

**UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE  
1.LÉKAŘSKÁ FAKULTA**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**Praha 2012**

**Tereza Dvořáková**

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

**Klinika rehabilitačního lékařství  
Albertov 7  
Praha 2**

Studijní program: Specializace ve zdravotnictví  
Studijní obor: Fyzioterapie



**Tereza Dvořáková**

**Trénink stability s využitím virtuální reality**

**Stability training with the usage of virtual reality**

**Bakalářská práce**

**Vedoucí závěrečné práce:  
MUDr. Marie Tichá**

**Praha, 2012**

## **PODĚKOVÁNÍ**

Ráda by poděkovala vedoucí bakalářské práce, paní MUDr. Marii Tiché za vstřícnost a ochotu s jakou vedla moji práci, za její rady a odborné připomínky.

Dále děkuji celému týmu Kliniky rehabilitačního lékařství 1. LF UK v Praze, který obohatil moji práci a s jehož členy jsem se přitom mohla poznat.

Také vyjadřuji poděkování jak pacientům,  
kteří se ochotně a trpělivě podíleli na měření dat.

V neposlední řadě jsem vděčná za podporu své rodiny.

## **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: 15. 11. 2012

---

Tereza Dvořáková

**Identifikační záznam:**

DVOŘÁKOVÁ, Tereza. Trénink stability s využitím virtuální reality.

[Stability training with the usage of virtual reality].

Praha, 2012. 56 s., 0 příl. Bakalářská práce (Bc.).

Univerzita Karlova v Praze, 1. lékařská fakulta, Klinika rehabilitačního lékařství.

Vedoucí práce MUDr. Tichá, Marie.

**Jméno a příjmení autora:** Tereza Dvořáková

**Název bakalářské práce:** Trénink stability s využitím virtuální reality

**Pracoviště:** Klinika rehabilitačního lékařství

**Vedoucí bakalářské práce:** MUDr. Marie Tichá

### **Abstrakt bakalářské práce:**

Bakalářská práce se zabývá využitím virtuální reality v tréninku stability pacientů. K tréninku bylo využito 3D scén vytvořených Adamem Bohunčákem pro jeho diplomovou práci: Aplikace pro diagnostiku a rehabilitaci neurologických pacientů v systému virtuální reality. (Bohunčák, 2010)

V teoretické části je popsán princip virtuální reality a její druhy. Je zde uvedeno vybavení laboratoře, ve které terapie probíhaly. K tomuto vybavení patří stabilometrická plošina Wii Balance Board, která sloužila jako posturograf. V teoretické části dále nalezneme rozdělení posturografie. Celá část končí dělením stability z hlediska fyzioterapie a mechanismy, které ji zajišťují.

Cílem praktické části bylo zjistit vliv tréninku ve virtuálním prostředí na pacienty a následné převedení jimi získaných dovedností do reálného života. Pro hodnocení byla v této práci vybrána konkrétní 3D scéna „Hra s míči“.

Skupina 3 pacientů po cévní mozkové příhodě podstoupila stejný cyklus, který obsahoval deset terapií. Každou z prvních devíti absolvovali všichni pacienti opakovaně dvakrát v jednom týdnu. Desátá terapie byla se všemi uskutečněna s odstupem jednoho měsíce. Záznamy pacientů jsou zpracovány formou kazuistik. Data byla průběžně ukládána do počítače, následně zpracována a jsou v práci prezentována pomocí grafů a tabulek.

**Klíčová slova:** Virtuální realita, posturální stabilita, cévní mozková příhoda, 3D scény, stabilometrická plošina Wii Balance Board

**Authors name and surname:** Tereza Dvořáková

**Bechelor thesis title:** Stability training with the usege of virtual reality

**Department:** Department of rehabilitation medicine

**Thesis supervisor:** MUDr. Marie Tichá

**Thesis - abstract:**

Main topic of the thesis is the use of virtual reality in patient's stability training. For the purpose of training I used 3D scenes created by Adam Bohunčák for his master thesis: Application for diagnostic and rehabilitation of neurologic patients in system of virtual reality. (Bohunčák 2010)

In the theoretical part of thesis there is a description of virtual reality and its types. It contains the list of equipment of a laboratory in which therapies sessions were held. This equipment includes stabilometric platform Wii Balance Board, which served as posturograf. Next section of the theoretical part is the dividing of posturography. The whole section ends by dividing stability in terms of physiotherapy and providing mechanisms.

Aim of the work was to determine the effect of training in a virtual environment on patients and converting their acquired skills to real life. For the evaluation of this work was chosen specific 3D scene named "Playing with balls."

Group of three patients with post stroke symptoms underwent the same cycle consisting of ten therapies. Patients underwent nine of these repeated twice in one week. Tenth therapy was carried out one month later. Patient records are processed in the form of case studies. The data were continuously stored in a computer subsequently processed and finally presented in the thesis using graphs and tables.

**Keywords:** Virtual reality, postural stability, stroke, 3D scenes, stabilometric platform  
Wii Balance Board





# Obsah

<b>Úvod .....</b>	<b>1</b>
<b>Teoretická část .....</b>	<b>3</b>
<b>Virtuální realita .....</b>	<b>3</b>
<b>Druhy virtuálního prostředí.....</b>	<b>3</b>
<b>Zařízení virtuální reality .....</b>	<b>4</b>
<b>Řídicí počítač.....</b>	<b>5</b>
<b>Výstupní zařízení .....</b>	<b>5</b>
Monitor a display .....	5
Plátno a zrcadlo .....	5
Infračervený emitor .....	6
Projektor .....	6
Stereoskopické brýle.....	6
<b>Vstupní zařízení .....</b>	<b>7</b>
Tlačítko pro pacienta .....	7
Stabilometrická plošina .....	8
<b>Posturografie .....</b>	<b>9</b>
<b>Dynamické vyšetření pomocí posturografie.....</b>	<b>9</b>
<b>Statické vyšetření pomocí posturografie .....</b>	<b>9</b>
<b>Scény posturografie .....</b>	<b>9</b>
Stabilita .....	10
Hra s míči.....	11
Subjektivní vertikála.....	12
<b>Posturální stabilita .....</b>	<b>12</b>
<b>Dělení stability .....</b>	<b>13</b>
<b>Vnitřní stabilita.....</b>	<b>13</b>
<b>Vnější stabilita.....</b>	<b>13</b>
<b>Mechanismy zajišťující stabilitu.....</b>	<b>14</b>
<b>Senzorická složka.....</b>	<b>14</b>
Zrak.....	14
Stereoskopické vidění .....	14
Vestibulární systém .....	14
Propriocepce a exterocepce .....	15
Receptory povrchového čítí – hmat .....	15

Receptory hlubokého cití .....	15
<b>Řídící složka – mozek .....</b>	<b>16</b>
Mozek .....	16
Poškození mozku .....	17
Příčiny .....	17
Faktory .....	17
Věk .....	17
Pohlaví .....	17
Klasifikace podle stupně traumatického poškození mozku .....	17
Klasifikace podle patologicko anatomických změn .....	18
Patofyziologie poranění mozku .....	18
Primární poranění .....	18
Sekundární poranění .....	19
Cévní mozková příhoda .....	20
Účinky cévní mozkové příhody .....	21
Fáze cévní mozkové příhody .....	21
Počáteční fáze mozkového šoku .....	21
Fáze zotavovací .....	22
Spasticita .....	22
Typický spastický vzorec cévní mozkové příhody .....	22
Rehabilitace po cévní mozkové příhodě .....	23
Faktory ovlivňující zotavení .....	23
Zásady léčby .....	23
<b>Výkonná složka .....</b>	<b>23</b>
Páteř .....	24
Stabilita páteře .....	24
Svaly hlubokého stabilizačního systému .....	24
Hluboké extenzory páteře .....	25
Bránice .....	25
Svaly pánevního dna .....	25
Svaly břišní – m. transversus abdominis .....	25
Svaly krku .....	26
<b>Praktická část .....</b>	<b>27</b>
<b>Cíl .....</b>	<b>27</b>
<b>Hypotéza .....</b>	<b>27</b>
<b>Metodologie .....</b>	<b>27</b>
Charakteristika skupiny pacientů .....	27
Průběh měření .....	28
Vlastní měření .....	28
<b>Scény .....</b>	<b>30</b>
Stabilita .....	30
Hra s míči .....	30
<b>Zpracování získaných dat .....</b>	<b>30</b>
Data pacientů .....	30

<b>Kazuistiky .....</b>	<b>31</b>
<b>Pacient č. 1 - vstupní vyšetření .....</b>	<b>31</b>
Anamnestické údaje.....	31
Kineziologický rozbor .....	32
<b>Pacient č. 1 - výstupní vyšetření .....</b>	<b>33</b>
Anamnestické údaje.....	33
Kineziologický rozbor .....	33
<b>Pacient č. 2 - vstupní vyšetření .....</b>	<b>34</b>
Anamnestické údaje.....	34
Kineziologický rozbor .....	35
<b>Pacient č. 2 - výstupní vyšetření .....</b>	<b>36</b>
Anamnestické údaje.....	37
Kineziologický rozbor .....	37
<b>Pacient č. 3 - vstupní vyšetření .....</b>	<b>37</b>
Anamnestické údaje.....	38
Kineziologický rozbor .....	38
<b>Pacient č. 3 - výstupní vyšetření .....</b>	<b>39</b>
Anamnestické údaje.....	40
Kineziologický rozbor .....	40
<b>Výsledky měření .....</b>	<b>41</b>
<b>Tabulky.....</b>	<b>42</b>
<b>Grafy .....</b>	<b>43</b>
Porovnání levelů 1 .....	43
Porovnání první a poslední terapie .....	44
<b>Diskuze .....</b>	<b>45</b>
<b>Závěr a doporučení.....</b>	<b>49</b>
<b>Seznamy .....</b>	<b>51</b>
<b>Seznam použité literatury .....</b>	<b>51</b>
<b>Seznam zkratk.....</b>	<b>55</b>
<b>Seznam obrázků.....</b>	<b>56</b>
<b>Seznam tabulek.....</b>	<b>56</b>
<b>Seznam grafů.....</b>	<b>56</b>

# Úvod

Jedním z hlavních úkolů multidisciplinárního týmu je navrátit pacientovi zdraví v nejvyšší kvalitě a obnovit jeho soběstačnost v největší možné míře. Z fyzioterapeutického a ergoterapeutického hlediska se zajímáme především o pohybovou stránku.

Díky dnešnímu pokroku nám technika nabízí nové možnosti rehabilitace. Ve světě i u nás se stává běžnou součástí medicíny virtuální realita. Dá se využít pro nácvik komplikovaných chirurgických zákroků, k projekci anatomických modelů a má mnoho dalších uplatnění. Pomocí počítačových scén a motivačních her umíme vytvořit iluzi reálného světa a reálných situací.

Velkým přínosem pro fyzioterapii a ergoterapii je především nácvik obtížně zvládnutelných situací, které mohou některým pacientům dělat problémy (například přecházení přechodu) nebo i pro nácvik manipulace s nebezpečnými předměty (nalévání horké vody). Díky virtuálním scénám můžeme tyto činnosti trénovat v bezpečném prostředí a dodat tak pacientovi pocit jistoty.

Jednou z oblastí, o které se zajímá fyzioterapeut, je správný stoj a chůze. S tím úzce souvisí také stabilita a její nácvik. Plasticita mozku umožňuje u pacientů s poškozením mozku stabilitu znovu navrátit, nebo do velké míry obnovit. Ke stimulaci mozku můžeme využívat různé možnosti tréninku: balanční cvičení, Bobath koncept a mnoho dalších metod. Mě zaujala myšlenka, že se k tomuto tréninku dá využívat také virtuální realita. Při ní je pro pacienty především přínosem nácvik situací simulujících běžný reálný život na 3D scénách. Úspěch při hře je pro ně silně motivující. Okamžité vyhodnocení výsledků je zábavná forma, jak překonávat svoje možnosti a jak zlepšovat svůj stav. Pro svoji práci jsem si jako hlavní téma zvolila nácvik stability pomocí motivačních her.

Další výhodou pro terapie je jednoduché vyšetření posturálních regulací pomocí posturografu. To nabízí neinvazivní získání velmi přesných výsledků a rychlé vypracování údajů o pacientovi.

Práce na bakalářské práci mi umožnila navštěvovat laboratoř virtuální reality Kliniky rehabilitačního lékařství 1. LF UK v Praze a pracovat v týmu, který se podílí na vývoji takových 3D scén, které jsou pro pacienty nejpřínosnější. Víze týmu do budoucna je přizpůsobení aplikací pro domácí použití, kdy budou moci pacienti trénovat v pohodlí svého domova. Dalším cílem týmu je tvorba nových scén a motivačních her, které se budou více blížit reálným situacím ze života.

