

**Univerzita Karlova v Praze
1. lékařská fakulta**

Studijní program: Specializace ve zdravotnictví
Studijní obor: Fyzioterapie



Mgr. Vendula Studená

Objektivní hodnocení poruch stability u pacientů po poškození mozku

Objective assessment of stability disorders in patients after brain damage

Bakalářská práce

Vedoucí závěrečné práce: MUDr. Bc. Marie Tichá

Praha, rok 2015

PODĚKOVÁNÍ

Na tomto místě bych ráda poděkovala své vedoucí práce MUDr. Bc. Marii Tiché za čas, který mi věnovala, za podněty, poznámky a vysvětlení k mým dotazům. Dále chci poděkovat MUDr. Markétě Janatové a Mgr. Silvii Táborské za ochotu a pomoc při zpracování této práce. Děkuji svým dvěma pacientům a dobrovolníkům za jejich čas a spolupráci. Svým rodičům a manželovi děkuji za podporu při studiu a své sestře za kontrolu stylistické a gramatické stránky.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracovala samostatně a že jsem řádně uvedla a citovala všechny použité prameny a literaturu. Současně prohlašuji, že práce nebyla využita k získání jiného nebo stejného titulu.

Souhlasím s trvalým uložením elektronické verze mé práce v databázi systému meziuniverzitního projektu Theses.cz za účelem soustavné kontroly podobnosti kvalifikačních prací.

V Praze dne:

Vendula Studená

Identifikační záznam:

STUDENÁ, Vendula. *Objektivní hodnocení poruch stability u pacientů po poškození mozku. [Objective assessment of stability disorders in patients after brain damage]*. Praha, 2015. 75 s., 6 příl. Bakalářská práce. Univerzita Karlova v Praze, 1. lékařská fakulta, Klinika rehabilitačního lékařství. Vedoucí bakalářské práce Marie Tichá.

Jméno a příjmení autora: Vendula Studená

Vedoucí práce: MUDr. Bc. Marie Tichá

Oponent práce:

Název bakalářské práce:

Objektivní hodnocení poruch stability u pacientů po poškození mozku

Abstrakt:

Tato práce pojednává o terapii poruch stability s využitím virtuální reality. Blíže se věnuje využití tohoto druhu terapie v rehabilitaci posturální stability u pacientů s poškozením mozku v chronickém stádiu onemocnění.

První, teoretická, část obsahuje zejména definici základních pojmů: virtuální realita, zpětná vazba atd. Podrobněji rozebírá možnosti testování stability.

Druhá, praktická, část zahrnuje popis a použití konkrétního virtuálního prostředí vyvinutého na Společném pracovišti biomedicínského inženýrství FBMI a 1. LF UK. Jsou zde vyhodnoceny výsledky terapie u dvou pacientů na základě porovnání vstupního a výstupního vyšetření. Tato vyšetření se skládají ze subjektivního MiniBESTest a objektivních posturografických testů - Faller Assessment a Complete Static Sensory Organization Test (CSSOT). Okamžitý účinek terapie je hodnocen na základě objektivizačních testů, jež se odehrávají také ve virtuální realitě.

V diskuzi práce srovnává výsledky pacientů s kontrolní skupinou tvořenou pěti zdravými jedinci. Tyto výsledky z velké části poukazují na zlepšení stability. Dokazují to provedené MiniBESTesty, CSSOT a rychlost pohybu ve virtuálním prostředí.

Klíčová slova: virtuální realita, posturální stabilita, testy stability, posturografie, poškození mozku, balanční plošina

Author's first name and surname: Vendula Studená

Supervisor: MUDr. Bc. Marie Tichá

Opponent:

Title:

Objective assessment of stability disorders in patients after brain damage

Abstract:

The bachelor thesis deals with virtual reality balance therapy. The therapy focuses on chronic patient after brain damage.

The first - theoretical part of the thesis contains especially definitions of biofeedback and virtual relality. It analyses possibilities of balance testing in detail.

The second - practical part of the thesis includes description of a virtual environment developed at the Joint Department of Biomedical Engineering of Czech Technical University and Charles University in Prague. The input and output examinations of two patients are compared and results of the therapy are evaluated. The examinations consist of subjective MiniBESTest and objective posturographic Complete Static Sensory Organization Test (CSSOT) and Faller Assessment. An objectification of the instantaneous effect of the therapy is evaluated by virtual reality games.

The discusion compares patient's and control group's examination findings. The results of the MiniBESTest, CSSOT and velocity of movement in virtual enviroment show improvement in postural stability.

Key words: virtual reality, postural stability, balance testing, posturography, brain damage, balance board

Obsah

Úvod.....	9
1 Teoretická část	10
1.1 Zpětná vazba v rehabilitaci	10
1.2 Poškození mozku	12
1.3 Posturální stabilita.....	13
1.4 Metody hodnocení stability.....	13
1.4.1 Posturografie	15
1.5 Fyzioterapeutické metody využívané k nácviku stability	18
1.6 Virtuální realita	19
1.7 Relaxace	21
2 Praktická část	23
2.1 Cíl práce	23
2.2 Metodologie	23
2.2.1 Kritéria pro výběr pacientů a kontrolní skupiny.....	23
2.2.2 Vyšetřovací metody	24
2.2.3 Techniky použité pro terapii a její průběh	26
2.3 Výsledky	29
2.3.1 Kontrolní skupina	29
2.3.2 Kazuistika 1	30
2.3.3 Kazuistika 2	37
Diskuze	46
Závěr	54
Použité zdroje	55
Seznam zkratk	63
Seznam obrázků.....	65
Seznam grafů	66
Seznam tabulek	67
Seznam příloh	68

Úvod

Téma této bakalářské práce „*Objektivní hodnocení poruch stability u pacientů po poškození mozku*“ jsem si vybrala, protože (posturální) stabilitu považuji za jednu z nejdůležitějších součástí běžného života, základ pro vykonávání běžných denních činností (Activity of Daily Living = ADL) a důležitou složku umožňující pacientovi navrátit se do domácího prostředí, ale i sociálního života. Tato práce se zabývá nejen metodami používanými k hodnocení (poruch) stability, nýbrž i fyzioterapií těchto poruch. Přesněji řečeno terapii využívající počítačovou technologii a biofeedback.

Terapie poruch stability bývá součástí rehabilitace u pacientů s neurologickou diagnózou (samozřejmě i s jinými diagnózami). Díky neustále se rozvíjející a zdokonalované počítačové i jiné technologii, je v terapii rovnováhy stále častěji využíváno těchto prostředků a velmi často s dobrými výsledky. Tento způsob nabízí nové možnosti, oproti zavedeným terapeutickým metodám, i když nevýhodou občas bývá technická, finanční a prostorová náročnost.

O aktuálnosti tématu této práce svědčí již zmiňovaný technologický rozvoj a, čím dál častější, využívání počítačových technologií v rehabilitaci. Dále je to použití konkrétního virtuálního prostředí, kde má pacient za úkol dostat se z bodu A do bodu B a při cestě musí přecházet silnice po přechodech pro chodce a rozhlížet se, aby ho nezajelo auto. O podobných virtuálních prostředích, které by se využívaly na území České republiky, se mi nepodařilo najít žádný literární zdroj. Příkladem zahraniční studie, zabývající se rozvojem a zhodnocením účinku terapie, může být nakupování ve virtuálním supermarketu (Laver et al., 2012).

Cílem této bakalářské práce je tedy zhodnocení účinku terapie zakládající se na vizuální zpětné vazbě. Jde o trénink stability, pomocí biofeedbacku, využívající pohyb ve virtuálním prostředí s využitím balanční plošiny Nintendo® Wii Balance Board. Základní otázkou této práce je zjištění účinnosti tohoto druhu terapie pro zlepšení rovnováhy u pacientů s poškozením mozku, traumatickým nebo v důsledku cévní mozkové příhody (CMP), a jsou v chronickém stádiu onemocnění.

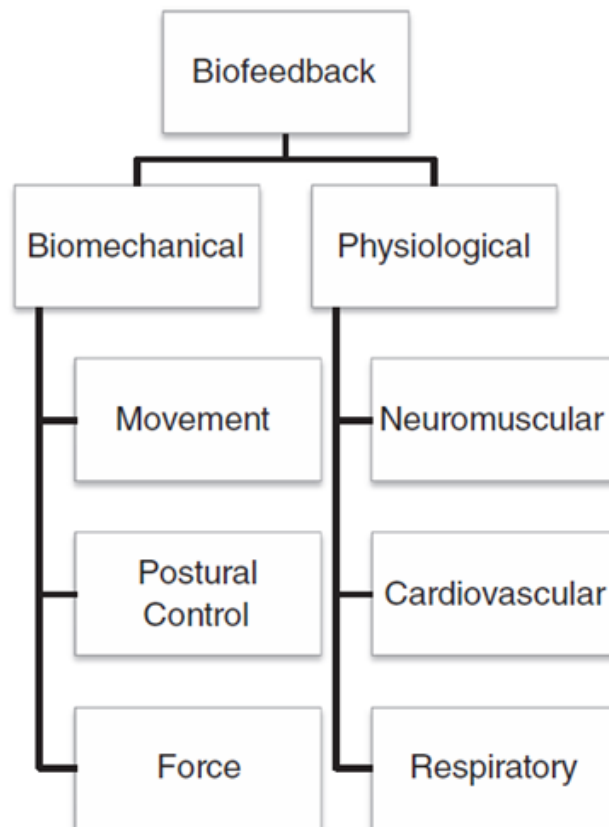
1 Teoretická část

1.1 Zpětná vazba v rehabilitaci

Biofeedback, nebo-li biologická zpětná vazba, je metodou, jejímž cílem je naučit jednotlivce kontrolovat a ovlivňovat nějakou fyziologickou funkci. K tomuto učení využívá přístroje, které podávají jednotlivci informace o dané funkci v reálném čase v závislosti na jeho jednání (Biofeedback, 2013).

Zpětná vazba (feedback) je nedílnou součástí rehabilitace, důležitá nejen při kontaktu terapeuta s pacientem (pacient dává svými reakcemi na terapii zpětnou vazbu terapeutovi), ale také využívaná k učení, zdokonalení či znovu získání ztracených schopností. Ve *Velké knize relaxace* se píše o využití biofeedbacku při relaxaci, poznávání vlastního těla a vědomém ovládní vegetativního systému (Blumenfeld, 1996).

Biofeedback, používaný ve fyzioterapii, lze rozdělit na biomechanický a fyziologický (EMG, měření srdeční frekvence, ...; viz obr. 1).



Obr. 1: Rozdělení biofeedbacku používaného v rehabilitaci (Giggins et al., 2013).

Dále ho lze rozdělit na vizuální, sluchový a haptický. V této kapitole se zaměřím na biofeedback biomechanický, který se zabývá sledováním pohybů těla, jeho silou a posturální stabilitou. Pro tyto účely se používají následující přístroje: "inertial sensors", "force plates", "electrogoniometers", "pressure biofeedback units", "camera based systems" (Giggins et al., 2013).

1) "Inertial sensors" (inerciální senzory) - malá zařízení (akcelerometry a gyroskopy) používaná na měření rychlosti a pohybu v daném segmentu těla a schopná převést tuto informaci do 3D modelu. Zpětná vazba nemusí být pouze vizuální, ale také taktilní či sluchová. Předběžné studie ukázaly pozitivní účinky terapií využívajících těchto senzorů především v oblastech posturální stability. Díky jejich velikosti se s výhodou využívají např. i pro kontrolu fyzické aktivity (Giggins et al., 2013).

2) "Force plate" (silová plošina) - plošina obvykle propojená s obrazovkou. Změny na plošině se projeví na obrazovce – jedná se tedy o vizuální zpětnou vazbu. Využívá se k úpravám rozložení váhy přenášené ploskami na podložku (v případě stoje na plošině), trénink stability atd. Pozitivních výsledků bylo dosaženo u ortopedických pacientů po aplikaci endoprotéz na dolní končetině (jednalo se o symetrii chůze) nebo při snížení rizika pádů u starších žen. Propojení více větších přístrojů i samotné řešení plošiny vyžaduje trénovat v místnostech k tomuto určených (Giggins et al., 2013).

3) "Electrogoniometer" – malý, nepříliš drahý přístroj, umístěný přímo na tělo člověka. Jeho účelem je měřit úhly v daném segmentu, u něhož se nachází, a na základě těchto informací podat vizuální nebo sluchovou zpětnou vazbu. Lze ho využít u pacientů po cévní mozkové příhodě pro snížení hyperextenze v kolenní či zlepšení kontroly pohybu v hlezenním kloubu při chůzi (Giggins et al., 2013).

4) "Pressure biofeedback unit" - přístroj, který cvičícímu poskytuje vizuální zpětnou vazbu. Jedná se o malé, relativně levné zařízení skládající se z nafouklého polštářku a měřiče tlaku. Těto jednotky se dá v praxi využít ke zjišťování správného a dostatečného zapínání břišních svalů např. při bolestech v oblasti bederní páteře (Giggins et al., 2013).

5) "Camera based systems" (systémy využívající kameru) - zahrnují použití prosté videokamery ke kvalitativnímu zhodnocení pohybu a dále systémy složené z více kamer, které poskytují 3D model pohybu. Složitější přístrojové vybavení pro 3D model je možné využít pouze v prostředí k tomuto určenému, bohužel není zatím dostatek studií pro jeho zhodnocení. Samotná kamera je ale využívána v rehabilitaci často. Lze ji

použit při rehabilitaci scapula alata. Nahrávky pořízené videokamerou jsou uplatňovány u pacientů po CMP k osvojení různých pohybových vzorců (Giggins et al., 2013).

Další metodou biomechanického biofeedbacku je využití virtuální reality (viz kapitola 1.6 Virtuální realita).

1.2 Poškození mozku

Existují různé příčiny vedoucí k poškození mozku. Lze sem zařadit, kromě traumatických poškození a poškození v důsledku cévní mozkové příhody (CMP), které zmíním trochu podrobněji níže, i onemocnění zánětlivá (např.: klíšťová encefalitis), onkologická (např.: gliomy), autoimunitní (např.: roztroušená skleróza mozkomíšní), degenerativní (např.: Parkinsonova choroba), důsledky vrozených onemocnění (např.: Wilsonova choroba) apod. (Ambler, 2011).

V této práci se zaměřím na traumatická poškození a poškození v důsledku CMP.

Traumatická poškození mozku vznikají následkem úrazů hlavy, jejichž součástí může být i fraktura lebky. Mezi primární poranění mozku patří například: komoce a kontuze mozku, které se projevují hlavně různou délkou ztráty vědomí a amnézií, k sekundárním se řadí různé hemoragie, edémy a hypoxie, jež mají dle velikosti buď ložiskové nebo celkové příznaky. V těžkých případech hrozí až smrt (Ambler, 2011).

Cévní mozkové příhody lze rozdělit na ischemické a hemoragické. Častější jsou ischemické (80 % všech CMP) vznikající hlavně v důsledku obstrukce velkých a středních cév (trombóza a embólie), méně časté jsou příčiny neobstrukční (hypoxie až anoxie). Ischemické CMP mívají ložiskovou symptomatiku a existuje u nich šance kompletní úpravy. Hemoragické (20 % všech CMP) vznikají především následkem arteriální hypertenze nebo rupturou cév, ovšem příčiny mohou být i iatrogenní (antikoagulační léčba). Dle velikosti krvácení je pak symptomatika buď celková (u velkých) nebo ložisková (u malých) (Ambler, 2011).

Celkově u všech druhů poškození mozku závisí prognóza na včasné diagnostice a započaté léčbě.

1.3 Posturální stabilita

Kolář et al. (2009) rozlišují posturální stabilitu, stabilizaci a reaktibilitu. Posturální stabilita - schopnost udržet tělo v dané statické poloze, aniž by došlo k pádu. Posturální stabilizace - stejná schopnost s tím rozdílem, že je tělo udržováno aktivně proti působícím zevním silám. Posturální reaktibilita - funkce zajištění stability při úmyslném aktivním pohybu těla nebo jeho končetin. Pro jakýkoliv cílený pohyb musí na těle existovat pevný bod, který umožní navazujícím segmentům daný pohyb realizovat. Základem tohoto pevného bodu je současná aktivace bránice, pánevního dna, svalů břišních (hlavně m. transversus abdominis) a zádových (hlavně m. multifidus). Kdyby k tomuto nedocházelo, byl by člověk jako hadrový panák bez možnosti volního pohybu.

Studie z roku 2014 definovala jádro stability jako neuromuskulárně kontrolovanou schopnost zaujmout a zachovat kontrolu nad držetím trupu v klidu nebo při pohybu. Autoři dále zmiňují důležitý podíl svalů břišních a m. multifidus (nezmiňují účast bránice a svalů pánevního dna) (Majewski-Schrage et al., 2014).

Na úrovni nervové soustavy se nacházejí další důležitá centra ovlivňující udržení rovnováhy především ve stoji a chůzi, ale i v sedě. Ty zpracovávají senzorké podněty proprioceptivní, zrakové a vestibulární, díky kterým získá osoba informaci o poloze a pohybu svého těla v prostoru i o uspořádání okolního prostředí (Kolář et al., 2009).

Mozek je důležitou strukturou, která se podílí na řízení stability, v případě jeho poškození zde existuje šance, že budou zasaženy i části podstatné pro udržení stability. Nemusí to být ovšem pouze neurologická příčina, která způsobí poruchu udržení stability, jak vyplývá z výše uvedeného textu. Často se můžeme s těmito problémy setkat u poruch muskulo-skeletálního aparátu nebo u starších osob, u nichž došlo vlivem pokročilého věku k systémové degeneraci (Mancini a Horak, 2010).

1.4 Metody hodnocení stability

Existuje mnoho metod, které se používají pro hodnocení stability a poruch jednotlivých systémů, jež se na ní podílejí. Některé jednoduché testy, mezi fyzioterapeuty obecně známé, jsou zaměřeny na vyšetření stoje (Rombergův příznak), vestibulárního systému (Rombergův a Hautantův příznak, chůze dle Unterbergera),

propriocepce (polohocit, pohybocit) apod. (Ambler, 2011). V této kapitole se zaměřím na testy časově náročnější.

Mancini a Horak (2010) rozdělují testy pro hodnocení stability do tří skupin: praktické, systémové a objektivní (viz příloha 1).

Do první skupiny patří např. hojně využívaný Berg Balance Scale. Jde o metodu jednoduchou, rychlou a, v neposlední řadě, levnou, která má za úkol předpovědět riziko pádu a dle toho určit, zda pacient potřebuje terapii za účelem zlepšení v tomto směru. Mezi nevýhody této metody patří především tzv. stropní efekt (v anglickém jazyce "ceiling effect") omezující využitelnost tohoto testu původně vyvinutého pro hodnocení stability u starších osob (Mancini a Horak, 2010; Pollock et al., 2011).

Druhá skupina metod, systémová hodnocení, se nezaměřuje pouze na zjištění, zda je u testované osoby zvýšené riziko pádu, ale také určuje oblasti, v nichž má pacient problém a co je jeho příčinou. Z výsledku lze tedy určit, která z terapeutických metod je pro pacienta lepší - přímo zaměřená na postiženou oblast. Nevýhodou je, stejně jako u první skupiny, subjektivita hodnocení - využívání bodových škál, kdy získané výsledky mohou být značně ovlivněny kvůli předsudkům a zaujatosti lékaře/terapeuta. Do této skupiny patří například Balance Evaluation Systems Test (BESTest) (Mancini a Horak, 2010).

