsou často klinicky málo zohledňovány, nejspíš pro jejich těžkou uchopitelnost. Jak již bylo zmíněno, z poruch vnímání prostoru je nejčastěji popisován neglect syndrom (NS). Popisujeme jej jako selektivní poruchu schopnosti zaznamenat, reagovat nebo se zaměřit na podněty z poloviny prostoru kontralaterálně k lézi. V praxi tyto podněty postižená osoba ignoruje, nereaguje na ně a nepřizpůsobuje jim své chování (Heilman et al., 2011, p. 296). Tento NS bývá v praxi často zjednodušován, nejčastěji je chápán jako absence pozornosti prostoru kontralaterálně k místě léze, z čehož jsou posléze odvozovány ostatní symptomy. Ovšem jednotlivé symptomy jsou rovnocenné k tomuto syndromu, navíc se mohou různě kombinovat a tím zcela modifikovat klinický obraz pacienta. Ne vždy se musí jednat o ztrátu pozornosti, ale může jít i o ztrátu záměru. Syndrom se taktéž může projevit, jak poruchou vnímání prostoru, tak pouze nevnímáním kontralaterální strany těla (Mennemaier, 2011, p. 657). Jako lehčí formu postižení lze brát neschopnost pozornosti k předmětu při oboustranné stimulaci či allestézii, která je charakterizovaná jako interpretace podnětu z kontralaterální strany na stranu ipsilaterální k místu léze. Při poruše záměru můžeme v klinickém obraze pozorovat akinezi (při povelu k pohybu oběma končetinami), hypokinezi (opožděný pohyb), motorické „vyhasnutí“, ztráta schopnosti pokračovat v pohybu nebo allokinezi (pohyb končetinou na nepostižené straně namísto pohybu postiženou končetinou či opačným směrem než byl žádán). Horizontální složka NS je často doplněná složkou vertikální (vnímání pouze nahoře nebo dole), či složkou radiální (pouze konkrétní úhel) (Heilman et al., 2011, p. 299).

Jak již bylo naznačeno v předchozím odstavci, symptomatika NS je velmi široká a variabilní, tím může pacientovi způsobovat značné potíže. Rozsah vědeckého úsilí v této oblasti tomuto taktéž odpovídá, neméně vypovídající o této problematice je množství klinických testů užívaných k přesnější diagnostice potíží individua. Nesmíme také opomenout další symptomy často se vyskytující u pacientů po CMP, týkající se prostorové orientace či samotné vnímání prostoru. Zde patří porucha odhadu polohy předmětu v prostoru (Tartaglione et al., 1981, pp. 935-937), porucha detekce a rozlišení předmětů (Warrington et al., 1967, p. 470), porucha posouzení diagonál (šikmých linií) (Denis, 2001, p. 113) a porušení vnímání hlavních os v prostoru (Utz, 2011b, p. 1), které byly nastíněny již v předchozí kapitole 1.3.3. Jako zásadní se jeví posouzení subjektivní vertikály (subjective vertical – SV) jako směru gravitace. Tuto schopnost mohou mít pacienti po CMP narušenou, jak v rovině frontální (Yelnik et al., 2002, p. 2248; Saj et al., 2005, p. 590; Rousseaux et al., 2013, p. 1292), tak v rovině sagitální (Saj et al., 2005, p. 590).

Bylo prokázáno, že při poruše posuzování vertikality jsou postiženy oblasti mozkové kůry, které sousedí nebo se překrývají s oblastmi porušenými iktem při projevení NS (Utz, 2011, p. 3). Tuto anatomickou souvislost chápeme tak, že obě tyto klinické jednotky nacházíme společně u pacientů po CMP (Kerkhoff, 1999, p. 1389; Yelnik et al., 2002, p. 2250; Funk et al., 2011, pp. 124-125). Zároveň zde nemůžeme jasně odhadnout, zda na sobě tyto dvě jednotky závisí (jsou-li vzájemně podmíněny) či u postižení jde pouze o vzájemně se překrývající oblasti (Funk et al., 2010, p. 1617). Pro NS existuje mnoho různých teorií, řazených asi do pěti skupin, což je více než modelů vysvětlujících poruchu percepce vertikality. Nejpodobnější je skupina transformačních teorií, kde NS považují poruchu transformace do egocentrického rámce (rámec informující o poloze předmětu související s tělem pozorovatele). Egocentrický rámec je klíčový pro správnou motorickou odpověď (Utz 2011, p. 5), Karnath et al. (1997) a Vallar et al. (1997) se domnívali na základě studií, že NS je subjektivní posun vnímání dlouhé osy těla (longitudinal body axis – LBA) kontralaterálně od cerebrální léze. Vallar posuzoval subjektivní posun osy těla a Karnath recenzoval rotace této osy ve své práci.

Teorie o NS a modely vysvětlující percepci vertikality taktéž vychází z integrace téže aference (vestibulární aparát, zrak, propiocepce a graviceptory). Funk et al. (2011, p. 125) ve své práci uvádí, že úklon subjektivní vertikály je dalším projevem NS, jde o jeho vyjádření ve frontální rovině. Zároveň část symptomatiky popisované jako NS, pokládá za následek úklonu transverzální roviny stejně jako Vallar.

Přes silnou podobnost přítomnosti NS a výchylek vertikality je třeba si uvědomit, že výchylky vertikality se objevují i při postižení nedominantní hemisféry a také je třeba zmínit, že percepce SV závisí na aferenci z graviceptorů (Tarnutzer et al., 2009, p. 1657), což bude podrobněji vysvětleno v následující kapitole.

1.4.1 Subjektivní vertikála

Schopností přesně vnímat vliv gravitace na tělo (gravicepce) je jednou z podmínek vzpřímené postury. Tímto pojmem rozumíme aktivní držení všech segmentů těla proti působení zevních sil. Chápeme ji jako naprosto klíčovou, čemuž odpovídá i její multimodalita (Kolář, 2008, p. 38). Modality, které se podílejí na utváření obrazu gravicepce byly nastíněny kapitole 1.3.1a. Vzpřímená postura je v přímé souvislosti s vertikality, což je aspekt prostoru, který vychází z gravicepce (Baccini et al., 2014, p. 114).

Přímý směr gravitace zprostředkovává pouze otolitový orgán v utrikulu a sakulu (Tarnutzer et al., 2009, p. 1657). Vzpřímená poloha hlavy je zásadní pro kvalitu tohoto cití. Makuly váčků jsou uspořádány mechanicky tak, že odchylka od běžné polohy hlavy způsobí značné nepřesnosti a snížení aference (Dichgans et al., 1974, p. 396). Z části se na makulách uplatňuje specifická jednotlivých oblastí kooperujících na gravicepci (Fluur et al., 1970, pp. 363-365), ale z celkového mechanismu vyplývá, že otolitové orgány budou nejsenzitivnější ve vzpřímené pozici, která bývá nejčastěji zaujímana. Jak již bylo výše uvedeno, sakulu a utrikulu se přisuzuje percepce přímočarého pohybu a to jak při fázi zrychlení, tak zpomalení, přičemž otokonie (vláskové buňky otolitových váčků, které jsou obklopené gelovitou membránou, na níž jsou přichyceny miniaturní krystalky uhličitanu vápenatého) nepůsobí svou klidovou hmotností (Hybášek, 2012, p. 16-20).

Je nutné primitivní mechanismus těchto přímých graviceptorů doplnit o další senzorické informace, kde doplňkovou aferenci zajišťují především polokruhovitě kanálky, jež jsou anatomicky propojené (přes utrikulus) s orgány otolitovými. Při rotačních pohybech hlavy mají polokruhovitě kanálky korekční význam pro posuzování směru gravitace – zajišťují výpovědní hodnotu otolitových orgánů právě při těchto pohybech a nejen u nich. Nejedná se pouze o pohyb hlavy do rotace vůči tělu, zásadní význam mají tyto kanálky ve chvíli, kdy se pohybuje celé tělo vůči prostředí (Scocco, 2014, p. 879).

Samotná představa vertikály vzniká až v mozkové kůře a je výsledkem kombinace informací z modalit přímé gravicepce a dalších, již zmíněných senzorických vstupů. Subjektivní vizuální vertikála (subjective visual vertical – SVV), tedy vizuální vnímání vertikality závisí především na vizuo-vestibulární aferentaci a na jejím základě poznáváme zrakem předměty rovnoběžné s objektivní vertikálou (přímý směr gravitace). Zatímco subjektivní posturální vertikála (Subjective postural vertical – SPV) je podmíněna vstupy graviceptivně-somatosenzorickými a díky nim jsme schopni určit, kdy naše tělo zaujímá vzpřímenou polohu. Pomocí taktilní subjektivní vertikály (subjective haptic vertical – SHV) dokážeme určit polohu předmětu shodnou s objektivní vertikálou (Bergmann, 2015, pp. 953-960; Pérénou et al., 2008, p. 2403).

Tyto subjektivní vertikály vznikají v kůře, avšak jednotlivé účastníci se aferentní systémy jsou značně propojeny již na subkortikálních etážích, jak bylo popsáno v kapitole 1.3.2. Pro optimální motorickou kontrolu těla v prostoru je nutné stálé zpětnovazebné hodnocení jednotlivých vstupních informací. Jednotlivé vertikály si totiž mohou vzájemně odporovat (Vaitl et al., 1997, pp. 98-99).

Přes velké množství studií zatím není možné zcela přesně rozluštit dynamiku této složité integrace. Galati et al. na základě analýzy aktivace jednotlivých oblastí kůry mozkové vyvozuje různé částečné koordinační rámce, jejichž vzájemnou kombinací vzniká určitá představa (reprezentace) prostoru pro potřeby různých motorických úkolů. Avšak data stále nedostačují k posouzení toho, který z těchto vstupů hraje při určování vztahů jednotlivých segmentů hlavní a vedlejší roli. Jednotlivé korové reprezentace a příslušné koordinační rámce vertikality jsou stále předmětem rozsáhlých současných studií a diskuzí v souvislosti s jejich možnou poruchou. Velmi často mají tyto poruchy pacienti po cévní mozkové příhodě či při jiné neurologické poruše centrálního nervového systému (Galati et al., 2001, pp. 737-740).

1.4.2 Subjektivní vizuální vertikála

Jak již bylo naznačeno v předchozí kapitole, kortikální reprezentace této subjektivní vertikály je propojením informací zrakových a vestibulárních. Jde o schopnost určit polohu předmětu ve vztahu ke směru gravitace v zorném poli (ve frontální rovině). Tato schopnost se u zdravých testovaných osob obvykle pohybuje v rozmezí $\pm 2^\circ$ od vertikály objektivní. Běžně bývá navíc zpřesněna vyjádřením této objektivní vertikály (hrany stěn místnosti, hranaté promítací plátno, okraje oken, dveří, atd.). Zrak zastává významnou roli v určení vertikály především při pohybu (Jaeger et al., 2008, pp. 12-13). Význam správného určení SVV při pohybu, tzv. dynamické vizuální vertikály, dokázal Kobayashi et al. (2002, pp. 325-328), který připisuje významné zhoršení percepce dynamické vertikály u starších osob a jako příčinu uvádí poškození jejich zraku. Popřípadě je možné na tento vztah pohlédnout i z druhé strany a uvažovat o možném zhoršení schopnosti přímé gravicepce z důvodu spoléhání na přítomnost mnoha informací podílejících se na vyjádření objektivní vertikály (budovy, stromy, sloupy,...) v běžném prostředí.

Již z výše uvedených informací o funkci otolitových orgánů, jakožto jediných přímých graviceptorech, je patrné, že odchylka SVV se moc zvyšovat nebude při samotném pohybu, na rozdíl od výrazné změny této odchylky při kombinaci klidu a významného vychýlení ze vzpřímené pozice hlavy. Fenoménem změn percepce SVV při odklonu celé osy těla se již v roce 1861 zabýval Aubert (Tarnutzer et al., 2009, p. 1657). V nynějším výzkumu jsou tyto jevy hyper a hypokompence vychýlení (A-efekt, E-efekt) objasňovány právě nerovnoměrnou hustotou receptorových buněk na makulách a cristách (Fluur et al., 1970, p. 365; Jaeger et al., 2008, pp. 12-14; Tarnutzer et al., 2009, p. 1658).

S touto situací se však u běžného motorického projevu člověka často nesetkáváme, protože obvykle dochází k aktivnímu vychýlení osy těla od středové osy (působíště gravitační síly) a tento fenomén je doprovázen obrovským přílivem informací z proprioceptorů. Významnou roli zde mají především proprioceptivní receptory šíjového svalstva, které zprostředkovávají vztah mezi osou těla a hlavy. Laurens et al., (2011, pp. 407-415) při svém výzkumu prokázal nedostatečnost modelů, v jehož rámci byly zkoumány vztahy ohledně změn vnímání vertikality a obecně prostoru k pohybům a pozicím hlavy. Pro rozluštění nejznámějších prostorových klamů využil s kolegy tzv. *Bayesovský model*, jenž považovali za neadekvátnější, protože umožňuje popsat prostorovou orientaci během krátce trvajících osmnácti přirozených pohybů hlavy. Při zkoumání tohoto modelu rovněž zjišťovali, jakým způsobem je zpracovávána přímá graviceptivní informace. Jakou roli má při rotacích či translacích hlavy o různých frekvencích a rychlostech jednotlivých vstupních kanálů ve dvou hlavních procesech integrace: ukládání rychlosti (během rotačních pohybů) a velikost výchylky od směru gravitace.

Porozumění mechanismům, díky nimž se testovaný vyrovnává s působením gravitace, je důležité v momentě, kdy je tato dynamika narušena. Pro klinické využití v praxi je nutné znát, co můžeme vyšetřit, jak si výsledky vyložit, o čem vlastně vypovídají a nakonec jaké jsou možnosti intervence. Tyto otázky je vhodné si klást u skupiny pacientů po cévní mozkové příhodě (viz kapitola 1.2).

1.4.3 Dlouhá osa těla

Obzvláště důležitým ukazatelem pro organizaci pohybu a rovnováhy je dlouhá osa těla (longitudinal body axis - LBA), která je na středu sagitální a frontální roviny těla. Studie pacientů s kortikální lézí, zejména v parietálním laloku, ukázaly změnu vnímání dlouhé osy těla ve frontální rovině. Tito pacienti mají tendenci k uchýlování na stranu léze. Byly zde popsány jevy jako inklinace k postižené straně těla a vizuální vertikální úklon (odchylka SVV). Každý posun dlouhé osy těla, znamená změnu rozložení tělesné hmotnosti a má vliv na percepci prostoru, posturální kontrolu těla a na body schema. Na vytváření kompletní představy o okolí se podílejí také informace zaznamenávající polohu očí, hlavy a krku. Studie ukázala, že někteří pacienti po CMP mohou vnímat svou dlouhou osu těla vychýlenou nebo natočenou i na kontralaterální stranu léze (Barra et al., 2006, pp. 43-48; De Groot, Van Leeuwen, 2002, pp. 823-834; Gerstenbrand, 1968, pp. 834-836).

1.5 Dynamická počítačová posturografie NeuroCom®

Dynamická posturografie se stala důležitým nástrojem pro pochopení rovnováhy ve stoji v klinickém prostředí. Dokáže kvalitativně vyšetřit bilanci člověka během různých úkolů, které mají simulovat každodenní aktivity (Clendaniel, 2000, p. 522). První testovací systém byl vytvořen firmou NeuroCom® International, kterou založil Dr. Lewis Nashner, Sc. D. Zabýval se posturální kontrolou jak fyziologickou, tak změněnou různými patologickými stavy a na základě získaných informací a množstvím studií zabývající se danou problematikou byla vyvinuta technologie dynamického počítačového posturografu. Testovány jsou různé situace, které mají zjistit podíl senzorické, biomechanické a pohybové složky na posturální kontrole člověka (Horak, 2006, pp. 7-11; Nashner, 1997, pp. 36-40).

Posturograf se skládá ze dvou modulů: Smart Equitest System a Balance Master System, které se od sebe liší velikostí a možnostmi využití zabudovaných silových plošin. Smart Equitest System (viz Obrázek 3) má zabudovanou duální pohyblivou silovou tenzometrickou plošinu o rozměrech 46 x 46 cm a obsahuje celkem 5 silových senzorů, které snímají reakční sílu. Posturograf zpracuje výsledné velikosti vertikální složky reakční síly a určuje polohu center of pressure – COP. Na základě vložených informací do softwaru (výška pacienta) a výpočtu hmotnosti (informace ze silové plošiny) je posturografem vyhodnocena poloha center of gravity (COG), se kterou přístroj pracuje. Proto je poloha chodidel na plošině přesně definována, aby nedošlo k chybnému vyhodnocení (Kolářová, 2014, pp. 12-15).

2 CÍLE A HYPOTÉZY

2.1 Cíl práce

Cílem práce je porovnání vnímání dlouhé osy těla u probandů po CMP s kontrolní skupinou probandů bez neurologického deficitu na naklápějící se plošině vsedě.

2.2 Vědecké otázky a hypotézy

Vědecká otázka č. 1:

Mají pacienti po CMP objektivně průkaznou změnu odchylky vnímání dlouhé osy těla ve srovnání s kontrolní skupinou při vyšetření na plošině v různém náklonu ve frontální rovině?

H₀1: Pacienti po CMP se neliší od kontrolní skupiny v odchylkách dlouhé osy těla v různých stupních náklonu na pravou i levou stranu.

H_A1: Pacienti po CMP se liší od kontrolní skupiny v odchylkách dlouhé osy těla v různých stupních náklonu na pravou i levou stranu.

- a) Alternativní hypotéza: Pacienti po CMP se liší od kontrolní skupiny v odchylce dlouhé osy těla v náklonu 7° na pravou stranu.
- b) Alternativní hypotéza: Pacienti po CMP se liší od kontrolní skupiny v odchylce dlouhé osy těla v rovnoběžné poloze plošiny (pohyb zprava).
- c) Alternativní hypotéza: Pacienti po CMP se liší od kontrolní skupiny v odchylce dlouhé osy těla v náklonu 10° na pravou stranu.
- d) Alternativní hypotéza: Pacienti po CMP se liší od kontrolní skupiny v odchylce dlouhé osy těla v náklonu 3° na pravou stranu.
- e) Alternativní hypotéza: Pacienti po CMP se liší od kontrolní skupiny v odchylce dlouhé osy těla v náklonu 7° na levou stranu.
- f) Alternativní hypotéza: Pacienti po CMP se liší od kontrolní skupiny v odchylce dlouhé osy těla v rovnoběžné poloze plošiny (pohyb zleva).
- g) Alternativní hypotéza: Pacienti po CMP se liší od kontrolní skupiny v odchylce dlouhé osy těla v náklonu 10° na levou stranu.
- h) Alternativní hypotéza: Pacienti po CMP se liší od kontrolní skupiny v odchylce dlouhé osy těla v náklonu 3° na levou stranu.

Vědecká otázka č. 2:

Liší se pacienti po CMP v parametru Equilibrium Score ve srovnání s kontrolní skupiny během Sensory Organization Testu na dynamické posturografii firmy NeuroCom®?

H₀2: Pacienti s CMP se neliší od kontrolní skupiny v parametru Equilibrium Score testu SOT .