Hlavním cílem bakalářské práce je přiblížit tento moderní přístup k rehabilitaci a ověřit jeho funkčnost pro převedení získaných dovedností do praktického života pacientů. Práce je dělena do dvou částí – teoretické a praktické.

Teoretická část uvádí základní informace o virtuální realitě a výčet technických zařízení. Dále je zaměřena na problematiku obecné fungování stability oba fyziologické mechanismy, které ji zajišťují. Je koncipována tak, aby obsahovala všechny potřebné informace k části praktické.

Praktická část obsahuje data 3 pacientů získaná měřeními během terapií. Informace o pacientech jsou zde zpracována formou kazuistik. Dále obsahuje data pacientů nasbíraná během terapií, která jsou graficky zpracována do tabulek a grafů.

# Teoretická část

## Virtuální realita

Rychlý rozvoj techniky způsobil, že v relativně krátkém časovém období přichází zcela nový komunikační přístup, který práci s počítačem a jeho ovládání posunuje do zcela nových dimenzí. Je jím práce v uměle generovaném prostředí, jak jej vytváří technologie virtuální reality. Tato technologie se velmi rychle rozšířila do řady oborů lidské činnosti, a to nejen v oblasti techniky, ale například i v umění, a také v lékařství. Své uplatnění tak našla virtuální realita také při rehabilitaci (Mlíka, Janura, Mayer, 2005).

Virtuální realita používaná při rehabilitaci je definována jako třírozměrná interaktivní počítačová simulace skutečného prostoru, která v reálném čase reaguje na senzorické podněty od pacienta. Pacient zase zpětně reaguje na vjemy z virtuální reality. Jakákoliv změna stavu reálného systému se tedy okamžitě projeví v simulovaném prostředí (Bohunčák, 2010).

Společným cílem metod pracujících s virtuální realitou je zásobit lidský senzorický systém signály, které svou "reálností" mohou být připodobňovány skutečným podnětům okolního prostředí. Úspěch či neúspěch závisí na kvalitě dodávaných signálů (zrakových, sluchových, hmatových aj.) (Mlíka, Janura, Mayer, 2005).

V posledních letech vzrůstá zájem o aplikaci virtuální reality v rehabilitaci. Na rozdíl od tradičních rehabilitačních postupů, které mohou být únavné, náročné a nákladné, poskytuje virtuální realita pacientům se získaným poškozením mozku možnosti, jak se zapojit do smysluplných, příjemných a cílených úkolů, které souvisejí s reálnými životními zájmy a ADL. Zveřejněné klinické výsledky ukazují, že u pacientů se získaným mozkovým poškozením je obnova motorických funkcí díky virtuální realitě posílena. Přestože většina z těchto studií se stále skládá z malých experimentů bez kontrolních studií, mohou demonstrovat možnosti a účinnost aplikace virtuální reality v této klinické oblasti (Crosbie, 2007).

## Druhy virtuálního prostředí

Rozlišujeme tři základní stupně virtuální reality:

- 1) aktivní,
- 2) pasivní,
- 3) interaktivní

(Brdička, 1995).

Toto dělení je určeno mimo jiné náročností a věrohodností realizace. Pocit reálna se odvíjí od kvality grafického zpracování (Haman, 1999).

V pasivním virtuálním prostředí můžeme vnímat smysly, ale aplikace fungují podobně jako film. To znamená, že toto prostředí nemůžeme ovlivnit. Například dojem pohybu je vyvolán pouze měnicím se prostředím a tento pohyb nelze řídit. Řízení je tedy plně definováno předem stanoveným programem (Mellet-d'Huart, 2005, Haman, 1999).

Druhým stupněm je aktivní virtuální prostředí. Pro tuto aplikace je nutné znát polohu a směr pohybu jedince, aby mohlo dojít k aktualizaci prostředí a systém mohl po vyhodnocení dat reagovat na pohyb. V tomto prostředí je možné se pohybovat a zkoumat ho. Nelze ho však modifikovat. Jedince a jeho pohyb můžeme přirovnat k pohybu ducha. Pokud nedochází k dostatečně rychlému zpětnému zpracování dat a scény nereagují v časové synchronicitě s pohybem jedince, může jedinec pozbyť pocitu vnoření se do scény a sníží se tak pocit reálna (Aukstakalnis, Blatner, 1994).

Nejdokonalejší a také technicky nejnáročnější je interaktivní virtuální prostředí. Zde dochází k nejintenzivnějšímu vstupu a vnoření. Jedinec může prostředí nejen vnímat a zkoumat, ale může ho také modifikovat. To umožňuje virtuální uchopování a přemísťování předmětů. Jednou ze současných vrcholných aplikací s významným přínosem pro medicínu je virtuální cvičná operace, kterou může chirurg opakovaně uskutečnit na modelu určitého orgánu konkrétního pacienta dříve, než k ní přistoupí ve skutečnosti (Žára a spol., 1998).

## **Zařízení virtuální reality**

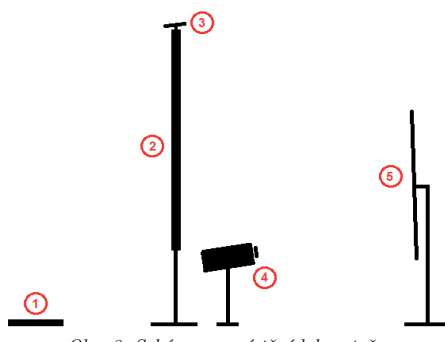
Zařízení virtuální reality se dělí na vstupní a výstupní. Tato označení znamenají ve výpočetní technice hardwarová zařízení, která zprostředkovávají kontakt počítače s okolím. Vstupní zařízení odesílají informace z okolí dovnitř do počítače, díky němu můžeme ukládat data. Výstupní zařízení předávají informace zevnitř z počítače směrem ven. Pomocí těchto zařízení můžeme počítač ovládat (Brdička, 1995).

V následující kapitole bude podrobně popsáno hardwarové vybavení používané v laboratoři virtuální reality Kliniky rehabilitačního lékařství 1. LF UK v Praze na Albertově. Popsány budou jak komponenty komerčně dostupné, tak i komponenty vyvinuté přímo pro tuto konkrétní laboratoř (Bohunčák, 2010).

## Řídicí počítač

Celý systém virtuální reality je řízen centrálním počítačem. Jedná se o běžný osobní počítač. Počítač pracuje se 4 GB operační paměti typu s kmitočtem sběrnice 1066 MHz. Data jsou ukládána na pevný disk s kapacitou 500 GB. U tohoto řídicího počítače byl kladen důraz na tichý provoz, proto zde byl nainstalován nestandardní chladič a napájecí zdroj byl zvolen s ohledem na parametr hlučnosti (Bohunčák, 2010).

## Výstupní zařízení



1. Stabilometrická plošina, 2. Projekční plátno, 3. Infračervený emitor, 4. Projektor, 5. Zrcadlo

Obr. 1

### Rozvržení laboratorního vybavení (Převzato z: Bohunčák, 2010)

### Monitor a display

Obraz monitoru a plátna je vždy identický, proto je k řídicímu počítači připojen ještě jeden display, který slouží k ovládnání počítače. Zatímco je na monitoru a plátně promítána 3D scéna, na plochém display může obsluha scénu ovládat nebo navíc sledovat měřené parametry, které tak pacient nevidí. Monitor a display spolu komunikují, proto se dají výsledky ukázat pacientovi pouhým přesunutím tabulky pomocí myši (Bohunčák, 2010).

### Plátno a zrcadlo

V laboratoři je umístěno plátno pro zpětnou projekci, kam jsou promítány 3D scény pro terapii. Plátno je napnuto na konstrukci rámu a projektor je umístěn na stativu pod plátnem (viz Obr. 1) (Bohnučák, 2010).

Princip zpětné projekce spočívá v tom, že světelný zdroj pomocí optické soustavy promítá obraz na zrcadlo. Tento obraz se odráží na projekční plochu a umožňuje tak



zvětšení obrazu. Lze tak snadno docílit velkého obrazu na plátně i v malém prostoru (Řiháček, 2010).

### **Infračervený emitor**

Při terapii virtuální realitou je využívána stereoskopická projekce s použitím aktivně řízených brýlí. V případě laboratoře se jedná o brýle řízené infračerveným signálem. Nezbytnou součástí je tedy emitor, vysílač řídicího signálu.

Pro pokrytí celé laboratoře je zapotřebí dvou takovýchto emitorů. Jeden z nich je umístěn na vrchním rámu konstrukce plátna, druhý je umístěn na monitoru (viz Obr.1) (Bohunčák, 2010).

### **Projektor**

Pro promítání 3D scén se používá projektor umístěný pod plátnem. V tomto případě se jedná o projektor DelpthQ InFocus. Každému oku je vysílán obraz 60x za vteřinu (viz Obr. 1 ) (Bohunčák, 2010).

Při stereo 3D zobrazení je úplně potlačeno nežádoucí blikání. Tento efekt je dosažen díky technologii umožňující práci na frekvenci 120 Hz (Cs.gali-3d.com, c2012).

### **Stereoskopické brýle**

Základem trojrozměrného vidění je princip 3D stereoskopie. K tomuto vidění potřebujeme dvě oči. Obraz je viděn dvakrát, a to navíc ze dvou různých pohledů, jinak řečeno s horizontálním posunem (daným roztečí očí). Náš mozek dokáže dva rozdílné obrazy vyhodnotit a získat z nich trojrozměrný obraz zahrnující také i informaci o vzdálenosti k pozorovanému objektu (Cs.gali-3d.com, c2012)



Obr. 2  
**Stereoskopické brýle NuVision 60GX pro 3D projekci**  
(Převzato z: Shop.gali-3d.com, c2012)

K 3D zobrazení ve virtuální realitě se používá speciálních brýlí. Na trhu je uváděno více druhů. V laboratoři se používá aktivních stereoskopických brýlí NuVision 60GX.

Tyto brýle jsou vyrobeny s masivním designem, který sice působí na první pohled robustně, nicméně umožňují pohodlné nošení a mají vysokou mechanickou odolnost. Výhodou konstrukce je i dokonalé odstínění periferních světelných vjemů, které jinak mohou znepříjemňovat 3D prostorový efekt. Není potřeba spojovat brýle s počítačem žádným kabelem, synchronizace zprostředkovává dálkový přijímač. V bočnicích brýlí jsou dvě vyměnitelné knoflíkové baterie, které umožňují funkci po několik let (Cs.gali-3d.com, c2012).

Stereoskopické brýle (viz Obr. 2) přijímají signál z infračerveného emitoru. Emitorem je řízené postupné zakrývání a odkrývání levého a pravého oka. "Skla" těchto brýlí jsou tvořena vrstvou tekutých krystalů, které jsou schopny vytvořit průhledný nebo neprůhledný filtr. Clona nezajistí úplné zakrytí oka, pouze dojde k jejímu ztmavení. Při vysoce kontrastních 3D scénách pak může jedince vnímat rušivé elementy v podobě duchů (Bohunčák, 2010).

## **Vstupní zařízení**

### **Tlačítko pro pacienta**

Tlačítko (viz Obr. 3) je zařízení pro získání zpětné vazby od pacienta. Jedná se o válec s jediným tlačítkem, které může pacient během rehabilitačního procesu snadno držet v ruce a v případě nutnosti jím dát znamení. S počítačem je propojeno kabelem na konci s USB. Tato součást hardwaru byla vyvinuta speciálně pro použití při jedné z 3D scén (Bohunčák, 2010).



Obr. 3  
**Tlačítko pro pacienta**  
(Převzato z: Bohunčák, 2010)

## **Stabilometrická plošina**

Získávání dat probíhá pomocí stabilometrické plošiny Wii Balance Board (Obr. 4), která je příslušenstvím herní konzole Nintendo Wii. Jedná se o komerční produkt, který je volně dostupný na našich trzích. Pro laboratorní účely byly na plošinu provedeny malé úpravy, které umožňují synchronizaci plošiny pouhým spuštěním programu. Plošina s okolní technikou komunikuje pomocí bezdrátové technologie Bluetooth (Bohunčák, 2010).

Plošina je v rozích vybavena tlakovými senzory, konkrétně se jedná o čtyři tenzometrické můstky. Jde o jednoduché získávání údajů ohledně pacienta: váha, pohyb těžiště a jeho výchylky (en.wikipedia.org, c2011).

Plošina unese pacienta o maximální hmotnosti 150 kg (Bohunčák, 2010).



Obr. 4  
**Stabilometrická plošina Wii Balance Board**  
(převzato z [www.nintendo.com.au](http://www.nintendo.com.au))

Wii Balance Board se při hrách využívá pro různé části těla. Jedinec může používat plošinu nejen na stoje a chůzi, ale také se do ní opřít rukama nebo na ní může dokonce sedět. Tyto výhody se dají využít také ve fyzioterapii, například pro nácvik sedu nebo pro trénink opory o ruce (Clark et al., 2009).