MiniBESTest (viz příloha 2), který jsem použila ve své bakalářské práci, je zkrácenou verzí BESTestu. Z původních 30 minut postačí na testování pouhých 10 až 15 minut a z výsledku se dá určit, která část, nutná pro udržení stability, je postižena. Nevýhodou je, že nehodnotí riziko pádu a k jeho provedení je nutné určité vybavení (pěnová podložka, židle atd.). Jeho součástí je též test TUG (Timed Up and Go) i s "dual task", jež patří do první ze tří výše zmíněných skupin. Jedná se o nejkratší a nejjednodušší test stability. Vzhledem k tomu, že využívá stopky (tedy kvantitativní hodnocení) je z prvních dvou uvedených skupin nejobektivnější (Mancini a Horak, 2010).

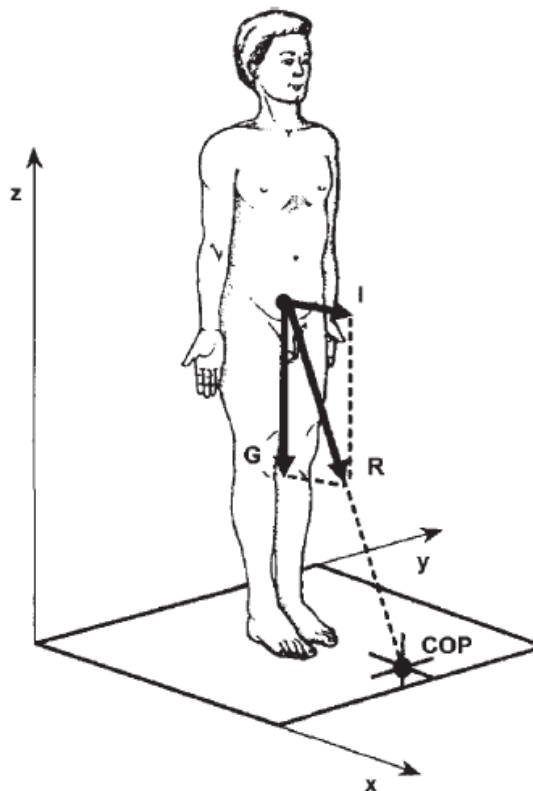
Jak název třetí skupiny napovídá (objektivní hodnocení), jde o testování přístrojové, jehož výsledky jsou kvantitativní. Nevýhodou je samozřejmě nutnost zařízení, které nemusí být zrovna levné a malé. Do těchto metod se kromě "inertial sensors" (viz kapitola 1.1 Zpětná vazba v rehabilitaci), kde zařízení připevňující se přímo na tělo jsou malé a bezdrátové, řadí i posturografie, která využívá již zmiňovanou "force plate" (viz kapitola 1.1 Zpětná vazba v rehabilitaci) (Mancini a Horak, 2010). Oba tyto přístroje se dají využít i při/pro terapii.

1.4.1 Posturografie

Pojem posturografie je často zaměňován s pojmem stabilometrie a občas jsou tyto termíny používány shodně. V zahraniční literatuře se setkáváme častěji s pojmem posturografie, ale dle mého názoru není tento pojem zcela přesný, neboť se při měřeních zabývá posturální stabilitou, nikoli posturou. V této práci se chci držet pojmů posturograf a posturografie, jelikož, jak již bylo zmíněno, jsou tyto pojmy užívány častěji.

Pro tuto práci je nutné vymezit několik základních pojmů používaných v souvislosti s vyšetřením na posturografu.

- Působiště reakční síly (center of pressure = COP) - matematicky získaný bod, který vzniká průmětem působících tlakových sil do silové plošiny (viz obr. 2) (Kolář et al., 2009). Jeho trajektorii po plošině, která je podstatná pro získání výsledků měření, lze vypočítat různými způsoby. Wollseifen (2011) uvádí a porovnává tři metody ("convex hull", "principal component analysis", "mean circle area"), které jsou ovšem nad rámec této práce. Vizualizace COP je poté možná pomocí stabilogramu a/nebo statokineziogramu (viz příloha 3; Duarte a Freitas, 2010).



Obr. 2: Odvození COP osoby stojící na silové plošině (Wollseifen, 2011).

- Stabilogram - záznam pohybu COP v závislosti na čase. V grafu jsou zvlášť křivky pro anteroposteriorní posun COP a pro mediolaterální posun COP (Duarte a Freitas, 2010).
- Statokineziogram - grafické znázornění průběhu změn COP ve všech směrech (anteroposteriorním i mediolaterálním) po celou dobu měření (Duarte a Freitas, 2010).
- Globální analýza - číselné výpočty odvozené ze stabilogramu a statokineziogramu. Patří sem například: celková délka trajektorie změny COP, odchylka COP od průměrné polohy za časový interval, amplituda (maximum a minimum) výchylky COP ve směru anteroposteriorním a mediolaterálním, rychlost změny COP (pro každý směr zvlášť nebo pro oba dohromady), plocha odvozená ze statokineziogramu (Duarte a Freitas, 2010).
- Statická posturografie - metoda sloužící k přesnému měření výkyvů COP při klidném stoji, z čehož se dá též usuzovat na účinnost terapie. Dále je schopna určit riziko pádu. Nemůže ale definovat o jaké postižení se u testované osoby jedná, jelikož "kymácení" není specifickým ukazatelem (Mancini a Horak, 2010).
- Dynamická posturografie - určuje, které systémy, podílející se na udržování rovnováhy, jsou postiženy. Používá k tomu "Sensory Organization Test" (SOT) měřící výkyvy těžiště na základě navozené vnější sensorické změny (Mancini a Horak, 2010). Tento test bývá často používán u pacientů po poškození mozku (Pickett et al., 2007; Lei-Rivera, 2013).

Kolář et al. (2009) zmiňují několik systémů, které jsou nejčastěji využívány při vyšetřování poruch stability a používají silovou plošinu. Jsou to: NeuroCom, AMTI, Bertec a Kistler. Systém využívaný na Klinice rehabilitačního lékařství 1. LF UK a VFN je ovšem od francouzské firmy Synapsys.

1) NeuroCom® - jedna z obchodních značek firmy Natus Medical Incorporated zahrnující počítačové systémy pro hodnocení a terapii poruch mobility a stability (Natus, 2015). Mezi produkty tohoto oddělení patří:

- a) NeuroCom® EquiTest® - dynamická posturografie skládající se ze tří testů: Sensory Organization Test (SOT), Motor Control Test (MCT) a Adaptation Test (ADT) (Natus, 2015).
- b) NeuroCom® Balance Master® - produkt zahrnující hodnocení a trénink stability s využitím vizuální zpětné vazby, zaměřený na poruchy stability způsobené poškozením sensorických systémů a/nebo poškozením volní motorické kontroly. Používá stabilní i labilní povrchy a statické i pohyblivé promítané/vizuální prostředí (Natus, 2015).

c) NeuroCom® Clinical Research System (CRS)TM - kombinace několika systémů umožňující lékařům/terapeutům napodobit, při testování stability, situace z reálného světa a zhodnotit tak vliv těchto situací na rovnováhu testovaného jedince (Natus, 2015).

d) NeuroCom® inVision - systém hodnocení zrakové ostrosti a stálosti pohledu při pohybech hlavy. Tyto dvě schopnosti mohou souviset s poruchou vestibulárního aparátu projevující se i poruchami stability. Lze ho využít též k terapii (Natus, 2015).

2) Advanced Mechanical Technology, Inc. (= AMTI) - podnik vyrábějící různé přístroje používané v lékařství. Mezi produkty této společnosti patří, mimo jiné, velké množství silových plošin o různé velikosti, rychlosti reakce a možnosti uplatnění (hodnocení/terapie: stability, chůze, různých sportovních aktivit jako je běhání, skákání apod.). Ke svým produktům vyvíjejí také software, jak pro zhodnocení a porovnání výsledků, tak i pro terapii a trénink (AMTI, [2015]).

3) Bertec - firma zaměřená na vývoj technologií a softwaru používaného k vyšetření i terapii stability, chůze a dalších pohybových aktivit. Své produkty nabízí ve standardních balíčcích, které jsou vhodné pro konkrétní druh pohybové aktivity. Jsou zde i systémy používané k terapii stability s využitím vizuální zpětné vazby (Bertec, 2015).

4) Kistler - firma vyrábějící technologie používané především pro dynamická měření nejen v lékařství, ale i v dalších odvětvích. Pro vyšetření a terapii stability, chůze a sportovních aktivit nabízí několik druhů silových plošin. Kombinací více produktů se lze zaměřit na biomechaniku, kineziologii a/nebo ergonomii. Ke svým produktům vyvíjí též software (Kistler, 2014).

5) Synapsys - podnik, mezi jehož produkty patří Synapsys Posturography System (SPS; viz obr. 3). Jde o přístroj a software, který se používá k hodnocení a terapii poruch rovnováhy. Pomocí SOT a porovnání s uloženými daty je schopný určit, který ze sensorických systémů, majících vliv na udržení rovnováhy, je poškozen (Synapsys, [2013]). Součástí jsou i další testy zaměřené například na riziko pádu (Faller Assessment = FA).



Obr. 3: Synapsys Posturography System (Synapsys, [2013]).

1.5 Fyzioterapeutické metody využívané k nácviku stability

Existuje mnoho fyzioterapeutických přístupů, jež lze využít při terapii rovnováhy. Pro výběr metody jsou důležité možnosti, které má daný terapeut (např. přístroje, pomůcky) a samozřejmě i individualita pacienta a jeho postižení. Jiná metoda je vhodná při postižení vestibulárního aparátu, jiná při poruchách propiocepce atd. Některé metody jsou založené na opakování stejných pohybů, což může vést ke ztrátě motivace u pacienta (Gil-Gómez et al., 2011).

Mezi nepřístrojové metody, tedy takové, které nevyužívají pro terapii žádný přístroj, patří např.: cvičení dle Frenkela, Bobath koncept, metoda Roodové a senzomotorická stimulace (Šidáková, 2009). Existuje jich veliké množství, neboť vznikají stále nové a nové přístupy. Fyzioterapeut by měl mít přehled alespoň o těch základních, aby mohl lépe určit metodu, která by pacientovi nejvíce vyhovovala, a mohl mu nabídnout alternativy a doporučení.

Další metody, jež jsou stále více využívány v terapii stability a dalších dysfunkcí, jsou přístrojové. Je tomu tak i kvůli stále více se rozvíjející počítačové a jiné technologii. Tyto metody používají především trénink ve virtuální realitě (viz kapitola 1.6 Virtuální realita) k čemuž využívají různé přístrojové systémy jako např. treadmill a balanční plošiny.

1.6 Virtuální realita

Virtuální realita (VR) je počítačem vytvořené prostředí, kam je člověk buď "umístěn a pohybuje se v něm" nebo je s ním "propojen" jiným způsobem, ale výsledkem je vždy vzájemné působení člověk - virtuální prostředí (Virtual reality, 2013).

Využití této metody v rehabilitaci je záležitostí posledních pár let a souvisí s rozvojem počítačové technologie (Iosa et al., 2012). Jednou z výhod je možnost využití u lidí, kteří se vzhledem k různým dysfunkcím nemohou pohybovat v prostředí, které by z bezpečnostních (riziko pádu) nebo kognitivních (paměť) důvodů nemohli navštívit. Zároveň se VR využívá k terapii právě i těchto nedostatků. Používá se především ke zlepšování motorických funkcí horních končetin či tréninku posturální stability u neurologických pacientů, kteří dostávají zpětnou vazbu vizuální, sluchovou i haptickou. Další výhodou je větší motivace pacientů ke cvičení díky tomu, že se terapie odehrává ve virtuálním prostředí. To bývá zábavnější a smysluplnější z hlediska aktivit denního života (Activity of Daily Living = ADL), a proto do něj vkládá pacient více energie - terapie je tedy intenzivnější (Giggins et al., 2013).

Vzhledem k nedostatku aktuálních článků na dané téma, jež by byly psané českými vědci/lékaři/apod., nemohu posoudit používání VR v rehabilitaci v České republice (ČR) v současnosti. Jediným zdrojem, který jsem našla a pojednává o tomto tématu v ČR, je pilotní studie z roku 2012. Ta se věnuje hodnocení účinku rehabilitace využívající aktivní interakci tří pacientů po cévní mozkové příhodě (CMP) s virtuálním prostředím. Ovšem v této studii se využívala herní konzole Xbox 360® a snímač pohybu Kinect® (Kolářová et al., 2012). Ve své bakalářské práci jsem pro interakci pacientů s virtuálním prostředím použila balanční plošinu Nintendo® Wii Balance Board (viz níže).

Časté uplatnění VR nalézá v rehabilitaci poruch stability u osob s Parkinsonovou nemocí (Heuvel et al., 2013). Jednou z dalších možností využití VR je rehabilitace kognitivních funkcí. V jedné z prací autoři použili k trénování paměti s pacienty nakupování ve virtuálním obchodě (Yip a Man, 2013). U pacientů po CMP je tento druh rehabilitace využíván hlavně pro terapii stability nebo zlepšení funkce paretické horní končetiny, jak již bylo zmíněno výše (Turolla et al., 2013; Kolářová et al., 2012). Existuje i studie, která se zabývala využitím terapie s VR u pacientů v akutních stádiích

po CMP a uvádí dobré výsledky při zahrnutí VR do konvenční terapie (Rajaratnam et al., 2013).

V této kapitole se zaměřím na využití VR v terapii poruch stability u pacientů po poškození mozku traumatickém či v důsledku CMP.

V souvislosti s terapií s využitím VR je nutné zmínit, co je podstatné pro to, aby se osoba v tomto prostředí mohla pohybovat. Jelikož jde o prostorové vnímání, potřebuje mít lidský mozek ve virtuálním (i reálném) prostředí zachytné/orientační body (landmarks; viz obr. 4). Do virtuálního prostředí se musí tyto body vložit. Jde například o stromy, lavičky, sloupy veřejného osvětlení. Pokud má osoba pohybující se ve VR k dispozici orientační body, vytvoří si mezi nimi cesty (route) a celé prostředí si tím zmapuje (survey). Vzniknou tak kognitivní mapy. Této teorii se říká v anglickém jazyce "*the landmark-route-survey (LRS) model of navigation*" (Wallet et al., 2009; Arnold et al., 2013).



Obr. 4: Příklady orientačních bodů ve virtuálním prostředí: lavička (A), strom (B), fontána (C) a lampa (D) (Arnold et al., 2013).

Pohyb ve virtuálním prostředí je zprostředkován počítačem, s nímž je propojeno uživatelské rozhraní (přístroj), pomocí kterého pacient s prostředím interaguje. Toto rozhraní se na základě aktivity uživatele může dělit na pasivní (joystick) a aktivní (treadmill). V této práci bude rozhraním balanční plošina Nintendo® Wii Balance Board, která se nezařazuje do aktivních rozhraní, ale blíží se jim. Pohyb ve VR je umožněn posunem COP pacientem stojícím na plošině a též díky čtyřem tlakovým senzorům umístěným na její spodní části (Teixeira et al., 2012).

Balanční plošina Nintendo® Wii Balance Board se často a s dobrými výsledky používá u pacientů či starších lidí ke zlepšení stability. Existuje mnoho her, které jsou spojeny s touto plošinou a nalézají oblibu nejen u lidí s postižením, ale i u široké veřejnosti. Ne všechny osoby jsou ale schopny např. pochopit úkoly, které mají ve hrách splnit, a tak došlo k rozvoji nových her stavěných na míru pro různé pacienty. Ty nejjednodušší hry jsou pro osoby se špatnými kognitivními funkcemi. Ve většině her používaných v rehabilitaci se nejčastěji, pomocí posunu COP po plošině, přemisťují různé předměty ve VR. Hry jsou pak ovládány třemi různými způsoby posunování COP: v jedné ose (medio-laterální či předozadní), ve dvou osách (kombinace medio-laterální a předozadní) nebo na základě posunu COP do všech směrů po plošině (Goble et al., 2014).

Na tomto místě je vhodné uvést, že lze tento způsob terapie, respektive využití VR, použít i v domácím prostředí, takže není nutné, aby pacienti často docházeli na specializovaná pracoviště. V takovém případě mohou být data přenesena on-line (pomocí Wi-Fi) či off-line (Flash disk) k lékaři/terapeutovi, což umožní kontrolu cvičení na dálku. Dále je také možné využít data z některých programů i k hodnocení stability a nejen k samotné terapii (Bohunčák et al., 2012).

1.7 Relaxace

Do průběhu terapie bude též zařazena krátká relaxace, a proto se o ni na tomto místě stručně zmíním.

Synonymem pro slovo relaxace by mohlo být uvolnění. V původním významu se týkala svalových vláken, ale nyní je chápána jako uvolnění nejen fyzické ale i psychické. Častým důvodem pro relaxování jsou negativní příznaky stresu (behaviorální, emocionální a hlavně fyziologické). Ten je v dnešní době velmi častým problémem, se kterým se potýká snad téměř každý. Dnes však postrádá dávný smysl,

a to připravení organismu na boj nebo útek. Nyní se může spolupodílet na vzniku některých nemocí (hypertenze, žaludeční vředy atd.) (Drotárová a Drotárová, 2003).

Po poškození mozku dochází často k neuromuskulárním poruchám. Opět záleží na postižené části mozku, kde se daný problém vyskytne a na toto místo se poté může zaměřit relaxace, pokud nejde o relaxaci celého těla. Guercio et al. (2001) popisují kladný účinek relaxace u pacientů trpících tremorem a dysartrií v důsledku poškození mozku.

Relaxačních metod je dlouhá řada a každý jedinec si může vyzkoušet a vybrat jemu nejvíce vyhovující přístup. Relaxace jsou různě časově náročné, některé vyžadují pomůcky atd. Patří sem: masáže, aromaterapie, dechové relaxace, Schultzův autogenní trénink, Jacobsonova progresivní relaxace, prvky jógy a mnoho dalších (Drotárová a Drotárová, 2003).

Podstatná část zvládnání stresových obtíží je i úprava životosprávy: hospodaření s časem, spánek, stravování, zapojení pohybových aktivit, sociální kontakty apod. (Drotárová a Drotárová, 2003). Samotnou úpravou těchto aktivit lze někdy úplně vyřešit psychické i fyzické obtíže.

2 Praktická část

2.1 Cíl práce

Cílem této bakalářské práce je zhodnocení účinku terapie stability, která je založená na pohybu ve virtuální realitě. Jde tedy o trénink s využitím vizuálního biofeedbacku.

Základní otázkou je zjištění, zda-li má tento způsob terapie vliv na zlepšení stability u pacientů, kteří prodělali CMP nebo u nich došlo k traumatickému poškození mozku a nacházejí se v chronickém stádiu onemocnění.

2.2 Metodologie

2.2.1 Kritéria pro výběr pacientů a kontrolní skupiny

Pro terapii ve virtuálním prostředí, které se věnuji v této práci, byli vybráni dva pacienti po poškození mozku. Indikační kritéria jsou:

- porucha stability v důsledku poškození mozku,
- chronické stádium onemocnění,
- věk mezi 18 a 70 lety,
- schopnost stoje a chůze (na vzdálenost alespoň 10 m) bez kompenzační pomůcky (chodítka, hole apod.),
- schopnost pochopit instrukce podávané během vyšetření a terapií.