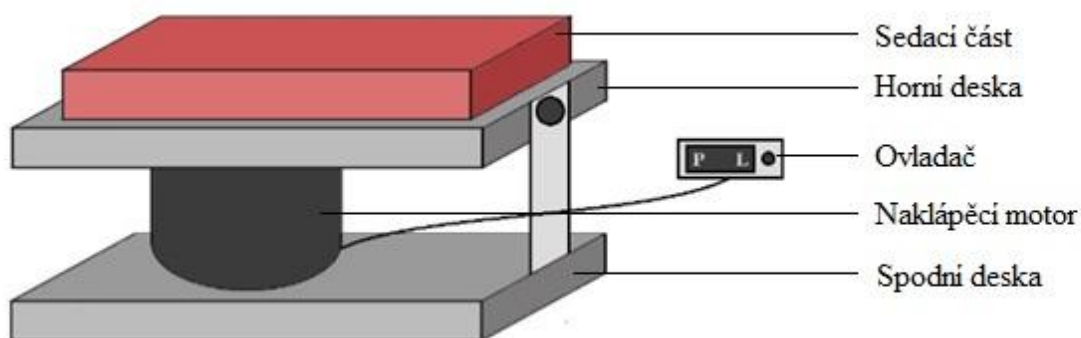
H_A2: Pacienti s CMP se liší od kontrolní skupiny v parametru Equilibrium Score testu SOT.

3 METODIKA

V rámci této diplomové práce byla hodnocena dlouhá osy těla (LBA) a její odchylka u pacientů po cévní mozkové příhodě v korelaci s kontrolní skupinou jedinců bez neurologického deficitu na naklápějící se plošině. Samotné měření skupin se uskutečnilo v kineziologické laboratoři na Oddělení rehabilitace Fakultní nemocnice v Olomouci. Měření probíhalo od listopadu 2016 do února 2017. Všichni testovaní byli řádně seznámeni s průběhem a základní podstatou měření, podepsali informovaný souhlas (Příloha 1) a vyplnili vstupní dotazník (Příloha 2). Samotnému měření LBA předcházelo měření na posturografu firmy NeuroCom® a konkrétně byl každý subjekt testován Sensory Organization Testem.

3.1 Popis přístroje

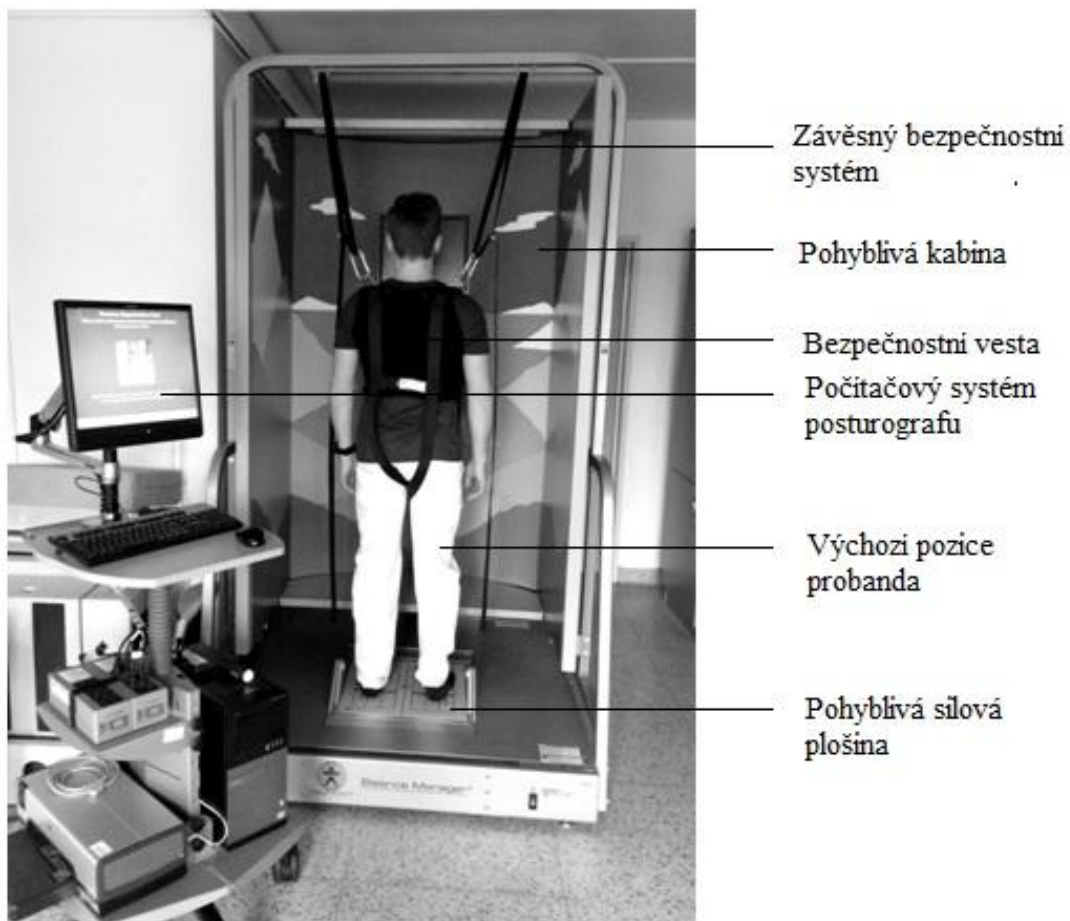
Přístroj se skládá ze dvou desek, motoru a sedací části (bedýnka s rozměry 50 x 50 cm). Sedací část je připevněná k horní desce, která má rozměry 60 x 60 cm (Obrázek 2). Celý přístroj je umístěn na druhé desce o stejných rozměrech. Plošinu lze naklonit pomocí motoru o 12° doprava i doleva a to rychlostí 1°/s. Pohybuje se tedy kolem středové osy ve frontální rovině. S přístrojem se zároveň naklání i proband, před kterým je umístěno plátno ve vzdálenosti 180 cm, na kterém je v kruhu promítána rotující úsečka (Obrázek 6).



Obrázek 2 Schéma přístroje s popisem

3.2 Výchozí poloha k vyšetření na posturografu

Výchozí poloha chodidel je pro všechna vyšetření stability stoje standardizovaná. Zevní kotník se na plošinu umísťuje dle výšky vyšetřovaného na linii S, M nebo T. Pokud se při vyšetření změní charakter opěrné báze, pokus bude označen jako pád nebo může být zopakován. Vyšetřovaný je instruován, aby v průběhu vyšetření neměnil polohu chodidel (nutno během vyšetření kontrolovat) a stojí vzpřímeně s horními končetinami volně podél těla. V průběhu testování nesmí mít vyšetřovaný žádnou zevní oporu a nesmí se ani nikde opírat, aby nedošlo ke zkreslení výstupních informací, avšak testovaný je zajištěn v bezpečnostní vestě, kdyby došlo k neočekávanému pádu. V případě nevolnosti či jiného diskomfortu je možné test kdykoli ukončit stiskem libovolné klávesy (NeuroCom International, 1998).

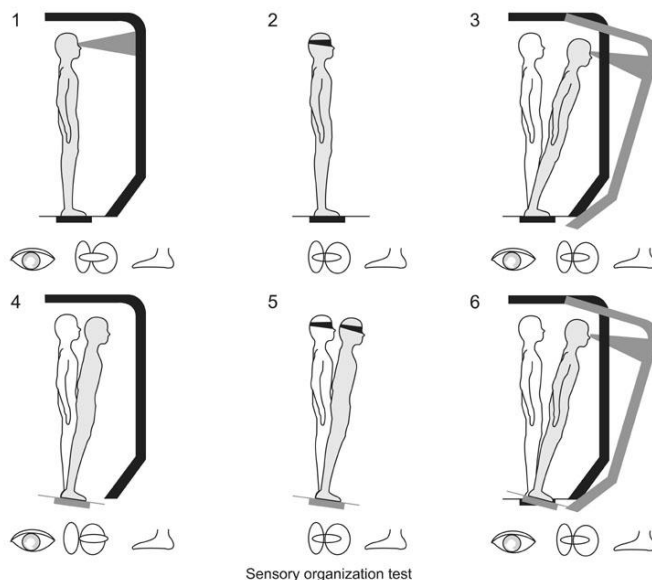


Obrázek 3 Smart Equitest System, firmy NeuroCom[®] výchozí pozice probanda k měření, foceno v kineziologické laboratoři FNOL

3.3 Sensory Organization Test (SOT)

Cílem testu je vyšetření efektivity stabilizace stoje v závislosti na změně sensorických vjemů. Určuje podíl složky vizuální, vestibulární a somatosenzorické na posturální kontrole vzpřímeného bipedního stoje. Test obsahuje celkem 6 nezávislých podmínek vždy ve třech opakováních a každý pokus trvá 20 vteřin. Testované situace (Obrázek 4):

1. Vzpřímený stoj s otevřenýma očima, podložka i kabina jsou fixní.
2. Vzpřímený stoj se zavřenýma očima, podložka i kabina jsou fixní.
3. Vzpřímený stoj na plošině s otevřenýma očima, podložka je fixní, kabina se pohybuje.
4. Stoj s otevřenýma očima podložka se pohybuje, kabina je fixní.
5. Stoj se zavřenýma očima, kdy podložka se opět pohybuje a kabina je fixní.
6. Stoj na plošině s otevřenýma očima, pohybuje se i podložka i kabina.



Obrázek 4 Sensory Organization Test, testované situace 1- 6.

Testovanými parametry jsou *Equilibrium Score* – procentuální vyjádření stability, čím vyšší, tím se u vyšetřovaného předpokládá lepší posturální kontrola. *Strategy Analysis* – poukazuje na upřednostňovanou strategii (kyčelní – hodnoty směřující k nule, kotníková výsledky blíží se číslu 100). *COG Alignment* – výchozí postavení vertikální projekce těžiště do podložky (udáváno ve stupních) před zahájením jednotlivých testů (Kolářová, 2014, p. 15).

3.4 Charakteristika testovaného souboru

Diplomového měření se účastnilo celkem 35 probandů – 18 pacientů po prodělané CMP v akutním stádiu (do 50 dní po prodělaném iktu) a 17 jedinců bez neurologického deficitu patřících do kontrolní skupiny. Pacienti byli hospitalizováni v lůžkové části na Oddělení rehabilitace ve Fakultní nemocnici v Olomouci.

Testovaným byl předložen záznamový formulář (Příloha 2) pro základní anamnestické údaje. Tento formulář sloužil k získání informací o zdravotním stavu testovaného, které by mohly vést k vyloučení z diplomového měření. Formulář také obsahuje informace o dominantnosti horních končetin a v případě probandů po CMP také informace, jaká strana těla byla postižena, které povodí bylo zasaženo a informaci o charakteru vzniku CMP – zda šlo o CMP ischemického či hemoragického původu.

3.4.1 Charakteristika experimentální skupiny

Hlavním kritériem pro zařazení do experimentální skupiny (ES) byla prodělaná cévní mozková příhoda, kde lokalizace ani strana léze nebyla brána v potaz. Tato ES čítala 18 probandů po CMP, mezi nimiž bylo 15 mužů (83 %) a 3 ženy (17 %). Věkový průměr skupiny byl 64,7 let se směrodatnou odchylkou (SD) 8,2 let, kde věkové rozmezí skupiny bylo 51 až 77 let a hodnota mediánu byla 70 let. Průměrná hodnota se směrodatnou odchylkou indexu tělesné hmotnosti (z angl. body mass index – BMI) byla $26,5 \pm 4,9 \text{ kg/m}^2$, kde rozmezí bylo 20,6 – 36,7 kg/m^2 a hodnota mediánu byla 25,6 kg/m^2 .

Vylučující kritéria pro testované:

- opakovaná CMP,
- jakýkoliv jiný neurologický deficit (polyneuropatie, roztroušená skleróza, m. Parkinson),
- traumatické poškození skeletu (především axiálního skeletu a DKK),
- kognitivní deficit,
- všechny druhy afází,
- neschopnost samostatného sedu a stoje,
- neorientovanost místem a časem,
- nespolupráce,
- aktuálně neoptimální celkový stav pacienta.

3.4.2 Charakteristika kontrolní skupiny

Hlavním podmínkou pro zařazení do kontrolní skupiny (KS) byl nulový neurologický deficit, tedy žádná předchozí CMP, roztroušená skleróza, polyneuropatie a další neurologická onemocnění. Pro KS tedy platí stejná vylučující kritéria jako pro ES s výjimkou prodělání CMP. V KS bylo 17 testovaných a to převážně po ortopedické operaci ramenního kloubu (bez stranového určení). KS se skládala ze 7 mužů (41 %) a 10 žen (59 %), věkový průměr KS byl 60,0 let se směrodatnou odchylkou 9,3 let a věkové rozmezí bylo 35 až 79 let s hodnotou mediánu 61 let. Průměrná hodnota BMI s SD byla $27,6 \pm 4,4 \text{ kg/m}^2$ a rozmezí BMI bylo 21,6 až 38,3 kg/m^2 , kde hodnota mediánu 26,9 kg/m^2 .

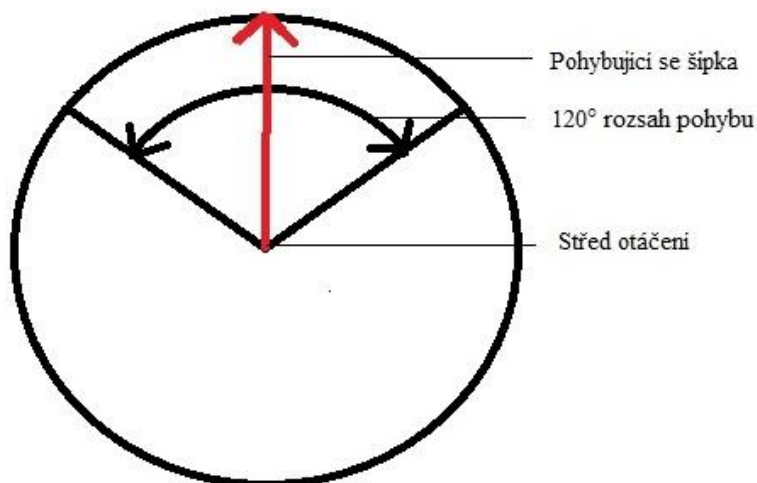
3.5 Popis měření

Měření probíhalo v kineziologické laboratoři FNOL na přístroji zkonstruovanému právě k tomuto testování popsaném v kapitole 3.1, kterému předcházelo vyšetření na posturografu, který je popsán v kapitole 1.5 v teoretické části práce. Prováděný test se nazývá SOT a výchozí poloha k vyšetření na posturografu byla popsána v části 3.2 a 3.3. Po celou dobu testování byly zajištěny standardní podmínky měření (stejná místnost, přiměřená teplota, před vyšetření LBA bylo omezeno osvětlení pro lepší vnímání a eliminaci rušivých vlivů – zvuků, světla, osob).

Bezprostředně po příchodu byl testovanému předložen informovaný souhlas (Příloha 1) a záznamový dotazník (Příloha 2). Následně proběhlo krátké seznámení testovaného s experimentem a jeho průběhem., ovšem cíl výzkumu sdělen nebyl, aby nedošlo k narušení objektivity výsledků a přirozeného projevu jedince.

Testovanému byla připevněna záchranná vesta, poté byl dle standardního postupu umístěn do modulu Smart Equitest System dynamické posturografie NeuroCom[®]. Do systému počítačové posturografie byly zaznamenány potřebná anamnestická data a byl proveden test SOT (3.2.2). Po ukončení testu byl proband odjištěn z ochranného závěsného systému a požádán o přesun k druhé části měření. Data byla hned zálohována na USB flash disk ve formátu pdf výstupů z měření.

V druhé části měření se testovaný posadil na sedací část sklápěcí plošiny. Proband byl po celou dobu měření jištěn terapeutem. Před probandem na promítacím plátně byla promítána úsečka (šipka), která rotuje kolem středu po kružnici. Její nejmenší jednotkou je 0,2°. Šipka rotuje v rozsahu 60° vpravo i vlevo, viz Obrázek 5.

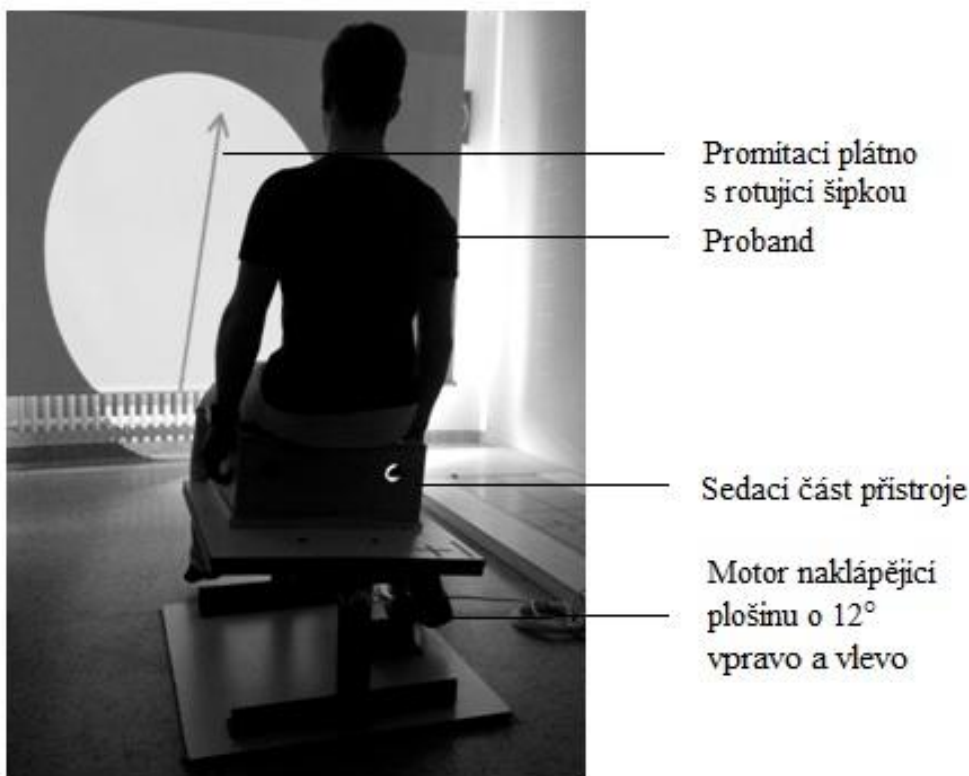


Obrázek 5 Schéma pohybující se úsečky

Proband byl vždy umístěn do určitého náklonu na plošinu (postupně $7^\circ, 0^\circ, 10^\circ, 3^\circ$ vpravo a poté vlevo) objektivizovaný digitální vodováhou s přesností $0,01^\circ$. Jeho úkolem bylo subjektivně určit, kdy bude mít úsečka na obrazovce rovnoběžnou polohu, která koresponduje s jeho dlouhou osou těla (sagitální osa) v náklonu na plošinu (Obrázek 6). Určení polohy úsečky provedl testovaný v každé poloze třikrát, všechny tyto údaje byly zaznamenány do tabulky (Příloha 3). Do záznamu se uváděl přesný náklon plošiny, třikrát sklon úsečky, poté pomocí vzorce v programu Excel byly vypočítány odchylky LBA a aritmetickým průměrem byla spočítána průměrná odchylka LBA, se kterou se dále pracovalo ve statistickém softwaru IBM SPSS Statistics 23.