Pro užití plošiny jsou doporučována bezpečnostní pravidla stanovená výrobcem. Plošina by například měla být umístěna na rovném, pevném a neklouzavém povrchu. V žádném případě by neměla být umístěna na silném koberci, kde se může pohybovat, čímž mohou být poškozeny tlakové senzory. Dále by se na plošinu nemělo stoupat v ponožkách (Wiifit.cz, 2008).

Uvedená bezpečnostní pravidla se neslučují s používáním Wii Balance Board v laboratoři, a přesto nejsou pacienti nijak ohroženi na zdraví. Koberec neumožňuje posun plošiny a ponožky si pacienti nechávají z hygienických důvodů. Pro zvýšení bezpečnosti při měření je před pacientem umístěno chodítko, které slouží jako opora a brání pádu. Při terapiích jsou vždy přítomni 2 terapeuti. Jeden obsluhuje počítač a druhý jistí pacienta, může ho také v případě těžšího postižení navádět na pohyb.

## **Posturografie**

Posturografie je elektrofyziologická vyšetřovací metoda, která umožňuje zaznamenávat motorické balanční mechanismy podílející se na udržení posturální rovnováhy. Vyšetření dělíme na statické, kde se hodnotí stoj a dynamické, při kterém se hodnotí pohyb nejčastěji chůze. Pacient se buď pohybuje na statické plošině, nebo se pohybuje plošina (Kolář et al., 2009, Black et al., 2001).

### **Dynamické vyšetření pomocí posturografie**

Dynamickou posturografii v této práci nebudu rozvíjet, protože v rámci našeho vyšetřování bylo používáno posturografie statické.

Rámcově jde o vyšetření mechanismů podílejících se na udržení rovnováhy při pohybu. Vzhledem k celkové interakci smyslových, motorických a centrálních procesů, které se účastní vzpřímeného držení, rovnováhy a zároveň pohybu, počítačová dynamická posturografie vyžaduje různé kombinace těchto mechanismů (například vyřazení zraku) za účelem rozlišení podílu uplatňování se jednotlivých systému u daného jedince (Kolář et al., 2009).

### **Statické vyšetření pomocí posturografie**

Statická vyšetření pomocí posturografie je jedno z možných vyšetření stoje. O toto vyšetření se jedná tehdy, je-li stabilita měřena v podmínkách, kdy se pacient ani plošina nepohybují. Na rozdíl od subjektivního pozorování se však jedná o objektivní metodu, tzn. nezatíženou subjektivní interpretací, jejíž výsledky je možno dokumentovat graficky a především numericky. To umožňuje přesnější hodnocení poruchy rovnováhy, porovnávání a archivaci výsledků (Kolář et al., 2009, Black et al., 2001).

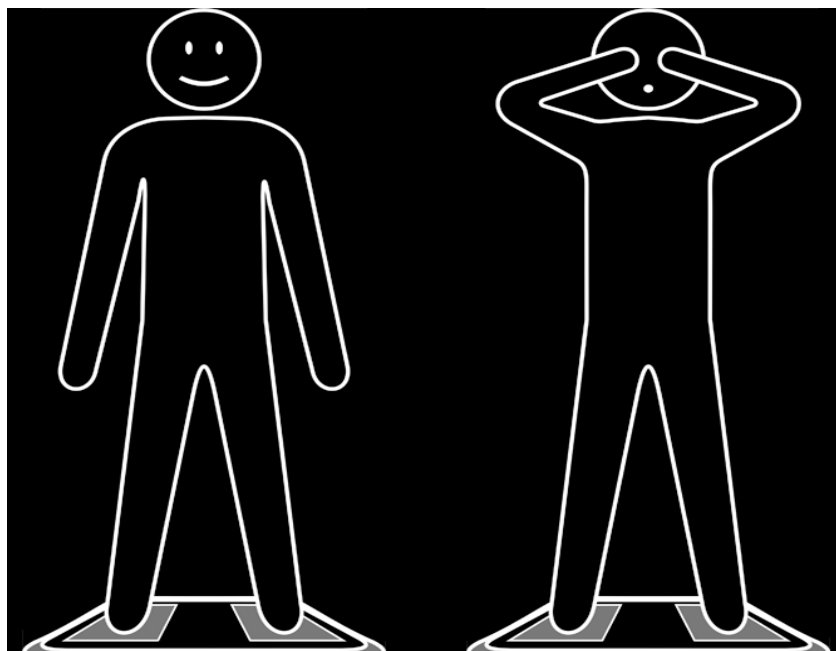
### **Scény posturografie**

Pro účely laboratoře Kliniky rehabilitačního lékařství 1. LF UK byly vyvinuty 4 scény. Při své práci jsem používala pouze 3 z nich, proto budou v následujících podkapitolách popsány právě tyto tři. Jsou seřazeny podle posloupnosti při terapii.

## Stabilita

„Stabilita“ je scéna určena pro základní posturografické vyšetření pacienta. Slouží k objektivnímu sledování rovnováhy pacienta na začátku a na konci terapie. Používá se takzvaný Rombergův test a jeho obměny (Bohunčák, 2009).

Pro získání stejných podmínek pro každé měření je pacientovi stoj upraven dřevěnou šablonou. Ta určuje vzdálenost špiček, která je 30 cm, paty jsou u sebe (Khasnis at al., 2003).



Obr. 5  
**Ilustrační obrázky pro Rombergův test**  
(převzato z: Bohunčák, 2010)

Rombergův test je měřen v tomto pořadí:

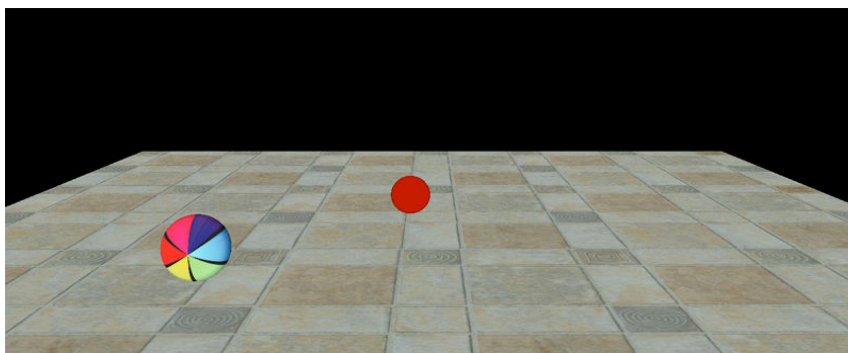
- 1) stoj s otevřenýma očima
- 2) stoj se zavřenýma očima
- 3) stoj na pěnové podložce s otevřenýma očima
- 4) stoj na pěnové podložce se zavřenýma očima
- 5) stoj na pravé noze s otevřenýma očima
- 6) stoj na pravé noze se zavřenýma očima
- 7) stoj na levé noze s otevřenýma očima
- 8) stoj na levé noze se zavřenýma očima

Scény jsou doprovázeny ilustračními obrázky informačního charakteru (viz Obr. 5) a každé měření trvá 30 sekund.

## Hra s míči

Cílem scény „Hra s míči“ (viz Obr. 6) je zlepšení stability, prostorové orientace a kognitivních funkcí pacienta (Tichá et al., 2011).

Výhodou je možnost zpětného vyhodnocení a objektivního sledování vývoje jednotlivých pacientů (Bohunčák, 2010).



Obr. 6  
**Scéna „Hra s míči“**  
(Převzato z: Bohunčák, 2010)

Pacient svým těžištěm ovládá červený míč a musí se dotknout jiného míče. Toho dosáhne přenášením váhy na plošinu. Jakmile se takto pacient dotkne jednoho z míčů nebo červený míč udrží příslušný čas v míči barevném, barevný míč zmizí a objeví se další na jiném místě (Bohunčák, 2010).

Díky okamžitým výsledkům je pacient hned motivován. Počítač vyhodnocuje trajektorii, jakou míč urazil a čas, za který bylo dosaženo požadovaného úkolu. Maximální možné skóre je 100, to ale není dosažitelné, protože se jedná o ideální trajektorii mezi míči, tedy přímkou, v tomto případě by nesmělo dojít k žádnému vychýlení těžiště od této přímky.

Hru lze různými způsoby modifikovat. Nastavovat počet míčů, jejich velikost, jejich umístění, měnit prodlevu při doteku míčů. Jednou z dalších možností je, že se dá hra časově omezit. Nebo je také možné měnit citlivost plošiny (Bohunčák, 2011).

Pro terapie byly nastaveny tyto parametry. Pacient začne s levely 1 až 9, které se od sebe liší prodlevou při doteku míčů. V levelu 1 je prodleva 0,1 s, v druhém 0,5 s, ve třetím 1,0 s a stejným způsobem vzrůstá čas až do levelu 9. Ostatní parametry pro hru jsou nastaveny pro všechny levely stejně, jedná se o velikost a počet míčů.

Pacient po odehrání prvního kola získá určitý počet bodů. Polovina této hodnoty musí být dosažena v každém z dalších levelů. Pokud dosažena není, pacient kolo opakuje, dokud nedosáhne požadovaného počtu bodů. Celkem se hra za jednu terapii opakuje

9krát. Naším cílem je, aby se pacient postupně v průběhu terapií propracoval až do 9 levelu, kde je prodleva 4,0 s.

Další nácvik je nácvik předozadních a stranových pohybů. Po tomto tréninku následuje hra „Kraje“, kdy si pacient nacvičuje krajní polohy a musí zde více vychýlit svoje těžiště. Poslední hra má název „Čas“. Úkolem této hry je nasbírat po dobu 2 minut, co největší množství míčů.

### **Subjektivní vertikála**

Subjektivní vertikála slouží k tréninku kompenzačních mechanismů vestibulárního aparátu. Může sloužit také pro diagnostiku (Tichá et al., 2011).

Pacient před sebou na plátně vidí v 2D provedení bílou tyč na černém pozadí. Tyč se dle nastavení v počítači vychyluje do stran pod různými uhly. Pacient má za úkol vyrovnat tyč do vertikální pozice, když si myslí, že požadované polohy dosáhl, zmáčkne tlačítko. Počítač zaznamená odchylku tyče od vertikály v momentu stisku. Zaznamenáván je tedy počáteční úhel vychýlení, který udává počítač a konečný úhel při stisku tlačítka.

Nastavení scény má různé možnosti pro zadání parametrů:

- 1) Délka měření – omezení časem nebo počtem stisků tlačítka
- 2) Maximální úhel – určuje maximální úhel náklonu tyče
- 3) Citlivost plošiny – určuje, do jaké míry bude náklon scény reagovat na změnu těžiště pacienta na stabilometrické plošině (Bohunčák, 2010).

## **Posturální stabilita**

Posturální stabilita je schopnost zajistit vzpřímené držení těla a reagovat na změny zevních a vnitřních sil tak, aby si tělo udrželo svojí polohu a nedošlo k nezamýšlenému nebo neřízenému pádu (Vařeka, 2002).

Ve statické poloze tělo jako celek nemění svou polohu v prostoru. Každá statická poloha (vzpřímený stoj, sed atd.) však implicitně obsahuje děje dynamické. Při zaujetí stálé polohy nejde o statický stav, ale spíše o určitý pochod nebo proces, který se vyrovnává s přirozenou labilitou pohybové soustavy, jež je pro pohyb nutným předpokladem. Nejde tedy o jednorázové zaujetí polohy, ale kontinuální “zaujímání” stálé polohy (Kolář et al., 2009).

Posturální regulace se týká zaujímání a udržování stabilní polohy těla v gravitačním poli země. Výsledkem posturálních regulací je stabilní vzpřímený stoj. Systém vzpřímeného držení má tři hlavní složky – senzorickou, řídicí a výkonnou (Vařeka, 2002).

Senzorickou složku představují především propiocepce a exterocepce, zrak a vestibulární systém.

Řídící funkci zajišťuje centrální nervová soustava, tedy mozek a mícha.

Výkonnou složkou je pohybový systém, definovaný nejen anatomicky, ale i funkčně. Zásadní úlohu hrají kosterní svaly, které dle Jandy (1982) „leží na křižovatce“ mezi systémem řídicím a výkonným, a které díky propiopecpci mají důležitou úlohu i v oblasti senzorické (Vařeka, 2002).

## **Dělení stability**

Stabilitu dělíme na dva typy, vnitřní (segmentovou) a vnější (celkovou). Stabilita vnitřní je základem stability vnější (Véle, Čumpelík, Pavlů, 2001).

Každý segment těla je součástí stability celku. Pokud je jeden či více segmentů poškozen nebo vyřazen, stává se celý systém méně stabilní nebo nestabilní. Funkci vypadlých segmentů přebírají okolní segmenty a vznikají náhradní pohybové vzorce, tak aby byl jedinec stále schopen stabilní statické i dynamické polohy v co největší možné míře (Kolář et al, 2009).