Pouze dva pacienti byli vybráni kvůli časové náročnosti terapií. Pro tuto konkrétní terapii jsou též následující kontraindikace:

- epilepsie,
- významné poruchy zraku a/nebo sluchu,
- spasticita bránící symetrickému stoji,
- závažná psychiatrická onemocnění, která by mohla vyústit v poškození okolí nebo vlastní osoby,
- kognitivní porucha (Mini-Mental State Examination 26 a méně),
- nespolupráce pacienta,
- neschopnost stoje a chůze (na 10 m).

Poslední dva body jsou spíše relativními kontraindikacemi. Důvodem pro přerušení terapie jsou subjektivní pocity dyskomfortu (bolesti hlavy, nauzea atd).

Pacienti byli písemně informováni o obsahu vyšetření a terapií, podepsali informovaný souhlas (soubor na CD). Také souhlasili s použitím fotografií a videozáznamu v této práci, které by mohly být pořízeny během vyšetření a terapií.

Jelikož se jedná o vyzkoušení nového virtuálního prostředí, bylo vhodné tuto metodu vyzkoušet i na několika zdravých jedincích (slovo "zdravých" v tomto případě znamená s neporušenou posturální stabilitou). Vybrala jsem celkem pět osob z mého blízkého okolí. Jednalo se o dospělé jedince ve věku 27 až 70 let a všichni dali ústní souhlas s použitím získaných informací v této práci.

2.2.2 Vyšetřovací metody

Pacienti, kteří se účastnili terapie ve virtuálním prostředí, podstoupili i vstupní a výstupní vyšetření. Kromě těchto vyšetření byla součástí hodinových terapií také objektivizace okamžitého účinku terapie.

Vyšetření se skládalo z případové studie – kazuistiky. Kromě anamnézy a kineziologického rozboru (včetně bráničního testu) byly ve vstupní části vyšetření i speciální testy stability. Ze subjektivně hodnocených testů jsem použila MiniBESTest a z objektivních metod jeden statický a jeden dynamický test na posturografu. Výstupní vyšetření se sestávalo z výše uvedených testů stability a z bráničního testu.

Brániční test (Kolář et al., 2009) byl použit ze dvou důvodů. Prvním je schopnost zapojení bránice v souhře se svaly břišního lisu a pánevního dna, což jsou stejné svaly podstatné pro udržení posturální stability (viz kapitola 1.3 Posturální stabilita). Druhým důvodem je zjištění účinku dechové relaxace, která byla zaměřena na břišní dýchání.

MiniBESTest (viz příloha 2) je zkrácenou variantou BESTestu a hodnotí pouze dynamickou stabilitu. Obsahuje 14 úkolů a trvá 10 až 15 minut, oproti původní verzi mající 36 úkolů a trvající přes 30 minut. Z původních 6 skupin, do kterých jsou úkoly rozděleny, obsahuje krátká verze jen některé úkoly z posledních 4 skupin (Franchignoni et al., 2010). Tyto skupiny se nazývají:

- 1) změny - anticipace posturálního nastavení,
- 2) reaktivita posturální odpovědi,
- 3) senzorická orientace,
- 4) stabilita při chůzi

(názvy skupin jsou převzaty z diplomové práce: Otta, 2013). Každý úkol se hodnotí od 0 do 2 bodů, každá skupina zvlášť a také všechny dohromady. V BESTestu se dosažený počet bodů vyjadřuje procentuálně, a proto jsem i já v této práci použila tento způsob hodnocení u MiniBESTestu.

Ze statických posturografických vyšetření byl vybrán Complete Static Sensory Organization Test (CSSOT). Skládá se z několika úkolů:

- 1) statický stoj na pevné podložce s otevřenými očima, 20 s (oční kontrola přes pevný bod na plátně před vyšetřovaným),
- 2) statický stoj na pevné podložce se zavřenými očima, 20 s,
- 3) statický stoj na pevné podložce s otevřenými očima, 20 s (oční kontrola přes pohyblivou pavučinu na plátně před vyšetřovaným - pohyb pavučiny závisí na pohybu COP po plošině posturografu),
- 4) statický stoj na měkké podložce s otevřenými očima, 20 s (oční kontrola přes pevný bod na plátně před vyšetřovaným),
- 5) statický stoj na měkké podložce se zavřenými očima, 20 s,
- 6) statický stoj na měkké podložce s otevřenými očima, 20 s (oční kontrola přes pohyblivou pavučinu na plátně před vyšetřovaným - pohyb pavučiny závisí na pohybu COP po plošině posturografu),
- 7) stoj na pevné podložce s otevřenými očima - limity stability.

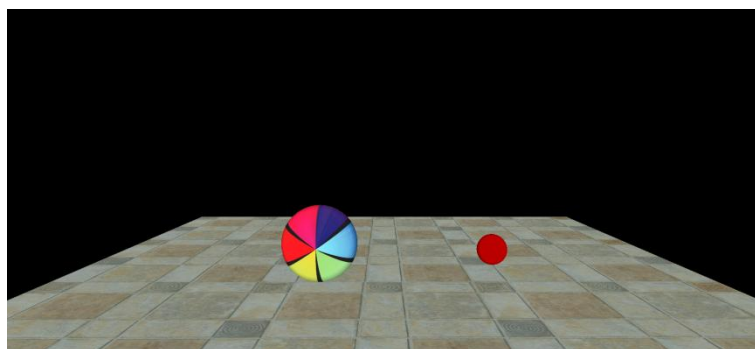
Každý z úkolů se provádí dvakrát (mimo úkolu 7). Tento test je schopen určit, který ze systémů podílejících se na udržení rovnováhy je poškozen.

Z dynamických posturografických vyšetření byl použit Faller Assessment (FA). Ten se skládá ze 4 úkolů dynamických a jednoho statického, který je součástí i CSSOT (viz výše pod bodem 7). Dynamické části jsou:

- 1) stoj s otevřenými očima, 51 s – posun plošiny v anteroposteriorním směru náhlý (oční kontrola přes pevný bod na plátně před vyšetřovaným),
- 2) stoj se zavřenými očima, 51 s – posun plošiny v anteroposteriorním směru náhlý,
- 3) stoj s otevřenými očima, 25 s – posun plošiny v anteroposteriorním směru plynulý (oční kontrola přes pevný bod na plátně před vyšetřovaným),
- 4) stoj se zavřenými očima, 25 s – posun plošiny v anteroposteriorním směru plynulý.

Software poté vyhodnotí riziko pádu u pacienta.

Objektivizace okamžitého účinku terapie byla provedena pomocí programu StereoBalance 2.0 vyvinutým na Společném pracovišti biomedicínského inženýrství FBMI a 1. LF UK (Bohunčák et al., 2012). Použila jsem scénu "Hra s míči" (viz obr. 5) a předvolby "level 1" a "cas 1" obě ve 2D provedení.



Obr. 5: Příklad virtuálního prostředí ve scéně "Hra s míči".

Podstatou "level 1" je přesnost chytání míčů na virtuální šachovnici s pomocí změny COP na balanční plošině Nintendo® Wii Balance Board. Oba pacienti i každý účastník z kontrolní skupiny podstoupili toto cvičení 2x před a 2x po terapii/odzkoušení virtuálního prostředí. V předvolbě "cas 1" je za úkol trefit ve dvou minutách co nejvíce míčů a co nejpřesněji. "Cas 1" byl podstoupen pouze 1x před a 1x po terapii/odzkoušení virtuálního prostředí. Výstupem těchto testů je číselná hodnota – skóre s maximálním možným dosažením 100 bodů a vypovídá o přesnosti pohybu na virtuální šachovnici mezi jednotlivými míči. Vliv tréninku ve virtuálním prostředí na stabilitu jsem poté odvodila z dat získaných při vstupním a výstupním objektivizačním testu.

2.2.3 Techniky použité pro terapii a její průběh

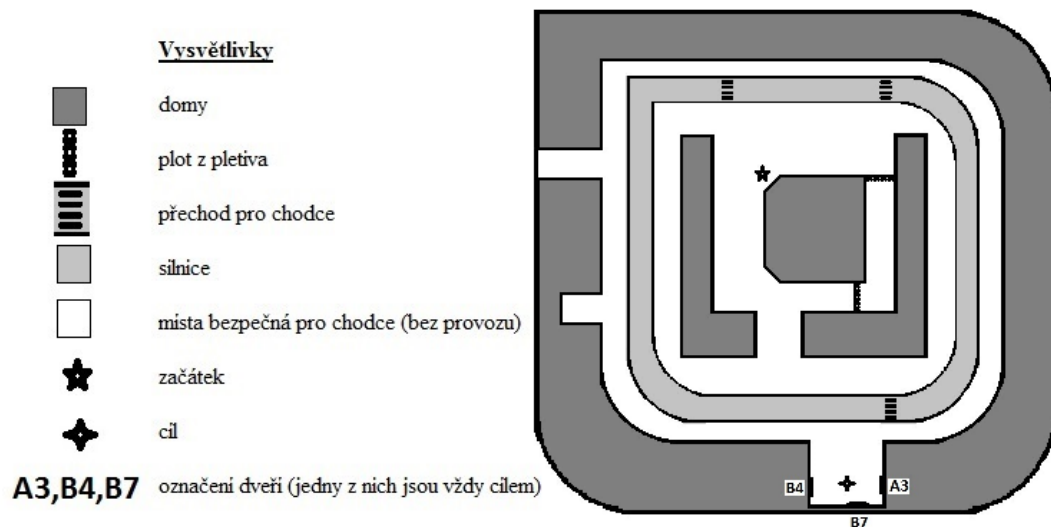
V úvodu této kapitoly bych ráda zmínila, že pro terapii ve virtuálním prostředí bylo zapotřebí nastavit citlivost balanční plošiny. Ta se odvíjí od hmotnosti osoby, která na plošině stojí, a také od toho, s jakou citlivostí se dané osobě nejlépe pracuje. Hrubý odhad citlivosti jsem určila sama i s pomocí závaží, které jsem držela v rukách. Dále mi pomáhala moje maminka, jež je zdravotně postižená. Z takto získaných údajů jsem vytvořila graf (viz příloha 5), ze kterého jsem vycházela u nastavení citlivosti plošiny

u kontrolní skupiny. Jedinci z této skupiny mi pomohli nastavit citlivost pro ně vyhovující. Z takto získaných údajů jsem poté vycházela u pacientů.

Oba pacienti podstoupili 8 hodinových terapií v laboratoři virtuální reality na Společném pracovišti biomedicínského inženýrství FBMI a 1. LF UK. Každá terapie se skládala z několika částí:

- 1) Dechová relaxace, zaměřená na břišní dýchání, se odehrávala vsedě a trvala 10 minut. Sed byl vzpřímený - zkorigovaný. Dlaň jedné horní končetiny spočívala volně pod dolními žebry, druhá v oblasti pod pupkem. Pacienti dýchali zvolna do oblasti břicha, kde měli položené ruce. Při relaxaci byla využita i relaxační hudba (Relax and listen to...: Beautiful day, 2007). Tento typ relaxace byl využit, protože k jeho účinku není potřebný dlouhý časový interval a jedinec je schopný v tomto krátkém čase zrelaxovat celé tělo najednou. Zároveň se při břišním dýchání zapojuje bránice podstatná pro udržení stability (viz kapitola 1.3 Posturální stabilita).
- 2) Stimulace plosek nohou masážním míčkem 2 až 3 minuty. Tuto část prováděli pacienti sami vsedě, krouživými pohyby ploskou po míčku.
- 3) Chytání míčů na virtuální šachovnici pomocí programu StereoBalance 2.0, stolního počítače, projektoru, promítacího plátna a balanční plošiny Nintendo® Wii Balance Board. Použila jsem scénu "Hra s míči" a předvolby "level 1" a "cas 1" ve 2D (podrobněji popsáno v kapitole 2.2.2 Vyšetřovací metody).
- 4) Terapie poruch stability ve virtuálním prostředí, které bylo vytvořeno pro terapeutický účel z videohry Half Life 2 (vyvinuta firmou Valve Corporation). Osoba se v tomto virtuálním prostředí, které vidí před sebou na plátně, pohybuje pomocí posunu COP po balanční plošině Nintendo® Wii Balance Board. Úkolem této osoby je dostat se z bodu A do bodu B. Vždy jde o nalezení správných dveří (jediných dveří, které jdou otevřít v daném prostředí). Ve třech ze čtyř možných prostředí musí osoba pohybující se ve VR chodit přes ulici po přechodech pro chodce a dávat pozor, aby nebyla zajata autem (viz obr. 6 a 7; videa s ukázkami pohybu pacientů ve virtuálním prostředí jsou na CD). Ve čtvrtém prostředí se pohyb osoby odehrává v domě, kde riziko zajetí autem nehrozí.
- 5) Chytání míčů na virtuální šachovnici (viz bod 3 této kapitoly).

Porovnáním získaných číselných hodnot z objektivizačních testů (bod 3 a 5) bylo usuzováno na okamžitý účinek terapie.



Obr. 6: Nákres virtuálního prostředí z ptačího pohledu.



Obr. 7: Pacient, stojící na balanční plošině, se pohybuje ve virtuálním prostředí (vlevo).

Ukázka virtuálního prostředí s přechodem pro chodce (vpravo nahoře). Místo odkud začíná pohyb - na zdi je označení dveří, jež si musí pacient zapamatovat (vpravo dole).

2.3 Výsledky

2.3.1 Kontrolní skupina

Jak již bylo zmíněno v kapitole 2.2.1 Kritéria pro výběr pacientů a kontrolní skupiny, tak se na této práci zúčastnili i jedinci s neporušenou posturální stabilitou, což bylo ověřeno následujícími testy:

- Rhombergův stoj I, II a III
- stoj na jedné DK po dobu 20 s, s otevřenýma očima
- tandemový stoj s otevřenýma očima

U všech pěti jedinců byl Rhombergův příznak negativní a stoj na jedné DK i tandemový stoj zvládli bez problémů se stabilitou (bez pádu a bez titubací).

Výše zmínění jedinci se dostavili na Společné pracoviště biomedicínského inženýrství FBMI a 1. LF UK. Zde se zúčastnili asi 3 minutového vstupního objektivizačního testu (2x "level 1" a 1x "cas 1" - viz kapitola 2.2.2 Vyšetřovací metody), následovalo odzkoušení virtuálního prostředí a celá jejich účast na této práci byla ukončena asi 3 minutovým výstupním objektivizačním testem (shodným se vstupním). Vše se odehrávalo s pomocí balanční plošiny Nintendo® Wii Balance Board a využitím stolního počítače s příslušným softwarem.

Výsledky získané u kontrolní skupiny (soubor na CD) jsou použity pro zhodnocení účinku terapie u dvou pacientů (viz kapitola Diskuze).

2.3.2 Kazuistika 1

Pacient: J. H., 1948, muž

Diagnóza: stav po ischemické CMP

Anamnéza:

NO a následná rehabilitace:

- 2011 (prosinec) - trombóza DK
- 25.1. 2012 - CMP v důsledku trombózy; odvezen na chirurgii do ÚVN (Střešovice), kde strávil 9 dnů
- únor/březen 2012 - měsíční rehabilitace na KRL 1.LF UK a VFN
- 1/2 roku 2012 - rehabilitace v lázních Velké Losiny
- 1/2 roku 2013 - rehabilitace v lázních Jáchymov
- léčil se se závratěmi, které nyní neguje

RA:

- Leydenská mutace (asi z matčiny strany - pacient uvádí, že matka zemřela ve věku přes 90 let, ale nezná příčinu)

OA:

- žádná závažná onemocnění ani fraktury atd.

FA:

- Xarelto 20 mg, Prestarium neo

Abúzus:

- odhaduje na 4 alkoholové jednotky týdně
- kouřil od 14 let do 63 let 20 cigaret denně

Alergie:

- neguje

PA:

- byl servisní technik, nyní SD; pravák

SA:

- bydlí sám v bytě ve 3. patře s výtahem; soběstačný

Zájmy:

- houbaření, zahrádkaření (na chalupě)

Sporty:

- lyžování

Pomůcky:

- brýle na dálku i na blízko

Status presens:

- Pacient 3 roky po CMP. Je orientovaný, komunikuje a spolupracuje. Endo-mezomorfní typ, výška 172 cm, hmotnost 84 kg (BMI = 28,4 kg/m²). TF 68 tepů za minutu, DF 15 nádechů za minutu.

Subjektivní problém pacienta:

- Pacient si nejvíce ztěžuje na necitlivost uvnitř úst pravostranně (kterou má od doby po CMP).
- Při dotazu na problémy s rovnováhou pacient odpověděl, že problémy má (občas nejistota při chůzi atd.), ale jejich intenzita velmi záleží na tom: "... jak se vyspí."

Vstupní vyšetření (26. a 28.1. a 9.2. 2015):

Aspekce:

- stoj zepředu:
 - stoj o normální bazi, podélná klenba nezploštělá, příčná klenba lehce zploštělá, pravá DK ve větší ZR než levá DK, patelly ve stejné výšce, pupek ve střední čáře, levá tajle větší než pravá, pravá bradavka níže než levá, pravé rameno níže než levé, klavikuly směřují mediálním okrajem lehce kaudálně, hlava vybočuje ze střední osy lehce vpravo
- stoj zboku:
 - kolena bez rekurvace, prominující břišní stěna, lehká protrakce ramen a předsun hlavy
- stoj zezadu:
 - kotníky a kolena bez valgozity/varozity, podkolenní a gluteální rýhy symetrické, prominující paravertebrální valy v oblasti Th/L přechodu, levá tajle větší než pravá, výrazné kožní rýhy v oblasti nad pánevními kristami, lopatky nevyčnívají, pravé rameno níže než levé, hlava vybočuje ze střední osy lehce vpravo
- sed:
 - stabilní bez opory o HK, symetrický (při pohledu zepředu a zezadu), kyfotický
- barva kůže normální, bez varixů a jizev a otoků

- laterálně nad levou patellou malá bulka bolestivá ráno a na dotek (od víkendového lyžování), pacient uvádí bolestivost 6 z 10-bodové stupnice

- dýchání břišní mělké

Palpace:

- SIAS a SIPS v rovině, pánev není ani v retroverzi ani v anteverzii

- brániční test:

- pacient není schopen při soustředění se na dech vydržet s napřímenou páteří; je schopen zapojit svaly proti mému odporu při nádechu i výdechu (při nádechu zvedá ramena)

ROM a svalová síla:

- rozsahy pohybu v kloubech byly určeny pozorováním aktivních pohybů bez objektivního měření goniometrem

- HKK:

- ROM v ramenním kl., loketním kl. a v zápěstí neomezen kromě ZR v ramenních kloubech (asi 60 °)

- DKK:

- ROM v kyčelním, kolenním a hlezenním kl. neomezen

- pohyby v ramenních, loketních, kyčelních a kolenních kloubech zvládá proti gravitaci i proti středně velkému odporu, síla je symetrická (pravostranně a levostranně), síla stisku ruky je také symetrická

Chůze:

- pacient je mobilní bez kompenzačních pomůcek, chůze je rytmická (pravidelná) ani rychlá ani pomalá se symetrickou délkou kroku oběma DKK o normální bazi, lehce dopadá na levou DK, odval chodidla správný, DKK v lehké ZR, se souhybem HKK, lehká protrakce ramen, zraková kontrola (lehká FX krční páteře)

Neurologické vyšetření:

- stoj:

- příznak Rombergův a Hautantův negativní; tandemový stoj stabilní; stoj na jedné DK proveden v rámci MiniBESTestu

- pyramidové jevy:

- iritační: Juster a Babinski negativní

- zánikové: Mingazzini na HKK i DKK negativní

- spasticita svalů na akrech HKK ani DKK není

- čítí:

- taktilní na HKK a DKK v pořádku; pacient uvádí poruchu termického čítí
levostranně; hluboké (polohocit, pohybovit) čítí na HKK i DKK v pořádku

- mozečkové funkce:

- taxe na HKK ani DKK neporušena; bez adiachokinezy na HKK

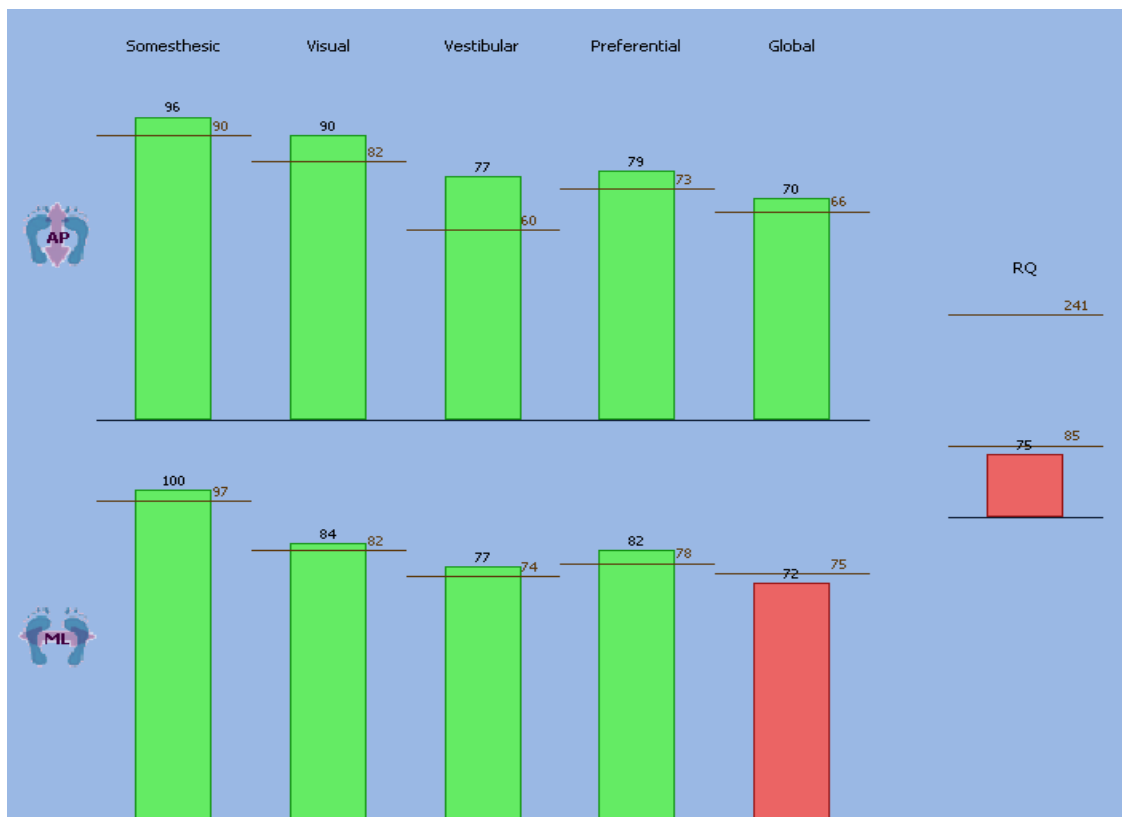
MiniBESTest:

- Změny - anticipace posturálního nastavení: 5/6 bodů = 83,3 %
- Reaktivita posturální odpovědi: 5/6 bodů = 83,3 %
- Sensorická orientace: 6/6 bodů = 100 %
- Stabilita při chůzi: 6/10 bodů = 60 %
- Celkový výsledek: 22/28 bodů = 78,6 %

Posturografická vyšetření:

- CSSOT: (viz obr. 8, příloha 5, soubor na CD)

- FA: (soubor na CD) nejde o rizikového pacienta (1 pozitivní kritérium z minimálních
2)

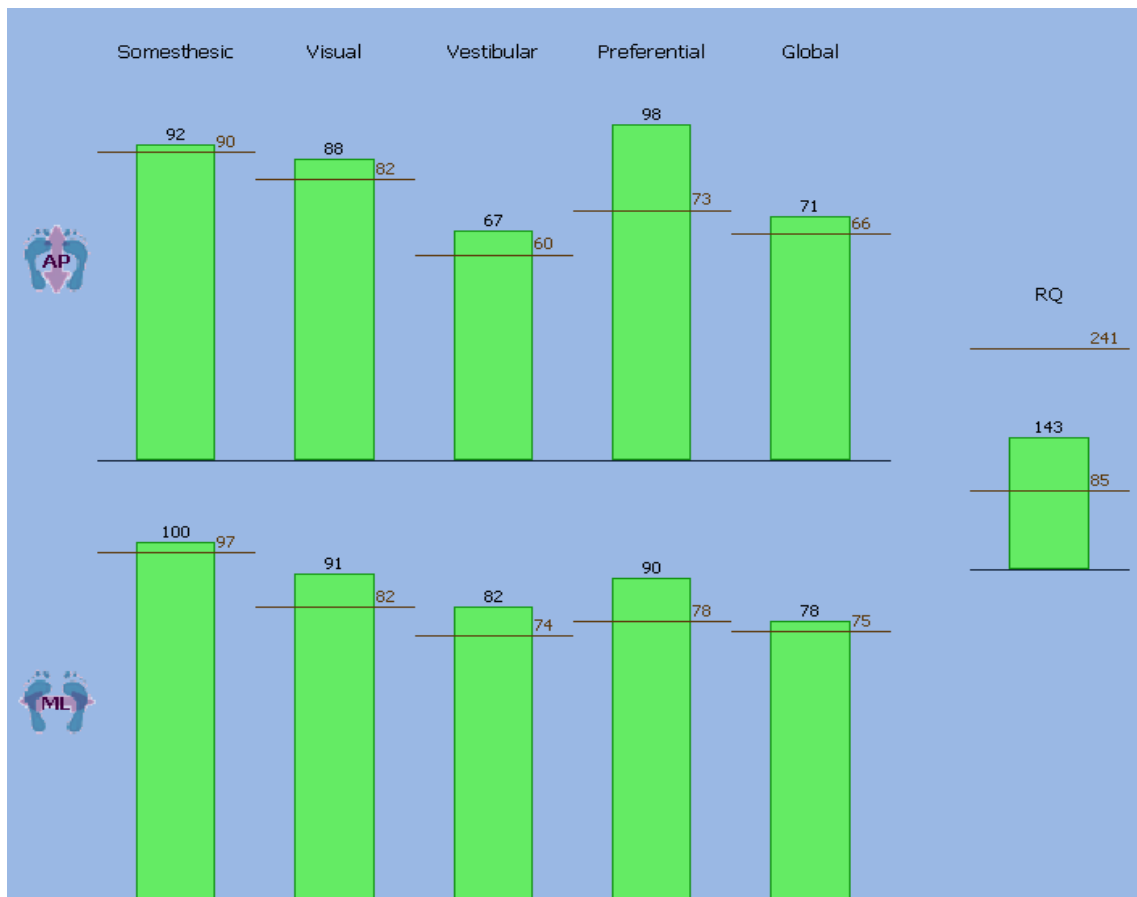


Obr. 8: Shrnutí výsledků vstupního posturografického vyšetření (CSSOT) softwarem přístroje - pacient.

Posturografická vyšetření:

- CSSOT: (viz obr. 9, příloha 5, soubor na CD)

- FA: (soubor na CD) nejde o rizikového pacienta (1 pozitivní kritérium z minimálních 2)



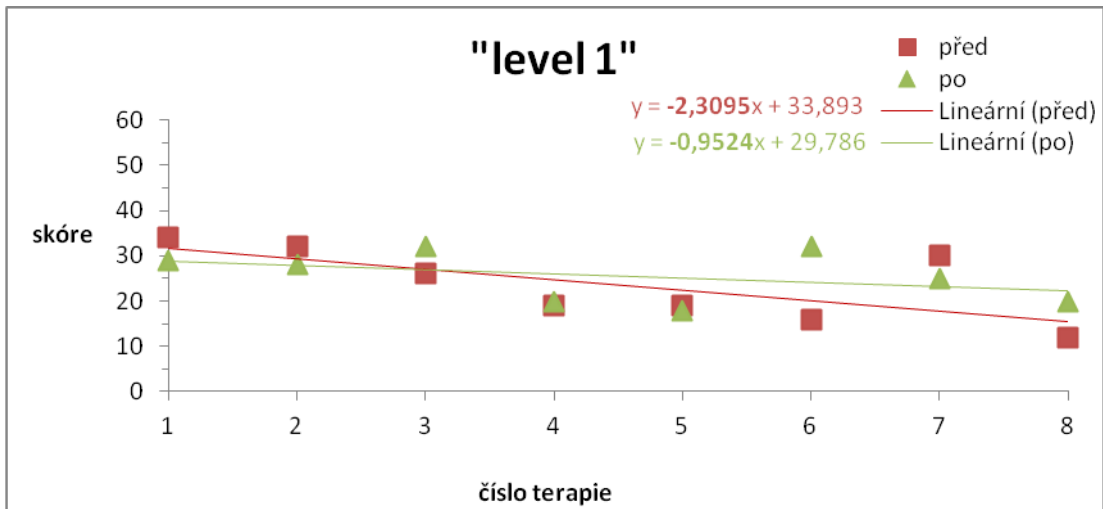
Obr. 9: Shrnutí výsledků výstupního posturografického vyšetření (CSSOT) softwarem přístroje - pacient.

Závěr výstupního vyšetření:

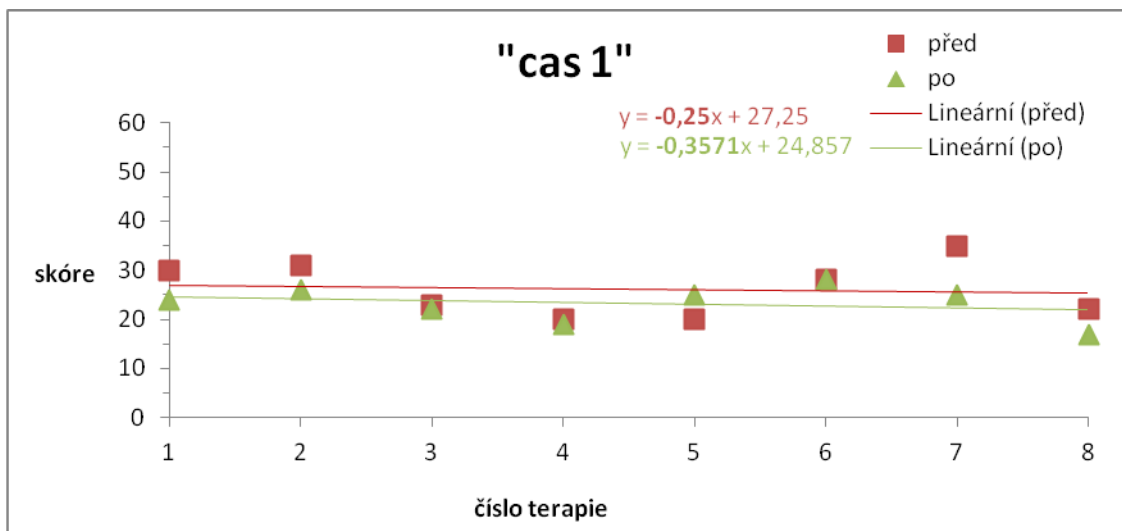
Pacient 3 roky po CMP. Při bráničním testu je pacient schopen aktivovat svaly proti mému odporu a je schopen udržet napřímený sed. Z objektivních testů provedených na posturografu vyplývá, že se nejedná o pacienta s rizikem pádů. CSSOT nevyhodnotil u pacienta žádné problémy se stabilitou. Podle MiniBESTestu má pacient zhoršenou stabilitu v posturální reaktivitě a při chůzi. Při dotazu, zda pacient pocíťuje zlepšení ve stabilitě, odpověděl, že cítil zlepšení vždy po terapii (po zbytek dne).

Objektivizační testy

Tyto testy se skládaly ze dvou cvičení ve VR (viz kapitola 2.2.2 Vyšetřovací metody). Jejich úkolem bylo zjištění okamžitého účinku terapie. Dosažené skóre v "level 1" a v "cas 1" je znázorněno v grafech 1 a 2. Pro zhodnocení "level 1" byly vybrány lepší ze dvou výsledků získaných před terapií a ze dvou získaných po terapii ve virtuálním prostředí.



Graf 1: Dosažené skóre v předvolbě "level 1" - pacient. Znárodněný je vždy lepší ze dvou výsledků získaných před tréninkem ve virtuálním prostředí (červeně) a po tréninku (zeleně). "Lineární" znamená spojnice trendu - pro každou je uvedena rovnice regrese.



Graf 2: Dosažené skóre v předvolbě "cas 1" - pacient. Znárodněny jsou výsledky získané před tréninkem ve virtuálním prostředí (červeně) a po tréninku (zeleně).

"Lineární" znamená spojnice trendu - pro každou je uvedena rovnice regrese.

Zhodnocení terapie

Pacient podstoupil 8 hodinových terapií, které se skládaly z dechové relaxace, stimulace plosky masážním míčkem a terapie ve VR.

Podle srovnání výsledků MiniBESTestu a CSSOT, které byly provedeny při vstupním a výstupním vyšetření, došlo ke zlepšení stability. Účinek terapie navíc přetrvává delší dobu, jelikož výstupní vyšetření bylo provedeno až 11 dnů po poslední terapii i přesto, že pacient udává spíše zlepšení v krátkém intervalu po tréninku. Tento krátkodobý účinek nebyl ovšem potvrzen objektivizačními testy prováděnými před a po pohybu ve virtuálním prostředí.

Podrobnější analýze získaných výsledků se budu věnovat v kapitole Diskuze.

2.3.3 Kazuistika 2

Pacient: K. J., 1966, žena

Diagnóza: stav po ischemii mozku v důsledku traumatu

Anamnéza:

NO a následná rehabilitace:

- 4.3. 2011 - autonehoda (sražená couvajícím dodávkou na chodníku) s následnou operací ve FN Motol (rozdrcený obratel, zlomená klíční kost a 8 žeber, hematom jater a protržená plíce s následnou hypoxií mozku)
- březen 2011 - 14 dní v komatu na ARO ve FN Motol
- následně 3 měsíce na Rehabilitační klinice Malvazinky na oddělení DIP
- následně 2 měsíce rehabilitace na Rehabilitační klinice Malvazinky
- poté dochází na fyzioterapii a ergoterapii na KRL 1.LF UK a VFN, kde se 1x zúčastnila denního stacionáře (1 měsíc)
- podzim 2011 - 7 týdnů rehabilitace v Jánských lázních
- podzim 2012, 2013 a 2014 - 7 týdnů rehabilitace v lázních Třeboň
- léto 2012 a 2014 - týdenní rekondiční pobyt pořádaný KRL 1.LF UK a VFN
- mívá občasné a náhlé diplopie
- "motání hlavy" při delších statických polohách, změnách polohy a zátěži
- fobie z horkých věcí

RA:

- nevýznamná

OA:

- od dětství hypotenze
- zhruba od 7 let se léčí s hypotyreózou
- operace: abdominální hernie ve 4 letech, apendicitis v 7 letech

GA:

- 0 porodů, 0 potratů; menopauza nyní

FA:

- Euthyrox 100, Vesicare, Geratam, Cytalec, občas analgetika

Abúzus:

- nekouří, nepije alkohol

Alergie:

- na včelí/vosí píchnutí

PA:

- byla podnikatelka, nyní ZTP; pravačka

SA:

- bydlí s matkou v bytě ve 2. patře s výtahem; nesoběstačná (mimo byt potřebuje doprovod, doma o ní pečuje matka - vaření atd.; v hygieně samostatná kromě mytí vlasů)

Zájmy:

- tablet, pes, před nehodou korálkování

Sporty:

- nyní žádné, před nehodou karate a kaskadérství

Pomůcky:

- brýle na dálku

Status presens:

- Pacientka 4 roky po autonehodě s následnou hypoxií mozku. Je orientovaná, komunikuje a spolupracuje. Endo-mezomorfní typ, výška 165 cm, hmotnost 64 kg (BMI = 23,5 kg/m²). TF 68 tepů za minutu, DF 16 nádechů za minutu.

Subjektivní problém pacienta:

- Pacientka si nejvíce ztěžuje na náhle vznikající hypotonii levé ruky ("sama od sebe se začne rozvírat, když v ní něco nesu"). Dále pacientce vadí, že je závislá na péči blízkých a má problémy se stabilitou ("především při stožení a chůzi").