Vlastní měření probíhalo následovně:

- umístění pacienta na plošinu (sed na plošinu a zajištění),
- vychýlení probanda o 7° vlevo ve frontální rovině (třikrát určení polohy úsečky),
- srovnání probanda do 0° ve frontální rovině (plošina rovnoběžně se zemí),
- vychýlení probanda o 10° vlevo ve frontální rovině,
- vychýlení probanda o 3° vlevo ve frontální rovině,
- vychýlení probanda o 7° vpravo ve frontální rovině,
- srovnání probanda do 0° ve frontální rovině (plošina rovnoběžně se zemí),
- vychýlení probanda 10° vpravo ve frontální rovině,
- vychýlení probanda 3° vpravo ve frontální rovině,
- konečné srovnání plošiny a ukončení měření s pacientem.



Obrázek 6 Proband během měření na plošině.

3.6 Statistické zpracování dat

U každého testovaného byly zaznamenávány číselné hodnoty sklonu úsečky v průběhu třech měření. Z těchto údajů byla vypočítána odchylka náklonu úsečky a ta byla aritmetickým průměrem přepočítána na výsledné hodnoty, které byly dále zpracovávány statistickým softwarem IBM SPSS Statistics 23. Data byla popsána pomocí ukazatelů popisné statistiky – mediánu (Medián), minimální (Min) a maximální hodnoty (Max), aritmetického průměru a směrodatné odchylky (SD). Shapiro-Wilkovými testy normality bylo zjištěno, že většina dat nemá normální distribuci, proto byl pro porovnání dvou nezávislých výběrů použit neparametrický Mann-Whitneyův *U*-test.

Výsledky byly přehledně shrnuty do tabulek. Počet pacientů je označen *n* a dosažená hodnota statistické signifikance Mann-Whitneyova *U*-testu je značena *p*. Všechny testy byly provedeny na hladině významnosti 0,05. Rozložení dat bylo znázorněno pomocí krabicových grafů. Vodorovná čára v krabici znázorňuje hodnotu mediánu, dolní hrana krabice hodnotu 1. kvartilu, horní hrana hodnotu 3. kvartilu. Anténky ukazují maximální a minimální naměřené hodnoty, pokud byly v souboru nalezeny odlehlé a extrémní hodnoty jsou zakresleny kroužky a hvězdičkami.

4 VÝSLEDKY

4.1 Popisná statistika

Měření se zúčastnilo celkem 18 pacientů s CMP, mezi nimi bylo 15 (83 %) mužů a 3 (17 %) ženy. V kontrolní skupině bylo 17 pacientů 7 (41%) mužů a 10 (59 %) žen. Skupiny nejsou z hlediska pohlaví homogenní, Fisherův přesný test prokázal statisticky významný rozdíl, **p = 0,015**.

Tabulka 1 Porovnání skupin z hlediska pohlaví

Pohlaví	n	Muži/Ženy
ES	18	83/17 %
KS	17	41/59 %
Fisherův přesný test	p = 0,015	

Popis: ES – experimentální skupina, KS – kontrolní skupina, n – počet pacientů ve skupině, p – p-hodnota Fisherova přesného testu.

Věkový průměr pacientů experimentální skupiny byl 64,7 let se směrodatnou odchylkou 8,2 let, věkové rozmezí bylo 51 až 77 let, hodnota mediánu 70 let. Věkový průměr pacientů kontrolní skupiny byl 60,0 let se směrodatnou odchylkou 9,3 let, věkové rozmezí bylo 35 – 79 let, hodnota mediánu 61 let. Rozdíl byl statisticky významný, **p = 0,016**.

Tabulka 2 Porovnání skupin z hlediska věku

Věk	Věkový průměr	SD věku	Min/Max	Medián
ES	64,7 let	8,2 let	51/77 let	70 let
KS	60,0 let	9,3 let	35/79 let	60 let
Rozdíl ve věku	p = 0,016			

Popis: ES – experimentální skupina, KS – kontrolní skupina, n – počet pacientů ve skupině, p – p-hodnota Fisherova přesného testu, SD – směrodatná odchylka, Průměr – aritmetický průměr, Min – minimum, Max - maximum

Průměrná hodnota BMI se směrodatnou odchylkou experimentální skupiny byla $26,5 \pm 4,0 \text{ kg/m}^2$, rozmezí BMI bylo 20,6 až $36,7 \text{ kg/m}^2$, hodnota mediánu $25,6 \text{ kg/m}^2$. Průměrná hodnota BMI se směrodatnou odchylkou kontrolní skupiny byla $27,6 \pm 4,4 \text{ kg/m}^2$, rozmezí

BMI bylo 21,6 až 38,3 kg/m², hodnota mediánu 26,9 kg/m². Rozdíl nebyl statisticky významný, $p = 0,499$.

Tabulka 3 Porovnání skupin z hlediska BMI (Body mass index)

BMI	BMI	SD BMI	Min/Max	Medián
ES	26,5 kg/m ²	±4,0 kg/m ²	20,6/36,7 kg/m ²	25,6 kg/m ²
KS	27,6 kg/m ²	±4,4 kg/m ²	21,6/38,3 kg/m ²	26,9 kg/m ²
Rozdíl v BMI	$p = 0,499$			

Popis: ES – experimentální skupina, KS – kontrolní skupina, n – počet pacientů ve skupině, p – p-hodnota Fisherova přesného testu, SD – směrodatná odchylka, Průměr – aritmetický průměr, Min – minimum, Max – maximum, BMI – body mass index

Z výsledků popisné statistiky vyplývá, že experimentální a kontrolní skupina **nejsou homogenní** z hlediska rozdělení pohlaví ($p = 0,015$) a věku ($p = 0,016$). Rozdíl mezi skupinami v parametru BMI ($p = 0,499$) **statisticky významný nebyl**.

4.2 Výsledky k vědecké otázce č. 1

Mají pacienti po CMP objektivně průkaznou změnu odchylky dlouhé osy těla ve srovnání s kontrolní skupinou při vyšetření na plošině v různém náklonu ve frontální rovině?

Mann-Whitneyovými U-testy nebyly prokázány signifikantní rozdíly v odchylkách dlouhé osy těla v různých stupních (7°, 0°, 10°, 3°) náklonu na pravou i levou stranu mezi experimentální a kontrolní skupinou. Všechny p -hodnoty jsou vyšší než 0,05. Hypotézu **H₀₁** ve znění „Pacienti po CMP se neliší od kontrolní skupiny v odchylkách dlouhé osy těla v různých stupních náklonu na pravou i levou stranu“ **nemůžeme zamítnout**, ve prospěch alternativních hypotéz **H_{A1a-h}**, protože nebyly prokázány statisticky významné rozdíly ($p > 0,05$).

Tabulka 4 Souhrnná tabulka s výsledky průměrných odchylek LBA experimentální a kontrolní skupiny (ve stupních °)

	Skupina										p
	Experimentální (n = 18)					Kontrolní (n = 17)					
	Medián	Min	Max	Průměr	SD	Medián	Min	Max	Průměr	SD	
OD P (7)	12,6	3,7	36,2	15,5	9,9	19,2	5,1	35,1	18,0	9,2	0,382
OD P (0)	2,1	0,9	20,7	4,9	5,1	4,8	1,1	17,9	6,8	5,1	0,166
OD P (10)	21,1	1,2	47,9	20,7	12,9	17,6	5,8	43,2	20,5	10,3	1,000
OD P (3)	5,1	0,3	20,8	6,6	5,7	3,2	1,3	19,8	5,0	4,4	0,468
OD L (7)	20,2	3,7	51,3	20,5	12,3	18,5	5,8	46,7	21,5	11,7	0,804
OD L (0)	2,3	0,6	26,3	4,3	6,0	4,5	0,6	15,1	5,4	5,0	0,668
OD L (10)	22,4	5,7	41,9	22,5	12,8	26,1	7,6	42,7	25,0	11,9	0,575
OD L (3)	4,5	1,2	9,7	4,6	2,4	3,6	1,5	23,5	6,0	5,6	0,804

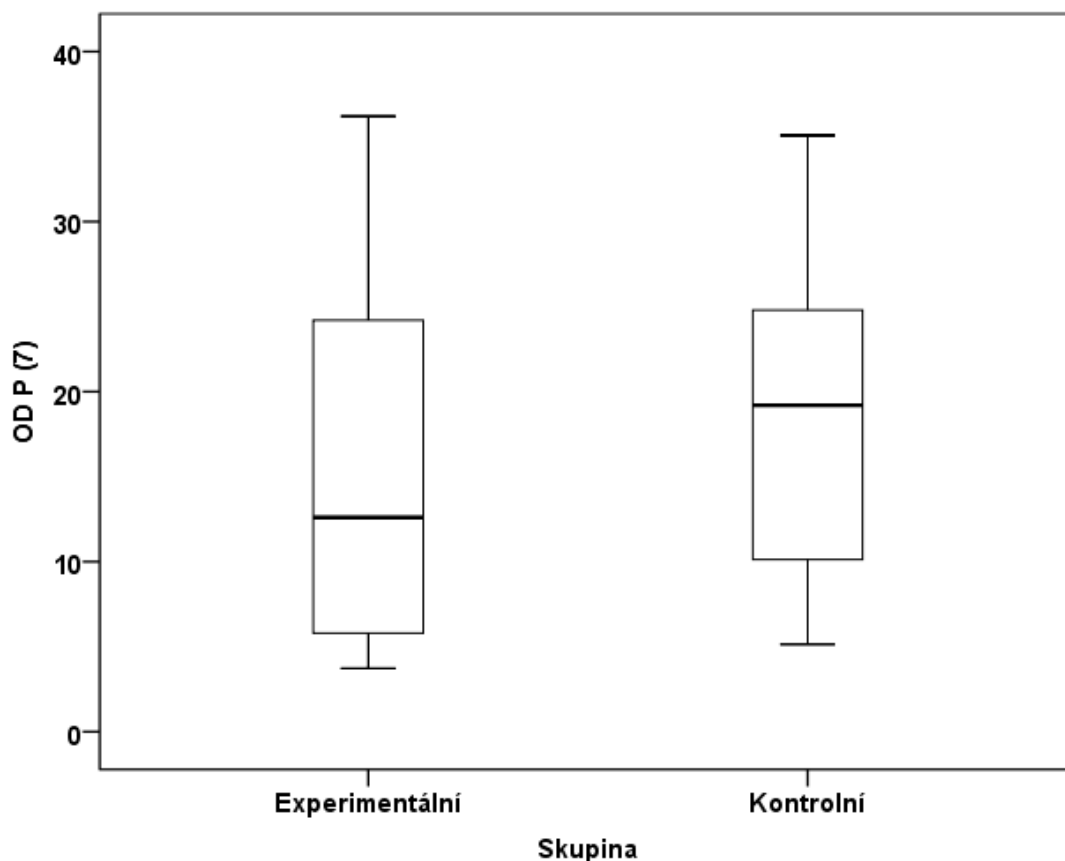
Popis: OD – odchylka LBA, n – počet pacientů, P – pravá strana, L – levá strana, Min – minimum, Max – maximum, Průměr – aritmetický průměr, SD – směrodatná odchylka, p – p-hodnota U-testu, (7, 10, 3) – náklon plošiny ve stupních (°), (0) – horizontální poloha plošiny

- a) Alternativní hypotéza: Pacienti po CMP se liší od kontrolní skupiny v odchylce dlouhé osy těla v náklonu 7° na pravou stranu.

Tabulka 5 Porovnání odchylky LBA u ES a KS při náklonu plošiny o 7° na pravou stranu

	Skupina										p
	Experimentální (n = 18)					Kontrolní (n = 17)					
	Medián	Min	Max	Průměr	SD	Medián	Min	Max	Průměr	SD	
OD P (7)	12,6	3,7	36,2	15,5	9,9	19,2	5,1	35,1	18,0	9,2	0,382

Popis: OD – odchylka LBA, (7) – 7° náklonu plošiny, n – počet pacientů, P – pravá strana, Min – minimum, Max – maximum, Průměr – aritmetický průměr, SD – směrodatná odchylka, p – p-hodnota U-testu



Graf 1 Srovnání odchylek LBA u experimentální a kontrolní skupiny při náklonu plošiny o 7° vpravo

Popis grafu: Horizontální tučná čára – hodnota mediánu, dolní hrana krabice – hodnota 1. kvartilu, horní hrana krabice – hodnota 3. kvartilu, anténky – maximální a minimální naměřené hodnoty, OD P (7) – odchylky LBA v 7° náklonu plošiny (jednotky osy Y – °)

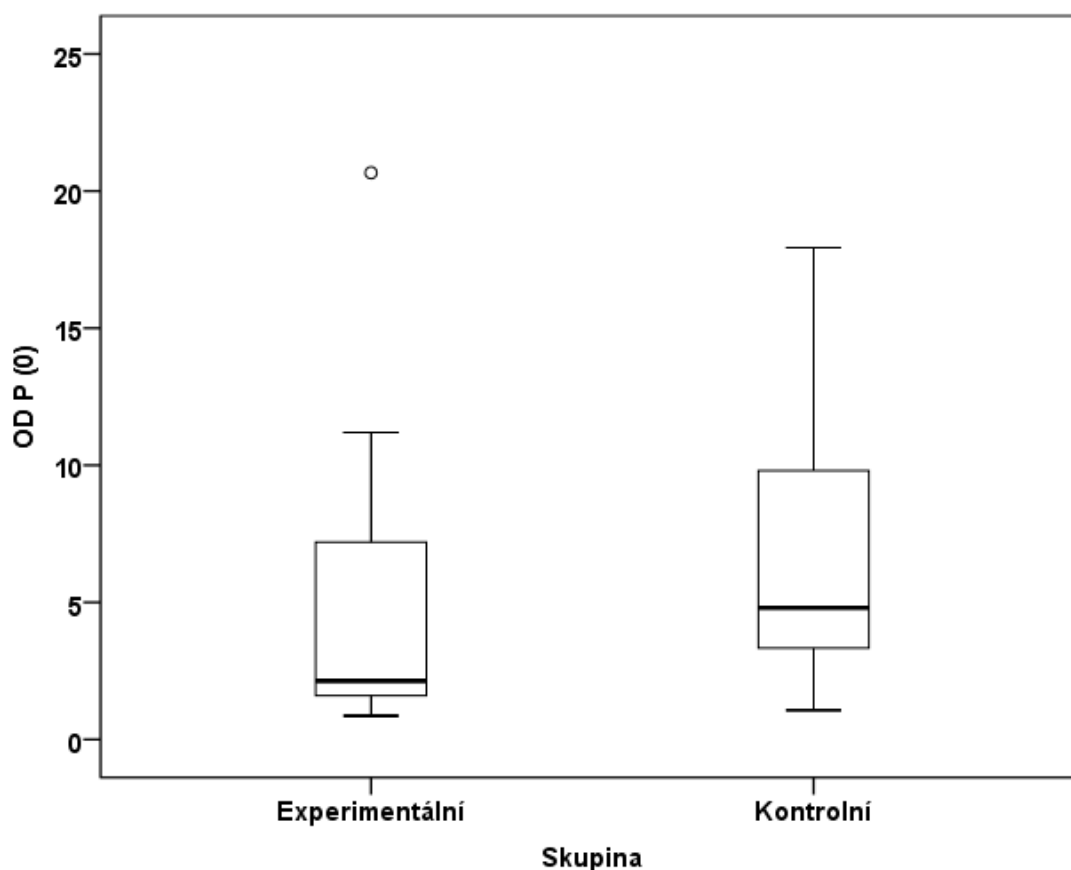
Hypotézu **H₀₁** **nemůžeme zamítnout**, ve prospěch alternativních hypotéz **H_{A1a}**, protože nebyly prokázány statisticky významné rozdíly (p = 0,382).

- b) Alternativní hypotéza: Pacienti po CMP se liší od kontrolní skupiny v odchylce dlouhé osy těla v rovnoběžné poloze plošiny (pohyb zprava).

Tabulka 6 Porovnání odchylky LBA u ES a KS při horizontální poloze plošiny (po pohybu zprava)

	Skupina										p
	Experimentální (n = 18)					Kontrolní (n = 17)					
	Medián	Min	Max	Průměr	SD	Medián	Min	Max	Průměr	SD	
OD P (0)	2,1	0,9	20,7	4,9	5,1	4,8	1,1	17,9	6,8	5,1	0,166

Popis: OD – odchylka LBA, (0) – 0° náklonu plošiny, n – počet pacientů, P – pravá strana, Min – minimum, Max – maximum, Průměr – aritmetický průměr, SD – směrodatná odchylka, p – p-hodnota U-testu



Graf 2 Srovnání odchylek LBA u experimentální a kontrolní skupiny při horizontální poloze plošiny (po pohybu zprava)

Popis grafu: Horizontální tučná čára – hodnota mediánu, dolní hrana krabice – hodnota 1. kvartilu, horní hrana krabice – hodnota 3. kvartilu, anténky – maximální a minimální naměřené hodnoty, odlehlé a extrémní hodnoty – kroužky, OD P (0) – odchylky LBA v horizontální poloze plošiny (jednotky osy Y – °)

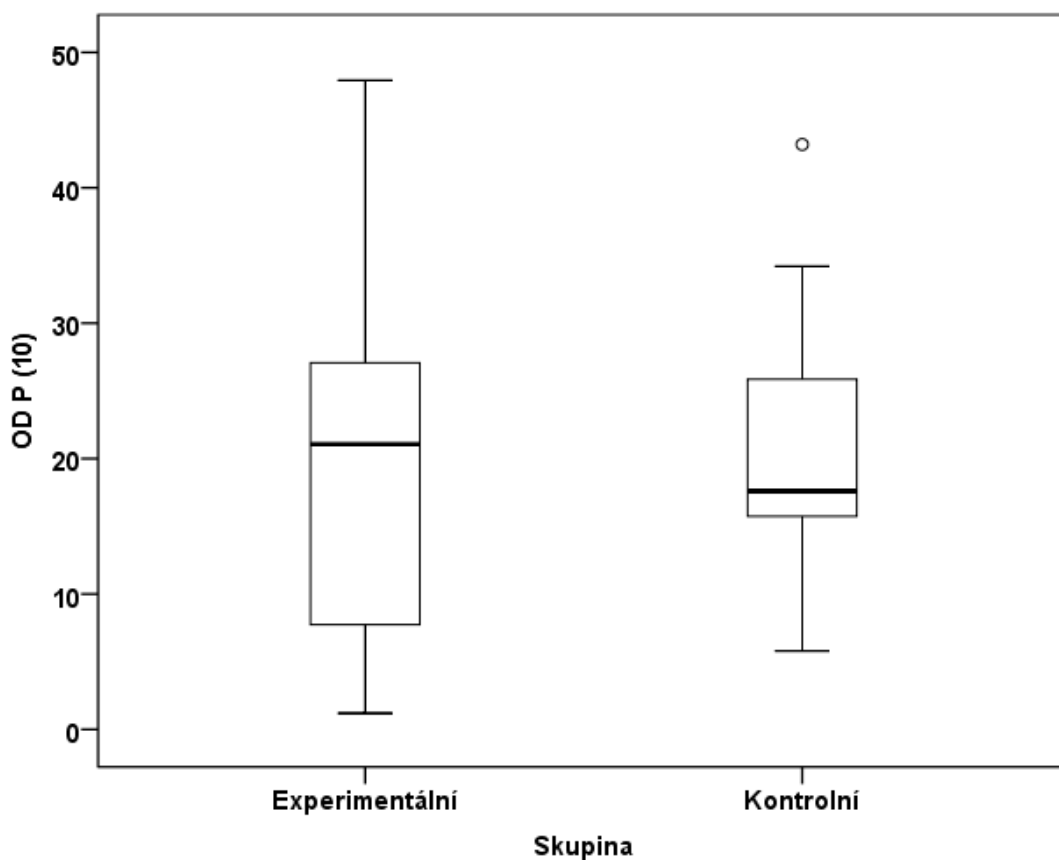
Hypotézu **H₀₁** **nemůžeme zamítnout**, ve prospěch alternativních hypotéz **H_{A1b}**, protože nebyly prokázány statisticky významné rozdíly (p = 0,166).