### **Vnitřní stabilita**

Vnitřní stabilita je stabilita segmentová. Vnitřní stabilizace je prováděna krátkými intersegmentálními svaly (především svaly páteře, dýchací svaly – bránice a m. transversus abdominis), které tvoří hluboký stabilizační systém. Receptory uložené ve svalech jsou i velmi citlivé na jakékoliv odchylky od střední polohy. Tvoří tak v oblasti centrální zóny pružnou “sektorově proměnlivou” adaptaci na aktuální stav prostředí. Proces zachování pružné stability osového orgánu je základním požadavkem pro posturální funkci a pohybovou jistotu (Véle, 2006, Véle, Čumpelík, Pavlů, 2001).

### **Vnější stabilita**

Vnější neboli celková stabilita se projevuje na celé postuře. Tělo musí v každém hybném momentu překonávat tíhovou sílu, tedy udržovat svoji polohu proti gravitaci. Na tom se podílí každý segment těla zvlášť podle toho, v jaké se nachází poloze vůči tíhové síle (Vařeka, 2002).

Vnější stabilizace přesahuje oblast centrální zóny, jejím projevem jsou zřetelné odchylky od střední zóny (flexe, extenze, oboustranná lateroflexe). Tuto stabilitu obstarávají delší záběrové svaly, které vyvíjí po kratší dobu značnou sílu a brání tak destabilizaci systému. Záběrové svaly mění sklon pánve a postavení dolních končetin. Aktivují se, jestliže poloha těla není ve středním postavení (Véle, 2006).



# Mechanismy zajišťující stabilitu

## Senzorická složka

Na udržení stability se podílí několik senzorických složek. Různí autoři uvádějí rozdílný význam nebo procentuální zastoupení důležitosti jednotlivých složek. Jednoznačným poznatkem je, že pokud je u člověka vyražena jen jedna z těchto složek, ovlivňuje to jeho celkovou stabilitu i balanční reakce. Z hlediska rehabilitace ale víme, že pokud je u pacienta jedna ze složek vyloučena částečně nebo celkově, tělo má schopnost aktivizovat a zlepšit citlivost zbylých složek, a tak stabilitu do určité míry udržet nebo obnovit (Kolář et al., 2009).

## Zrak

Zrak je smysl, který umožňuje vnímat světlo, různé barvy a tvary. Pro člověka je to smysl nejdůležitější. Asi 80 % všech informací vnímáme zrakem. Zrak je zaměřen především na vnímání kontrastu, proto dovoluje vidění kontur předmětů, identifikuje jejich vzdálenost a významně se podílí na orientaci v prostoru (Čihák, 2004).

Zrak informuje o prostoru zevního prostředí a výrazně ovlivňuje stabilizační proces. Očima se „opíráme“ o pevné body, které nám nabízí okolí a získáváme tak posturální jistotu, ale i nejistotu např. při chůzi po něčem úzkém ve výšce (Véle, 2006).

## Stereoskopické vidění

Stereoskopie je schopnost lidského mozku sloučit dva dílčí, navzájem poněkud odlišné obrazy, zachycené levým a pravým okem, ve výsledný jediný prostorový obraz (provaseoci.cz, 2009).

Každé oko vnímá okolní svět pod jiným úhlem, každé oko má tedy trochu jiný obraz okolního světa. Stereoskopické vidění vzniká na základě spojení vjemů, které jsou vysílány do našeho mozku z obou očí. Pokud si zakryjeme jedno oko, můžeme mít stále dojem 3D efektu. Naše vnímání je v tomto případě řízeno pouze předchozí zkušeností, kterou jsme získali na základě vnímání světa oběma očima. Pokud bychom se dostali do neznámého prostoru a sledovali jej jen jedním okem, nedosáhneme očekávaného 3D efektu. Pro prostorové vidění je nutné, aby předmět sledovalo každé oko z jiného úhlu (provaseoci.cz,2009).

## Vestibulární systém

Vestibulární aparát reflektoricky řídí naše těžiště a jeho průmět na základnu, nad kterou se nacházíme. Čím je těžiště výš, tím snáze se pohybujeme, ale tím větší jsou nároky na udržení stability. Jde o dva druhy významných nepodmíněných reflexů, reflexů rovno-

váhy a obranných reflexů pádu. Rovnovážné reflexy se neustále snaží, aby se myšlená těžiště spuštěná z těžiště stále promítala do základny. Ochranné reflexy pádu zasahují ve chvíli, kdy se těžiště dostane mimo základnu a je evidentní, že se nepodaří návrat a hrozí již pád. Jedná se v první řadě o ochranné mechanismy rukou (Lippert, 2006).

Dalším uplatnění vestibulárního aparátu nacházíme u koordinace pohybu očí a hlavy. Reflektoricky uvádí polohu očí, respektive hlavy do vodorovné pozice (Vařeka, 2002).

Vestibulární systém je primárně aferentní senzitivní analyzátor pohybu zrychlení a zpomalení a trojrozměrného prostředí, který má vliv na téměř všechny systémy. Celý systém je významným regulátorem svalového napětí ve vztahu ke gravitaci a řízení těžiště. Motorický ovlivňuje hlavně extenzory, které zvedají těžiště nad základnu (Pfeiffer, 2007).

Informace z vestibulárního aparátu není přenášena přes volní aktivitu mozkové kůry, ale nepodmíněně přímo směřována k výkonným orgánům, příčně pruhovaným kosterním svalům. Řízení je jak tonické, tak motorické. Vestibulární aparát se do tonického i motorického řízení zapojuje již od narození na rozdíl od mozečku, který postupně dozrává (Pfeiffer, 2007).

## **Propriocepce a exterocepce**

### **Receptory povrchového čítí – hmat**

Exteroreceptory se nachází na povrchu těla a informují nás o bezprostředním doteku na povrchu pokožky. Vnímáme je dotekem nebo tlakem. V pokožce se nachází více druhů těchto receptorů Varterova-Pacchiho tělíska, Golgiho-Mazzoniho tělíska, Meissnerova tělíska, Krauseho tělíska a Marklovy destičky. Liší se od sebe hloubkou uložení v pokožce a podněty, které snímají (Ambler, 2006).

### **Receptory hlubokého čítí**

Proprioceptivní vstupy slouží jako zpětná kontrola polohy těla a jeho segmentů (Trojan et al., 2005).

Hluboké proprioceptivní orgány jsou uloženy ve svalech jako svalová vřeténka a dále v úponech šlach jako Golgiho tělíska. Jejich aferentní informaci jsme schopni vnímat jenom částečně (Pfeiffer, 2007). O vláknech proprioceptorů se mluví také jako o dráze “neuvědomované hluboké citlivosti” (Waberžinek, Krajíčková, 2004).

Svalová vřeténka jsou uložena paralelně se svalovými vlákny a vedou informaci o změnách délky svalu a reagují na jeho pasivní protažení (Trojan et al., 2005). Oproti tomu Golgiho šlachová tělíska lze charakterizovat jako receptory opačné funkce než

napínací manévr – když napětí svalu dosáhne určité intenzity, dojde díky tělísku k jeho ochabnutí (Seidl, 2008).

## **Řídící složka – mozek**

### **Mozek**

Lidský mozek je pravděpodobně nejvýš organizovaná živá hmota. Po narození je velmi nezralý a můžeme ho přirovnat k hardwaru, kterému chybí software (Pfeiffer, 2007).

Plasticita je tvárnost neboli proměnlivost. Neuroplasticita v sobě obsahuje potenciál dynamické proměny a v tomto smyslu lze celý nervový systém považovat za plastický. Jedná se tedy o schopnost nervového systému měnit se v závislosti na vnitřních či vnějších podmínkách (fyziologických – např. zátěž, patologických – např. poškození mozku), zkušenostech a opakujících se podnětech. Plasticitu můžeme dělit na adaptační, kdy se nervový systém přizpůsobuje opakované nebo dlouhodobé zátěži a na reparační, kdy dochází k reparačním obnovám poškozených neurálních okruhů (Kolář et al., 2009).

Jednou z úloh mozku je udržování a regulace polohy těla. Udržení polohy těla je primárně řízeno pohybovými centry, které jsou uloženy v mozkovém kmeni, zejména retikulární formací a vestibulárními jádry. Na činnost míšních segmentů působí dráhy, tractus retikulospirális a tractus vestibuláris, vedoucí z mozkového kmene (Trojan et al., 2005).

Retikulární formace se dělí na ascendentní a descendentní. Ascendentní má vliv na bdělý stav jedince (Seidl, 2008).

Descendentní retikulární formace se dělí na facilitační a inhibiční (Seidl, 2008).

Facilitační retikulární formace je důležitá pro udržení vzpřímené polohy těla (Trojan et al., 2003).

Inhibiční retikulární formace má tlumivý vliv na míšní reflex, zejména na reflexní tonus extenzorů, šjíových a zádových svalů (Trojan et al., 2005).

Dalším regulačním okruhem mozku je mozeček, který zabezpečuje koordinaci pohybů, rovnováhu a svalový tonus. Mozeček je důležitým integračním a koordinačním centrem volní a mimovolní hybnosti. Je řazen paralelně k sestupným drahám motorickým (pyramidovým a extrapyramidovým), má spojení s motorickou i senzickou kůrou a je připojen i ke vzestupným drahám senzitivním. Mozečkové systémy bývají přiřazovány k počítači, který optimálně vypočítává provedení pohybu (Ambler, 2006).

Průběh polohových reflexů je ovlivňován vestibulární a spinální částí mozečku. Část vestibulární, archicerebellum, integruje signály ze statokinetického čidla se signály z proprioceptorů a mozkové kůry, aktivuje sestupný systém retikulární formace a zajišť-

řuje tím vzpřimovací reflexy. Spinální část mozečku, paleocerebellum, analyzuje informace z proprioceptorů. Díky tomu se významně podílí na nastavení svalového tonu. Aktivací inhibičního sestupného systému retikulární formace se mozeček podílí na útlumu míšních reflexů a působí tak inhibičně i na antigravitační svaly (Trojan et al., 2003).

## **Poškození mozku**

### **Příčiny**

Při hodnocení nejčastějších příčin mozkových poranění se dozvídáme, že na prvním místě jsou dopravní nehody. Z toho se jedná ve 30-40 % případů o cyklisty a chodce.

Druhou nejčastější příčinou poranění mozku jsou pády. Dle věku mají v této kategorii nejčastější zastoupení děti a lidé staršího věku (Smrčka a kolektiv, 2001).

### **Faktory**

Faktorů, které ovlivňují četnost poranění mozku, je celá škála. Některé mají větší roli než jiné. Jedná se například o věk, pohlaví, sociálně-ekonomické postavení, vliv konzumace alkoholu (Smrčka a kolektiv, 2001).

### **Věk**

Většina studií se shoduje na tom, že největší skupinu tvoří mladí lidé ve věku od 15-24 let, což souvisí s nástupem dynamičtějšího života (sport, doprava). Vzrůstající věk znamená vyšší mortalitu (Smrčka a kolektiv, 2001).

### **Pohlaví**

Pokud uděláme průměrné statistiky, vyjde nám, že muži převažují nad ženami. V průměru 2,0-2,8 krát častěji jsou mozkovými traumaty postiženi muži (Smrčka a kolektiv, 2001).

## **Klasifikace podle stupně traumatického poškození mozku**

V této klasifikaci se v evropských zemích používá skóre Glasgow Coma Scale (GCS). Rozlišujeme 3 základní formy vědomí:

- 1) otevřené oči
- 2) motorická reakce končetiny, která není postižena parézou
- 3) verbální projev

Podle dosaženého výkonu se dá v jednotlivých kategoriích získat jeden bod (nejhorší výsledek) až šest bodů (nejlepší výsledek). Dosažené body se sečtou. Stupně traumatického poškození podle GCS:

- 1) 3-8 bodů: těžké trauma mozku
- 2) 9-12 bodů: střední trauma mozku

- 3) 13-15 bodů: lehké trauma mozku  
(Lippertová - Grünerová, 2009).

### **Klasifikace podle patologicko anatomických změn**

V klinické praxi rozlišujeme otevřená a zavřená traumata mozku.

Otevřená traumata můžeme dále dělit na přímo otevřená a nepřímo otevřená. Přímě otevřená traumata se klinicky jeví vystoupením mozkové tkáně nebo likvoru z rány. Jako nepřímo otevřená traumata označujeme lézi baze lebni v oblasti nosních a skalni kosti, čímž vzniká spojení intrakraniálního prostoru přes vedlejší dutiny nosní nebo dutiny mastoideální. Intaktní dura je ochranou proti infekcím, proto je u otevřených traumat zvýšené riziko infekcí (Pfeiffer, 2007).