Vstupní vyšetření (26. a 28.1.):

Aspekce:

- stoj zepředu:

- stoj o normální bazi, podélná ani příčná klenba nezploštělá, patelly ve stejné výšce, pupek vychýlen od střední čáry lehce levostranně, pravá tajle větší než levá, levá HK nepřiléhá k levému boku, ramena jsou lehce elevována a jsou ve stejné výšce, hlava je ve střední ose

- stoj zboku:

- kolena bez rekurvace, prominující břišní stěna, zvětšená hrudní kyfóza, lehká protrakce ramen a předsun hlavy

- stoj zezadu:

- kotníky v lehké valgozitě, kolena bez valgozity/varozity, podkolenní a gluteální rýhy symetrické, pravá tajle větší než levá, lopatky nevyčnívají, ramena ve stejné výšce, hlava ve střední ose

-sed:

- stabilní bez opory o HK, symetrický (při pohledu zepředu a zezadu), kyfotický s předsunem hlavy a elevací ramen

- barva kůže normální, bez varixů a otoků s několika jizvami (viz níže)

- dýchání horní hrudní mělké

- při dotazu na bolest, uvádí pacientka bolestivost bederní páteře s iradiací do oblasti pravého kyčelního kloubu, 7 bodů z 10-bodové stupnice; dále pacientka uvádí občasnou bolestivost pravé paže (laterálně) po probuzení (v důsledku zlomeniny claviculy)

Jizvy (aspekce a palpce):

- zhruba 5 cm dlouhá jizva v oblasti nad levým tříslem (po abdominální hernii), směřuje mediokaudálně, nevystouplá, světle růžová, posunlivá a protažitelná, nebolestivá

- zhruba 5 cm dlouhá jizva v oblasti mezi pupkem a pravým tříslem (po apendicitis), směřuje mediokaudálně, nevystouplá, světle růžová, posunlivá a protažitelná, nebolestivá

- kruhová jizva o průměru zhruba 3 cm v oblasti fossa jugulare (po tracheostomii), nevystouplá, světle růžová, posunlivá a protažitelná, nebolestivá

- zhruba 5 cm dlouhá jizva zezadu nad pánevní kristou levostranně (po odebrání části pánevní kosti na reparaci rozdrčeného obratle), směřuje vertikálně, nevystouplá, světle růžová, posunlivá a protažitelná, nebolestivá

- zhruba 15 cm dlouhá jizva v oblasti Th/L přechodu (po operaci rozdrčeného obratle po autonehodě), směřuje vertikálně, nevystouplá, světle růžová, posunlivá a protažitelná, nebolestivá

Palpace:

- SIAS a SIPS v rovině, pánev není ani v retroverzi ani v anteverzii

- brániční test:

- pacientka není schopna zapojit svaly proti mému odporu při nádechu ani při výdechu

ROM a svalová síla:

- rozsahy pohybu v kloubech byly určeny pozorováním aktivních pohybů bez objektivního měření goniometrem

- HKK:

- ROM v ramenním kl., loketním kl. a v zápěstí neomezen kromě palmární FX v zápěstí (asi 70 °)

- DKK:

- ROM v kyčelním, kolenním a hlezenním kl. neomezen

- pohyby v ramenních, loketních, kyčelních a kolenních kloubech zvládá proti gravitaci i proti středně velkému odporu, síla je symetrická (pravostranně a levostranně), síla stisku ruky je také symetrická

Chůze:

- pacientka je mobilní bez kompenzačních pomůcek, chůze je rytmická (pravidelná) spíše pomalejší se symetrickou délkou kroku oběma DKK o normální bazi, odval chodidla správný, jen občas trochu vážne, DKK v lehké ZR, bez souhybu HKK, lehká protrakce ramen a předsun hlavy, bez zrakové kontroly

Neurologické vyšetření:

- stoj:

- příznak Rombergův a Hautantův negativní; tandemový stoj stabilní, stoj na jedné DK proveden v rámci MiniBESTestu

- pyramidové jevy:

- iritační: Juster a Babinski negativní

- zánikové: Mingazzini na HKK i DKK negativní

- spasticita svalů na akrech HKK ani DKK není

- čítí:

- taktilní na HKK a DKK v pořádku; pacientka uvádí poruchu termického čítí oboustranně; hluboké (polohocit a pohybovit) v pořádku

- mozečkové funkce:

- taxe neporušena na HKK ani na DKK; adiachokineza na HKK (při rychlém střídání pronace a supinace v předpažení)

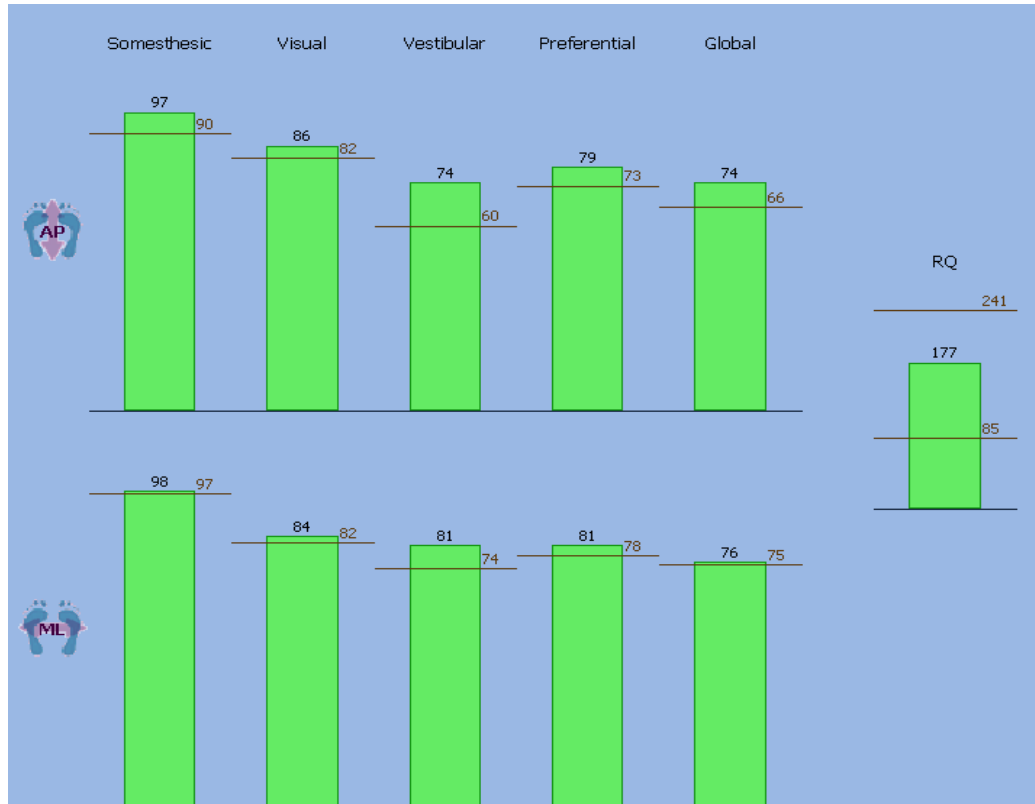
MiniBESTest:

- Změny - anticipace posturálního nastavení: 5/6 bodů = 83,3 %
- Reaktivita posturální odpovědi: 5/6 bodů = 83,3 %
- Senzorická orientace: 6/6 bodů = 100 %
- Stabilita při chůzi: 8/10 bodů = 80 %
- Celkový výsledek: 24/28 bodů = 85,7 %

Posturografická vyšetření:

- CSSOT: (viz obr. 10, příloha 6, soubor na CD)

- FA: (soubor na CD) nejde o rizikového pacienta (0 pozitivních kritérií z minimálních 2)

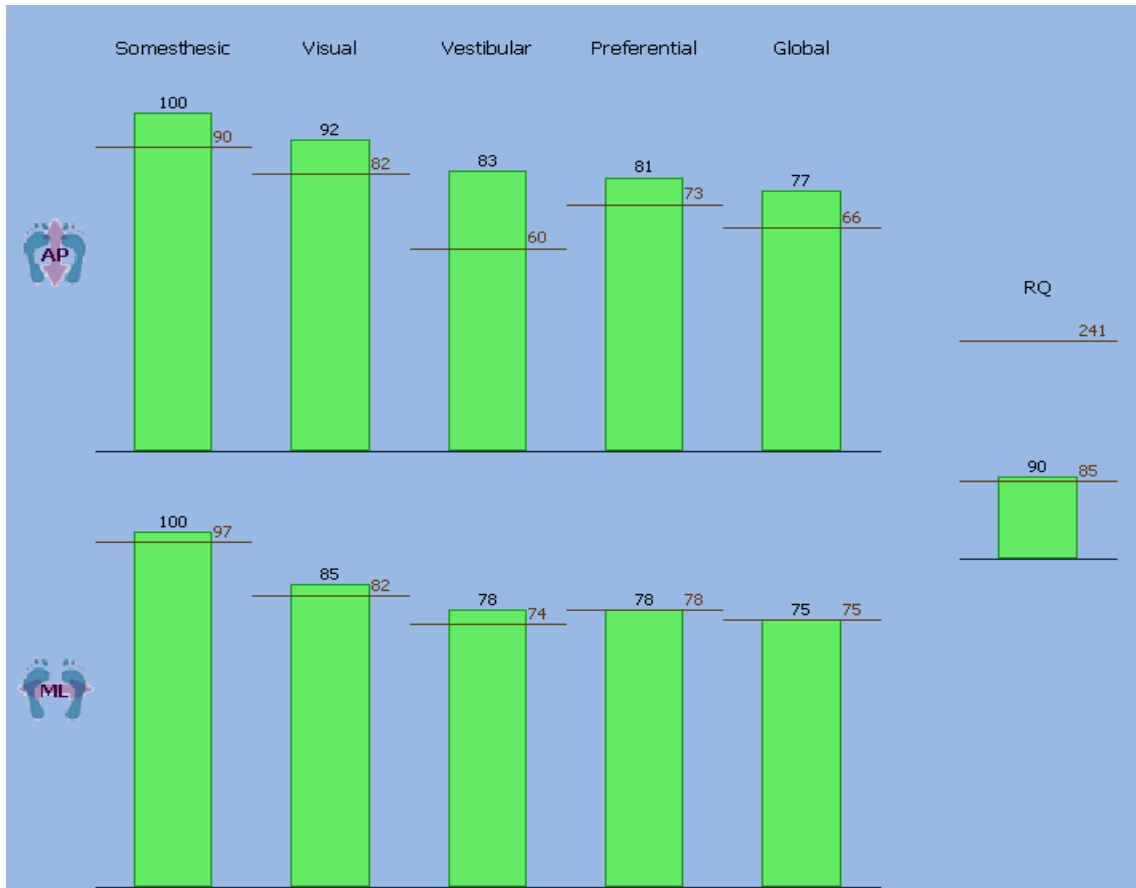


Obr. 10: Shrnutí výsledků vstupního posturografického vyšetření (CSSOT) softwarem přístroje - pacientka.

Posturografická vyšetření:

- CSSOT: (viz obr. 11, příloha 6, soubor na CD)

- FA: (soubor na CD) nejde o rizikového pacienta (0 pozitivních kritérií z minimálních 2)



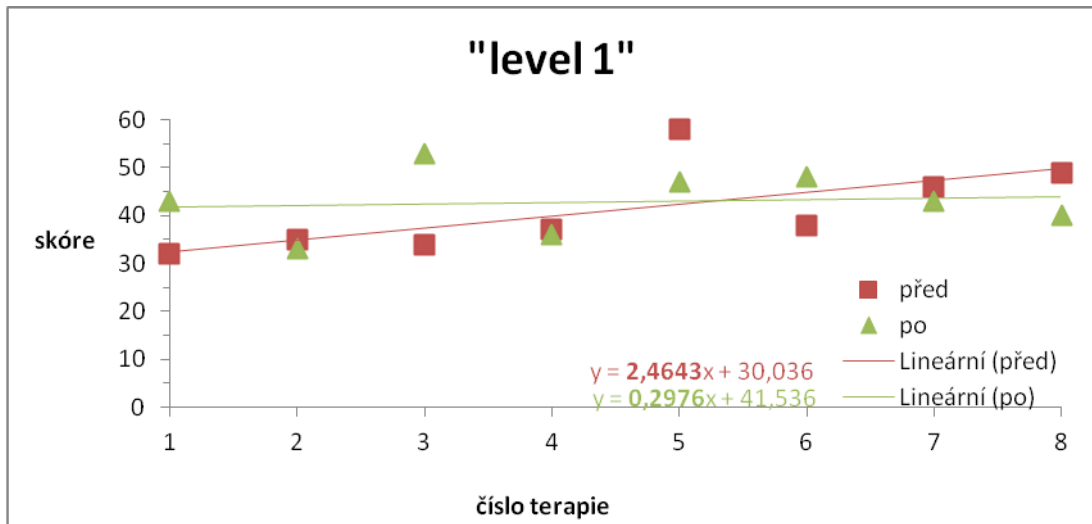
Obr. 11: Shrnutí výsledků výstupního posturografického vyšetření (CSSOT) softwarem přístroje - pacientka.

Závěr výstupního vyšetření:

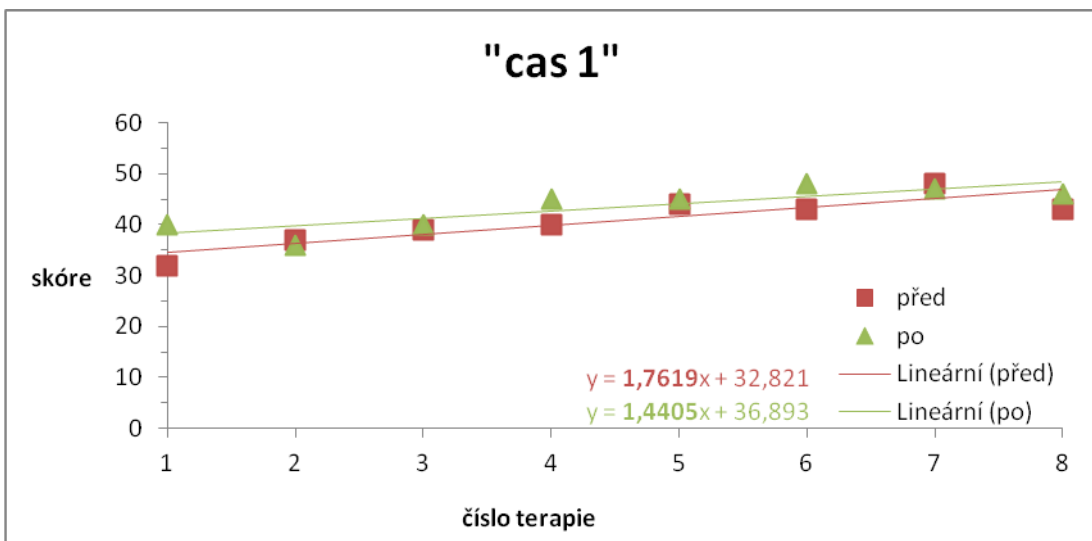
Pacientka 4 roky po autonehodě s následnou hypoxií mozku. Při bráničním testu je schopna aktivovat při nádechu svaly proti mému odporu. Z objektivních testů provedených na posturografu vyplývá, že se nejedná o pacientku s rizikem pádů. CSSOT nevyhodnotil u pacientky žádné problémy se stabilitou. Podle MiniBESTestu má pacientka zhoršenou stabilitu při změně posturálního nastavení a při chůzi. Při dotazu, zda pacientka pociťuje zlepšení ve stabilitě, odpověděla, že se cítí jistější (například při jízdě tramvaji).

Objektivizační testy

Tyto testy se skládaly ze dvou cvičení ve VR (viz kapitola 2.2.2 Vyšetřovací metody). Jejich úkolem bylo zjištění okamžitého účinku terapie. Dosažené skóre v "level 1" a v "cas 1" je znázorněno v grafech 3 a 4. Pro zhodnocení "level 1" byly vybrány lepší ze dvou výsledků získaných před terapií a ze dvou získaných po terapii ve virtuálním prostředí.



Graf 3: Dosažené skóre v předvolbě "level 1" - pacientka. Znázorněný je vždy lepší ze dvou výsledků získaných před tréninkem ve virtuálním prostředí (červeně) a po tréninku (zeleně). "Lineární" znamená spojnice trendu - pro každou je uvedena rovnice regrese.



Graf 4: Dosažené skóre v předvolbě "cas 1" - pacientka. Znázorněny jsou výsledky získané před tréninkem ve virtuálním prostředí (červeně) a po tréninku (zeleně). "Lineární" znamená spojnice trendu - pro každou je uvedena rovnice regrese.

Zhodnocení terapie

Pacientka podstoupila 8 hodinových terapií, které se skládaly z dechové relaxace, stimulace plosky masážním míčkem a terapie ve VR.

Podle srovnání výsledků MiniBESTestu a CSSOT, které byly provedeny při vstupním a výstupním vyšetření, došlo ke zlepšení stability. Účinek terapie navíc přetrvává delší dobu, jelikož výstupní vyšetření bylo provedeno až 10 dnů po poslední terapii. I pacientka udává celkové zlepšení stability. Krátkodobý účinek byl u této pacientky zřetelný i z výsledků objektivizačních testů.

Podrobnější analýze získaných výsledků se budu věnovat v kapitole Diskuze.

Diskuze

Existuje mnoho článků, které hodnotí vliv terapie ve VR na posturální stabilitu. Booth et al. (2014) se v jejich analýze zaměřili na zhodnocení účinku VR u dospělých osob s poškozením stability. Nspecifikovali však, zda jde o poruchy v důsledku CMP, disability u starších jedinců apod. Myslím si, že nelze porovnávat vliv terapie u takto odlišných skupin, neboť u každé se jedná o poškození jiného systému účastnícího se na udržení rovnováhy, a proto mohou na terapii reagovat jinak. Podle výsledků jejich průzkumu má terapie ve virtuálním prostředí pouze malý vliv na zlepšení posturální stability. Zároveň uvádějí, že k častějšímu využívání VR v rehabilitaci může vést i to, že jde o druh terapie pro pacienty zábavnější. V tomto se shodují i s jinými autory (Giggins et al., 2013). To stejné se potvrdilo i na základě subjektivních hodnocení pacientů, kteří se zúčastnili této práce. Trénink je bavil ale pouze do té doby, dokud se nenaučili nazpaměť cesty k cíli. To netrvalo tak dlouho, neboť jsem měla k dispozici pouze dvě různá prostředí, kde se pacienti pohybovali.

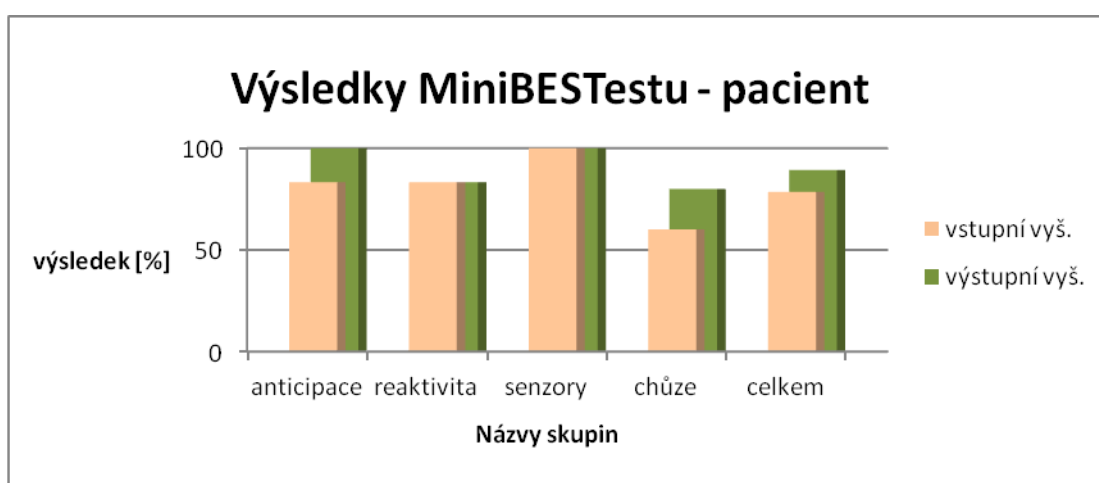
Tvrzení o kladném účinku tohoto druhu terapie se potvrdilo i z výsledků této práce. Osobně jsem se nesečkala s článkem, ve kterém by autoři psali, že terapie ve VR nemá vliv na stabilitu, vždy uváděli alespoň malé zlepšení. Posouzení, zda-li šlo o účinek velký či malý, bych ponechala na subjektivním pocitu každého jedince, neboť i malá změna z pohledu terapeuta může být pro pacienta velkým posunem kupředu. Goble et al. (2014) se zaměřili na systém Wii Fit, jež pro hodnocení a trénink stability využívá Nintendo® Wii Balance Board, tedy stejnou balanční plošinu použitou v této práci. Shrnuli výsledky zkoumaných článků, kde pro hodnocení stability (starších jedinců a neurologických pacientů) používali autoři různé testy a tím dokázali, že terapie ve VR má vliv na zlepšení posturální stability.

Pro terapeuty a lékaře je podstatné získání relevantních dat, aby mohli určit, zda měla terapie na požadovanou funkci vliv. V tomto případě jsem ke zhodnocení stability použila MiniBESTest, dva posturografické testy - FA a CSSOT a objektivizaci okamžitého účinku terapie (viz kapitola 2.2.2 Vyšetřovací metody). V následujícím textu se budu věnovat porovnávání a vyhodnocování výsledků, které jsem získala.