- c) Alternativní hypotéza: Pacienti po CMP se liší od kontrolní skupiny v odchylce dlouhé osy těla v náklonu 10° na pravou stranu.

Tabulka 7 Porovnání odchylky LBA u ES a KS při náklonu plošiny o 10° na pravou stranu

	Skupina										p
	Experimentální (n = 18)					Kontrolní (n = 17)					
	Medián	Min	Max	Průměr	SD	Medián	Min	Max	Průměr	SD	
OD P (10)	21,1	1,2	47,9	20,7	12,9	17,6	5,8	43,2	20,5	10,3	1,000

Popis: OD – odchylka LBA, (10) – 10° náklonu plošiny, n – počet pacientů, P – pravá strana, Min – minimum, Max – maximum, Průměr – aritmetický průměr, SD – směrodatná odchylka, p – p-hodnota U-testu



Graf 3 Srovnání odchylek LBA u experimentální a kontrolní skupiny při náklonu plošiny o 10° vpravo

Popis grafu: Horizontální tučná čára – hodnota mediánu, dolní hrana krabice – hodnota 1. kvartilu, horní hrana krabice – hodnota 3. kvartilu, anténky – maximální a minimální naměřené hodnoty, odlehle a extrémní hodnoty – kroužky, OD P (10) – odchylky LBA v 10° náklonu plošiny vpravo (jednotky osy Y – °)

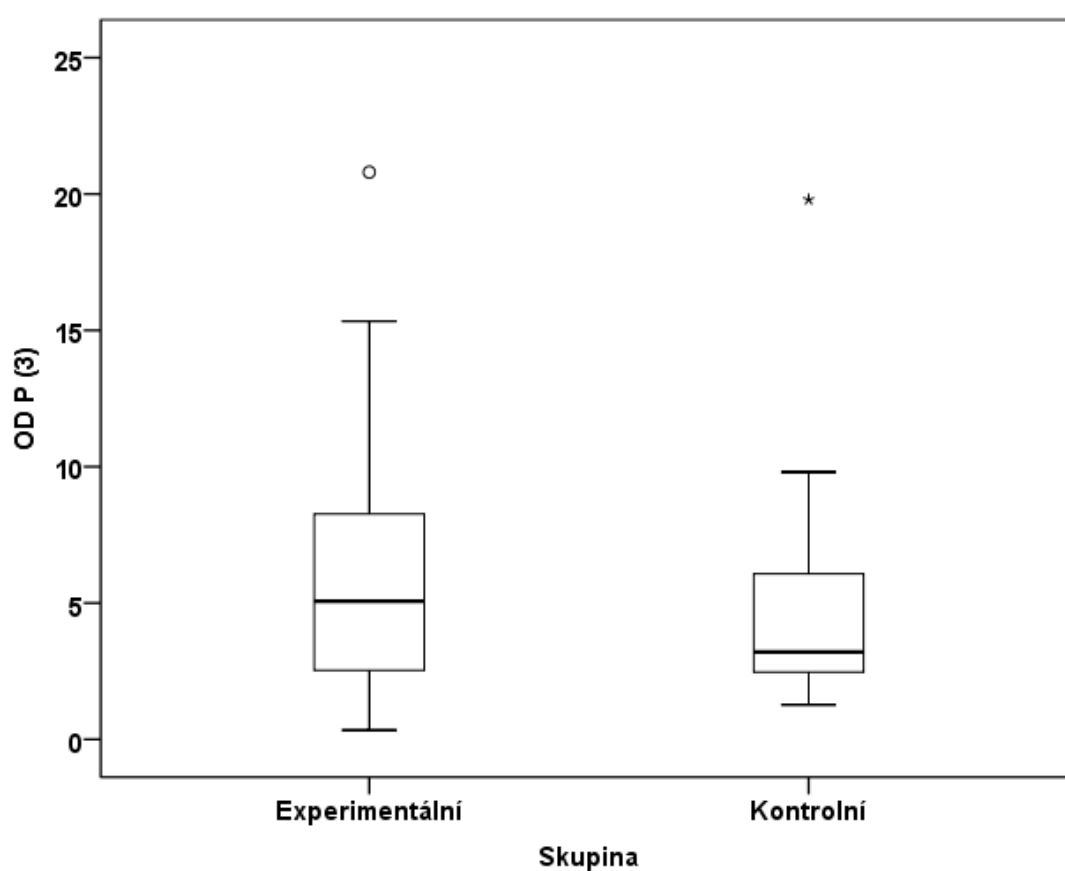
Hypotézu **H₀₁** **nemůžeme zamítnout**, ve prospěch alternativních hypotéz **H_{A1c}**, protože nebyly prokázány statisticky významné rozdíly (p = 1,000).

- d) Alternativní hypotéza: Pacienti po CMP se liší od kontrolní skupiny v odchylce dlouhé osy těla v náklonu 3° na pravou stranu.

Tabulka 8 Porovnání odchylky LBA u ES a KS při náklonu plošiny o 3° na pravou stranu

	Skupina										p
	Experimentální (n = 18)					Kontrolní (n = 17)					
	Medián	Min	Max	Průměr	SD	Medián	Min	Max	Průměr	SD	
OD P (3)	5,1	0,3	20,8	6,6	5,7	3,2	1,3	19,8	5,0	4,4	0,468

Popis: OD – odchylka LBA, (3) – 3° náklonu plošiny, n – počet pacientů, P – pravá strana, Min – minimum, Max – maximum, Průměr – aritmetický průměr, SD – směrodatná odchylka, p – p-hodnota U-testu



Graf 4 Srovnání odchylek LBA u experimentální a kontrolní skupiny při náklonu plošiny o 3° vpravo

Popis grafu: Horizontální tučná čára – hodnota mediánu, dolní hrana krabice – hodnota 1. kvartilu, horní hrana krabice – hodnota 3. kvartilu, anténky – maximální a minimální naměřené hodnoty, odlehle a extrémní hodnoty – kroužky a hvězdičky, OD P (3) – odchylky LBA v 3° náklonu plošiny vpravo (jednotky osy Y – °)

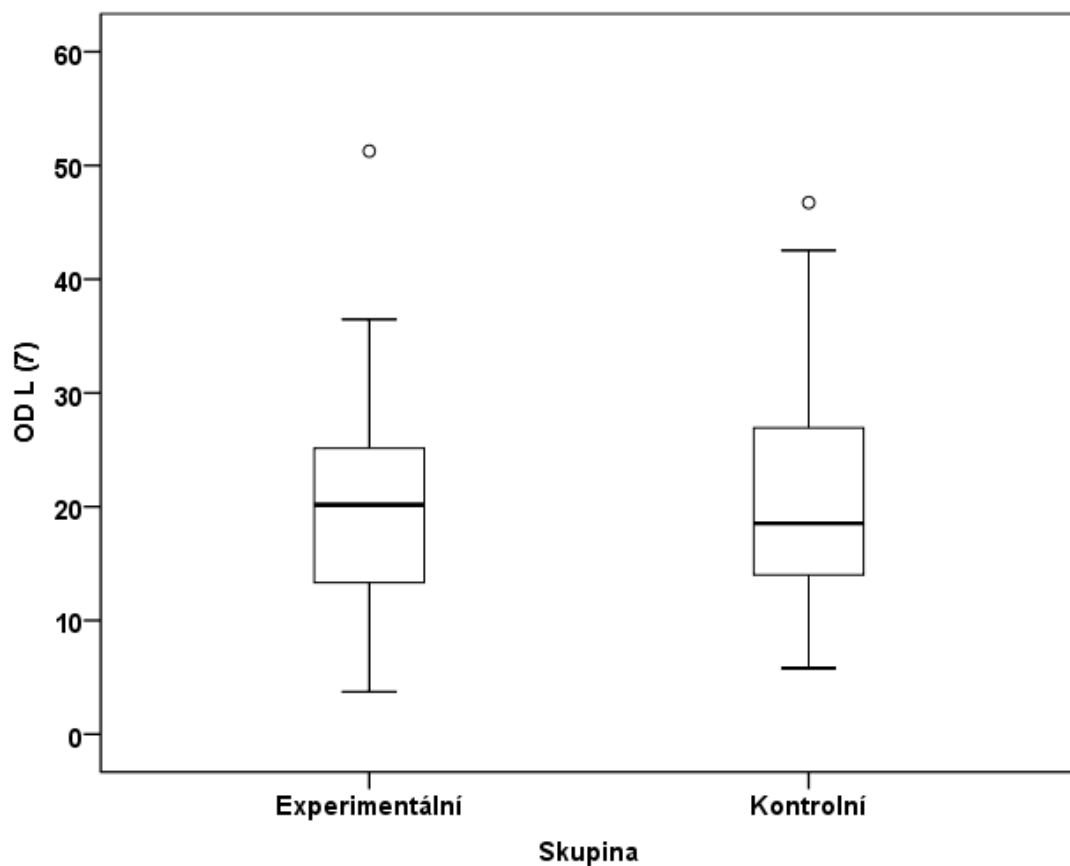
Hypotézu **H₀₁** **nemůžeme zamítnout**, ve prospěch alternativních hypotéz **H_{A1d}**, protože nebyly prokázány statisticky významné rozdíly (p = 0,468).

- e) Alternativní hypotéza: Pacienti po CMP se liší od kontrolní skupiny v odchylce dlouhé osy těla v náklonu 7° na levou stranu.

Tabulka 9 Porovnání odchylky LBA u ES a KS při náklonu plošiny o 7° na levou stranu

	Skupina										p
	Experimentální (n = 18)					Kontrolní (n = 17)					
	Medián	Min	Max	Průměr	SD	Medián	Min	Max	Průměr	SD	
OD L(7)	20,2	3,7	51,3	20,5	12,3	18,5	5,8	46,7	21,5	11,7	0,804

Popis: OD – odchylka LBA, (7) – 7° náklonu plošiny, n – počet pacientů, L – levá strana, Min – minimum, Max – maximum, Průměr – aritmetický průměr, SD – směrodatná odchylka, p – p-hodnota U-testu



Graf 5 Srovnání odchylek LBA u experimentální a kontrolní skupiny při náklonu plošiny o 7° vlevo

Popis grafu: Horizontální tučná čára – hodnota mediánu, dolní hrana krabice – hodnota 1. kvartilu, horní hrana krabice – hodnota 3. kvartilu, anténky – maximální a minimální naměřené hodnoty, odlehlé a extrémní hodnoty – kroužky, OD L (7) – odchylky LBA v 7° náklonu plošiny vlevo (jednotky osy Y – $^\circ$)

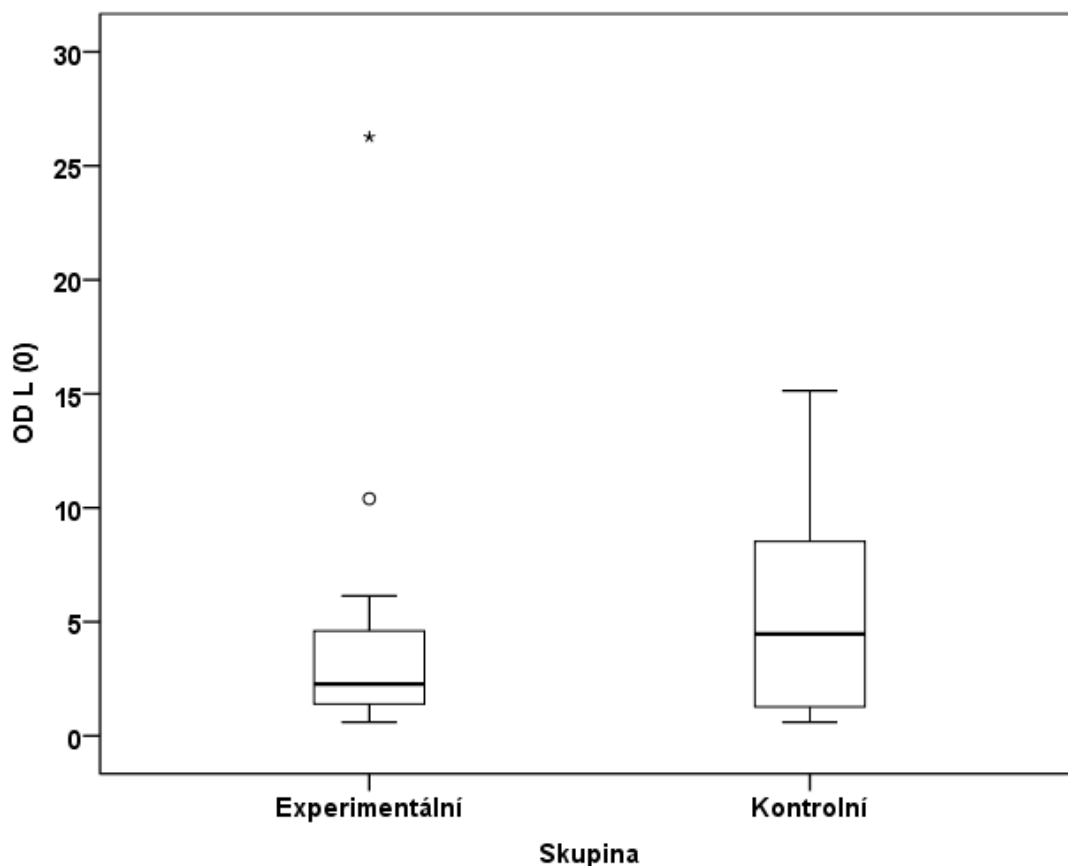
Hypotézu **H₀₁** **nemůžeme zamítnout**, ve prospěch alternativních hypotéz **H_{A1e}**, protože nebyly prokázány statisticky významné rozdíly (p = 0,804).

- f) Alternativní hypotéza: Pacienti po CMP se liší od kontrolní skupiny v odchylce dlouhé osy těla v rovnoběžné poloze plošiny (pohyb zleva).

Tabulka 10 Porovnání odchylky LBA u ES a KS při horizontální poloze plošiny (po pohybu zleva)

	Skupina										p
	Experimentální (n = 18)					Kontrolní (n = 17)					
	Medián	Min	Max	Průměr	SD	Medián	Min	Max	Průměr	SD	
OD L(0)	2,3	0,6	26,3	4,3	6,0	4,5	0,6	15,1	5,4	5,0	0,668

Popis: OD – odchylka LBA, (0) – 0° náklonu plošiny, n – počet pacientů, L – levá strana, Min – minimum, Max – maximum, Průměr – aritmetický průměr, SD – směrodatná odchylka, p – p-hodnota U-testu



Graf 6 Srovnání odchylek LBA u experimentální a kontrolní skupiny při horizontální poloze plošiny (po pohybu zleva)

Popis grafu: Horizontální tučná čára – hodnota mediánu, dolní hrana krabice – hodnota 1. kvartilu, horní hrana krabice – hodnota 3. kvartilu, anténky – maximální a minimální naměřené hodnoty, odlehlé a extrémní hodnoty – kroužky a hvězdičky, OD L (0) – odchylky LBA v horizontální poloze plošiny po pohybu zleva (jednotky osy Y – °)

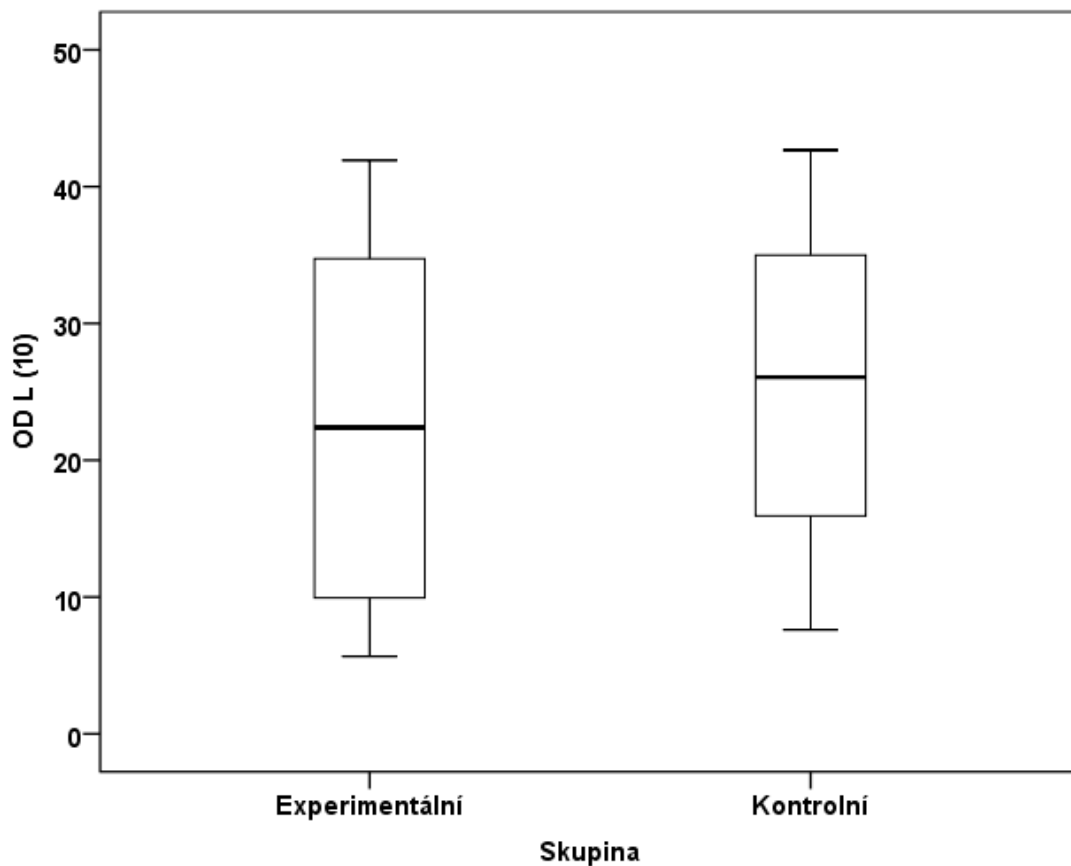
Hypotézu **H₀₁** nemůžeme zamítnout, ve prospěch alternativních hypotéz **H_{A1f}**, protože nebyly prokázány statisticky významné rozdíly (p = 0,668).