V případě zavřeného traumatu mozku neexistuje spojení mezi intrakraniálním prostorem a vnějším okolím (Lippertová-Grünerová et al., 2005).

Dalším způsobem rozlišování různých forem traumata mozku podle lokalizace patologických a anatomických změn je rozlišení difúzního a fokálního poškození mozku.

Při fokálních traumatech mozku nalezneme poškozenou tkáň jako ohraničenou část. Zde je možná operační intervence. Jedná se například o epidurální, subdurální a intracelulární hematomy a ohraničené kontuze mozku (Constanzo, 1995).

Difúzní traumata mozku jsou poškození, kdy je postižena tkáň jako celek a neexistuje u nich žádná možnost operační terapie (Lippertová-Grünerová, 2009).

### **Patofyziologie poranění mozku**

Znalost patofyziologických procesů po traumatickém poškození mozku je velmi významná pro terapeutické přístupy a metody (Lippertová-Grünerová et al., 2005).

V současné době převažují v názvosloví úrazů hlavy tyto pojmy:

- 1) primární a sekundární poranění,
- 2) fokální a difúzní poranění

(Smrčka a kolektiv, 2001).

#### ***Primární poranění***

Primárním poraněním mozku je takové mechanické poškození, při kterém dochází k nevratným změnám, které již nelze terapeuticky ovlivnit. Prevence je proto jediný způsob, jak se dá četnost primárních poranění snížit (Lippertová-Grünerová, 2009).

Pro primární poranění mozku je charakteristické, že při něm dochází ke strukturálnímu poškození mozkového parenchymu. Tím je například mozková kontuze (Smrčka a kolektiv, 2009).

Z hlediska biomechaniky se proces, při kterém k primárnímu poranění mozku dochází, označuje jako kontaktní mechanismus. Poranění je většinou způsobeno střetem

hlavy a předmětu dynamickou silou ve velmi krátkém čase. Často nastává tzv. mechanismus par contre coup, kdy se kontuze vyskytují i na opačné straně mozku. (Constazo, 1995).

Poranění mozku může také vzniknout bez kontaktu hlavy s předmětem, tzv. inerciální poranění (např. prudkým pohybem v krční páteři). Vzniká pouhým pulzním mechanismem na základě akcelerace a decelerace. Destruktivní síly se rozšiřují hlouběji do mozkové tkáně, čím delší dobu akcelerační mechanismu působí. U krátkodobých akcelerací se napětí projevuje především na povrchu mozku, což způsobuje více fokálních poranění. Roztržení přemostujících žil může současně způsobit vznik subdurálních hematomů. (Smrčka a kolektiv, 2001).

Dalším typem krvácení je krvácení subarachnoidální, jehož mortalita je 39 %. Řadí se také mezi primární fokální poranění. Příčinou této závažné komplikace je sekundární efekt způsobený cévními spasmy s následkem mozkové ischemie. Subarachnoidální krvácení může být také příčinou vzniku akutního hyporesorbčního hydrocefalu. (Smrčka a kolektiv, 2001).

### ***Sekundární poranění***

Sekundární poranění je již terapií ovlivnitelné, proto je na stadium sekundárního poškození současná terapie přednostně zaměřena (Smrčka a kolektiv, 2001).

V časovém intervalu hodin až týdnů po traumatu mozku se může vyvinout sekundární poranění. Jeho příčiny mohou být jak extrakraniální, tak intrakraniální (Lippertová-Grünerová, 2009).

Po traumatu mozku se sledují a ovlivňují některé systémové vlivy. Příkladem je hypotenze, hypoxie, dále mozkový edém, nitrolební a perfuzní tlak, a také molekulární a biochemické mechanismy (Smrčka a kolektiv, 2001).

Velmi často dochází k tomu, že sekundární (ischemické) postižení mozku po traumatu bývá zesíleno systémovou hypoxií a hypotenzí. Hypoxie vzniká často v souvislosti s aspirací do dýchacích cest a při poranění hrudníku. Výskyt hypotenze v souvislosti s těžkým úrazem hlavy zvyšuje mortalitu z 27% na 55%, čímž ji prakticky zdvojnásobuje. Hypotenze v kombinaci s poúrazově zvýšeným nitrolebním tlakem je příčinou dalšího snížení mozkového perfuzního tlaku (Smrčka a kolektiv, 2001).

Velmi často se po těžkém úrazu hlavy objevuje mozkový edém. Nejdůležitějšími typy mozkového edému jsou edém vasogenní a cytotoxický (Kolář et al., 2009).

Vasogenní edém se vytváří hlavně v bílé mozkové hmotě. Každé mechanické poškození mozkové tkáně a cévního endotelu naruší integritu hematoencefalické bariéry.

Následkem toho dojde k úniku tekutiny a plasmatických proteinů mimo cévy do extracelulárního prostoru (Lippertová-Grünerová, 2009).

Cytotoxický edém, jinak také ischemický, se vytváří především v šedé mozkové hmotě. Jeho příčinou je porucha mozkového krevního průtoku, následkem kterého dochází ke zhoršení buněčného metabolismu a k poruše funkce membránových iontových kanálů. Vznik edému nastává pronikáním vody společně se sodíkem do intracelulárního prostoru (Smrčka a kolektiv, 2001).

Jinou příčinou zduření mozku může být jeho překrvení – mozková hyperemie. Způsobuje ji zřejmě přímé poškození hypotalamu a mozkového kmene s vasoregulačními centry. Dochází při něm k vasoparalýze s následným zvýšením mozkového krevního průtoku a mozkového krevního objemu. Dosáhne míry, kdy se projeví zvýšením nitrolebního tlaku a ztížením až zamezením průchodnosti venózního odtoku (Smrčka a kolektiv, 2001).

Významným faktorem v patofyziologii poranění mozku je nitrolební hypertenze. Normální hodnoty nitrolebního tlaku u dospělého člověka v poloze vleže jsou 7-15 mm Hg. Všeobecně akceptovaná hranice je 20 mm Hg. Vyšší hodnoty jsou již považovány za patologické. Nitrolební hypertenzi nejčastěji způsobuje edém mozku, někdy také vytvoření traumatického hematomu nebo porucha pasáže likvoru (Pfeiffer, 2007).

Lebeční dutina je rigidní schránka fixního objemu, ve které se nacházejí tři nestlačitelné složky: mozková tkáň, krev a mozkomíšní mok. Dojde-li ke zvětšení objemu některého z těchto kompartmentů, musí dojít ke zmenšení jiného, má-li zůstat tlak uvnitř lebky stacionární (Carraro, 2002).

Vliv objemových změn uvnitř lebeční dutiny na nitrolební tlak je závislý na stavu kompenzačních mechanismů. Záleží na tom, kolik mozkomíšního moku může být ještě přesunuto z lebeční dutiny do spinálního kanálu, o kolik může být snížen mozkový krevní objem v mozkových cévách a jaký je stav elasticity mozkové tkáně. (Smrčka a kolektiv, 2001).

### **Cévní mozková příhoda**

Cévní mozková příhoda je způsobena přerušением zásobování mozku krví. To můžeme pozorovat buď v případě, kdy se tepna vedoucí krev k mozku ucpe, nebo praskne. Jestliže mozkové buňky ztratí přívod kyslíku a živin, přestanou fungovat a odumřou.

Lokalizované nekrózy neboli mozkové infarkty vznikají právě na základě buněčné smrti. Díky neuroplasticitě mozku a včasné péči se pacient může naučit ještě velkou řadu aktivit (Světová zdravotnická organizace, 2004).

Cévní mozkové příhody způsobují například: mozkové infarkty, vysoký krevní tlak, mozkové hemoragie, malformace krevních cév, mozkové nádory, úrazy a další smíšené stavy (Carraro, 2002).

### **Účinky cévní mozkové příhody**

Každou polovinu těla řídí opačná polovina mozku. Proto dojde-li k poškození mozku na jedné straně, dochází k poškození těla na straně druhé. Rozsah poškození těla se odvíjí od rozsahu poškození mozku a jeho zasažených částí. U pacientů se mohou objevit následující potíže:

- 1) Ztráta normálních kontrolovaných pohybů – svalový tonus může být buď snížený (hypotonus), při něm dochází k ochablosti nebo zvýšený (hypertonus) poté dochází k spasticitě. To celé může mít za následek ztrátu pohybu a soběstačnosti, mohou vznikat další komplikace jako například proleženiny nebo embolie plic.
- 2) Obtíže při polykání (dysfagie) – může dojít k oslabení svalů tváře, čelisti, jazyka a polykacích svalů. Pacient nemůže přijímat potravu a mohou vznikat další komplikace v podobě oslabení organismu z hladu a nebezpečí aspirace.
- 3) Inkontinence – tento stav bývá přechodný v období přímo po příhodě, obvykle se vrátí do normální funkce.
- 4) Senzorické problémy – pacienti po cévním mozkovém poškození mohou mít potíže vnímání a ztrátu smyslového rozlišení, dále se u nich může objevit problém určit polohu končetin a pozici svého těla z důvodu ztráty propriocepce.
- 5) Psychologické a emocionální problémy – než se člověk vyrovná s touto situací, mohou se u něho objevit deprese, úzkost či změny nálady, avšak tyto stavy nejsou přímým důsledkem cévní mozkové příhody.
- 6) Problémy s chápáním – při určitém typu poranění se můžeme setkat i s postižením paměti, soustředění, prostorového vnímání.
- 7) Sociální následky cévní mozkové příhody – mohou se objevit menší i větší změny ve vztahu mezi lidmi, cévní mozková příhoda může vést až k izolaci v rámci rodiny a ve společnosti (Světová zdravotnická organizace, 2004).

### **Fáze cévní mozkové příhody**

#### ***Počáteční fáze mozkového šoku***

Období mozkového šoku následuje po mozkovém infarktu. Toto období má různou délku od několika dní po mnoho týdnů. Největším problémem je hypotonie na postižené



straně, kde je pohyb obtížný spíše nemožný. To se týká pohybu svalů obličeje, jazyka, trupu a končetin (Mikula, 2008).

### ***Fáze zotavovací***

Tato fáze začíná mezi 2.-6. týdnem po cévní mozkové příhodě. Tuto fázi dělíme do dalších období. Jednotlivá období jsou pro každého jedince jinak časové dlouhá.

Období zotavovací fáze:

- 1) Přetrvávání hypotonu (stádium ochablosti) – motorická ztráta je doprovázena silnou senzoryckou ztrátou. Toto stádium je nejvíc deprivující pro úplnou ochablost postižené strany. Již v tomto období se objevuje spasticita, může být manifestována flekčním držením na ochablé končetině nebo mírnou rezistencí po pasivním cvičení.
- 2) Vývoj k normálnímu tonu (stádium zotavovací) – končetiny se začínají od distálních částí znovu hýbat, velká část pohybu může být převzata jinou částí mozku, ale obvykle přetrvává mírná invalidita.
- 3) Vývoj směrem k hyperonu (spastické stádium) – obnovení motorických funkcí se nejčastěji vyvíjí až k spasticitě, objevují se typické spastické vzorce hyperonu (Světová zdravotnická organizace, 2004).

### **Spasticita**

Spasticita je častým fenoménem objevujícím se u pacientů po cévní mozkové příhodě. Hypertonus pozorujeme především u antigravitačních svalů. Tato vznikající spasticita u antigravitačních svalů spolu s neschopností iniciovat pohyb na postižené straně zodpovídají za asymetrii, ztrátu rotace, absenci adaptace těla na gravitaci, absenci změny pohybu a absenci obrané extenze paže (Guth, 2004).

### ***Typický spastický vzorec cévní mozkové příhody***

Rameno je taženo směrem dozadu a dolů, paže je otočena dovnitř. Ohnutí lokte obvykle provází ruka sevřená v pěst, dlaní dolů. Pánev je tažena dozadu, noha je otočená dovnitř, kyčel, koleno i kotník jsou narovnané. Ztuhlé chodidlo směřuje dolů a je otočené dovnitř, laterální zkrácení trupu (Véle, 2006).

Tomuto postavení je nutné předcházet, proto se používají antispastické a obnovovací vzorce. Tyto vzorce jsou opačné vzorcům spastickým. Rameno směřuje dopředu a paže je otočená ven. Loket je narovnaný, dlaň směřuje nahoru, prsty natažené, palec se nedotýká ukazováčku. Pánev je tažena vpřed a noha otočená dovnitř. Kyčel, koleno a kotník jsou mírně ohnuté. Trup v prodloužení (Guth, 2011).