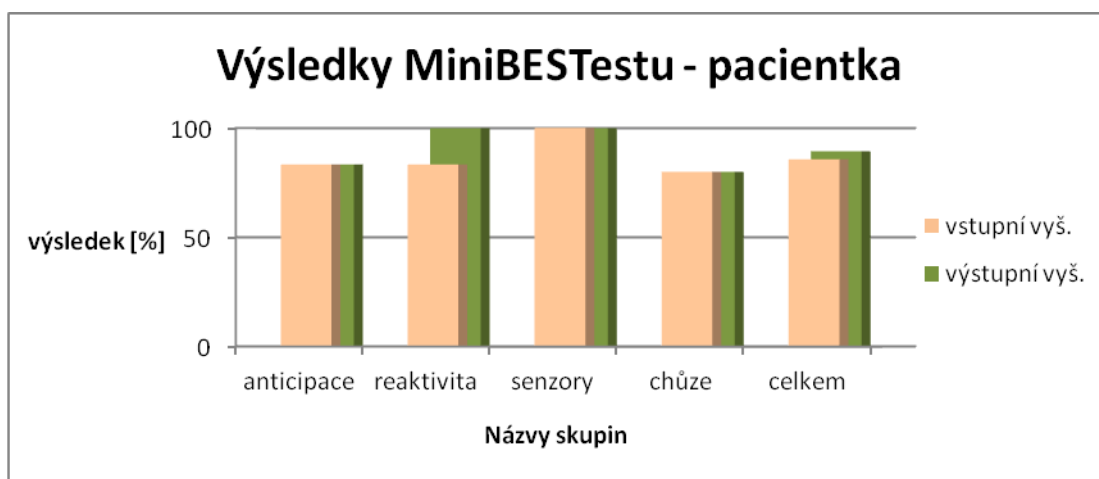
Nejprve bych zde zmínila, že u obou pacientů došlo k lepšímu zapojování bránice v souhře se svaly břišního lisu a pánevního dna. K tomuto závěru jsem došla na základě porovnání bráničních testů při vstupním a výstupním vyšetření. Mohlo

k tomu dojít důsledkem využití dechové relaxace nebo tréninku ve VR. Na základě tohoto výsledku navrhuji provést stejnou terapii (popsanou v kapitole 2.2.3 Techniky použité pro terapii a její průběh) u dvou skupin pacientů s tím, že u jedné by byla vynechána dechová relaxace.

Z výsledků MiniBESTestu, jež byl proveden při vstupním a výstupním vyšetření (některé úkoly pacienti provedli i v návaznosti na poslední terapii), lze usuzovat na pozitivní vliv terapie. Nevyplývá to pouze z celkového procentuálního vyhodnocení (viz graf 5, 6 a kapitola 2.3 Výsledky), kdy pacient dosáhl celkového zlepšení o 10,7 % a pacientka o 3,6 %.



Graf 5: Zlepšení v MiniBESTestu u pacienta.



Graf 6: Zlepšení v MiniBESTestu u pacientky.

Při bližším prozkoumání výsledků jsem zjistila, že došlo také k prodloužení doby, po kterou pacienti vydržely stát na jedné dolní končetině (viz tab. 1). Tabulka dále

ukazuje zkrácení časů (stojí na jedné DK) získaných okamžitě po poslední terapii. Myslím si, že k tomuto zhoršenému výsledku došlo v důsledku únavy z terapie. Pacienti se také zrychlili v chůzi, což dokazuje čtrnáctý úkol - TUG i TUG s "dual task" (viz tab. 1). V TUG s "dual task" (DT) došlo při výstupním oproti vstupnímu vyšetření ke zlepšení průměrně o 23,7 %. Zlepšení v chůzi vlivem tohoto druhu terapie dokazuje i článek od Cikajla et al. (2012).

		stoj na levé DK [s]	stoj na pravé DK [s]	TUG [s]	TUG + DT [s]
pacient	vstupní vyš.	15	20	11,5	24,3
	po terapii	11	14	12,0	20,2
	výstupní vyš.	20	20	10,2	18,5
pacientka	vstupní vyš.	6	20	17,3	20,4
	po terapii	4	13	14,8	16,6
	výstupní vyš.	13	20	12,4	15,6

Tab. 1: Parciální výsledky MiniBESTestu.

Obecně považuji z posturografických dat za nejdůležitější porovnání odchylek COP od průměrné polohy v anteroposteriorním (AP) i mediolaterálním (ML) směru. Při zjišťování limitů stability je to posouzení rozdílů amplitud výchylek COP (také v obou směrech). U CSSOT budu hodnotit kromě odchylek především plochu statokineziogramu (STG), která je důležitá pro kvantifikaci rovnováhy u statických testů (Synapsys Static & Dynamic posturography, 2006). Kromě uvedených údajů budu rozebírat i další data (viz níže).

V jednom z posturografických testů - FA nevidíme příliš pozitivní výsledky. Dopadl celkově hůře při výstupním než při vstupním vyšetření u obou pacientů. To vyplývá z níže uvedených dat (viz tab. 2). Odchyly COP od průměrné polohy v anteroposteriorním i mediolaterálním směru jsou u pacienta ve většině případů vyšší při výstupním vyšetření než při vstupním. U jediného úkolu (a pouze v anteroposteriorním směru) je tomu naopak, rozdíl mezi vyšetřeními je téměř zanedbatelný (o 0,005 mm). Pacientka má výsledek o málo lepší. Významnější rozdíl lze vidět pouze u prvního úkolu - náhlý posun plošiny s otevřenými očima. Celková energie (soubor na CD) koresponduje s odchylkami COP. Ačkoliv jsou výsledky testu FA spíše negativní, konečné hodnocení se nezměnilo. Nejedná se o rizikové pacienty v oblasti pádů.

			číslo úkolu			
			1	2	3	4
pacient	vstupní vyšetření	odchylka COP - ML [mm]	6,549	9,410	7,884	8,564
		odchylka COP - AP [mm]	13,706	14,670	14,672	30,968
	výstupní vyšetření	odchylka COP - ML [mm]	8,078	11,151	9,132	15,540
		odchylka COP - AP [mm]	13,760	14,665	16,131	31,988
pacientka	vstupní vyšetření	odchylka COP - ML [mm]	6,604	5,053	4,530	6,052
		odchylka COP - AP [mm]	18,405	17,576	26,348	29,337
	výstupní vyšetření	odchylka COP - ML [mm]	6,068	6,421	5,188	8,302
		odchylka COP - AP [mm]	17,003	17,534	30,611	31,791

Tab. 2: Parciální výsledky posturografického testu - FA. Číslo úkolů souhlasí s čísly pro tento test uvedenými v kapitole 2.2.2 Vyšetřovací metody (str. 26). Zelená pole u výstupního vyšetření znázorňují, kde došlo ke zlepšení oproti vstupnímu vyšetření.

Druhý posturografický test - CSSOT ukázal významné zlepšení v rámci výstupního vyšetření. Tyto výsledky se neukázaly ve všech zkoumaných údajích, ale ve většině ano (viz příloha 5 a 6). Pro přehlednost bude tabulka (tab. 3) v této kapitole kratší než v příloze. Vynechány jsou limity stability (jejich vyhodnocení je uvedeno níže).

			číslo úkolu					
			1	2	3	4	5	6
Pacient	vstup. vyš.	plocha STG [mm ²]	541,921	405,540	355,862	1237,088	2472,072	1115,961
		odchylka COP - ML [mm]	6,981	4,489	5,438	10,948	14,598	9,546
		odchylka COP - AP [mm]	5,549	6,112	4,412	7,794	11,453	8,086
	výstup. vyš.	plocha STG [mm ²]	385,866	551,977	178,567	1000,963	2207,503	1008,308
		odchylka COP - ML [mm]	5,248	5,739	3,265	9,002	12,055	8,814
		odchylka COP - AP [mm]	5,012	7,029	3,806	7,768	12,660	7,772
Pacientka	vstup. vyš.	plocha STG [mm ²]	57,152	101,373	109,380	447,182	849,741	979,110
		odchylka COP - ML [mm]	2,149	2,675	2,349	5,772	7,244	8,034
		odchylka COP - AP [mm]	1,803	2,622	3,083	5,313	8,078	8,403
	výstup. vyš.	plocha STG [mm ²]	73,537	66,352	168,948	387,836	632,072	681,427
		odchylka COP - ML [mm]	1,929	2,114	3,616	5,463	6,864	6,992
		odchylka COP - AP [mm]	2,626	2,201	3,143	4,912	6,370	6,694

Tab. 3: Parciální výsledky posturografického testu - CSSOT. Číslo úkolů souhlasí s čísly pro tento test uvedenými v kapitole 2.2.2 Vyšetřovací metody (str. 26). Zelená pole u výstupního vyšetření znázorňují, kde došlo ke zlepšení oproti vstupnímu vyšetření.

Pacient se podstatně zlepšil v prvním, třetím, čtvrtém a šestém úkolu (popis úkolů viz kapitola 2.2.2 Vyšetřovací metody). Všechny tyto úkoly se provádějí s otevřenými očima. Ze šesti zkoumaných posturografických dat je vždy pouze jeden údaj s horším výsledkem u výstupního než u vstupního vyšetření (viz příloha 5). Lepších výsledků bylo u výše zmíněných úkolů dosaženo v ploše odvozené ze statokineziogramu a v odchylkách COP od průměrné polohy, a to v obou směrech (anteroposteriorním i mediolaterálním). U úkolu číslo dva představujícího stoj se zavřenými očima na pevné podložce, došlo ke zhoršení oproti vstupnímu vyšetření. U pátého úkolu prováděného taktéž se zavřenými očima, ale na měkké podložce, došlo k částečnému zlepšení. Celkově největšího "pozitivního" rozdílu v hodnotách pacient dosáhl ve třetím úkolu, kdy se zmenšila plocha STG při výstupním oproti vstupnímu vyšetření o 49,8 %.

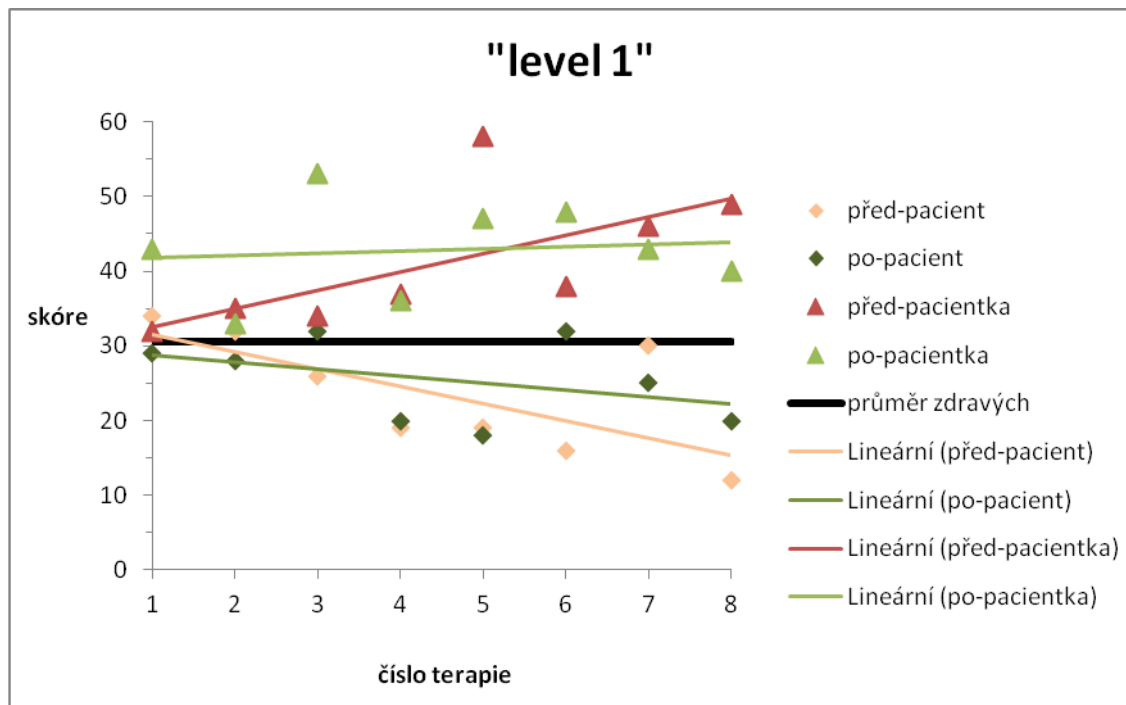
Pacientka se celkově v tomto testu (CSSOT) zlepšila v úkolech označených sudými čísly. Zajímavé na výsledcích této pacientky je, že se zlepšila převážně v úkolech prováděných na měkké podložce, a to i se zavřenými očima. Také v úkolu číslo dvě, který je sice na pevné podložce, ale pacient má u něj opět zavřené oči. Z toho by se dalo usuzovat na zlepšení proprioceptivního a vestibulárního systému podílejícího se na udržování stability. Druhé zmiňované potvrzuje i vyhodnocení samotným softwarem a to v anteroposteriorním směru (viz obr. 10 a 11 - kapitola 2.3 Výsledky). Největšího rozdílu v naměřených hodnotách dosáhla pacientka v ploše STG u druhého úkolu. Plocha se při výstupním oproti vstupnímu vyšetření zmenšila o 34,5 %.

V případě limitů stability, kde jsem porovnávala pouze amplitudy, došlo ke zlepšení u pacienta. U pacientky se posun COP do krajních poloh zmenšil oproti vstupnímu vyšetření (viz příloha 6).

Objektivizační testy ("level 1", "cas 1"), kterými pacienti prošli vždy před a po terapii, prokázaly zlepšení u pacientky, nikoliv u pacienta. Myslím si, že nejsou vhodné pro zhodnocení terapie ve virtuálním prostředí použitého pro trénink stability v této práci. Tento názor zastávám kvůli jinému ovládní objektivizačních testů a pohybu ve virtuálním prostředí. U testů jde o ovládní "hry" posunem COP do všech směrů a při pohybu ve virtuálním prostředí o posun pouze ve dvou osách (viz kapitola 1.6 Virtuální realita; Goble et al., 2014). Na výsledcích, jež rozeberu níže, lze vidět, že každému z pacientů vyhovoval nejspíše jiný druh ovládní. Dalším kritériem je rychlost přizpůsobení jinému druhu ovládní, čemuž jsme se snažili vyhnout provedením

prvního testu ("level 1") dvakrát po sobě. Pro vyhodnocení byl poté použit lepší výsledek.

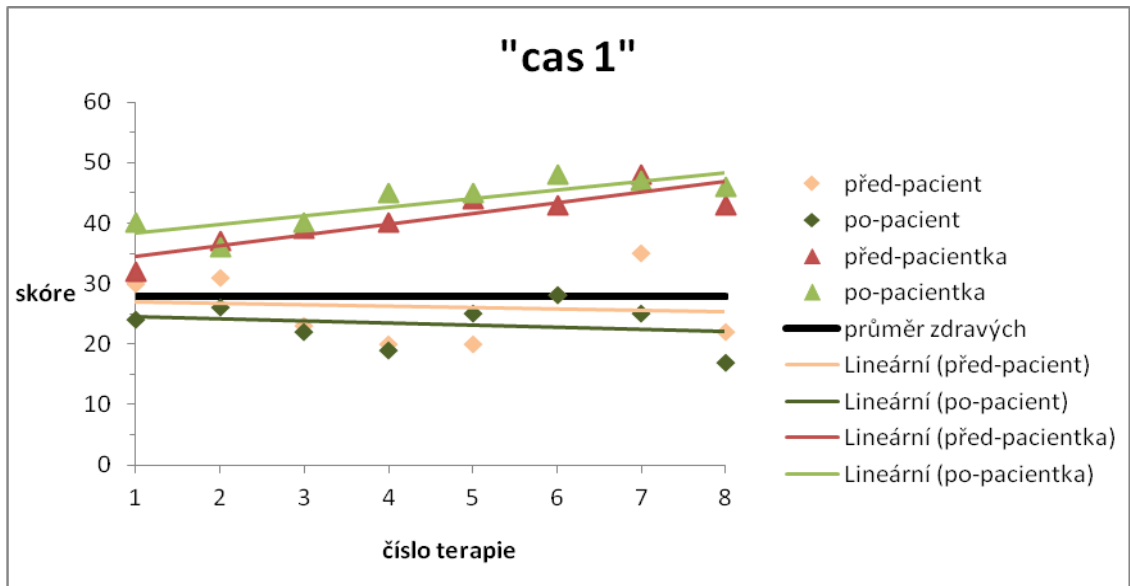
Grafy 7, 8 znázorňují dosažené skóre u pacientů a u kontrolní skupiny v objektivizačních testech "level 1" a "cas 1". V obou případech je vidět, že se pacient pohybuje pod průměrnou hodnotou dosaženou zdravými jedinci. Naopak je tomu u pacientky, která dosahuje výsledků nadprůměrných. Jak bylo uvedeno v kapitole 2.3 Výsledky, pacientovo skóre klesá s každou terapií, kdežto u pacientky stoupá. Samozřejmě zde mohla "hrát roli" i únava, ale na základě subjektivního hodnocení pacienta bych tuto možnost vyloučila. Měl pocit zlepšení stability ve zbytku dne po terapii.



Graf 7: Dosažené skóre v předvolbě "level 1" pacienty a kontrolní skupinou.

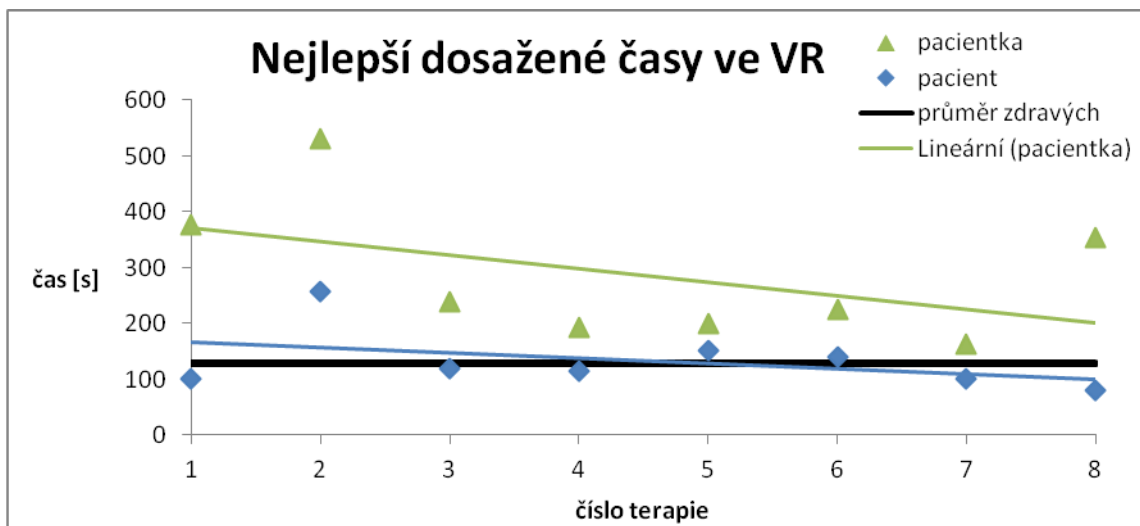
Znázorněný je vždy lepší ze dvou výsledků získaných před tréninkem ve virtuálním prostředí (červeně a béžově u pacientů) a po tréninku (světle a tmavě zeleně u pacientů).

"Lineární" znamená spojnice trendu. Tlustá černá čára odpovídá hodnotě 30,5 - průměrnému skóre dosaženému kontrolní skupinou v "level 1".



Graf 8: Dosažené skóre v předvolbě "cas 1" pacienti a kontrolní skupinou. Znáznorněny jsou výsledky získané před tréninkem ve virtuálním prostředí (červeně a béžově u pacientů) a po tréninku (světle a tmavě zeleně u pacientů). "Lineární" znamená spojnice trendu. Tlustá černá čára odpovídá hodnotě 27,8 - průměrnému skóre dosaženému kontrolní skupinou v "cas 1".

Opačný výsledek však můžeme vidět v případě rychlosti pohybu ve virtuálním prostředí (graf 9). Oba pacienti se sice zlepšují, ale pacientka ani po osmi trénincích nedosáhla průměrného času kontrolní skupiny.