- g) Alternativní hypotéza: Pacienti po CMP se liší od kontrolní skupiny v odchylce dlouhé osy těla v náklonu 10° na levou stranu.

Tabulka 11 Porovnání odchylky LBA u ES a KS při náklonu plošiny o 10° na levou stranu

	Skupina										p
	Experimentální (n = 18)					Kontrolní (n = 17)					
	Medián	Min	Max	Průměr	SD	Medián	Min	Max	Průměr	SD	
OD L(10)	22,4	5,7	41,9	22,5	12,8	26,1	7,6	42,7	25,0	11,9	0,575

Popis: OD – odchylka LBA, (10) – 10° náklonu plošiny, n – počet pacientů, L – levá strana, Min – minimum, Max – maximum, Průměr – aritmetický průměr, SD – směrodatná odchylka, p – p-hodnota U-testu



Graf 7 Srovnání odchylek LBA u experimentální a kontrolní skupiny při náklonu plošiny o 10° vlevo

Popis grafu: Horizontální tučná čára – hodnota mediánu, dolní hrana krabice – hodnota 1. kvartilu, horní hrana krabice – hodnota 3. kvartilu, anténky – maximální a minimální naměřené hodnoty, OD L (10) – odchylky LBA v 10° náklonu plošiny vlevo (jednotky osy Y – $^\circ$)

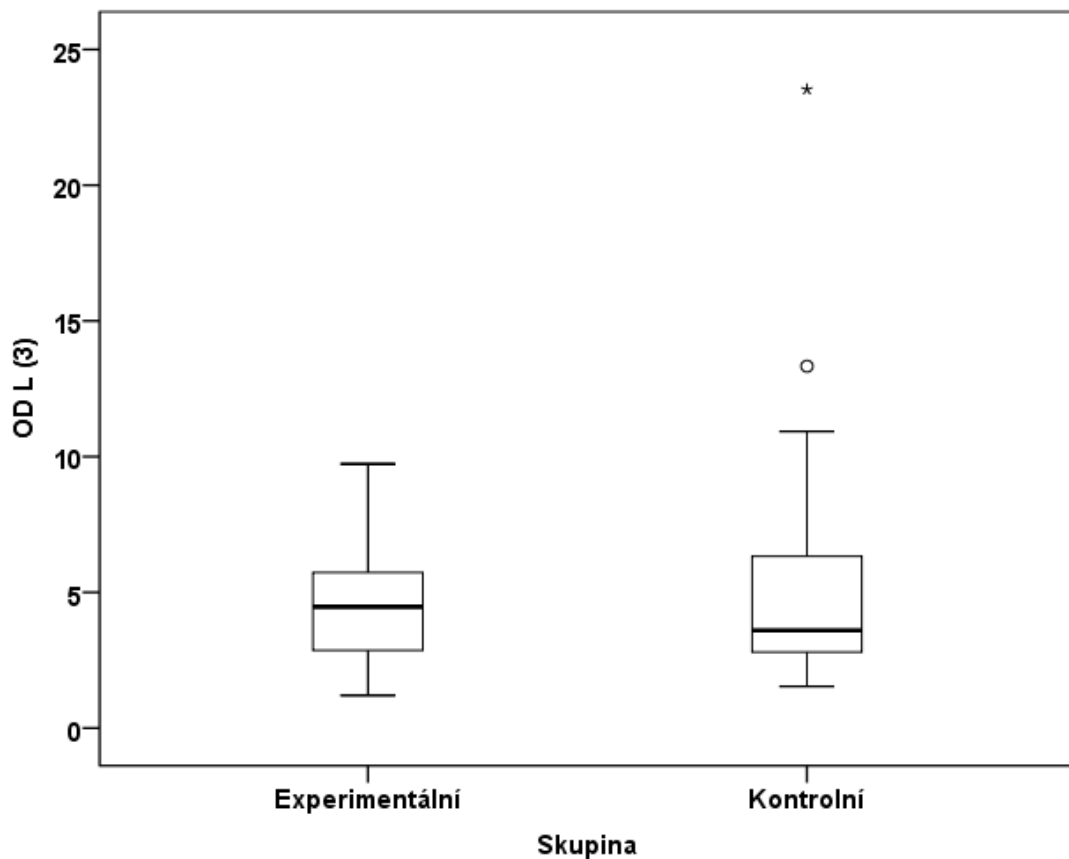
Hypotézu **H₀₁** nemůžeme zamítnout, ve prospěch alternativních hypotéz **H_{A1g}**, protože nebyly prokázány statisticky významné rozdíly (p = 0,575).

- h) Alternativní hypotéza: Pacienti po CMP se liší od kontrolní skupiny v odchylce dlouhé osy těla v náklonu 3° na levou stranu.

Tabulka 12 Porovnání odchylek LBA u ES a KS při náklonu plošiny o 3° na pravou stranu

	Skupina										p
	Experimentální (n = 18)					Kontrolní (n = 17)					
	Medián	Min	Max	Průměr	SD	Medián	Min	Max	Průměr	SD	
OD L(3)	4,5	1,2	9,7	4,6	2,4	3,6	1,5	23,5	6,0	5,6	0,804

Popis: OD – odchylka LBA, (3) – 3° náklonu plošiny, n – počet pacientů, L – levá strana, Min – minimum, Max – maximum, Průměr – aritmetický průměr, SD – směrodatná odchylka, p – p-hodnota U-testu



Graf 8 Srovnání odchylek LBA u experimentální a kontrolní skupiny při náklonu plošiny o 3° vlevo

Popis grafu: Horizontální tučná čára – hodnota mediánu, dolní hrana krabice – hodnota 1. kvartilu, horní hrana krabice – hodnota 3. kvartilu, anténky – maximální a minimální naměřené hodnoty, odlehlé a extrémní hodnoty – kroužky a hvězdičky, OD L (3) – odchylky LBA v 3° náklonu plošiny vlevo (jednotky osy Y – °)

Hypotézu **H₀₁** nemůžeme zamítnout, ve prospěch alternativních hypotéz **H_{A1h}**, protože nebyly prokázány statisticky významné rozdíly (p = 0,804).

4.3 Výsledky k vědecké otázce č. 2

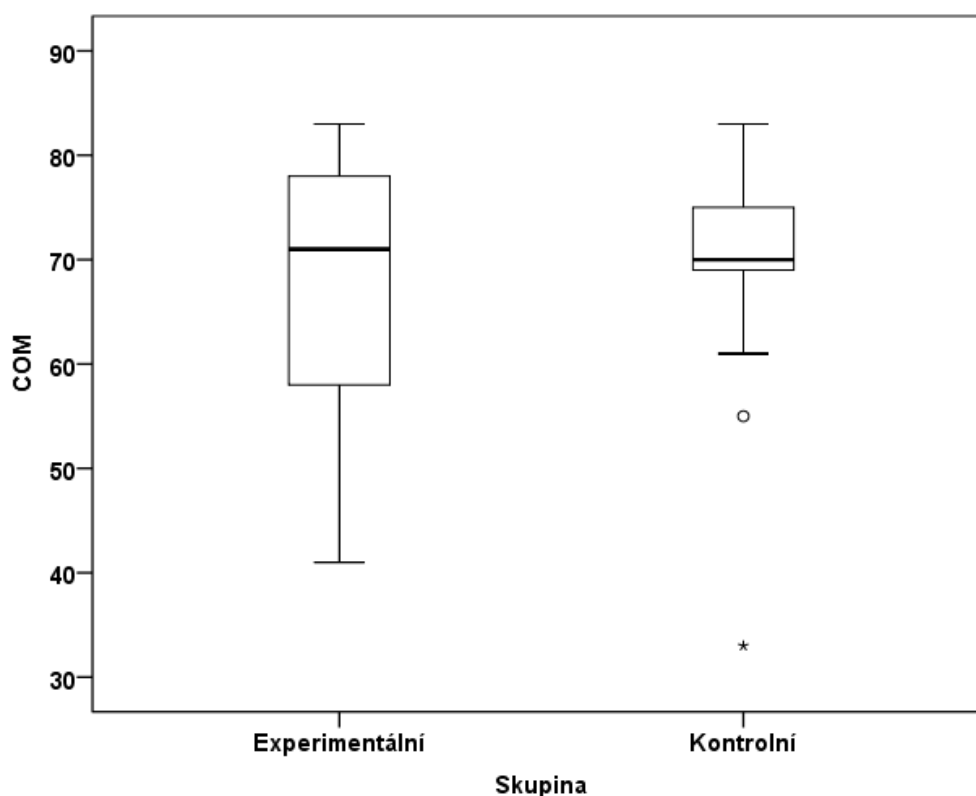
Liší se pacienti po CMP v parametru Equilibrium Score ve srovnání s kontrolní skupiny během Sensory Organization Testu na posturografu firmy NeuroCom®?

Mann-Whitneyovým testem nebyl prokázán signifikantní rozdíl v parametru Equilibrium Score testu SOT, $p = 0,691$. Nulovou hypotézu **H₀2 nemůžeme zamítnout** ve prospěch alternativní hypotézy **H_A2**.

Tabulka 13 Porovnání parametru Equilibrium Score testu SOT u ES a KS

	Skupina										p
	Experimentální (n = 18)					Kontrolní (n = 17)					
	Medián	Min	Max	Průměr	SD	Medián	Min	Max	Průměr	SD	
ES SOT	71,0	41,0	83,0	67,3	13,3	70,0	33,0	83,0	69,8	11,8	0,691

Popis: ES – Equilibrium Score, SOT – Sensory Organization Test, Min – minimum, Max – maximum, Průměr – aritmetický průměr, SD – směrodatná odchylka, n – počet pacientů, p – p-hodnota U-testu



Graf 9 Srovnání parametru Equilibrium Score posturografického testu SOT u ES a KS

Popis grafu: COM – vychýlení těžiště (%), Horizontální tučná čára – hodnota mediánu, dolní hrana krabice – hodnota 1. kvartilu, horní hrana krabice – hodnota 3. kvartilu, anténky – maximální a minimální naměřené hodnoty, odlehle a extrémní hodnoty – kroužky a hvězdičky

5 DISKUZE

Pacienti po CMP zaznamenávají různé formy prostorové dezorientace, které mohou narušit vnímání prostorové organizace os a rovin těla. Zkreslení egocentrického referenčního rámce může přispět k narušení senzomotorické integrace prostoru. Obzvláště důležitým egocentrickým faktorem pro možnost uskutečnění pohybu a udržení rovnováhy je dlouhá osa těla (longitudinal body axis – LBA) (Howard, Hu, 2001, p. 584) a s ní související sagitální rovina (Jeannerod, 1988, p. 182). Studie u pacientů po CMP s lézí v parietálním laloku prokázaly stejnostranný (na stranu léze) posun ve vnímání LBA a sagitální roviny. Tato odchylka byla referována jako výsledek rotace egocentrického referenčního rámce (Karnath, Ferber, 1998, pp. 7-9) nebo jako výsledek posunu egocentrického rámce (Saj et al., 2006, pp. 1500-1503). Fenomén pravolevé posturální odchylky (Pérennou et al., 1998, pp. 75-78), bočního odtlačování (Karnath et al., 2000, p. 1299) nebo změnu vnímání subjektivní vizuální vertikály ve frontální rovině vykazuje mnoho pacientů s hemisferální lézí. Studie ukazují, že kortikální léze může u pacientů způsobit změnu vnímání LBA, tedy jejího odklonění od objektivní vertikály (Saj et al., 2005, p. 590). Což bylo mimochodem cílem i této práce a předmětem vědecké otázky č. 1. Pokud bychom tento jev potvrdili, měli bychom důkazy, že percepce LBA má přímý vliv na rovnováhu a nese sebou vážné následky. Protože naklonění LBA a sagitální roviny má za důsledek nerovnoměrné rozložení tělesné hmotnosti na dolní končetiny ve vztahu ke skutečné vertikále.

Percepce orientace sagitální roviny je koncipována z multisenzorických složek, zahrnující vizuální, sluchové, somatosenzorické a vestibulární vstupy, včetně informací vztahujícím se k pozicím oka, hlavy a trupu – krční páteře (Yelnik et al., 2002, p. 2248). Nicméně informace somatosenzorické jsou dostatečné, aby pacient při vyřazení zraku byl vleže schopen určit LBA a sagitální rovinu a to i tehdy, když jsou minimalizovány informace otolitické a graviceptivní (Barra et al., 2006, pp. 44-46).

5.1 Dlouhá osa těla, subjektivní vizuální vertikála a asymetrické rozložení hmotnosti

Ač se zdá dlouhá osa těla velmi podobná s vnímáním vertikality, LBA je ve skutečnosti vertikálně nezávislá. Barra et al. (2006, p. 45) zjistili, že LBA rotuje vzhledem k objektivní vertikále od strany léze, což je shodný směr, jako tomu je u pacientů, kteří byli testováni na subjektivní vnímání zrakové vertikály. Bylo dokázáno, že subjektivní vertikálita (haptická,

zraková a posturální) je také vnímána jako rotována od zasažené hemisféry a to hlavně u pacientů s prostorovým neglect syndromem. Ovšem, jak je uvedeno na začátku odstavce, neměly by být tyto fenomény považovány za podobné. Barra et al. (2006, p. 46) ve své práci zdůrazňuje potřebu prozkoumat vztah mezi subjektivním vnímáním LBA a SVV u pacientů po CMP.

U pacientů po CMP můžeme také zaznamenat asymetrické rozložení hmotnosti (weight-bearing asymmetry – WBA), kde větším poměrem je zatížená neparetická DK. Také jsou zde přítomny větší posturální výchylky (Pérennou, Bronstein, 2005, pp. 326-328). Symetrické zatížení a vzpřímený postoj bývá většinou primárním cílem rehabilitace po iktu. Bylo prokázáno, že svalová slabost (Genthon et al., 2008, pp. 1793-1794), asymetrický svalový tonus (Pérennou, 2005, p. 621; Marsden, 2005, p. 673) a somatosenzorické deficity (Genthon et al., 2008, p. 1795) se podílí na asymetrickém rozložení hmotnosti (Geurts et al., 2005, p. 274). Prostorové kognitivní poruchy mohou také ovlivnit WBA, protože po iktu je změněná percepce obou referenčních rámců (egocentrického i allocentrického). To může způsobit zkreslení souřadnic používaných k symetrickému rozložení zatížení obou dolních končetin ve stoji. Vnímání SVV patří do rámce allocentrického a LBA do rámce egocentrického ve frontální rovině, kde u pacientů po CMP se oba rámce natácejí kontralaterálně od strany léze (Barra et al., 2006, pp. 43-46; Saj et al., 2005, p. 590). Oba tyto prostorové rámce souvisejí s asymetrickým zatížením DKK (Pérennou, 2006, p. 326). Kompenzací asymetrie je buď rotace od objektivní vertikály (Bonan et al., 2007, pp. 50-53) od strany léze (jedná se o allocentrickou referenční hodnotu) či rotace LBA (jedná se o egocentrickou referenční hodnotu) opět kontralaterálně od strany léze vzhledem objektivní vertikále (Barra et al., 2006, p. 44). Souřadnice používané k distribuci tělesné hmotnosti pocházejí právě z egocentrického referenčního rámce (Barra 2009, pp. 1582-1587).

Barra et al. (2009, pp. 1585-1586) ve své práci zjistili, že percepce LBA má vliv na parametr WBA ve stoji, ale není závislý na svalové slabosti či hypestézii. Čím více byla LBA rotována od strany léze, tím více byla zatížena ipsilaterální dolní končetina. I silné podobnosti rotací LBA a SVV, které byly měřeny v různých polohách těla, bylo zjištěno, že pacienti po CMP mají odchylky SVV a LBA nejvíce podobné ve vertikální poloze. Také bylo prokázáno, že odchylky LBA a SVV se liší, při modifikaci polohy různými náklony (Barra et al., 2008, pp. 3099–3101).

Výsledky studie Barra et al. (2009, p. 1585) ukázaly, že změna symetrie zatížení DKK je spojena se změnou souřadnic egocentrického referenčního rámce a tedy souvisí s rotací LBA, zatímco rotace SVV nemá výraznější vliv na WBA. Z výsledků předpokládáme,

že tělesná hmotnost je rozložena kolem středové osy reprezentované osou LBA a rotací této osy se mění rozložení hmotnosti na nepostiženou končetinu (ipsilaterální). Přestože se většina kliniků domnívá, že asymetrie hmotnosti na ipsilaterální DK je pouze kompenzačním mechanismem, který by měl ulehčit paretické DK a tím zvýšit rovnováhu. Výsledky studie Barra et al. (2009, p. 1586) spíše posilují hypotézu, že posturální a rovnovážné poruchy po CMP jsou částečně vysvětleny prostorovými deficity kognitivních funkcí. Posturální kontrola je organizovaná na základě interního modelu, který se dá označit jako vnitřní body schema, které zahrnuje oba referenční rámce (Barra et al., 2008; pp. 3099–3101). Nakloněním LBA tedy znamená rovnoměrné rozložení tělesné hmotnosti v tomto chybně nastaveném egocentrickém referenčním rámci. Tudíž bychom v terapii po CMP měli pomyslet na složitost mechanismu ve vztahu k asymetrii zatížení DKK a zařadit zde terapii vestibulární stimulace nebo terapii na silových plošinách objektivizující rozložení hmotnosti (Barra et al., 2006, pp. 45-47). Po CMP v parietální oblasti by do terapie měla být vždy zařazena terapie LBA v bezpečné poloze (nejlépe vleže) a vždy před terapií stoje a chůze (Barra et al., 2009, p. 1586).

5.2 Porovnání experimentální a kontrolní skupiny

Zásadním údajem, jenž vyplývá z popisné statistiky (kapitola 4.1) je to, že skupina pacientů po CMP (18 pacientů) v porovnání s kontrolní skupinou z hlediska rozložení pohlaví není homogenní. Což vyplývá z výsledků Fisherova přesného testu, kde byl prokázán statisticky významný rozdíl $p = 0,015$. Bohužel v období měření diplomové práce byli dostupní pouze tito pacienti. Z popisné statistiky rovněž vyplývá, že obě skupiny taktéž nejsou rovnoměrně rozloženy z hlediska věku, kde byl statisticky významný rozdíl $p = 0,016$. Zde byl rozdíl hodnoty obou mediánů 9 let, kdy ES měla hodnotu mediánu 70 let a KS měla hodnotu mediánu 61 let. Zde jako problém sledávám skutečnost, že je velmi těžké najít odpovídající zdravou populaci ve stejném věkovém rozmezí, jako byla skupina experimentální. Protože s věkem se člověku hromadí onemocnění a k nim další komorbidity. Zatímco v parametru BMI se obě tyto skupiny statisticky významně nelišily ($p = 0,499$). Tedy lze říci, že z hlediska BMI jsou kontrolní a experimentální skupina homogenní.

Při testování hodnoty průměrné odchylky LBA u pacientů po CMP v konfrontaci s kontrolní skupinou jsme nulovou hypotézu **H₀1 nemohli zamítnout** ve prospěch alternativních hypotéz H_A1(a-h), které odpovídají různému náklonu plošiny.