## **Rehabilitace po cévní mozkové příhodě**

### ***Faktory ovlivňující zotavení***

Po cévní mozkové příhodě mohou být někteří lidé téměř bez potíží, ale jiní mohou mít vážné následky ještě po roce. Existuje celá škála okolností, které mohou výsledek ovlivnit:

- 1) Kvalita rehabilitační péče – prevence a léčba komplikací, klíčové jsou první týdny po cévní mozkové příhodě
- 2) Motivace pacienta a jeho rodiny – člověk by měl být motivován k provádění činností jako je stravování, oblékání, umývání apod.
- 3) Věk pacienta – mladí lidé se často zotaví lépe než lidé, kterým je víc jak 60 let.
- 4) Přetrvání fáze ochabnutí a odklad léčby – tyto faktory negativně ovlivňují rekonvalescenci (Světová zdravotnická organizace, 2004).

### ***Zásady léčby***

- 1) Měla by být včasná, intenzivní a opakovaná.
- 2) Prevence kontraktur a proleženin pomocí polohování a pohybových aktivit.
- 3) Mělo by se zabránit vzniku abnormálních pohybových vzorců.
- 4) Nácvič a korekce pacienta, aby se vyvaroval potenciaálně škodlivým kompenzačním pomocí nepostižené strany.
- 5) Směr vývoje kontrolovaného pohybu je od proximálního k distálnímu.
- 6) Pohyby by měly být prováděny následujícím vývojovým stupněm: pasivní pohyb, asistovaný aktivní pohyb, aktivní pohyb.
- 7) Pokud vše probíhá v pořádku a zotavení je dostatečné, mohou následovat rezistenční cviky na posilování (Kolář et al., 2009).

## **Výkonná složka**

Výkonnou složkou a jednou z nezbytných částí těla pro optimální fungování stability je kosterní svalstvo. Jedná se o svaly upevněné na kostru tak, aby mohly dobře plnit svoji funkci a požadovaný pohyb. (Lewit, 2003).

Základem optimální rovnováhy v sagitální rovině při stoji a chůzi je projekce těžiště těla do podložky v oblasti opěrné báze. Klidný stoj je charakterizován minimální svalovou aktivitou a optimální zátěží statických a dynamických struktur pohybového aparátu (Kolář et al., 2009).

## **Páteř**

### **Stabilita páteře**

Stabilita páteře v podstatě znamená možnost setrvat v klidové konfiguraci páteře dané tvarem obratlů i zakřivením páteře jako celku. Toto základní postavení by se nemělo měnit při fyziologickém rozsahu a jedinec by měl být schopný ho udržet. Při „klidovém“ udržení konfigurace páteře, mluvíme o statické stabilitě. Jde-li o fixaci změn, ke kterým dochází při pohybu, nazýváme tento stav dynamickou stabilitou (Dylevský, 2009)

**Statická stabilita páteře** je podmíněna třemi stabilizačními pilíři páteře.

Přední pilíř formují obratlová těla s meziobratlovými destičkami provázanými podélnými vazy. Dva postranní pilíře vytvářejí kloubní výběžky, pouzdra intervertebrálních kloubů a vazy svazující sousedící obratle (Čihák, 2004).

K systému statické stabilizace páteře patří i pletence horních a dolních končetin a kostra hrudníku (Véle, 2006).

Z funkčního hlediska představuje celý systém statické stabilizace především ochranu míšních struktur. Tlumí vznikající nárazy na struktury centrálního nervového systému díky jejich pružnému přenosu (např. při chůzi, skocích apod.) (Dylevský, 2009).

**Dynamickou stabilitu páteře** zabezpečuje pružnost axiálních vazivových struktur a zádové svaly. Vazivo se v tomto případě chová jako tlumič nárazů vznikajících při náhlých pohybech. Vazivo také zajišťuje přenos svalového stahu na vzdálené struktury a ploché, silné fascie jsou i místy mechanické opory svalových řetězců (Véle, 2006).

Vazivo je i významným zdrojem aferencí, které zaznamenává centrální nervová soustava. Ta je zpracovává a následně zajišťuje pracovní nastavení (tzn. dynamickou stabilitu) příslušných segmentů a sektorů páteře. Například svalová dysfunkce vyvolaná bolestivým podnětem, může vyvolat chybné postavení hybného segmentu a následnou funkční poruchu (Dylevský, 2009).

### **Svaly hlubokého stabilizačního systému**

Mezi svaly hlubokého stabilizačního systému nejčastěji řadíme následující svaly či svalové skupiny: hluboké extenzory páteře (především mm. multifidi), dále brániční, svaly pánevního dna a svaly břišní (z nich m. transversus abdominis). Všechny tyto svaly se přispívají ke stabilizaci bederní páteře. Stabilizátory krční páteře jsou hluboké extenzory a flexory krční páteře. Níže je uvedena u některých z těchto svalů anatomii a funkce (Véle, 2006).

## **Hluboké extenzory páteře**

Hluboké extenzory páteře jsou do stabilizace zapojeny pomocí tzv. lokálních stabilizátorů, které se podílí přímo na segmentálním pohybu. Významnou roli zde hrají především mm. multifidii. Při jejich dobré a včasné aktivaci je příslušný segment lépe ochráněn. Při nedostatečné aktivaci přední stabilizace páteře prostřednictvím svalů břišního lisu se aktivují povrchové svaly páteře a dochází k oslabení až atrofii hlubokých extenzorů páteře (Kolář et al., 2009).

## **Bránice**

Bránice neboli diaphragma je plochý sval oddělující dutinu hrudní od dutiny břišní. Je to dvojí klenba, vyklenutá z břišní dutiny vysoko do hrudníku. Je tvořena třemi oddíly svalových snopců paprscitě se sbíhajících ke středu, pars lumbalis diaphragmatis vychází od bederní páteře, pars costalis od žeber a pars sternalis od sternu. Šlašitý střed bránice centrum tendineum má trojlaločný tvar (Čihák, 2004).

Bránice je hlavní dýchací sval. Při vdechu se vlivem kontrakce svalových snopců její klenby oplošťují a ustupují kaudálně, čímž aktivně zvětšují prostor hrudníku. Centrum tendineum svou výšku téměř nemění. Úhly mezi bránicí a stěnou hrudní jsou ostré až zploštělé při výdechu, rozvíjí se při vdechu (Čihák, 2004).

## **Svaly pánevního dna**

Dno pánevní (diafragma pelvis) má tvar mělké nálevky, která začíná na stěnách malé pánve a sbíhá se kaudálně k průchodu konečníku. Na stavbě pánevního dna se podílí m. levator ani a m. coccygeus (Čihák, 2004).

Fascie pánevního dna doplňují a pokrývají m. levator ani a m. coccygeus na pánevní i na hrázové straně. Dno pánevní tvoří pružnou spodinu pánve, která je současně aktivní a napíná se v souhybu se zádovými svaly a se svaly tělní stěny. Tím podpírá orgány pánve (Čihák, 2004).

## **Svaly břišní – m. transversus abdominis**

Musculus transversus abdominis tvoří nejhlubší vrstvu postranního břišního svalstva. Svalové snopce probíhají příčně jako široký pás kolem břišní dutiny k zevnímu okraji m. rectus abdominis. Sval svojí funkcí přitahuje jako příčný pás břišní útroby, změnou napětí břišní stěny se účastní břišního lisu a dýchacích pohybů břišní stěny. Přispívá při rotacích trupu. Kaudální snopce kontrolují a regulují napětí břišní stěny v tříselné oblasti (Lippert, 2006).

## **Svaly krku**

Vpředu na páteři a mezi příčnými výběžky obratlů se nacházejí hluboké flexory krční páteře. Na přední straně krční páteře jsou to svaly prevertebrální, které umožňují předklon hlavy. Patří sem: *m. longus capitis*, *m. longus colli*, *mm. intertransversarii anteriores cervicis*, *m. rectus capitis anterior*, *m. rectus capitis lateralis* (Lippert, 2006).

Hluboké extenzory krční páteře neboli hluboké svaly šíjové jsou čtyři krátké svaly. Blíže střední čáře jsou dva – *m. rectus capitis posterior major* a *m. rectus capitis posterior minor*. Další dva jsou uloženy laterálněji – *m. obliquus capitis superior* a *m. obliquus capitis inferior*. Funkčně se tyto svaly účastní balančních vzájemných pohybů hlavy a obratlů C1 a C2, při zaklánění, uklánění a rotacích hlavy a atlasu (Čihák, 2004).

# Praktická část

## Cíl

Posturografie má potenciál stát se metodou výrazně zjednodušující fyzioterapeutické vyšetření. Tato bakalářská práce by měla napomoci dalšímu využití 3D scén ve virtuální realitě pro rehabilitaci. Cílem práce je zhodnotit data získaná od pacientů v průběhu terapie pomocí 3D scén a porovnat, zda došlo v rámci těchto opakovaných terapií ke zlepšení. Následně zhodnotit, zda si toto zlepšení pacienti přenesli i do reálného života a zda se jim podařilo si získané dovednosti udržet i po ukončení terapií.

## Hypotéza

Výchozí hypotézy jsou dvě. Na základě získaných dat budou buď potvrzeny nebo vyvráceny.

1. Hodnoty prvního měření levelů při první terapii budou nižší než hodnoty měření levelů při poslední terapii. S ohledem na pacienty a efektivní trénink není nutné, aby pacient odehrál pokaždé levely 1-9. Limity jsou stanoveny polovičním počtem bodů získaných v 1 levelu.

Dílčí hypotézy:

Nejnižších naměřených hodnot dosáhnou pacienti při vstupním vyšetření na začátku všech terapií.

Nejvyšších naměřených hodnot dosáhnou pacienti při výstupním vyšetření na konci všech terapií.

2. Hodnoty prvního měření levelu 1 u pacientů během každé terapie budou nižší než hodnoty kontrolního měření levelu 1 na konci terapie v rámci jednoho tréninku.

## Metodologie

### Charakteristika skupiny pacientů

Pro tuto práci byli vybráni tři pacienti Kliniky rehabilitačního lékařství. Jednalo se o dvě ženy a jednoho muže ve věku od 46 do 73 let. Všichni tři pacienti byli po CMP. Výběr byl orientován na pacienty s poruchou stability, kteří jsou schopni samostatného stoje, který je nezbytný při terapii. Terapie byla pacientům nabídnuta na Klinice rehabilitačního lékařství a bylo jim ponecháno se rozhodnout, zda tuto terapii chtějí podstou-

pit. Většina pacientů nevěděla, že existuje možnost terapie virtuální realitou, takže celá terapie pro ně byla novinkou.

## **Průběh měření**

Všechna měření probíhala v laboratoři virtuální reality, společném pracovišti FBMI ČVUT a 1. LF UK, která se nachází ve Studničkově ulici v Praze. Laboratoř je plně vybavena k těmto účelům, jak je popsáno v teoretické části. Je zde klid a všechny potřebné podmínky k měření. Místnost, kde terapie probíhají, je odhlučněná a zatemněná pro dobré vnímání 3D scén.

Pacienti docházeli pravidelně, každý celkem 9krát po dobu 5-6 týdnů tak, aby byla terapie co nejintenzivnější a mohlo dojít k co nejlepšímu efektu zlepšení. Jedna terapie probíhala 60 minut, aby se pacient stihl pohodlně upravit a připravit na terapii. Tento čas byl využit pro vybrané 3D scény, které byly vždy ve stejném pořadí aplikovány. Pacient měl kdykoliv možnost požádat o pauzu a odpočinout si. Při terapii se vždy účastnili dva školení terapeuti. Jeden obsluhoval počítač, pouštěl pacientovi scény a sledoval, zda se ukládají všechna data. Druhý byl k dispozici pacientovi pro pomoc s úkony, které by sám nezvládl a pro jištění pacienta v průběhu celé terapie.

Všechny 3D scény byly spouštěny pomocí aplikace StereoBalance, kterou pro tyto účely vytvořil Ing. Adam Bohunčák jako součást své diplomové práce. V aplikaci jsou uloženy osobní údaje pacientů. Tyto údaje jsou od lidí získávány při prvním měření. Do systému se vkládá ručně jen jméno, příjmení a rodné číslo, systém automaticky vyplní pohlaví, výšku a váhu po postavení se pacienta na plošinu. Veškerá data jsou archivována a při dalším měření již lze jen najít údaje ve jmenném seznamu.

Terapie pacientů probíhaly zhruba ve stejný čas v odpoledních hodinách, abychom tak mohli vyloučit vliv času na výkon při terapii. Je možné, že v odpoledních hodinách se již mohla dostavit u pacientů nějaká únava, ale nepředpokládám, že by to mělo významný vliv na úspěšnost při terapii.

## **Vlastní měření**

Před prvním a po posledním měření jsem udělala vstupní a výstupní vyšetření a odebrala anamnézu. Zbylá vyšetření byla vždy získána počítačovým programem, takže máme pro každou terapii porovnání.