Graf 9: Nejlepší časy dosažené pacienti a kontrolní skupinou ve virtuálním prostředí.

"Lineární" znamená spojnice trendu. Tlustá černá čára odpovídá hodnotě 129 s - průměrnému času dosaženému kontrolní skupinou.

Při rozhovoru s pacienty během terapií se mi potvrdila informace, že pro pohyb ve virtuálním prostředí jsou podstatné záchytné body, podle kterých se může osoba v tomto prostředí orientovat (Wallet et al., 2009; Arnold et al., 2013). Každý jedinec si může v prostředí najít jiný orientační bod. Jeden z mých pacientů využíval například grafity na zdech domů.

Na průběhu terapie bych změnila pouze jednu věc, a to v případě, kdyby nebyla použita v rámci jakékoli studie - vynecháním objektivizačních testů by bylo možno prodloužit dobu tréninku ve virtuálním prostředí. V následující tabulce (tab. 4) shrnu výhody a nevýhody terapie ve VR použité v této práci.

výhody	nevýhody
trénink praktických činností (přecházení silnice)	málo typů virtuálních prostředí (jedno se třemi různými cíly + jeden dům s jedním cílem)
zpočátku velká motivace pacientů	postupný pokles motivace pacientů
nenáročné pro terapeuta	jediný druh ovládní pohybu ve VR
vhodné pro pacienty, kteří jsou schopni pouze stoje s pomůckou	statický trénink
znatelný účinek	

Tab. 4: Shrnutí výhod a nevýhod virtuálního prostředí použitého v této práci pro terapii poruch stability.

Návrhy pro řešení nevýhod:

- vyvinout více typů virtuálních prostředí, např.:
 - nakupování v samoobsluze s možností měnit seznam nákupu nebo i rozmístění zboží v regálech a vyhýbání se strojům (např.: čistícím podlahu) a jiným lidem,
 - přesuny po městě z bodu A do bodu B s využitím MHD, pacient může na začátku dostat seznam linek a stanic, kde má přestupovat,
 - hledání správné místnosti v domě, podle zadané činnosti (vaření, mytí rukou, toaleta apod.),
- možnost změny ovládní nebo pohledu, podle toho, co pacientovi více vyhovuje nebo co je třeba procvičit v rámci terapie (pohyb v jedné nebo více osách na balanční plošině, pohled z první nebo třetí osoby = "*first/third person point of view*"),
- střídání tréninku statického s dynamickým (treadmill) ve stejném nebo jiném prostředí.

Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo zhodnotit účinek terapie stability, k jejímuž tréninku se využívá pohyb ve virtuálním prostředí. Celkově lze říci, že podle zdrojů - článků zmíněných v této práci i podle zpracování získaných dat, má terapie ve virtuálním prostředí pozitivní vliv na posturální stabilitu.

Základní otázkou bylo, zda-li tato terapie zlepšuje posturální stabilitu u pacientů po poškození mozku v chronickém stádiu onemocnění. Pro zodpovězení této otázky jsem zpracovala výsledky vstupních a výstupních vyšetření u dvou pacientů s poškozením mozku, kteří podstoupili 8 hodinových terapií využívajících trénink ve virtuálním prostředí. Pomocí speciálních testů (MiniBESTest, CSSOT) bylo prokázáno zlepšení stability. V MiniBESTestu dosáhl pacient celkového zlepšení o 10,7 % a pacientka o 3,6 %. V TUG s "dual task" se pacienti zrychlili průměrně o 23,7 %. Posturografický CSSOT ukázal ve většině úkolů zmenšení plochy statokineziogramu a odchylek COP od průměrné polohy v mediolaterálním i anteroposteriorním směru. Odpovědí na výše uvedenou otázku tedy je: ano, trénink ve virtuálním prostředí (použitý v této práci) zlepšuje posturální stabilitu pacientů po poškození mozku v chronickém stádiu onemocnění. Nemůže jít ovšem o odpověď definitivní a globální, protože by muselo terapii a vyšetření podstoupit o mnoho více pacientů.

Myslím si, že terapie ve virtuálním prostředí je vhodná pro trénink stability u pacientů po poškození mozku. Svůj názor vyvozují především z výsledků vstupního a výstupního vyšetření. Dále mě o tom přesvědčilo i subjektivní hodnocení pacientů. Bohužel průběžné objektivizační testy toto potvrzují pouze u jednoho ze dvou pacientů. Pozitivní výsledky ovšem dokazují i různé články, týkající se tohoto tématu.

Jak jsem uvedla v diskuzi, pacienty bavil trénink ve VR pouze do té doby, dokud se nenaučili nazpaměť cesty k cíli. Se zmapováním prostředí klesala motivace pacientů. Proto pro dlouhodobější terapii stability, popřípadě i trénink paměti, ve VR by bylo vhodné vyvinout více typů prostředí s větším počtem možností - např.: více úkolů v daném prostředí, možnost změny ovládání nebo uživatelského rozhraní z balanční plošiny na treadmill (viz závěr kapitoly Diskuze).

Použité zdroje

1. AMBLER, Z. *Základy Neurologie*. Praha: Galén, 2011. ISBN 978-80-7262-707-3.
2. *AMTI: force and motion* [online]. [2015] [cit. 2015-02-17]. Dostupné z: <http://amti.biz/>
3. ARNOLD, A. E. G. F. et al. Cognitive mapping in humans and its relationship to other orientation skill. *Experimental Brain Research* [online]. 2013, **224**(3), 359-372 [cit. 2014-11-12]. DOI 10.1007/s00221-012-3316-0. Dostupné z: <http://eds.b.ebscohost.com.ezproxy.is.cuni.cz/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=50ddefcb-6424-4ce8-b868-8c25aff2dcd5%40sessionmgr198&vid=1&hid=112>
4. *Bertec* [online]. 2015 [cit. 2015-02-18]. Dostupné z: <http://bertec.com/>
5. Biofeedback. In: *Columbia Electronic Encyclopedia, 6th Edition* [online]. Academic Search Complete, EBSCOhost, 2013 [cit. 2014-11-11]. ISBN 978-07-8765-015-5. Dostupné z: <http://eds.a.ebscohost.com.ezproxy.is.cuni.cz/ehost/detail/detail?sid=71a37a76-7f13-42dd-b8f8-c1827a3bcf25%40sessionmgr4003&vid=0&hid=4110&bdata=JkF1dGhUeXBIPWlwLHVpZCx1cmwmbGFuZz1jcyZzaXRIPWVob3N0LWxpdmU%3d#db=a9h&AN=39047477>
6. BLUMENFELD, L. *Velká kniha relaxace*. Praha: Pragma, 1996. ISBN 80-7205-062-1.

7. BOHUNČÁK, A. et al. Development of interactive rehabilitation devices. In: *SMART HOMES 2012: Conference on Innovations in Assistive Technologies and Health Care* [online]. Praha: Czech Technical University, 2012 [cit. 2014-11-12]. ISBN 978-80-01-05144-3. Dostupné z:
http://www.odbornecasopisy.cz/flipviewer/FCC/SMART_HOMES_2012/SMART_HOMES_2012_output/web/flipviewerexpress.html?pn=29

8. BOOTH, V. et al. The effectiveness of virtual reality interventions in improving balance in adults with impaired balance compared with standard or no treatment: a systematic review and meta-analysis. *Clinical rehabilitation* [online]. 2014, **28**(5), 419-431 [cit. 2015-04-03]. DOI 10.1177/0269215513509389. Dostupné z:
<http://web.a.ebscohost.com.ezproxy.is.cuni.cz/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=f5d2e7d9-d567-4988-82de-75557c405ca0%40sessionmgr4003&vid=4&hid=4104>

9. CIKAJLO, I. et al. Telerehabilitation using virtual reality task can improve balance in patients with stroke. *Disability & Rehabilitation* [online]. 2012, **34**(1), 13-18 [cit. 2015-04-03]. ISSN 1464-5165. Dostupné z:
<http://web.a.ebscohost.com.ezproxy.is.cuni.cz/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=f5d2e7d9-d567-4988-82de-75557c405ca0%40sessionmgr4003&vid=7&hid=4104>

10. DROTÁROVÁ, E. a L. DROTÁROVÁ. *Relaxační metody - malá encyklopedie*. Praha: EPOCHA, 2003. ISBN 80-86328-12-0

11. DUARTE, M. a S. M. S. F. FREITAS. Revision of posturography based on force plate for balance evaluation. *Revista Brasileira De Fisioterapia* [online]. 2010, **14**(3), 183-92 [cit. 2015-03-31]. ISSN 1413-3555. Dostupné z:
<http://web.b.ebscohost.com.ezproxy.is.cuni.cz/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=4de826e4-f027-4c61-8626-42649028f0fe%40sessionmgr114&vid=10&hid=102>

12. FRANCHIGNONI, F. et al. Using psychometric techniques to improve the Balance Evaluation System's Test: the mini-BESTest. *J Rehabil Med* [online]. 2010, **42**(4), 323-331 [cit. 2015-04-03]. DOI 10.2340/16501977-0537. Dostupné z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov.ezproxy.is.cuni.cz/pmc/articles/PMC3228839/>
13. GIGGINS, O. M., U. M. PERSSON a B. CAULFIELD. Biofeedback in rehabilitation. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation* [online]. 2013, **10**(1), 60 [cit. 2014-11-12]. ISSN 1743-0003. Dostupné z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3687555/pdf/1743-0003-10-60.pdf>
14. GIL-GÓMEZ, J.-A. et al. Effectiveness of a Wii balance board-based system (eBaViR) for balance rehabilitation: a pilot randomized clinical trial in patients with acquired brain injury. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation* [online]. 2011, **8**(30) [cit. 2015-03-31]. DOI 10.1186/1743-0003-8-30. Dostupné z: <http://www.jneuroengrehab.com/content/8/1/30>
15. GOBLE, D. J., B. L. CONE a B. W. FLING. Using the Wii Fit as tool for balance assessment and neurorehabilitation: the first half decade of "Wii-search". *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation* [online]. 2014, **11**(1), 12 [cit. 2014-11-12]. ISSN 1743-0003. Dostupné z: <http://www.jneuroengrehab.com/content/11/1/12>
16. GUERCIO, J. M. et al. Increasing functional communication through relaxation training and neuromuscular feedback. *Brain injury* [online]. 2001, **15**(12), 1073-1082 [cit. 2015-04-01]. ISSN 0269-9052. Dostupné z: <http://web.b.ebscohost.com.ezproxy.is.cuni.cz/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=f6e40382-09a0-4711-9b9c-80c24a613465%40sessionmgr198&vid=4&hid=105>

17. HEUVEL, M. R. C. van den et al. The effects of augmented visual feedback during balance training in Parkinson's disease: study design of a randomized clinical trial. *BMC Neurology* [online]. 2013, **13**(1), 1-19 [cit. 2014-11-12]. ISSN 1471-2377. Dostupné z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov.ezproxy.is.cuni.cz/pmc/articles/PMC3852133/pdf/1471-2377-13-137.pdf>
18. IOSA, M. et al. Seven Capital Devices for the Future of Stroke Rehabilitation. *Stroke Research and Treatment* [online]. 2012, **2012**, 1-9 [cit. 2015-04-01]. ISSN 2042-0056. Dostupné z: <http://web.a.ebscohost.com.ezproxy.is.cuni.cz/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=2980c7f5-38b2-4a08-9197-15a2a687db0e%40sessionmgr4001&vid=4&hid=4201>
19. *Kistler: measure. analyze. innovate* [online]. 2014 [cit. 2015-02-18]. Dostupné z: <http://www.kistler.com/cz/en/>
20. KOLÁŘ, P. et al. *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha: Galén, 2009. ISBN 978-80-7262-657-1.
21. KOLÁŘOVÁ, B., R. ELIÁŠ a P. BASTLOVÁ. Fyzioterapie formou hry u pacientů po iktu. *Profese on-line* [online]. 2012, **5**(2), 6-10 [cit. 2014-11-12]. ISSN 1803-4330. Dostupné z: http://profeseonline.upol.cz/archive/2012/2/POL_CZ_2012-2-2_Kolarova.pdf
22. LAVER, K. et al. Virtual Reality Grocery Shopping Simulator: Development and Usability in Neurological Rehabilitation. *Presence* [online]. 2012, **21**(2), 183-191 [cit. 2015-03-31]. ISSN 1054-7460. Dostupné z: <http://web.b.ebscohost.com.ezproxy.is.cuni.cz/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=4de826e4-f027-4c61-8626-42649028f0fe%40sessionmgr114&vid=4&hid=102>

23. LEI-RIVERA, L. et al. Special tools for the assessment of balance and dizziness in individuals with mild traumatic brain injury. *NeuroRehabilitation* [online]. 2013, **32**(3), 463-472 [cit. 2014-11-12]. ISSN 1878-6448. Dostupné z: <http://eds.b.ebscohost.com.ezproxy.is.cuni.cz/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=b35e3185-05e6-4e63-b1a6-7ccabd213745%40sessionmgr113&vid=30&hid=112>
24. MAJEWSKI-SCHRAGE, T., T. A. EVANS a B. RAGAN. Development of a Core-Stability Model: A Delphi Approach. *Journal of Sport Rehabilitation* [online]. 2014, **23**(2), 95-106 [cit. 2014-11-11]. ISSN 1056-6716. Dostupné z: <http://eds.a.ebscohost.com.ezproxy.is.cuni.cz/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=9&sid=b8785803-11c2-4d3f-8560-8e12bde75901%40sessionmgr4005&hid=4110>
25. MANCINI, M. a F. B. HORAK. The relevance of clinical balance assessment tools to differentiate balance deficits. *Eur J Phys Rehabil Med* [online]. 2010, **46**(2), 239-248 [cit. 2014-11-11]. ISSN 1973-9087. Dostupné z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov.ezproxy.is.cuni.cz/pmc/articles/PMC3033730/pdf/nihms-258907.pdf>
26. Mini-BESTest. In: *BESTest: Balance Evaluation Systems Test* [online]. [2013] [cit. 2015-04-03]. Dostupné z: http://www.bestest.us/files/7413/6380/7277/MiniBEST_revised_final_3_8_13.pdf
27. *Natus* [online]. 2015 [cit. 2015-02-17]. Dostupné z: <http://natus.com/>
28. OTTA, J. *Využití computer based exercise therapy u pacientů s Parkinsonovou nemocí*. Praha, 2013. Diplomová práce. Univerzita Karlova v Praze, 2. lékařská fakulta. Vedoucí diplomové práce Martina Hoskovcová.

29. PICKETT, T. C. et al. Objectively assessing balance deficits after TBI: Role of computerized posturography. *Journal of Rehabilitation Research and Development* [online]. 2007, **44**(7), 983-990 [cit. 2014-11-12]. ISSN 0748-7711. Dostupné z:
<http://eds.b.ebscohost.com.ezproxy.is.cuni.cz/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=85d069fc-bfe8-4d77-80ec-106fda6cce7b%40sessionmgr113&vid=1&hid=112>
30. POLLOCK, C. L., J. J. ENG a S. J. GARLAND. Clinical measurement of walking balance in people post stroke: a systematic review. *Clinical Rehabilitation* [online]. 2011, **25**(8), 693-708 [cit. 2014-11-12]. ISSN 0269-2155. Dostupné z:
<http://eds.a.ebscohost.com.ezproxy.is.cuni.cz/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=7c3944cb-b47c-454a-a1ff-7b61de1e4228%40sessionmgr4001&vid=1&hid=4113>
31. RAJARATNAM, B. S. et al. Does the Inclusion of Virtual Reality Games within Conventional Rehabilitation Enhance Balance Retraining after a Recent Episode of Stroke?. *Rehabilitation Research and Practice* [online]. 2013, **2013** [cit. 2014-11-12]. ISSN 2090-2867. Dostupné z:
<http://www.hindawi.com/journals/rerp/2013/649561/>
32. Relax and listen to...: Beautiful day [CD]. Hoorn: Disky Communications Europe B.V., 2007.
33. *Synapsys* [online]. [2013] [cit. 2015-02-18]. Dostupné z:
<http://www.synapsys.fr/en/index.php>
34. *Synapsys Static & Dynamic posturography: User Manual 2.7*. Marseille, 2006.
35. ŠIDÁKOVÁ, S. Rehabilitační techniky nejčastěji používané v terapii funkčních poruch pohybového aparátu. *Med. Pro Praxi* [online]. 2009, **6**(6), 331-336 [cit. 2015-03-31]. ISSN 1803-5310. Dostupné z:
<http://www.medicinapropraxi.cz/pdfs/med/2009/06/09.pdf>

36. TEIXEIRA, L. et al. Comparing two types of navigational interfaces for Virtual Reality. *Work* [online]. 2012, **41**, 2195-2200 [cit. 2014-11-12]. ISSN 1051-9815. Dostupné z:
<http://eds.b.ebscohost.com.ezproxy.is.cuni.cz/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=a3001a63-1aa9-4957-9f95-704172ae92dc%40sessionmgr112&vid=2&hid=112>
37. TUROLLA, A. et al. Virtual reality for the rehabilitation of the upper limb motor function after stroke: a prospective controlled trial. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation* [online]. 2013, **10**(1), 85 [cit. 2014-11-12]. ISSN 1743-0003. Dostupné z:
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov.ezproxy.is.cuni.cz/pmc/articles/PMC3734026/pdf/1743-0003-10-85.pdf>
38. Virtual reality. In: *Columbia Electronic Encyclopedia, 6th Edition* [online]. Academic Search Complete, EBSCOhost, 2013 [cit. 2014-11-12]. ISBN 978-07-8765-015-5. Dostupné z:
<http://eds.b.ebscohost.com.ezproxy.is.cuni.cz/ehost/detail/detail?sid=bd239208-770a-4cbe-8b67-e2cbc36a4db6%40sessionmgr198&vid=3&hid=120&bdata=JkF1dGhUeXBIPWlwLHVpZCx1cmwmbGFuZz1jcyZzaXRIPWVob3N0LWxpdmU%3d#db=a9h&AN=39038812>
39. WALLET, G. et al. Transfer of spatial knowledge from a virtual environment to reality: impact of route complexity and subject's strategy on the exploration mode. *Journal of Virtual Reality and Broadcasting* [online]. 2009, **6**, 4 [cit. 2014-11-12]. ISSN 1860-2037. Dostupné z: <http://www.jvr.org/past-issues/6.2009/1757>
40. WOLLSEIFEN, T. Different methods of calculating body sway area. *Pharmaceutical Programming* [online]. 2011, **4**(1/2), 91-106 [cit. 2015-03-31]. ISSN 1757-0921. Dostupné z:
<http://web.b.ebscohost.com.ezproxy.is.cuni.cz/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=4de826e4-f027-4c61-8626-42649028f0fe%40sessionmgr114&vid=7&hid=102>

41. YIP, B. C. B. a D. W. K. MAN. Virtual reality-based prospective memory training program for people with acquired brain injury. *NeuroRehabilitation* [online]. 2013, **32**(1), 103-115 [cit. 2014-11-12]. ISSN 1053-8135. Dostupné z: <http://eds.a.ebscohost.com.ezproxy.is.cuni.cz/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=e70b0864-3bec-4d69-b757-619ca193a439%40sessionmgr4003&vid=4&hid=4113>

Seznam zkratek

1. LF UK	1. lékařská fakulta Univerzity Karlovy
2D	dvourozěrný
3D	trojrozměrný
ADL	Activity of Daily Living
ADT	Adaptation Test
AMTI	Advanced Mechanical Technology, Inc.
AP	antero-posteriorní/ě
ARO	anesteziologicko-resuscitační oddělení
BESTest	Balance Evaluation Systems Test
BMI	Body Mass Index
CMP	cévní mozková příhoda
COP	Center Of Pressure
CRS	Clinical Research System
CSSOT	Complete Static SOT
DF	dechová frekvence
DIP	dlouhodobá intenzivní péče
DK	dolní končetina
DT	dual task
EMG	elektromyografie
FA	Faller Assessment
FBMI	Fakulta biomedicínského inženýrství
FN	fakultní nemocnice
FX	flexe
GA	gynekologická anamnéza
HK	horní končetina
KRL	Klinika rehabilitačního lékařství
LRS	Landmark-Route-Survey
m.	musculus
MCT	Motor Control Test
MHD	městská hromadná doprava
ML	medio-laterální/ě
NO	nynější onemocnění
OA	osobní anamnéza
PA	pracovní anamnéza
RA	rodinná anamnéze
ROM	Range Of Motion
SA	sociální anamnéza
SD	starobní důchod
SIAS	spina iliaca anterior superior
SIPS	spina iliaca posterior superior
SOT	Sensory Organization Test
SPS	Synapsys Posturography System

STG	statokineziogram
TF	tepová frekvence
TUG	Timed Up and Go
ÚVN	Ústřední vojenská nemocnice
VR	virtuální realita
ZR	zevní rotace
ZTP	zvlášt' těžké postižení

Seznam obrázků

- Obr. 1: Rozdělení biofeedbacku používaného v rehabilitaci (Giggins et al., 2013).
- Obr. 2: Odvození COP osoby stojící na silové plošině (Wollseifen, 2011).
- Obr. 3: Synapsys Posturography System (Synapsys, [2013]).
- Obr. 4: Příklady orientačních bodů ve virtuálním prostředí (Arnold et al., 2013).
- Obr. 5: Příklad virtuálního prostředí ve scéně "Hra s míči".
- Obr. 6: Nákres virtuálního prostředí z ptačího pohledu.
- Obr. 7: Pacient, stojící na balanční plošině, se pohybuje ve virtuálním prostředí a ukázky z virtuálního prostředí.
- Obr. 8: Shrnutí výsledků vstupního posturografického vyšetření (CSSOT) softwarem přístroje - pacient.
- Obr. 9: Shrnutí výsledků výstupního posturografického vyšetření (CSSOT) softwarem přístroje - pacient.
- Obr. 10: Shrnutí výsledků vstupního posturografického vyšetření (CSSOT) softwarem přístroje - pacientka.
- Obr. 11: Shrnutí výsledků výstupního posturografického vyšetření (CSSOT) softwarem přístroje - pacientka.