5.2.1 Shrnutí výsledků

Testování percepce LBA probíhalo na plošina, která je schopná náklonu vpravo a vlevo o 12°. Kde testovací byly následující, 7° vpravo, srovnaná plošina do horizontály, 10° vpravo, 3° vpravo, 7° vlevo, opět srovnaná plošina do horizontály, 10° vlevo a naposled 3° vlevo. Testovali jsme 5 parametrů popisné statistiky (Max, Min, Průměr, Směrodatná odchylka, Medián), kde žádný z nich nevyšel statisticky významně v porovnání s kontrolní skupinou. S malým vzorkem pacientů, se kterým jsme pracovali, nešlo zaznamenávat další parametry, jako je například přetáčivost, nebo střední chyba, se kterou statisticky pracovali v jiných výzkumných studiích.

- Dalším hodnoceným parametrem bylo Equilibrium Score (ESC) testu SOT, kde opět neparametrickým testem (Mann-Whitney U-test) nebyl prokázán signifikantní rozdíl na hladině statistické významnosti ($p < 0,05$), Nýbrž p-hodnota U-testu byla rovna 0,691. Takže ani nulovou hypotézu H_0 jsme **nemohli zamítnout** ve prospěch H_A .
- Z těchto závěrů vyplývá, že v této práci se **experimentální skupina v odchylce LBA (na naklápějící plošině) ani v parametru Equilibrium Score testu SOT (dynamická posturografie) neliší od kontrolní skupiny.**

5.3 Studie zabývající se problematikou LBA

Barra et al. (2006, pp. 43-47) zkoumali vnímání LBA a její odchylky při vyřazení gravitačních a otolitických podnětů u pacientů po CMP ve srovnání s kontrolní skupinou. Jako další cíl měli spojit rotaci či posun ve vnímání LBA s klinickým deficitem a místem léze s myšlenkou, že porušené (nakloněné) vnímání LBA, pokud je přítomno, by mohlo být spojeno s klinickými deficity (ztráta percepce či neglect syndrom) nebo s lézí (léze v parietálním laloku), která se podílí na poruchách body schema (Karnath, 1997, p. 1412). Barra et al. (2006, pp. 43-47) také zkoumali vztah mezi možnou odchylkou vnímání LBA a posturálním deficitem. Zjistili také, že průměrné vnímání LBA u pacientů po CMP ($-2,62^\circ$ (SD $2,93^\circ$)) je odlišné od kontrolní skupiny ($-0,24^\circ$ (SD $1,31^\circ$)), zde byla hodnota $p = 0,004$. Z 18 probandů 8 vykazovalo abnormální rotaci od strany léze s odchylkou od 3° do $9,5^\circ$ s průměrem $5,2^\circ$. Všech 8 probandů mělo posunuté vnímání LBA na pravou stranu. K vizuálnímu testování LBA bylo provedeno i subjektivní haptické testování LBA.

Vizuální i haptické vnímání těchto 8 probandů po CMP spolu silně korelovalo, což naznačuje, že subjektivní vizuální rotace LBA nemá souvislost s torzí očního bulbu, které bývá přítomno právě u pacientů po CMP.

Dále je nutno poznamenat, že pacienti po CMP vykazovali vyšší průměrnou odchylku LBA, která nabyla hodnoty $2,36^\circ$ (SD $1,44^\circ$), ve srovnání s kontrolní skupinou, kde průměrná odchylka měla hodnotu $1,5^\circ$ (SD $0,51^\circ$). Průměrná směrodatná odchylka se zde lišila o $0,94^\circ$ (Barra et al, 2006, pp. 45-46).

5.4 Vliv velikosti a strany léze na percepci LBA

Byl také zkoumán vliv velikosti a strany léze na vnímání LBA a bylo zjištěno, že rotace LBA je větší u probandů s pravostrannou hemisferální lézí, než u pacientů s levostrannou lézí. Ze studií zabývajících se vlivem strany léze vyplývá rozdíl ve velikosti odchylky LBA i SVV. Běžně se ve výzkumných studiích pacienti rozdělují do skupin podle strany léze, nebo se k testování vybírají pouze pacienti s lézí v pravé hemisféře, protože jejich výchyly bývají statisticky významnější (Pérennou et al., 2014, p. 31).

Také větší rotaci vykazují pacienti s rozsáhlejší lézí než je tomu u pacientů s méně rozsáhlou lézí, ale výsledek nebyl potvrzen jako statisticky významný. Mezi 8 pacienty po CMP s opačnou rotací LBA, mělo 6 lézí vpravo a 2 měli zasaženou levou hemisféru. U těchto pacientů byla zasažena Rolandická oblasti (frontoparietální lalok) a sousední oblasti jako jsou corona radiata a striatum, zatím nebyla prokázána souvislost s opačnou rotací LBA (Barra et al., 2006, p. 46).

5.5 Vztah mezi klinickým deficitem a percepci LBA

Barra et al. (2006, p. 46) ověřoval také vztah mezi vnímáním LBA se senzitivním deficitem, který se projevil statisticky významně. Závažnost neglect syndromu, která byla určena počtem vynechaných pokusů, se taktéž projevila statisticky významně. Také byl prokázán statisticky významný výsledek u testů The line bisection test (detekuje jednostranný neglect syndrom) a The Behavioural Neglect Scale, který hodnotí neglect syndrom a jeho závažnost.

V kontrastu s těmito skutečnostmi nebyl nalezen žádný vztah mezi percepcí LBA a svalovým oslabením, spasticitou či s poruchou zorného pole. Tyto výsledky jasně prokazují, že na odchylku LBA má vliv kontralezionální hypestezie a neglect syndrom,

zatímco svalová slabost, spasticita ani defekt zorného pole vliv na percepci LBA nemají (Barra, Pérennou, 2013, p. 202).

5.6 Posturální poruchy a percepcie LBA

Barra et al. (2006, p. 46) také zjistili, že čím větší je rotace vnímané orientace LBA, tím více je postižena posturální stabilita a to jak ve vzpřímeném stoji, tak jsou přítomny poruchy chůze, přítomnost lateropulzí a syndromu odtlačování je také statisticky významná.

Lateropulze od postižené strany byly výrazné a jsou silně závislé na velikosti rotace vnímané dlouhé osy těla. Je ovšem zřejmé, že samotná rotace LBA není sama přímo odpovědná za lateropulzi a naopak. Ve skutečnosti lateropulze, které pozorujeme u pacientů po CMP v klinické praxi, mají původ v odtlačování od strany léze, ale rotace subjektivní LBA, jež jsou také vnímány kontralaterálně, by teoreticky měly vést k odtlačování na stranu léze, tedy na opačnou stranu, než ve skutečnosti jsou. Pacienti po CMP s rotací LBA by měli vnímat svou subjektivní dlouhou osu jako otočenou na kontralaterální stranu léze u vzpřímeného stoje a opravit toto chybné vnímání odtlačení ke straně léze (Barra et al., 2006, p. 47). Kromě toho, že dva testy v této studii ukázaly abnormální rotaci LBA, byla rotace LBA srovnatelná ve velikosti odchylky s ostatními pacienty po CMP, kteří vykazovali opačnou, tedy kontralaterální rotaci LBA. Proto nemůžeme subjektivní rotaci LBA považovat za příčinu kontralaterálních lateropulzí či odtlačování. Posturální poruchy jsou primárními poruchami u pacientů po CMP a jsou způsobovány složitými mechanismy. Kromě špatné orientace v prostoru z hlediska gravitace (lateropulze, odtlačování) jsou posturální poruchy také způsobeny narušením koordinačního systému (spasticita), svalovým oslabením, sensorickým deficitem, narušením posturální stabilizace a balance (Bronstein et al., 2003, p. 1260). Přestože rotace LBA nemůže vysvětlit lateropulze a odtlačování, které jsou často interpretovány jako špatná orientace v prostoru ve vztahu k objektivní vertikále (Karnath et al., 2000, p. 1301; Bronstein et al., 2003, p. 1261), velikost rotace LBA má pravděpodobně dramatické posturální následky ve vzpřímeném stoji u pacientů po CMP (Pérennou, Bronstein, 2005, pp. 326-328).

5.7 Vliv věku a pohlaví na percepci prostoru

Jak již bylo v teoretické části uvedeno, funkce vestibulárního aparátu se s narůstajícím věkem zhoršuje, což se projevuje na schopnosti vnímání prostoru a sním související vliv

gravitace a určování LBA a SVV. Kobayashi et al. (2006, p. 327) ve své studii zkoumal vliv věku na statickou a dynamickou vertikálu. Zjistili, že zatímco je statická SVV na věku nezávislá a nemění její určování, tak dynamická SVV se s přibývajícím věkem více odchyluje. Navíc statickou vertikálu zkoumal i Braem et al. (2014, p. 43) a došel ke stejným závěrům a to, že se vnímání statické SVV vlivem věku neliší.

Jako další možný zkoumaný faktor můžeme zmínit pohlaví, vzhledem k tomu, že v této práci nebyly skupiny z hlediska rozložení pohlaví homogenní, nebylo možné, toto porovnání dále zkoumat, ale z již existujících studií je možné zmínit například práci Tarnutzer et al. (2012, p. 114), který zkoumal vliv pohlaví na vnímání SHV, kde ženy měly větší rozptyl hodnot než muži. Další práce zabývající se vlivem pohlaví byla autorů Cohena a Sangi-Haghpeykara (2012, p. 853), kde sledovali SVV u kontrolní skupiny a u pacientů s periferní jednostrannou poruchou vestibulárního aparátu. Výsledky ukázaly, že muži se svými výsledky nelišili, ale ženy měly výsledky na hladině významnosti $p < 0,001$, mezi kontrolní a experimentální skupinou. Protože neexistuje mnoho důkazů podporující intersexuální variabilitu, v této práci jsme se touto souvislostí nezabývali, z hlediska malého vzorku.

5.8 Limity práce

Protože se většina závěrů této práce významně liší od dosavadních výsledků studií zkoumající tuto oblast výzkumu, je nutné limity této práce posoudit obzvláště přísně. Stejně jako ve většině studií je největším limitem práce množství účastníků se pacientů. Větší množství účastníků by umožnilo rozdělení probandů do skupin ve vztahu ke straně léze i povodí. Při větším vzorku pacientů by se rovněž snížilo zkreslení výsledků a bylo by možné použít parametrické metody statistického zpracování.

Pro větší přesnost by bylo lepší provést alespoň dvě měření na každém z probandů, pro dosažení objektivnějších výsledků a zhodnocení pokroku terapie v oblasti LBA. Problematické je i najít odpovídající studie zabývající se vnímáním dlouhé osy těla a zpracováním egocentrického referenčního rámce, poněvadž většina prací zabývající se percepcí prostoru hodnotí allocentrický referenční rámec (SVV) a jak již bylo uvedeno, LBA není závislá na SVV, jde pouze o podobné fenomény. Samotné vyšetření na naklápějící se plošině zabere 10 minut, což je časově výhodné, ale bohužel na přístroji, na kterém se uskutečnilo měření, by bylo třeba zhodnotit mnohem více pacientů, aby se výsledky daly prezentovat jako obecně platné v rámci populace.

Dalším omezením byla skutečnost, že vyšetřující zastavoval šipku až po pokynu pacienta. Bohužel byla práce měřená v době zavádění přístroje do provozu a do praxe a nebylo možné dát pacientovi do rukou joystick či jiný ovladač, kterým by sám zastavoval rotující se přímkou, a to by vedlo k větší objektivitě naměřených hodnot. Problémem byla i poloha pacienta, kterým byl sed, jenž musel být dostatečně stabilní, aby mohl být proband vyšetřen.

Pro výzkumné záměry tato práce nepřinesla požadované výsledky, ale myslím si, že to bylo způsobeno malým vzorkem pacientů s různým povodím a rozsahem léze CMP. Bylo by vhodné porovnat vnímání LBA a SVV v různých polohách pacienta (leh, sed, stoj) a tím dát objektivnější výsledky pro pochopení problematiky vnímání prostoru kolem nás.

6 ZÁVĚR

V závěru práce bych ráda poukázala a krátce shrnula složitost pohybu, jeho možnosti a funkce. Jelikož funkce pohybu je těžce uchopitelná, je nutno ji vnímat jako spleť vztah. Práce fyzioterapeuta spočívá v souvislostech a je nutné pro naši dobrou a kvalitní práci si tyto souvislosti uvědomovat. U pacientů po cévní mozkové příhodě nehodnotit pouze motorický deficit, nýbrž zauvažovat a zavzít do tohoto problému i poruchy vnímání body schema a umístění člověka v prostoru, což bylo klíčovým bodem této práce.

Percepce prostoru je jednou z velmi důležitých podmínek orientace v okolním světě. Vzájemné souvislosti percepce prostoru, posturální stability jsou velmi úzce propojeny. Hodnocení LBA a jejích odchylek u pacientů po cévní mozkové příhodě má vliv na probíhající rehabilitaci u těchto pacientů. Odchyly vnímání LBA se podílejí na poruše stability, což má prokazatelný účinek na lokomoci, která je jednou za základních podmínek lidského života. Uvědomění si dlouhé osy těla, se kterou je úzce spjata vnímání subjektivní vertikality, jsou velmi podstatnými faktory k vytvoření představy o orientaci vlastního těla v prostoru (Barra et al., 2008, pp. 3099-3101). Jak již bylo zmíněno, svůj velký podíl na vnímání vlastního těla má i gravitace, která je základním kamenem percepce body schema (Clément, 2006, pp. 150-153).

Práce tedy hodnotila odchylku LBA u pacientů po CMP ve srovnání s kontrolní skupinou bez neurologického deficitu a měření probíhalo na naklápějící se plošině o 12° vpravo i vlevo. Ačkoliv se neprojevil žádný statisticky významný výsledek, z prací zabývajících se touto tematikou vyplývá, že pacienti s lézí v pravém parietálním laloku mozkové kůry, vnímají LBA jako rotovanou od strany léze, což má dopad na percepci okolního prostoru. V práci byl vyhodnocován i parametr Equilibrium skóre, pomocí kterého měli být pacienti rozděleni do skupin, ale z důvodu malého vzorku probandů tento údaj využit nebyl. Tato tematika by měla být nadále předmětem výzkumu, pro získání jednoznačný odpovědí.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

AMBLER, Z. *Základy neurologie*. 7. vydání. Praha, Galén, 2011. 351 p ISBN 80-7262-433-4.

ANASTASOPOULOS, D, et al. 1997. Dissociation between the perception of body verticality and the visual vertical in acute peripheral vestibular disorder in humans. *Neuroscience letters*, 1997, 233.2: pp. 151-153.

ANONYMOUS. 2008. Guidelines for management of ischaemic stroke and transient ischaemic attack. 2008. *Cerebrovascular Diseases* [online]. 2008, 25(5), pp. 457-507 [cit. 2017-01-31]. DOI: 10.1159/000131083. ISSN 1421-9786. Dostupné z: <http://www.karger.com/doi/10.1159/000131083>.

AU-YEUNG, S. S. Y., NG, J. T. W., LO, S. K. 2003. Does Balance or Motor Impairment of Limbs Discriminate the Ambulatory Status of Stroke Survivors? *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation* [online]. 2003, 82(4), pp. 279-283 [cit. 2017-03-07]. DOI: 10.1097/01.PHM.0000056988.24854.8D.

BACCINI, M., PACI, M., DEL COLLETTI, M., RAVENNI, M., BALDASSI, S. 2014. The assessment of subjective visual vertical: comparison of two psychophysical paradigms and age-related performance. *Attention, Perception, & Psychophysics* [online]. 2014, 76(1), pp. 112-122 [cit. 2017-03-30]. DOI: 10.3758/s13414-013-0551-9. ISSN 1943-3921. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.3758/s13414-013-0551-9>.

BAIER, B., THOMKE, F., WILTING, J., HEINZE, C., GEBER, C., DIETERICH, M. 2012. Pathway in the Brainstem for Roll-Tilt of the Subjective Visual Vertical: Evidence from a Lesion-Behavior Mapping Study. *Journal of Neuroscience*. 2012, 32(43), pp. 14854-14858 [cit. 2017-04-18]. DOI: 10.1523/JNEUROSCI.0770-12.2012. ISSN 0270-6474. Dostupné z: <http://www.jneurosci.org/cgi/doi/10.1523/JNEUROSCI.0770-12.2012>.

BALOH, R. W., HONRUBIA, V. 2001. *Clinical neurophysiology of the vestibular system*. 3rd eds. Oxford: Oxford University Press, 2001.

BARBIERI, G., GISSOT, A.S., FOUQUE, F., CASILLAS, J-M., POZZO, T., PÉRENNOU, D. 2008. Does proprioception contribute to the sense of verticality? *Experimental Brain Research* [online]. 2008, 185(4), 545-552 [cit. 2017-03-27]. DOI: 10.1007/s00221-007-1177-8. ISSN 0014-4819. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s00221-007-1177-8>.

BARRA, J., BENAÏM, C., CHAUVINEAU, V., OHLMANN, T., GRETTY, M., PERENNOU, D. 2008. Are Rotations in Perceived Visual Vertical and Body Axis After Stroke Caused by the Same Mechanism? *Stroke* [online]. 2008,39(11), pp. 3099-3101 [cit. 2016-05-15]. DOI: 10.1161/STROKEAHA.108.515247. ISSN 0039-2499. Dostupné z: <http://stroke.ahajournals.org/cgi/doi/10.1161/STROKEAHA.108.515247>.

BARRA, J., MARQUER, A., JOASSIN, R., REYMOND, C., METGE, L., CHAUVINEAU, V., PERENNOU, D. 2010. Humans use internal models to construct and update a sense of verticality. *Brain* [online]. 2010, 133(12), pp. 3552-3563 [cit. 2017-04-18]. DOI: 10.1093/brain/awq311. ISSN 0006-8950. Dostupné z: <https://academic.oup.com/brain/article-lookup/doi/10.1093/brain/awq311>.

BARRA, J., PÉRENNOU, D. 2013. Le sens de verticalité est-il vestibulaire? *Neurophysiologie Clinique/Clinical Neurophysiology* [online]. 2013,43(3): pp. 197-204 [cit. 2015-12-29]. DOI: 10.1016/j.neucli.2013.02.001. ISSN 09877053. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0987705313001226>.

BARRA, J., CHAUVINEAU, V., OHLMANN, T., GRETTY, M., PÉRENNOU, D. 2006. Perception of longitudinal body axis in patients with stroke: a pilot study. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry* [online]. 2006, 78(1): pp. 43-48 [cit. 2015-12-15]. DOI: 10.1136/jnnp.2006.089961. ISSN 0022-3050. Dostupné z: <http://jnnp.bmj.com/cgi/doi/10.1136/jnnp.2006.089961>.

BARROS DE OLIVEIRA, C. B., DE MEDEIROS, I. R. T., FROTA, N. A. F., GRETERS, M. E., CONFORTO, A. B. 2008. Balance control in hemiparetic stroke patients: Main tools for evaluation. *Journal of Rehabilitation Research & Development* [online]. 2008, vol. 45, no. 8, pp. 1215-1226 [cit. 2016-2-3]. ISSN 0748-7711.