Většina pacientů nevěděla, jak bude terapie probíhat, a tak byla nutná instruktáž. Pacient si poté sundal boty (pokud to jeho stav umožnil). Po zaujetí stabilního stoje na Balance Board byla pacientovi srovnána chodidla podle Rombergova stoje. Následně bylo měření zkušebně zahájeno jednou z virtuálních scén, při níž jsme zjišťovali pocity

testovaného a funkčnost vybavení. Na některé 3D scény měl pacient ještě k dispozici 3D brýle. U žádného z pacientů jsme se nesetkali s problémem ohledně 3D vnímání virtuální reality.

Když byl pacient připraven, začali jsme mu promítat 3D scény v níže uvedeném pořadí. U některých pacientů jsme se setkali s horší koordinací. Proto je bylo nutné v rámci tréninku manuálně navést na pohyby, které od nich scéna vyžadovala a naučit je tak znovu si uvědomovat a používat svoje těžiště. Při celé terapii jsme se snažili o slovní korekci v rámci držení těla.

Každý z pacientů měl pořadí scén co nejpodobnější uvedenému schématu, ale ne vždy umožnil jeho stav, schopnosti a stav všechny scény aplikovat. Proto ve výsledcích nalezneme také neuvedené údaje z důvodu nemožnosti je od pacienta získat.

Virtuální scény probíhaly v tomto pořadí:

1. Stabilita – stoj o úzké bázi – oči otevřené
2. Stabilita – stoj o úzké bázi – oči zavřené
3. Stabilita – stoj o úzké bázi na pěnové podložce – oči otevřené
4. Stabilita – stoj o úzké bázi na pěnové podložce – oči zavřené
5. Stabilita – stoj na jedné noze (pravá) – oči otevřené
6. Stabilita – stoj na jedné noze (pravá) – oči zavřené
7. Stabilita – stoj na jedné noze (levá) – oči otevřené
8. Stabilita – stoj na jedné noze (levá) – oči zavřené
9. Hra s míči – level 1
10. Hra s míči – level 2
11. Hra s míči – level 3
12. Hra s míči – level 4
13. Hra s míči – level 5
14. Hra s míči – level 6
15. Hra s míči – level 7
16. Hra s míči – level 8
17. Hra s míči – level 9
18. Hra s míči – AP1
19. Hra s míči – LL1
20. Hra s míči – Kraje1
21. Hra s míči – Čas1
22. Subjektivní vertikála
23. Hra s míči – level 1
24. Stabilita – stoj o úzké bázi – oči otevřené
25. Stabilita – stoj o úzké bázi – oči zavřené
26. Stabilita – stoj o úzké bázi na pěnové podložce – oči otevřené



27. Stabilita – stoj o úzké bázi na pěnové podložce – oči zavřené
28. Stabilita – stoj na jedné noze (pravá) – oči otevřené
29. Stabilita – stoj na jedné noze (pravá) – oči zavřené
30. Stabilita – stoj na jedné noze (levá) – oči otevřené
31. Stabilita – stoj na jedné noze (levá) – oči zavřené

## **Scény**

### **Stabilita**

Scéna stabilita je popsána v teoretické části. Jde o různé varianty Rombergova stoje, kde se testují jednotlivé složky sensorického systému podílející se na stabilitě. Pokud jde o variantu stoje na jedné noze a variantu stoje na jedné noze se zavřenýma očima, nešlo ji aplikovat u každého pacienta. Jedná se již o polohu náročnější na koordinaci těžiště.

Scéna stabilita se opakovala na začátku a na konci terapie, pro porovnání výsledků.

### **Hra s míči**

Hra s míči je podrobně popsána již v teoretické části. Za zmínku stojí opakování levelu 1 po skončení tréninku, kterému se říká kontrolní level 1. Díky němu se dozvídáme okamžitě o zlepšení nebo zhoršení pacienta v rámci jedné terapie. Můžeme podle toho nastavit i obtížnost, kdyby u pacienta došlo k výraznému zhoršení hodnot kontrolního kola oproti prvnímu. Většinou jsme se však setkali se zlepšením hodnot, což výrazně prospělo i psychice pacienta a jeho dalším výkonům.

Po skončení celé terapie jsme s pacientem vedli rozhovor, zda mu terapie vyhovovala, zda pro něj nebyla náročná a dala se bez obtíží zvládnout. Většinou jsme se setkali s pozitivními ohlasy. Pokud v rámci 9 opakování terapie někomu někdy nevyhovovala, tak to bylo z důvodu únavy. Avšak ne únavy po terapii, ale po činnosti z předchozího dne nebo před terapií.

## **Zpracování získaných dat**

### **Data pacientů**

Jedná se o data 3 pacientů. Vstupní a výstupní vyšetření pacientů jsou zde popsána formou kazuistik. Subjekty jsou pacienti Kliniky rehabilitačního lékařství, a proto si již prošli mnoha vyšetřeními. Uvádím tedy v jejich kazuistikách pouze vyšetření, u kterých se dalo po terapii virtuální realitou očekávat zlepšení.

Data získaná během tréninku jsou dána do přehledných tabulek a graficky vyhodnocena v další části – Hodnocení získaných dat.

# Kazuistiky

## Pacient č. 1 - vstupní vyšetření

**Jméno pacienta:** J. J.

**Pohlaví:** muž

**Rok narození:** 1938

**Výška:** 175 cm

**Váha:** 88 kg

**Diagnosa:** mozečková CMP

**Indikace k vyšetření a terapii:** st.p. mozečková CMP u rizikového pacienta

**Subj.:** cítí se dobře, občas slabosti do lýtek (více pravé)

**Očekávání:** pac. neví, nezná terapii, ale rád ji pozná

**Orientace:** pac. je orientován místem, časem, osobou

## Anamnestické údaje

**RA:** matka + 87 stářím, otec + 63 na IM

**OA:** běžná dětská onemocnění,

ICHS se sy AP od r.1993, CABG v 2001 (nemocnice na Homolce), dlouhodobě sledovaný kardiologem Dr. Leso ve Vysočanech - nyní bez sy AP, arteriální hypertenze kompenzována medikamentózně od r. 1993, hyperlipoproteinémie smíšená na terapii od r.1993, hypothyreóza v r.1996, 4 roky na substituční léčbě Levothyroxinem

**AA:** neguje

**FA:** Inegy, Vasocardin, Anopyrin, Letrox

**Abusus:** dříve kouřil svátečně (úplně přestal před 20 lety), občasně alkohol

**Úrazy:** 2002 - pád ze střechy cca 2 m na dlažbu - subluxace levého kotníku

**Operace:** oboustranná operace hernie v r. 1994,

cholelithiáza v r.1985,

bypass v r. 2001

**PA:** nyní starobní důchod, dříve učitel

**SA:** žije sám, v panelovém domě s výtahem, je soběstačný, zvládá ADL

**Sport a záliby:** jízda na kole - nemá problém se stabilitou, doma jezdí denně na rotopedu, při slabosti nohou začal s dřepy - 30 denně, dříve turistika

**NO:** 12.10. 2011 od rána bolest hlavy, zaléčen na středisku bez efektu, bolest hlavy přetrvávala, 14.10. se objevilo zhoršení hybnosti pravostranných končetin a vertigo, byl na CT - negativní, uzavřeno jako drobná mozečková CMP s lehkou pravostrannou

parézou, pac. udává horší čištění zubů a psaní, nyní již kompenzováno, přetrvává nejistota při chůzi a stojí

**Předchozí fyzioterapie:** pravidelné docházel na terapii po CMP na KRL, kde nacvičoval chůzi a trénoval stabilitu

### **Kineziologický rozbor**

**Subjektivní hodnocení obtíží:** největší problém: nestabilita v DKK, především si pac. stěžuje na slabost v pravém lýtku

**Pomůcky:** ze začátku potíží používal pac. vycházkovou hůl, nyní chodí bez pomůcky

**Mobilita:** sed bez problémů, stoj zvládá bez obtíží i se zavřenýma očima, při chůzi výraznější došlap na paty - pac. má problém při delším stojí na jedné noze, takže rychleji dokončuje švihovou fázi, trup je bez kontrarotace, mírný úklon trupu vpravo při chůzi, jako by na pravou končetinu více dopadal (končetiny jsou symetricky stejně dlouhé), při rychlejší chůzi se problémy zmenšují - pac. je stabilnější, chůze po přímce s otevřenýma očima působí značné potíže, pac. dělá časté úkroky stranou, častěji doprava, se zavřenýma očima téměř nemožné provést

**Stabilita:** Rombergův test, stoj I.: bez obtíží, stoj II.: mírné titubace, stoj III.: výrazné vychýlení vpravo

Stoj na jedné DK: LDK - vydrží 10 vteřin, nestabilní, pozorujeme hru šlach, PDK - vydrží 10 vteřin, výrazná nestabilita celá PDK, trup náklon vpravo, zhoršený balanc

**ADL:** pac. žije sám a vše zvládá sám, dokáže si vše obstarat

**Vyšetření ve stoji:** pozorujeme ochablý stabilizační systém, oploštělou bederní páteř, stoj o úzké bázi, pánev je v symetrii, břišní stěna ochablá, jizva cca 10 cm vpravo po operaci žlučníku - délka cca 8 cm, klidná, světlá, posunlivá, jizva středem sternu po operaci bypassu - délka cca 25cm, klidná, světlá, posunlivá, protrakce ramen, pac. udává bolestivost prsních svalů

**HKK:** trofika, tonus, konfigurace v normě, pac. provede aktivní pohyb do plných rozsahů ve všech segmentech - bez kloubního omezení, svalová síla v normě, test na diadochokinezi provede pac. bez obtíží, taktilní cití bpn, polohocit a pohybovit bpn, test taxy prst – nos: LHK bpn, PHK mírná nepřesnost

**DKK:** trofika, tonus, konfigurace v normě, pac. provede aktivní pohyb ve všech segmentech, kloubní omezení pouze bilaterálně při Fx v KYK (cca 70 stupňů), svalová síla v normě, zkrácení hemstringů bilaterálně 2. st, taktilní cití bpn, polohocit a pohybovit bpn, Mingazzini: PDK pokles o 5 cm, reflexy vybavitelné st. 3

**Závěr:** pac. po mozečkové CMP, subjektivně si stěžuje na slabost PDK, svalová síla je v normě, má oslabený HSS, oploštělou bederní páteř a ochablou břišní stěnu, 2 klidné

jizvy k břišní krajině, problémy se stabilitou- při chůzi po přímce a při stožení na jedné noze se objevuje disbalance s častějším přepadáváním vpravo, HKK bpn až na mírnou hypermetrii při zkoušce taxy PHK, DKK omezená Fx v KYK bilaterálně, zkrácení hemstringů bilaterálně, Mingazzini HKK bpn, Mingazzini DKK pokles PDK o 5 cm  
**Návrh terapie:** pac. doporučuji zlepšit stabilitu, aby získal větší jistotu při činnostech (např. chůze), rád by se vrátil opět k turistice a tím je také pro terapii motivován, navrhuji balanční tréninky v laboratoři KLR

**Poznámky:** pac. má tendence se přeceňovat, ukazuje, kolik toho ještě zvládne, ale dost se tím vysílí pro další činnost a dochází k častějším poruchám stability v DKK

## **Pacient č. 1 - výstupní vyšetření**

**Jméno pacienta:** J. J.

**Pohlaví:** muž

**Rok narození:** 1938

**Výška:** 175 cm

**Váha:** 88 kg

**Diagnosa:** mozečková CMP

**Subj.:** chodí se mu lépe, zvládá již delší trasy, občasná únava v lýtkách přetrvává

**Hodnocení terapie:** pac. byl s terapií spokojen a sám říká, že mu pomohla

**Orientace:** pac. je orientován místem, časem, osobou

### **Anamnestické údaje**

Viz vstupní vyšetření

### **Kineziologický rozbor**

**Subjektivní hodnocení obtíží:** pac. je spokojený, jen mu občas přetrvávají slabosti do lýtka

**Pomůcky:** viz vstupní vyšetření

**Mobilita:** zjištění je téměř shodné jako vstupní vyšetření, pac. již zvládá lépe chůzi po přímce s otevřenýma očima, nedochází tak často k úkrokům, chůze po přímce se zavřenýma očima je stále nemožná

**Stabilita:** Rombergův test, stoj I : bez obtíží, stoj II : mírné titubace, stoj III : mírné titubace

Stoj na jedné DK: LDK - vydrží 15 vteřin, nestabilní, pozorujeme hru šlach, PDK - vydrží 15 vteřin, stále nestabilita celá PDK, trup mírný náklon vpravo

**ADL:** viz vstupní vyšetření

**Vyšetření ve stožení:** viz vstupní vyšetření

**HKK:** viz vstupní vyšetření

**DKK:** viz vstupní vyšetření

**Závěr:** pac. po mozečkové CMP, subjektivně si stěžuje na slabost PDK, po terapii pozorujeme zlepšení v oblasti stability, kdy pac. již zvládá lépe chůzi po přímce s otevřenými očima, při Rombergově testu se u stoje III snížila titubace, pacient déle vydrží na jedné DK, kdy stále přetrvává větší nestabilita, zbytek vyšetření zůstává stejný jako při vstupním vyšetření