Seznam grafů

- Graf 1: Dosažené skóre v předvolbě "level 1" - pacient.
- Graf 2: Dosažené skóre v předvolbě "cas 1" - pacient.
- Graf 3: Dosažené skóre v předvolbě "level 1" - pacientka.
- Graf 4: Dosažené skóre v předvolbě "cas 1" - pacientka.
- Graf 5: Zlepšení v MiniBESTestu u pacienta.
- Graf 6: Zlepšení v MiniBESTestu u pacientky.
- Graf 7: Dosažené skóre v předvolbě "level 1" pacienty a kontrolní skupinou.
- Graf 8: Dosažené skóre v předvolbě "cas 1" pacienty a kontrolní skupinou.
- Graf 9: Nejlepší časy dosažené pacienty a kontrolní skupinou ve virtuálním prostředí.

Seznam tabulek

Tab. 1: Parciální výsledky MiniBESTestu.

Tab. 2: Parciální výsledky posturografického testu - FA.

Tab. 3: Parciální výsledky posturografického testu - CSSOT.

Tab. 4: Shrnutí výhod a nevýhod virtuálního prostředí použitého v této práci pro terapii poruch stability.

Seznam příloh

- Příloha 1: Tabulka testů stability (Mancini a Horak, 2010).
- Příloha 2: MiniBESTest (MiniBESTest, [2013]).
- Příloha 3: Příklad statokineziogramu (A) a stabilogramu (B) (Duarte a Freitas, 2010).
- Příloha 4: Graf znázorňující nastavení citlivost plošiny pro pohyb ve virtuálním prostředí.
- Příloha 5: Některé z hodnot získaných při vstupním a výstupním posturografickém vyšetření (CSSOT) - pacient. Zelená pole u výstupního vyšetření znázorňují, v čem se pacient zlepšil oproti vstupnímu vyšetření.
- Příloha 6: Některé z hodnot získaných při vstupním a výstupním posturografickém vyšetření (CSSOT) - pacientka. Zelená pole u výstupního vyšetření znázorňují, v čem se pacientka zlepšila oproti vstupnímu vyšetření.

Příloha 1: Tabulka testů stability (Mancini a Horak, 2010).

skupina	test
praktické	Berg Balance Scale (BBS) Activities of Balance Confidence (ABC) Tinetti Balance and Gait Test Timed Up and Go Test (TUG) Stoj na jedné noze Functional Reach Test
systémové	Balance Evaluation Systems Test (BESTest) MiniBESTest BriefBESTest Physiological Profile Approach (PPA)
objektivní	Posturografie Inerciální senzory

Příloha 2: MiniBESTest (MiniBESTest, [2013]).

Mini-BESTest: Balance Evaluation Systems Test

© 2005-2013 Oregon Health & Science University. All rights reserved.

ANTICIPATORY

SUB SCORE: /6

1. SIT TO STAND

Instruction: "Cross your arms across your chest. Try not to use your hands unless you must. Do not let your legs lean against the back of the chair when you stand. Please stand up now."

(2) Normal: Comes to stand without use of hands and stabilizes independently.

(1) Moderate: Comes to stand WITH use of hands on first attempt.

(0) Severe: Unable to stand up from chair without assistance, OR needs several attempts with use of hands.

2. RISE TO TOES

Instruction: "Place your feet shoulder width apart. Place your hands on your hips. Try to rise as high as you can onto your toes. I will count out loud to 3 seconds. Try to hold this pose for at least 3 seconds. Look straight ahead. Rise now."

(2) Normal: Stable for 3 s with maximum height.

(1) Moderate: Heels up, but not full range (smaller than when holding hands), OR noticeable instability for 3 s.

(0) Severe: \leq 3 s.

3. STAND ON ONE LEG

Instruction: "Look straight ahead. Keep your hands on your hips. Lift your leg off of the ground behind you without touching or resting your raised leg upon your other standing leg. Stay standing on one leg as long as you can. Look straight ahead. Lift now."

Left: Time in Seconds Trial 1: _____ Trial 2: _____

Right: Time in Seconds Trial 1: _____ Trial 2: _____

(2) Normal: 20 s.

(2) Normal: 20 s.

(1) Moderate: < 20 s.

(1) Moderate: < 20 s.

(0) Severe: Unable.

(0) Severe: Unable

To score each side separately use the trial with the longest time.

To calculate the sub-score and total score use the side [left or right] with the lowest numerical score [i.e. the worse side].

REACTIVE POSTURAL CONTROL

SUB SCORE: /6

4. COMPENSATORY STEPPING CORRECTION- FORWARD

Instruction: "Stand with your feet shoulder width apart, arms at your sides. Lean forward against my hands beyond your forward limits. When I let go, do whatever is necessary, including taking a step, to avoid a fall."

(2) Normal: Recovers independently with a single, large step (second realignment step is allowed).

(1) Moderate: More than one step used to recover equilibrium.

(0) Severe: No step, OR would fall if not caught, OR falls spontaneously.

5. COMPENSATORY STEPPING CORRECTION- BACKWARD

Instruction: "Stand with your feet shoulder width apart, arms at your sides. Lean backward against my hands beyond your backward limits. When I let go, do whatever is necessary, including taking a step, to avoid a fall."

(2) Normal: Recovers independently with a single, large step.

(1) Moderate: More than one step used to recover equilibrium.

(0) Severe: No step, OR would fall if not caught, OR falls spontaneously.

6. COMPENSATORY STEPPING CORRECTION- LATERAL

Instruction: "Stand with your feet together, arms down at your sides. Lean into my hand beyond your sideways limit. When I let go, do whatever is necessary, including taking a step, to avoid a fall."

Left

Right

(2) Normal: Recovers independently with 1 step (crossover or lateral OK).

(2) Normal: Recovers independently with 1 step (crossover or lateral OK).

(1) Moderate: Several steps to recover equilibrium.

(1) Moderate: Several steps to recover equilibrium.

(0) Severe: Falls, or cannot step.

(0) Severe: Falls, or cannot step.

Use the side with the lowest score to calculate sub-score and total score.

SENSORY ORIENTATION

SUB SCORE: /6

7. STANCE (FEET TOGETHER); EYES OPEN, FIRM SURFACE

Instruction: "Place your hands on your hips. Place your feet together until almost touching. Look straight ahead. Be as stable and still as possible, until I say stop."

Time in seconds: _____

(2) Normal: 30 s.

(1) Moderate: < 30 s.

(0) Severe: Unable.

8. STANCE (FEET TOGETHER); EYES CLOSED, FOAM SURFACE

Instruction: "Step onto the foam. Place your hands on your hips. Place your feet together until almost touching. Be as stable and still as possible, until I say stop. I will start timing when you close your eyes."

Time in seconds: _____

- (2) Normal: 30 s.
- (1) Moderate: < 30 s.
- (0) Severe: Unable.

9. INCLINE- EYES CLOSED

Instruction: "Step onto the incline ramp. Please stand on the incline ramp with your toes toward the top. Place your feet shoulder width apart and have your arms down at your sides. I will start timing when you close your eyes."

Time in seconds: _____

- (2) Normal: Stands independently 30 s and aligns with gravity.
- (1) Moderate: Stands independently <30 s OR aligns with surface.
- (0) Severe: Unable.

DYNAMIC GAIT

SUB SCORE: _____ /10

10. CHANGE IN GAIT SPEED

Instruction: "Begin walking at your normal speed, when I tell you 'fast', walk as fast as you can. When I say 'slow', walk very slowly."

- (2) Normal: Significantly changes walking speed without imbalance.
- (1) Moderate: Unable to change walking speed or signs of imbalance.
- (0) Severe: Unable to achieve significant change in walking speed AND signs of imbalance.

11. WALK WITH HEAD TURNS – HORIZONTAL

Instruction: "Begin walking at your normal speed, when I say "right", turn your head and look to the right. When I say "left" turn your head and look to the left. Try to keep yourself walking in a straight line."

- (2) Normal: performs head turns with no change in gait speed and good balance.
- (1) Moderate: performs head turns with reduction in gait speed.
- (0) Severe: performs head turns with imbalance.

12. WALK WITH PIVOT TURNS

Instruction: "Begin walking at your normal speed. When I tell you to 'turn and stop', turn as quickly as you can, face the opposite direction, and stop. After the turn, your feet should be close together."

- (2) Normal: Turns with feet close FAST (≤ 3 steps) with good balance.
- (1) Moderate: Turns with feet close SLOW (≥ 4 steps) with good balance.
- (0) Severe: Cannot turn with feet close at any speed without imbalance.

13. STEP OVER OBSTACLES

Instruction: "Begin walking at your normal speed. When you get to the box, step over it, not around it and keep walking."

- (2) Normal: Able to step over box with minimal change of gait speed and with good balance.
- (1) Moderate: Steps over box but touches box OR displays cautious behavior by slowing gait.
- (0) Severe: Unable to step over box OR steps around box.

14. TIMED UP & GO WITH DUAL TASK [3 METER WALK]

Instruction TUG: "When I say 'Go', stand up from chair, walk at your normal speed across the tape on the floor, turn around, and come back to sit in the chair."

Instruction TUG with Dual Task: "Count backwards by threes starting at _____. When I say 'Go', stand up from chair, walk at your normal speed across the tape on the floor, turn around, and come back to sit in the chair. Continue counting backwards the entire time."

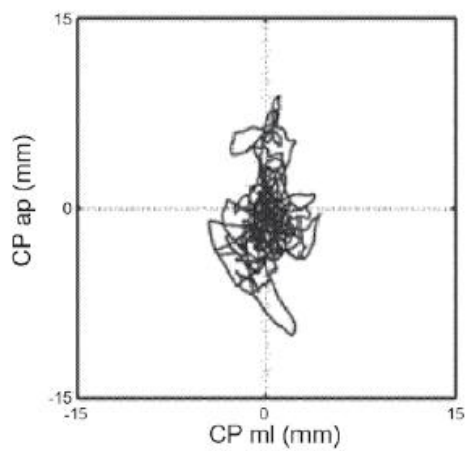
TUG: _____ seconds; Dual Task TUG: _____ seconds

- (2) Normal: No noticeable change in sitting, standing or walking while backward counting when compared to TUG without Dual Task.
- (1) Moderate: Dual Task affects either counting OR walking (>10%) when compared to the TUG without Dual Task.
- (0) Severe: Stops counting while walking OR stops walking while counting.

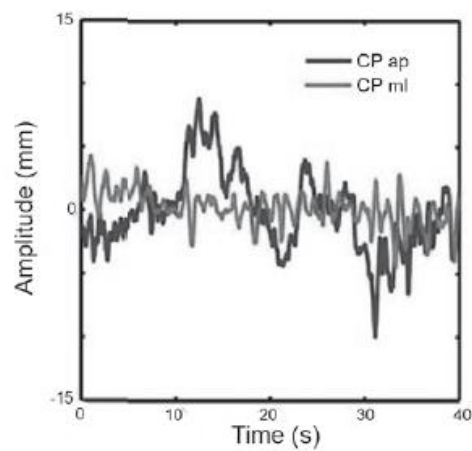
When scoring item 14, if subject's gait speed slows more than 10% between the TUG without and with a Dual Task the score should be decreased by a point.

TOTAL SCORE: _____ /28

Příloha 3: Příklad statokineziogramu (A) a stabilogramu (B) (Duarte a Freitas, 2010).

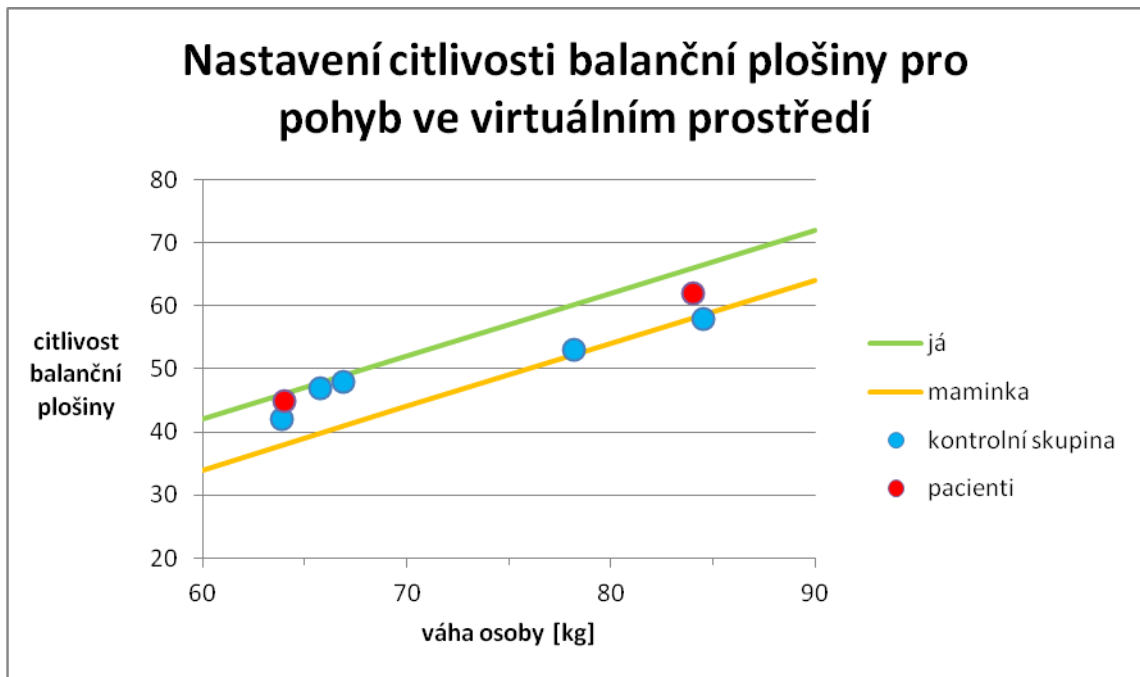


A



B

Příloha 4: Graf znázorňující nastavení citlivost plošiny pro pohyb ve virtuálním prostředí.



Příloha 5: Některé z hodnot získaných při vstupním a výstupním posturografickém vyšetření (CSSOT) - pacient. Zelená pole u výstupního vyšetření znázorňují, v čem se pacient zlepšil oproti vstupnímu vyšetření.

	1	2	3	4	5	6	7	
vstupní CSSOT	plocha STG	541,921	405,540	355,862	1237,088	2472,072	1115,961	-
	celková délka trajektorie změny COP	226,680	224,718	332,618	649,040	962,378	716,441	-
	amplituda výchylky COP - ML	26,830	16,599	21,508	52,095	64,334	46,266	194,801
	amplituda výchylky COP - AP	22,456	27,483	22,094	36,814	55,352	45,870	168,566
	odchylka COP - ML	6,981	4,489	5,438	10,948	14,598	9,546	-
	odchylka COP - AP	5,549	6,112	4,412	7,794	11,453	8,086	-
výstupní CSSOT	plocha STG	385,866	551,977	178,567	1000,963	2207,503	1008,308	-
	celková délka trajektorie změny COP	234,750	288,196	252,387	601,186	1302,888	727,805	-
	amplituda výchylky COP - ML	24,828	24,561	15,557	42,655	60,038	44,582	225,609
	amplituda výchylky COP - AP	20,301	31,850	17,763	38,006	70,462	35,464	173,290
	odchylka COP - ML	5,248	5,739	3,265	9,002	12,055	8,814	-
	odchylka COP - AP	5,012	7,029	3,806	7,768	12,660	7,772	-

Příloha 6: Některé z hodnot získaných při vstupním a výstupním posturografickém vyšetření (CSSOT) - pacientka. Zelená pole u výstupního vyšetření znázorňují, v čem se pacientka zlepšila oproti vstupnímu vyšetření.

	1	2	3	4	5	6	7
vstupní CSSOT	plocha STG	57,152	101,373	109,380	447,182	849,741	979,110
	celková délka trajektorie změny COP	162,549	202,651	177,886	517,515	586,267	568,572
	amplituda výchylky COP - ML	10,957	13,661	10,180	32,282	37,483	38,642
	amplituda výchylky COP - AP	9,452	12,422	13,430	27,710	44,217	39,846
	odchylka COP - ML	2,149	2,675	2,349	5,772	7,244	8,034
	odchylka COP - AP	1,803	2,622	3,083	5,313	8,078	8,403
výstupní CSSOT	plocha STG	73,537	66,352	168,948	387,836	632,072	681,427
	celková délka trajektorie změny COP	201,702	191,776	248,848	509,041	681,552	466,252
	amplituda výchylky COP - ML	9,846	9,790	16,507	28,724	38,483	34,005
	amplituda výchylky COP - AP	13,279	10,811	15,408	22,459	34,767	29,586
	odchylka COP - ML	1,929	2,114	3,616	5,463	6,864	6,992
	odchylka COP - AP	2,626	2,201	3,143	4,912	6,370	6,694