BELGEN, B., BENINATO, M., SULLIVAN, P. E., NARIELWALLA, K. 2006. The Association of Balance Capacity and Falls Self-Efficacy With History of Falling in Community-Dwelling People With Chronic Stroke. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* [online]. 2006, 87(4), pp. 554-561 [cit. 2017-03-08]. DOI: 10.1016/j.apmr.2005.12.027. ISSN 00039993.

BERGMANN, J., KREUZPOINTNER, M. A., KREWER, C. 2015. The subjective postural vertical in standing: Reliability and normative data for healthy subjects. *Attention, Perception, & Psychophysics* [online]. 2015, pp. 953-960 [cit. 2017-02-13]. DOI: 10.3758/s13414-014-0815-z. ISSN 1943-3921. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.3758/s13414-014-0815-z>.

BOCCARDI, E. 2017. Diagnosis and Therapy in the Acute Phase of Hemorrhagic Stroke: Latest Developments. In: *Hemorrhagic Stroke*. Springer International Publishing, 2017. pp. 1-97.

BONAN, I. V., COLLE, F. M., GUICHARD, J. P., VICAUT, E., EISENFISZ, M., HUY, P. T. B., YELNIK, A. P. 2004. Reliance on visual information after stroke. Part I: balance on dynamic posturography. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* [online]. 2004, 85(2), pp. 268-273 [cit. 2017-03-07]. DOI: 10.1016/j.apmr.2003.06.017. ISSN 00039993. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S000399930300947X>.

BONAN, I. V., GUETTARD, E., LEMAN, M. C., COLLE, F. M., YELNIK, A. P. 2006. Subjective Visual Vertical Perception Relates to Balance in Acute Stroke. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* [online]. 2006, 87(5), pp. 642-646 [cit. 2017-04-18]. DOI: 10.1016/j.apmr.2006.01.019. ISSN 00039993. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0003999306001043>.

BONAN, I. V., HUBEAUX, K., GELLEZ-LEMAN, M. C., GUICHARD, J. P., VICAUT, E., YELNIK, A. P. 2007. Influence of subjective visual vertical misperception on balance recovery after stroke. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry* [online]. 2007, 78(1), pp. 49-55 [cit. 2017-04-29]. DOI: 10.1136/jnnp.2006.087791. ISSN 0022-3050. Dostupné z: <http://jnnp.bmj.com/cgi/doi/10.1136/jnnp.2006.087791>.

BRAEM, B., HONORÉ, J., ROUSSEAUX, M., SAJ, A., COELLO, Y. 2014. Integration of visual and haptic informations in the perception of the vertical in young and old healthy adults and right brain-damaged patients. *Neurophysiologie Clinique/Clinical Neurophysiology*. 2014, vol. 44, issue 1, pp. 41-48. DOI: 10.1016/j.neucli.2013.10.137. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0987705313003341>.

BRONSTEIN A. M., PÉRENNOU D. A., GUERRAZ M. 2003. Dissociation of visual and haptic vertical in two patients with vestibular nuclear lesions. *Neurology*, 2003; 61, pp. 1260–1262, doi: <http://dx.doi.org/10.1212/01.WNL.0000086815.22816.DC>.

BUNDY, A. C., LANE, S., MURRAY, E. A., FISHER, A. G. 2002. *Sensory integration: theory and practice*. 2nd ed. Philadelphia: F. A. Davis, 2002. 496 p, ISBN 978-0803605459.

CLÉMENT, G., ARNESEN, T. N., OLSEN, M. H., SYLVESTRE, B. 2007. Perception of longitudinal body axis in microgravity during parabolic flight. *Neuroscience Letters* [online]. 2007, 413(2), pp. 150-153 [cit. 2016-12-19]. DOI: 10.1016/j.neulet.2006.11.047. ISSN 03043940. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S030439400601281X>.

- CLENDANIEL, R. A. 2000. Outcome measures for assessment of treatment of the dizzy and balance disorder patient. *Otolaryngologic Clinics of North America*, 2000, 33.3: pp. 519-533.
- COHEN, H. S., SANGI-HAGHPEYKAR, H. 2012. Subjective visual vertical in vestibular disorders measured with the bucket test. *Acta Oto-laryngologica* [online]. 2012, , pp. 1-5 [cit. 2017-05-04]. DOI: 10.3109/00016489.2012.668710. ISSN 0001-6489. Dostupné z: <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.3109/00016489.2012.668710>.
- DARLING, W. G., HONDZINSKI, J. M. 1997. Visual perceptions of vertical and intrinsic longitudinal axes. *Experimental Brain Research* [online]. 1997-10-6, 116(3), pp. 485-492 [cit. 2016-05-20]. DOI: 10.1007/PL00005776. ISSN 0014-4819. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/PL00005776>.
- DE GROOT, J. H.; VAN LEEUWEN, J. L. 2002. Estimation of the longitudinal axis of line symmetrical soft bodies by stereophotogrammetry. *Journal of Biomechanics*. 35, 6, pp. 823-834, June 2002. ISSN: 00219290.
- DE HAART, M., GEURTS, A. C., HUIDEKOPER, S. C., FASOTTI, L., VAN LIMBEEK, J. 2004. Recovery of standing balance in postacute stroke patients: a rehabilitation cohort study. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* [online]. 2004, 85(6), pp. 886-895 [cit. 2017-03-07]. DOI: 10.1016/j.apmr.2003.05.012. ISSN 00039993. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0003999303009511>.
- DENIS, M. 2001. *Imagery, language, and visuo-spatial thinking*. Philadelphia: Psychology Press, 2001, xvi, 216 p. ISBN 1-84169-236-0.
- DIENER, H. C., HORAK, F. B., NASHNER, L. M. 1988. Influence of stimulus parameters on human postural responses. *Journal of Neurophysiology*, 59(6), pp. 1888-1905.
- DIETZ, V., SCHUBERT, M., DISCHER, M., TRIPPEL, M. 1994. Influence of visuoproprioceptive mismatch on postural adjustments. *Gait & Posture* [online]. 1994, 2(3), pp. 147-155 [cit. 2017-02-16]. DOI: 10.1016/0966-6362(94)90002-7. ISSN 09666362. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/0966636294900027>.
- DICHGANS, J., DIENER, H. C., BRANDT, T. 1974. Optokinetic-graviceptive interaction in different head positions. *Acta otolaryngologica*. 1974, vol. 78, 5-6, pp. 391-398. ISSN 1651-2251.
- FEIGIN, V. L. 2015. Update on the global burden of ischemic and hemorrhagic stroke in 1990-2013: the GBD 2013 study. *Neuroepidemiology*, 2015, 45.3: pp. 161-176.

- FITZPATRICK, R., McCLOSKEY, D. I. 1994. Proprioceptive, visual and vestibular thresholds for the perception of sway during standing in humans. *Journal of Physiology* [online]. 1994, vol. 478, no. 1, pp. 173-186 [cit. 2017-1-25]. ISSN 1469-7793.
- FLUUR, E., MELLSTRÖM, A. 1970. Vestibular bidirectional sensitivity. *Acta Otolaryngol.* 1970, vol. 69, issue 5 [cit. 2016-11-30].
- FUNK, J., FINKE, K., MÜLLER, H. J., UTZ, K. S., KERKHOFF, G. 2010. Effects of lateral head inclination on multimodal spatial orientation judgments in neglect: Evidence for impaired spatial orientation constancy. *Neuropsychologia*. 2010, vol. 48, issue 6, pp. 1616-1627. DOI: 10.1016/j.neuropsychologia.2010.01.029. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0028393210000461>.
- FUNK, J., FINKE, K., MÜLLER, H. J., UTZ, K. S., KERKHOFF, G. 2011. Visual context modulates the subjective vertical in neglect: evidence for an increased rod-and-frame-effect. *Neuroscience*. 2011, vol. 173, pp. 124-134 [cit. 2016-11-30]. DOI: 10.1016/j.neuroscience.2010.10.067.
- GALATI, G., COMMITTERI, G. SANES, J. N. PIZZAMIGLIO, L. 2001. Spatial coding of visual and somatic sensory information in body-centred coordinates. *Neuroscience*. 2001, vol. 14, issue 4, pp. 737-746 [cit. 2014-04-30].
- GARLAND, S. J., IVANOVA, T. D., MOCHIZUKI, G. 2007. Recovery of Standing Balance and Health-Related Quality of Life After Mild or Moderately Severe Stroke. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* [online]. 2007, 88(2), pp. 218-227 [cit. 2017-03-08]. DOI: 10.1016/j.apmr.2006.11.023. ISSN 00039993. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0003999306015310>.
- GENTHON, N., ROUGIER, P., GISSOT, A. S., FROGER, J. PELISSIER, J., PERENNOU, D. 2008. Contribution of Each Lower Limb to Upright Standing in Stroke Patients. *Stroke* [online]. 2008, 39(6), pp. 1793-1799 [cit. 2017-04-29]. DOI: 10.1161/STROKEAHA.107.497701. ISSN 0039-2499. Dostupné z: <http://stroke.ahajournals.org/cgi/doi/10.1161/STROKEAHA.107.497701>.
- GERSTENBRAND, F.; ZACHERL, H.; ZWEYMÜLLER, E. 1968 The occurrence of spontaneous rotatory movements around the longitudinal axis of the body in mesencephalic lesions. *Wiener Klinische Wochenschrift*. Austria, 80, 45, pp. 834-840, Nov. 8, 1968. ISSN: 0043-5325.

- GEURTS, A. C. H., DE HAART, M., VAN NES, I. J. W., DUYSSENS, J. 2005. A review of standing balance recovery from stroke. *Gait & Posture* [online]. 2005, 22(3), pp. 267-281 [cit. 2017-04-29]. DOI: 10.1016/j.gaitpost.2004.10.002. ISSN 09666362. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0966636204002012>
- GOLDSTEIN, L. B., et al. 2008. Hemorrhagic stroke in the stroke prevention by aggressive reduction in cholesterol levels study. *Neurology*, 2008, 70.24 Part 2: pp. 2364-2370.
- GRANTHAM, D. W. 1995. Spatial hearing and related phenomena. p. 297-345. In MOORE, B. C. *Hearing*. San Diego: Academic Press, 1995, xxi, 468 p. ISBN 01-250-5626-5.
- GRIM, M., DRUGA R. 2001. *Základy anatomie 1: Obecná anatomie a pohybový systém*. 1. vydání. Praha, Galén, 2001. 159 p. ISBN 80-246-0307-1.
- HARRIS, J. E. 2005. Relationship of balance and mobility to fall incidence in people with chronic stroke. *Physical therapy*, 2005, 85.2: pp. 150-158.
- HEILMAN M. K., VALLENSTEIN, K. M. E. 2011. *Clinical neuropsychology*. Fifth edition. Oxford: Oxford University Press, 2011 [cit. 2014-04-27]. ISBN 978-019-5384-871.
- HOF, A. L., GAZENDAM, M. G. J., SINKE, W. E. 2005. The condition for dynamic stability. *Journal of Biomechanics* [online]. 2005, 38(1), pp. 1-8 [cit. 2017-03-27]. DOI: 10.1016/j.jbiomech.2004.03.025. ISSN 00219290. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0021929004001642>.
- HORAK, F. B. 2006. Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls? *Age and ageing* [online]. 2006, vol. 35, pp. 7-11 [cit. 2017-1-20]. ISSN 1468-2834.
- HORAK, F. B.; HENRY, S. M.; SHUMWAY-COOK, A. 1997 Postural perturbations: new insights for treatment of balance disorders. *Physical therapy*, 1997, 77.5: pp. 517-533.
- HORAK, F. B.; NASHNER, L. M. 1986. Central programming of postural movements: adaptation to altered support-surface configurations. *Journal of neurophysiology*, 1986, 55.6: pp. 1369-1381.
- HORAK, F. B., NUTT, J. G., NASHNER, L. M. 1992. Postural inflexibility in parkinsonian subjects. *Journal of the Neurological Sciences* [online]. 1992, pp. 46-58 [cit. 2017-03-08]. DOI: 10.1016/0022-510X(92)90111-W. ISSN 0022510x. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/0022510X9290111W>.

- HOWARD, I. 1986. The vestibular system (and physiological acceleration). *Handbook of perception and human performance.*, 1986, 1: 11-1.
- HOWARD, I. P.; HU, G. 2001. Visually induced reorientation illusions. *Perception*, 2001, 30.5: pp. 583-600.
- HYBÁŠEK I., VOKURKA J. et al. 2014.: eOtorinolaryngologie. Multimediální podpora výuky klinických a zdravotnických oborů :: Portál Lékařské fakulty v Hradci Králové [online] 6. 4. 2010, poslední aktualizace 11.1.2014 [cit. 2016-12-01]. ISSN 1803-280X.
- CHEN, I. C. 2000. Balance evaluation in hemiplegic stroke patients. *Chang Gung medical journal*, 2000, 23.6: 339-347.
- JAEGER, R., KONDRACHUK, A. V., HASLWANTER, T. 2008. The distribution of otolith polarization vectors in mammals: Comparison between model predictions and single cell recordings. *Hearing Research*. 2008, vol. 239, 1-2, pp. 12-19 [cit. 2014-04-30]. DOI: 10.1016/j.heares.2008.01.004.
- JEANNEROD, M. 1988. The neural and behavioural organization of goal-directed movements. *Clarendon Press/Oxford University Press*, 1988. pp. 283.
- JEROSCH, J., PRYMKA, M. 1996. Proprioception and joint stability. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy* [online]. 1996, 4(3): pp. 171-179 [cit. 2016-12-29]. DOI: 10.1007/BF01577413. ISSN 0942-2056. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/BF01577413>.
- KALINA, M. 2008. *Cévní mozková příhoda v medicínské praxi*. Praha: Triton, 2008, 231 p. ISBN 978-80-7387-107-9.
- KAŇOVSKÝ, P., HERZIG, R. 2007. *Speciální neurologie*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2007, 336 p. ISBN 978-80-244-1664-9.
- KARNATH H. O., FERBER S, DICHGANS J. 2000. The origin of contraversive pushing. Evidence for a second graviceptive system in humans. *Neurology* 2000; 55: pp. 1298–304. doi: 10.1212/WNL.55.9.1298.
- KARNATH, H. O., FERBER, S. 1998. Is space representation distorted in neglect? *Neuropsychologia* [online]. 1998, 37(1), pp. 7-15 [cit. 2017-04-25]. DOI: 10.1016/S0028-3932(98)00070-0. ISSN 00283932. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0028393298000700>.

- KARNATH, H. O.; FERBER, S; DICHGANS, J. 2000. The origin of contraversive pushing Evidence for a second graviceptive system in humans. *Neurology*, 2000, 55.9: pp. 1298-1304.
- KARNATH, H. O. 1997. Spatial orientation and the representation of space with parietal lobe lesions. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. 1997-10-29, vol. 352, issue 1360, pp. 1411-1419 [cit. 2016-12-01]. DOI: 10.1098/rstb.1997.0127.
- KEENAN, M. A.; PERRY, J.; JORDAN, CH. 1984. Factors affecting balance and ambulation following stroke. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 1984, 182: pp. 165-171.
- KERKHOFF, G. 1999. Multimodal spatial orientation deficits in left-sided visual neglect. *Neuropsychologia* 1999, vol. 37, issue 12, pp. 1387-1405. [cit. 2016-05-01].
- KOBAYASHI, H., HAYASHI, Y., HIGASHINO, K., SAITO, A., KUNIHIRO, T., KANZAKI, J., GOTO, F. 2002. Dynamic and static subjective visual vertical with aging. *Auris, Nasus, Larynx*. 2002, roč. 29, č. 4, pp. 325-328. ISSN 0385-8146. Dostupné z: <http://www.aurisnasuslarynx.com/article/S0385-8146%2802%2900058-5/abstrakt>.
- KOLÁŘ, P. *Rehabilitace v klinické praxi*. 1. vyd. Praha: Galén, 2009, xxxi, 713 p. ISBN 978-807-2626-571.
- KOLÁŘOVÁ, B., MARKOVÁ, M., STOCHO, J., SZMEKOVA L. 2014. *Počítačové a robotické technologie v klinické rehabilitaci - možnosti vyšetření a terapie* [online]. Křižkovského 8, 771 47 Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2014 [cit. 2017-03-20]. ISBN 978-80-244-4266-2.
- LAMB, S. E., FERRUCCI, L., VOLAPTO, S., FRIED, L. P., GURALNIK, J. M., GUSTAFSON, Y. 2003. Risk Factors for Falling in Home-Dwelling Older Women With Stroke: The Women's Health and Aging Study * Editorial Comment. *Stroke* [online]. 2003, 34(2), pp. 494-501 [cit. 2017-03-07]. DOI: 10.1161/01.STR.0000053444.00582.B7. Dostupné z: <http://stroke.ahajournals.org/cgi/doi/10.1161/01.STR.0000053444.00582.B7>.
- LAURENS, J., ANGELAKI, D. E. 2011. *The functional significance of velocity storage and its dependence on gravity*. *Experimental Brain Research*. 2011, vol. 210, issue 3-4, pp. 407-422 [cit. 2014-04-30]. DOI: 10.1007/s00221-011-2568-4.
- MAKI, B. E.; MCILROY, W. E. 1997. The role of limb movements in maintaining upright stance: the "change-in-support" strategy. *Physical therapy*, 1997, 77.5: 488.

- MARSDEN, J F. 2005. The vestibular control of balance after stroke. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry* [online]. 2005, 76(5), pp. 670-679 [cit. 2017-04-29]. DOI: 10.1136/jnnp.2004.046565. ISSN 0022-3050. Dostupné z: <http://jnnp.bmj.com/cgi/doi/10.1136/jnnp.2004.046565>.
- MASSION, J., WOOLLACOTT, M. H. 2004. Posture and equilibrium. In BRONSTEIN, A. M., BRANDT, T., WOOLLACOTT, M. H. *Clinical disorders of balance, posture and gait*, 2nd ed. London: Edward Arnold, 2004. 350 p. ISBN 0340806575.
- MATTHEWS, P B. 1981. Evolving views on the internal operation and functional role of the muscle spindle. *The Journal of Physiology*[online]. 1981, 320(1): pp. 1-30 [cit. 2015-12-06]. DOI: 10.1113/jphysiol.1981.sp013931. ISSN 00223751. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1113/jphysiol.1981.sp013931>.
- McCOLLUM, G.; LEEN, T. K. 1989. Form and exploration of mechanical stability limits in erect stance. *Journal of Motor Behavior*, 1989, 21.3: pp. 225-244.
- MEIRY, J. L. 1965. The vestibular system and human dynamic space orientation. 1965. *PhD Thesis*. Massachusetts Institute of Technology.
- MENNEMAIER M. 2011. Neglect Syndrome. In: B. CAPLAN, J. DELUCA, J. S. KREUTZER. *Encyclopedia of Clinical Neuropsychology: SpringerReference* (www.springerreference.com). Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2011. pp. 657-672. DOI: 10.1007/SpringerReference_184105 2016-05-09 09:18:39 UTC.
- NASHNER, L. M. 1997. Computerized Dynamic Posturography: Clinical Applications. In Jacobson, G. P., Newman, C. W., Kartush, J. M. *Handbook of balance function testing*. San Diego, Calif.: Singular Pub. Group, 1997, pp. 261. ISBN 1565939077.
- NASHNER, L. M.; MCCOLLUM, G. 1985. The organization of human postural movements: a formal basis and experimental synthesis. *Behavioral and brain sciences*, 1985, 8.01: pp. 135-150.
- NEVŠÍMALOVÁ, S., TICHÝ, J., RŮŽIČKA, E. 2002 *Neurologie*. Praha: Galén, p. 368. ISBN 8072621602.
- NUEROCOM INTERNATIONAL. 1998. *Smart Equitest® system operator's manual (version 8)*. Clackamas, OR: NeuroCom; 1998.

PEREIRA, C. B., KANASHIRO, A. K., MAIA, F. M., BARBOSA, E. R. 2014. Correlation of impaired subjective visual vertical and postural instability in Parkinson's disease. *Journal of the Neurological Sciences* [online]. 2014, 346(1-2), pp. 60-65 [cit. 2017-03-27]. DOI: 10.1016/j.jns.2014.07.057. ISSN 0022510x. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022510X14005036>.

PÉRENNOU, D. 2005. Weight bearing asymmetry in standing hemiparetic patients. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry* [online]. 2005, 76(5), pp. 621-621 [cit. 2017-04-29]. DOI: 10.1136/jnnp.2004.050468. ISSN 0022-3050. Dostupné z: <http://jnnp.bmj.com/cgi/doi/10.1136/jnnp.2004.050468>.

PÉRENNOU, D. 2006. Postural disorders and spatial neglect in stroke patients: a strong association., *Restorative Neurology and Neuroscience*, 2006, vol. 24, no. 4-6, pp. 319-334.

PÉRENNOU, D. A., MAZIBRADA, G., CHAUVINEAU, V., GREENWOOD, R., ROTHWELL, J., GREASY, M. A., BRONSTEIN, A. M. 2008. Lateropulsion, pushing and verticality perception in hemisphere stroke: a causal relationship?. *Brain*. 2008-08-21, vol. 131, issue 9, pp. 2401-2413. DOI: 10.1093/brain/awn170. Dostupné z: <http://www.brain.oxfordjournals.org/cgi/doi/10.1093/brain/awn170>.

PÉRENNOU, D. A., PISCICELLI, C., BARBIERI, G., JAEGER, M., MARQUER, A., BARRA, J. 2014. Measuring verticality perception after stroke: Why and how?. *Neurophysiologie Clinique/Clinical Neurophysiology*. 2014, vol. 44, issue 1, pp. 25-32 [cit. 2014-05-11]. DOI: 10.1016/j.neucli.2013.10.131.

PÉRENNOU, D. A.; BRONSTEIN, A. M. 2005. Balance disorders and vertigo after stroke: assessment and rehabilitation. *Recovery after stroke*, 2005, pp. 320-396, ISBN: 13 978-0-521-82236-X.

PETERKA, R. J. Sensorimotor Integration in Human Postural Control. *Journal of Neurophysiology* [online]. 2002, vol. 88, pp. 1097-1118 [cit. 2017-1-20]. ISSN 1522-1598.

PFEIFFER, J. 2007. *Neurologie v rehabilitaci: pro studium a praxi*. 1. vyd. Praha: Grada, 2007, 351 p. ISBN 978-80-247-1135-5.

POCIASK, F. D. 2016. Contribution of Head Position, Standing Surface, and Vision to Postural Control in Community-Dwelling Older Adults. *American Journal of Occupational Therapy*, 2016, 70.1: 7001270010p1-7001270010p8.

- PUNT, M., BRUIJN, S. M., ROELES, S., VAN DE PORT, I. G., WITTINK, H., VAN DIEËN, H. 2017. Responses to gait perturbations in stroke survivors who prospectively experienced falls or no falls. *Journal of Biomechanics* [online]. 2017, [cit. 2017-03-27]. DOI: 10.1016/j.jbiomech.2017.02.010. ISSN 00219290. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0021929017301069>.
- ROGERS, M. W.; HEDMAN, L. D.; PAI, Y. 1993. Kinetic analysis of dynamic transitions in stance support accompanying voluntary leg flexion movements in hemiparetic adults. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 1993, 74.1: pp 19-25.
- ROUSSEAUX, M., HONORE, J., VUILLEUMIER, P., SAJ, A. 2013. Neuroanatomy of space, body, and posture perception in patients with right hemisphere stroke. *Neurology*. 2013-10-07, vol. 81, issue 15, pp. 1291-1297 [cit. 2016-12-01]. DOI: 10.1212/WNL.0b013e3182a823a7.
- SAJ, A., HONORE, J. BERNATI, T. COELLO, Y. ROUSSEAUX, M. 2005. Subjective Visual Vertical in Pitch and Roll in Right Hemispheric Stroke. *Stroke*. 2005-02-24, vol. 36, issue 3, pp. 588-591 [cit. 2016-12-01]. DOI: 10.1161/01.STR.0000155740.44599.48.
- SAJ, A., HONORE, J., RICHARD, C., COELLO, Y., BERNATI, T., ROUSSEAUX, M. 2006. Where is the "straight ahead" in spatial neglect? *Neurology* [online]. 2006, 67(8), pp. 1500-1503 [cit. 2017-04-25]. DOI: 10.1212/01.wnl.0000239823.28570.87. ISSN 0028-3878. Dostupné z: <http://www.neurology.org/cgi/doi/10.1212/01.wnl.0000239823.28570.87>.
- SALTER, K., HELLINGS, C., FOLEY, N., TEASELL, R. 2008. The experience of living with stroke: a qualitative meta-synthesis. *Journal of Rehabilitation Medicine* [online]. 2008, 40(8), pp. 595-602 [cit. 2017-03-07]. DOI: 10.2340/16501977-0238. ISSN 1650-1977. Dostupné z: <https://medicaljournals.se/jrm/content/abstract/10.2340/16501977-0238>.
- SCOCCO, D. H., WAGNER, J. N., RACOSTA, J., CHADE A., GERSHANIK, O. S. 2014. Subjective visual vertical in Pisa syndrome. *Parkinsonism & Related Disorders* [online]. 2014, 20(8), pp. 878-883 [cit. 2017-03-27]. DOI: 10.1016/j.parkreldis.2014.04.030. ISSN 13538020. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1353802014001837>.
- SHUMWAY-COOK A, WOOLLACOTT M. H. 2012. Normal postural control. *Motor control: Theory and practical applications*. 4nd ed. Philadelphia (PA): Lippincott, Williams & Wilkins; 2012. pp 161-195. ISBN-13: 978-1496302632 .

- STOFFREGEN, T. A.; RICCIO, G. E. 1988. An ecological theory of orientation and the vestibular system. *Psychological review*, 1988, 95.1: 3.
- TARNUTZER, A. A., BOCKISCH, C., STRAUMANN, D., OLASAGASTI, I. 2009. Gravity Dependence of Subjective Visual Vertical Variability. *Journal of Neurophysiology* [online]. 2009, 102(3): pp. 1657-1671 [cit. 2015-12-15]. DOI: 10.1152/jn.00007.2008. ISSN 0022-3077. Dostupné z: <http://jn.physiology.org/cgi/doi/10.1152/jn.00007.2008>.
- TARTAGLIONE A., BENTON, A. COCITO, L., BINO, A., FAVALE, E. 1981. Point localisation in patients with unilateral brain damage. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry* 1981, vol. 44, pp. 935-941.
- TRELEAVEN, J., TAKASAKI, H. 2015. High variability of the subjective visual vertical test of vertical perception, in some people with neck pain – Should this be a standard measure of cervical proprioception? *Manual Therapy* [online]. 2015, 20(1), pp. 183-188 [cit. 2017-03-27]. DOI: 10.1016/j.math.2014.08.005. ISSN 1356689x.
- TROJAN, S. 2003. *Lékařská fyziologie*. 4. vydání. Praha. Grada, 2003. 771 p. ISBN 80-247-0512-5.
- TYSON S. F., HANLEY, M., CHILLALA, J., SELLEY, A., TALLIS, R. C. 2006. Balance disability after stroke. *Phys Ther.* 2006; 86(1): pp. 30-38. [PMID: 16386060] Erratum in: *Phys Ther.* 2006; 86(3):463.
- UTZ, K. S. 2011. Hemispatial Neglect and Deficits of Verticality Perception After Stroke – Neuropsychological Results and Modulation via Galvanic Vestibular Stimulation. *Saarbrücken*, 2011. Dissertation. Universität des Saarlandes.
- UTZ, K. S., KELLER, I. ARTINGER, F. STUMPF, O. FUNK J. KERKHOFF, G. 2011. Multimodal and multispatial deficits of verticality perception in hemispatial neglect. *Neuroscience*. 2011, vol. 188, pp. 68-79 [cit. 2014-05-12]. DOI: 10.1016/j.neuroscience.2011.04.068.
- VAITL, D., MITTELSTAEDT, H., BAISCH, F. 1997. Shifts in blood volume alter the perception of posture. *International Journal of Psychophysiology* [online]. 1997, 27(2), pp. 99-105 [cit. 2017-03-27]. DOI: 10.1016/S0167-8760(97)00053-6. ISSN 01678760. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0167876097000536>.

- VALLAR, G. 1997. Spatial frames of reference and somatosensory processing: a neuropsychological perspective. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. 1997-10-29, vol. 352, issue 1360, pp. 1401-1409 [cit. 2016-12-01]. DOI: 10.1098/rstb.1997.0126.
- WAPNER, S. 1968. Age changes in perception of verticality and of the longitudinal body axis under body tilt. *Journal of Experimental Child Psychology* [online]. 1968, 6(4), pp. 543-555 [cit. 2016-05-21]. DOI: 10.1016/0022-0965(68)90100-8. ISSN 00220965. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/0022096568901008>.
- WARRINGTON E. K., MERLE, J. 1967. Tachistoscopic number estimation in patients with unilateral cerebral lesions. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry* 1967, roč. 30, pp. 468- 474.
- WING, A. M. 1993. Balance evaluation in hemiparetic stroke patients using lateral forces applied to the hip. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 1993, 74.3: pp. 292-299.
- WINTER, D. A. 1995. Human balance and posture control during standing and walking. *Gait & posture*, 1995, 3.4: pp. 193-214.
- YELNIK, A. P., LEBRETON, F. O. BONAN, I. V., COLLE, F. M. MEURIN, F. A. GUICHARD, J. P. 2002. Perception of verticality after recent cerebral hemispheric stroke. *Stroke* 2002, vol. 33, issue 9, pp. 2247-2253. [cit. 2016-12-01].

SEZNAM ZKRATEK

BG – bazální ganglia

BMI – z ang. body mass index – index tělesné hmotnosti

BOS – z ang. base of support – opěrná báze

COG – z ang. centre of gravity – vertikální projekce těžiště

COM – z ang. centre of mass – těžiště

CMP – cévní mozková příhoda

CNS – centrální nervová soustava

COP – z ang. centre of pressure – působiště reakční síly podložky

DK – dolní končetina

DKK – dolní končetiny

ES – experimentální skupina

FNOL – fakultní nemocnice v Olomouci

hCMP – hemoragická cévní mozková příhoda

HK – horní končetina

HKK – horní končetiny

iCMP – ischemická cévní mozková příhoda

KS – kontrolní skupina

KYK – kyčelní kloub

LBA – z ang. longitudinal body axis – dlouhá osa těla

LOS – z ang. limits of stability – limity stability

NS – neglect syndrom

RIND – reverzibilní ischemický neurologický deficit

SD – směrodatná odchylka

SHV – subjektivní haptická vertikála

SI – sensorická integrace

SOT – senzory organization test

SPV – subjektivní posturální vertikála

SV – z ang. subjective vertical – subjektivní vertikála

SVV – subjektivní vizuální vertikála

TIA – tranzitorní ischemická ataka

VA – vestibulární aparát

SEZNAM OBRAZKŮ

Obrázek 1 Systémy ovlivňující posturální a balanční kontrolu těla	15
Obrázek 2 Schéma přístroje s popisem	31
Obrázek 3 Smart Equitest System, firmy NeuroCom [®] výchozí pozice probanda k měření ...	32
Obrázek 4 Sensory Organization Test, testované situace 1- 6.	33
Obrázek 5 Schéma pohybující se úsečky	36
Obrázek 6 Proband během měření na plošině.	37

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Porovnání skupin z hlediska pohlaví.....	38
Tabulka 2 Porovnání skupin z hlediska věku.....	38
Tabulka 3 Porovnání skupin z hlediska BMI (Body mass index).....	39
Tabulka 4 Souhrnná tabulka s výsledky průměrných odchylek LBA experimentální a kontrolní skupiny (ve stupních °)	40
Tabulka 5 Porovnání odchylky LBA u ES a KS při náklonu plošiny o 7° na pravou stranu .	41
Tabulka 6 Porovnání odchylky LBA u ES a KS při horizontální poloze plošiny (po pohybu zprava)	42
Tabulka 7 Porovnání odchylky LBA u ES a KS při náklonu plošiny o 10° na pravou stranu	43
Tabulka 8 Porovnání odchylky LBA u ES a KS při náklonu plošiny o 3° na pravou stranu .	44
Tabulka 9 Porovnání odchylky LBA u ES a KS při náklonu plošiny o 7° na levou stranu....	45
Tabulka 10 Porovnání odchylky LBA u ES a KS při horizontální poloze plošiny (po pohybu zleva)	46
Tabulka 11 Porovnání odchylky LBA u ES a KS při náklonu plošiny o 10° na levou stranu	47
Tabulka 12 Porovnání odchylek LBA u ES a KS při náklonu plošiny o 3° na pravou stranu	48
Tabulka 13 Porovnání parametru Equilibrium Score testu SOT u ES a KS	49

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1 Srovnání odchylek LBA u experimentální a kontrolní skupiny při náklonu plošiny o 7° vpravo	41
Graf 2 Srovnání odchylek LBA u experimentální a kontrolní skupiny při horizontální poloze plošiny (po pohybu zprava)	42
Graf 3 Srovnání odchylek LBA u experimentální a kontrolní skupiny při náklonu plošiny o 10° vpravo	43
Graf 4 Srovnání odchylek LBA u experimentální a kontrolní skupiny při náklonu plošiny o 3° vpravo	44
Graf 5 Srovnání odchylek LBA u experimentální a kontrolní skupiny při náklonu plošiny o 7° vlevo	45
Graf 6 Srovnání odchylek LBA u experimentální a kontrolní skupiny při horizontální poloze plošiny (po pohybu zleva)	46
Graf 7 Srovnání odchylek LBA u experimentální a kontrolní skupiny při náklonu plošiny o 10° vlevo	47
Graf 8 Srovnání odchylek LBA u experimentální a kontrolní skupiny při náklonu plošiny o 3° vlevo	48
Graf 9 Srovnání parametru Equilibrium Score posturografického testu SOT u ES a KS	49

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1 Informovaný souhlas.....	77
Příloha 2 Vstupní dotazník	78
Příloha 3 Záznamový arch.....	78

PŘÍLOHY

Příloha 1 Informovaný souhlas



UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI
FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH VĚD

Etická komise

Tř. Svobody 8, 771 11 Olomouc

Tel./fax: +420 585 632 858, E-mail: lenka.stloukalova@upol.cz

Informovaný souhlas

pro výzkumné projekty: Percepce vertikality u pacientů po CMP a Vnímání body schema u pacientů po CMP
období realizace: duben 2016-duben 2017

řešitelé projektu: Mgr. Jiří Stacho (hlavní řešitel projektu)
Bc. Kateřina Dopitová (spoluřešitelka projektu)
Bc. Veronika Šípková (spoluřešitelka projektu)

Vážená paní, vážený pane,

obracíme se na Vás se žádostí o spolupráci na výzkumném projektu, jehož cílem je zkoumat percepci vertikality a body schema u pacientů po cévní mozkové příhodě. Měření bude probíhat v klinické laboratoři fakultní nemocnice na přístroji zkonstruovanému právě k tomu to testu. Budete posazen na židli umístěné na plošině sklopné o 15° od horizontály do různých stran. Zároveň bude před vás promítána úsečka. Vaším úkolem bude určit, kdy se nacházíte ve vertikále a upravit úsečku před vámi aby odpovídala svislé ose vašeho těla. Jedná se o vyšetření bezpečné a zcela bezbolestné. Všechna data budou sloužit pouze k potřebám projektu a budou ukládána zcela anonymně. Z účasti na projektu pro Vás nevyplývají žádná rizika. Navíc se můžete dozvědět více o Vašem zdravotním stavu. Pokud s účastí na projektu souhlasíte, připojte podpis, kterým vyslovujete souhlas s níže uvedeným prohlášením.

Prohlášení

Prohlašuji, že souhlasím s účastí na výše uvedeném projektu. Řešitel/ka projektu mne informoval/a o podstatě výzkumu a seznámil/a mne s cíli a metodami a postupy, které budou při výzkumu používány, podobně jako s výhodami a riziky, které pro mne z účasti na projektu vyplývají. Souhlasím s tím, že všechny získané údaje budou použity jen pro účely výzkumu a že výsledky výzkumu mohou být anonymně publikovány.

Měl/a jsem možnost vše si řádně, v klidu a v dostatečně poskytnutém čase zvážit, měl/a jsem možnost se řešitele/ky zeptat na vše, co jsem považoval/a za pro mne podstatné a potřebné vědět. Na tyto mé dotazy jsem dostal/a jasnou a srozumitelnou odpověď. Jsem informován/a, že mám možnost kdykoliv od spolupráce na projektu odstoupit, a to i bez udání důvodu.

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

Jméno, příjmení a podpis řešitele projektu: _____

V _____ dne: _____

Jméno, příjmení a podpis účastníka v projektu (zákonného zástupce): _____

V _____ dne: _____

Bank. spojení: KB, a.s., Olomouc
Č. ú.: 19-1096330227/0100

IČ: 61989592
DIČ: CZ61989592

Tel.: +420 585 632 858
Internet: www.upol.cz

Příloha 2 Vstupní dotazník

Vstupní dotazník pro vyšetření

Iniciály:

Základní diagnóza:

.....
.....

Datum vyšetření:

Výška:

Hmotnost:

Věk:

Pohlaví (nehodící se škrtněte): *muž* *žena*

Dominantní končetina (nehodící se škrtněte): *pravá* *levá*

Etiologie CMP (nehodící se škrtněte): *ischemická* *hemoragická*

Datum vzniku CMP:

Hemiparesa (nehodící se škrtněte): *levostranná* *pravostranná*

Je to má první CMP (nehodící se škrtněte): *ano*
ne předchozí byla před lety

Příloha 3 Záznamový arch

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1										
2		Jméno:								
3		Věk:								
4		Pohlaví:								
5		Výška:								
6		Hmotnost:								
7		BMI:								
8										
9			Náklon plošiny	1.	2.	3.	Odchylka osy 1	Odchylka osy 2	Odchylka osy 3	Průměrná Odchylka
10		1.	7° P							
11		2.	0° P							
12		3.	10° P							
13		4.	3° P							
14		5.	7° L							
15		6.	0° L							
16		7.	10° L							
17		8.	3° L							
18										