**Návrh terapie:** doporučuji pokračovat v tréninku stability pomocí 3D scén a udělat bližší vyšetření DKK kvůli pacientovým opakovaným stížnostem

## **Pacient č. 2 - vstupní vyšetření**

**Jméno pacienta:** J. K.

**Pohlaví:** žena

**Rok narození:** 1966

**Výška:** 165 cm

**Váha:** 56 kg

**Diagnosa:** pac. po polytraumatu 4.3. 2011 sražena couvajícím dodávku, CMP s levostranou symptomatologií

**Indikace k vyšetření a terapii:** polytraumatický pac. po CMP již zvládá ADL, zlepšení stability pro získání větší jistoty při běžných činnostech

**Subj.:** cítí se již mnohem lépe, od nehody je již téměř 9 měsíců, za tu dobu pocítuje obrovské zlepšení, nyní jí trápí občané stavy nestability a zhoršená koordinace pohybů (může být i v důsledku, zhoršeného soustředění, jak uvádí matka pac., to však měla pac. prý i před nehodou)

**Očekávání:** pac. již jednou absolvovala terapii a velice jí pomohla, proto se těší na další zlepšení

**Orientace:** pac. je orientována místem, časem, osobou

### **Anamnestické údaje**

**RA:** matka žije - zdravá, otec žije, léčí se se srdcem

**OA:** běžná dětská onemocnění, nic závažného vzhledem k NO

**AA:** nejuje

**FA:** Euthyrox, Lanzul, Citalec, Paralen a Ibalgin dle potřeby

**Abusus:** nekuřačka, alkohol příležitostně

**Úrazy:** poranění pravého zápěstí cca v 20 letech, při pádu s kola, nyní bpn, další viz NO

**Operace:** viz NO

**GA:** menstruace od 13 let, pravidelná, 0 porodů, 0 potratů

**PA:** nyní v pracovní neschopnosti, dříve chodila pomáhat uklízet a věnovala se intenzivněji výrobě šperků a doplňků

**SA:** žije s matkou, v činžovním domě s výtahem

**Sport a záliby:** výroba šperků z korálků, dříve jóga

**NO:** pac. 4.3. 2011 sražena couvajícím dodávkou, polytrauma: frc. L1 s kompresí - řešeno operačně stabilizací, frc., 2.-8. žebra vpravo - řešeno operačně, kontuze plic, kontuze jater se subkapsulárním hematodem, frc. klíční kosti vpravo - pakloub, provedena tracheostomie (po ext. stehů 24.2. 2012), ischemická CMP v povodí aa. cerebelli bilat. a drobné hemoragie v thalamu bilat. v terénu polytraumatu, přechodně bulbární syndrom se zavedením PEG, st. p. extrakci PEG, lehká levostranná paréza – více LHK

**Předchozí fyzioterapie:** pravidelné docházení na fyziio i ergoterapie na KRL kvůli bolesti krční páteře a pravého ramene - nyní kompenzované, bez bolesti, dále doporučena na terapii virtuální realitou, kterou již jednou absolvovala za dosažení pozitivních výsledků v rámci zlepšení stability

### **Kineziologický rozbor**

**Subjektivní hodnocení obtíží:** největší problém: pac. by byla ráda, kdyby lépe zvládla běžné denní činnosti, díky minulé terapii se jí zlepšila stabilita a očekává další zlepšení, již chodí velice dobře, ale tréninkem chce získat ještě větší jistotu

**Pomůcky:** vše zvládá bez pomůcek

**Mobilita:** sed bez problémů, stoj zvládá bez obtíží i se zavřenými očima, při chůzi nepozorujeme výraznější patologii, ale pac. uvádí, že občas mívá motání hlavy a je nestabilní, stoj na jedné noze nepůsobí pac. potíže, chůzi po přímce s otevřenými očima pac. zvládá s mírnými obtížemi - nedaří se jí vždy klást nohy před sebe, se zavřenými očima se potíže zhoršují a chůze po přímce se stává skoro nemožnou, pac. potřebuje ke korekci chůze zrak, při některých úkonech během vyšetření pozorujeme výraznější nejistotu

**Stabilita:** Rombergův test, stoj I : bez obtíží, stoj II : bez obtíží, stoj III : mírná titubace  
Stoj na jedné DK: LDK - vydrží 10 vteřin, stabilní, PDK - vydrží 10 vteřin, stabilní

**ADL:** pac. žije s matkou a má přítele, pokud něco nezvládá, tak ji pomohou, ale již zvládá ADL sama

**Vyšetření ve stoji:** pac. má mírně ochablý stabilizační systém, napřímenou lordózu - má jizvu přes 3 segmenty po operaci, jizva je klidná, posunlivá, pohyblivost bederní páteře je blokována, Thomayer 30 cm, hrudní páteř je v horní a střední části také oploštělá, pac. má předsunuté držení hlavy a ramena v protrakci v důsledku insuficience

mezilopatkových svalů, palpačně - hypertonus trapézů, pánev symetrická, jizva po tracheostomii (ext. stehů 24.2. 2012) - klidná, jizva v oblasti Thp - klidná, Lp vertikálně vedená cca 20 cm dlouhá - klidná, palpačně nebolestivá, v oblasti jizvy snížená posunlivost fascií

**HKK:** trofika, tonus, konfigurace v normě, ramenní kloub vpravo je bolestivý v konečné elevaci, jinak plné rozsahy ve všech segmentech, vlevo snížená pohyblivost v zápěstí a prstech, svalová síla v normě, taktilní cití bpn, polohocit a pohybcit bpn, test taxe prst – nos: bpn

**DKK:** trofika, tonus, konfigurace v normě, aktivně i pasivně v normě, svalová síla v normě, plné rozsahy ve všech segmentech, taktilní cití bpn, polohocit a pohybcit bpn

**Závěr:** pac. s polytraumaty řešenými chirurgicky, nyní je kompenzovaná, ADL zvládá sama, jizvy jsou klidné, CMP způsobilo zhoršení hybnosti levé dlaně a prstů - svalová síla v normě, pravý ramenní kloub po operaci (pakloub v akromikalvikulárním skloubení) je bolestivý v krajní elevaci, není však omezen rozsah, pac. má ochablý hluboký stabilizační systém, je patrná insuficience mezilopatkových svalů, ramena v protrakci, hlava v předsunu, DKK pořádku, oploštělá bederní i hrudní páteř, snížená rotabilita v celé páteři, pac. mívá problémy při chůzi se stabilitou (nebylo zjištěno při vyšetření), chůze po přímce se zavřenýma očima je téměř nemožná

**Návrh terapie:** pac. navrhuji balanční trénink pro zlepšení stability, aby získala větší jistotu při činnostech (např. chůze), ráda by se vrátila k delším procházkám a tím je také pro terapii motivována, doporučuji trénink stability na 3D scénách v laboratoři rehabilitační kliniky

**Poznámky:** pac. má zhoršenou pozornost (matka udává, že to bylo již před nehodou), je pro ni těžší koncentrace, pokud není činností zaujata

## **Pacient č. 2 - výstupní vyšetření**

**Jméno pacienta:** J. K.

**Pohlaví:** žena

**Rok narození:** 1966

**Výška:** 165 cm

**Váha:** 56 kg

**Diagnosa:** pac. po polytraumatu 4.3. 2011 sražena couvajícím dodávkou, CMP s levostranou symptomatologií

**Subj.:** pac. udává, že se jí zlepšily kognitivní funkce, lépe se jí chodí a nepocítuje již se stabilitou výraznější potíže, nyní jí prý trápí spíše lenost

**Orientace:** pac. je orientována místem, časem, osobou

## **Anamnestické údaje**

Viz vstupní vyšetření

## **Kineziologický rozbor**

**Subjektivní hodnocení obtíží:** pac. říká, že si již není vědoma výraznějších obtíží

**Pomůcky:** viz vstupní vyšetření

**Mobilita:** chůzi po přímce pacientka již zvládá téměř bez obtíží, pac. potřebuje ke korekci chůze zrak, takže chůzi po přímce se zavřenýma očima stále nezvládá, již jsou patrné náznaky

**Stabilita:** Rombergův test, stoj I : bez obtíží, stoj II : bez obtíží, stoj III : mírná titubace  
Stoj na jedné DK: LDK - vydrží 20 vteřin, stabilní, PDK - vydrží 20 vteřin, stabilní

**ADL:** viz vstupní vyšetření

**Vyšetření ve stoji:** viz vstupní vyšetření

**HKK:** viz vstupní vyšetření

**DKK:** viz vstupní vyšetření

**Závěr:** po terapii se pacientka subjektivně cítí bez potíží, ještě jí stále dělá problém chůze po přímce se zavřenýma očima, při stoji III stále pozorujeme mírné titubace, vydrží déle stát na jedné končetině, zbytek vyšetření zůstává stejný jako při vstupním vyšetření

**Návrh terapie:** pro pacientku již není podle mého názoru nutné dále pokračovat v terapii

## **Pacient č. 3 - vstupní vyšetření**

**Jméno pacienta:** P. L.

**Pohlaví:** žena

**Rok narození:** 1949

**Výška:** 161 cm

**Váha:** 87 kg

**Diagnosa:** ischemické CMP, pravostranná syptomatologie

**Indikace k vyšetření a terapii:** st.p. mozečková CMP, pravostranná částečná paréza

**Subj.:** klientka je spokojená s nynějším stavem, přála by si více zapojovat PHK do ADL, ale zapomíná na to, ráda by si byla jistější ohledně chůze, venku ještě používá vycházkovou hůl pro větší jistotu

**Očekávání:** pac. neví, nezná terapii, ale docela se těší, chce ji vyzkoušet

**Orientace:** pac. je orientována místem, časem, osobou



## **Anamnestické údaje**

**RA:** matka + 84 stářím, otec + 73 autonehoda, sestra + 52 Ca prsu, 1 syn 40 zdravý, 1 dcera 42 zdravá

**OA:** běžná dětská onemocnění, St.p. i CMP s následnou hemorrhagickou infarzací, pravostrannou těžkou paresou PHK a expresivní fatickou poruchou, artereriální hypertenze, dyslipidémie

**AA:** prach, peří

**FA:** Vasocardin, Anopyrin, antihistaminika dle potřeby

**Abusus:** nejuje, nikdy nepila

**Úrazy:** nevzpomíná si

**Operace:** operace L kolene cca před 5 lety

**PA:** dříve úřednice - měla na starost parky a zeleň na Praze 2, nyní starobní důchod

**SA:** žije sama, bydlí ve 3. patře činžovního domu s výtahem, u vstupu jeden schod, který nečinní žádné potíže

**Sport a záliby:** sporty jí nikdy nebavily, žádné nedělá, záliby jsou čtení a TV, pac. má dvě kočky, o které se bez obtíží stará

**NO:** v říjnu 2007 se u pac. projevila ischemická CMP s pravostrannou symptomatologií

**Předchozí fyzioterapie:** docházela k nám na fyzioterapii, opět na sobě začala pracovat, absolvovala sérii ergoterapií a logopedie, fyzioterapii, došlo k opětovné aktivizaci pacientky, více zapojuje PHK do pohybových stereotypů, po poslední sérii se na fyzioterapii výrazně zlepšil stereotyp chůze

## **Kineziologický rozbor**

**Subjektivní hodnocení obtíží:** pac. je spokojená se svým stavem, zlepšila se jí chůze díky předešlé fyzioterapii, zapomíná zapojovat PHK do ADL, je pasivnější při mluvení

**Pomůcky:** sedačka na vanu, madla, brýle na čtení, naslouchadlo, vycházková hůl na ven

**Mobilita:** sed bez problémů, normální stoj i se zavřenýma očima zvládá s mírnou titubací, je snadněji unavitelná, při chůzi pozorujeme nejistotu, celkově vážnoucí souhyb trupu i PHK, stojná fáze PDK, zevněrotační postavení PDK a vážne stabilizace gluteus medius, nášlap je na patu - poté však vážne plynulost odvalu plosky, v kročné fázi PDK opět zevněrotační postavení, chůze po přímce není možná, stoj na jedné noze není možný, celkově má pac. u činností pomalejší tempo

**Stabilita:** Rombergův test: stoj I : mírné titubace, stoj II : mírné titubace, stoj III : výraznější vychylování

Stoj na jedné DK je nemožný

**ADL:** pac. žije sama, je plně soběstačná, většinu domácích prací zvládne sama, s větším úklidem vypomůže dcera (zvládla by i sama), stará se o dvě kočky

**Vyšetření ve stoji:** hlava v předsunu, ramena v protrakci, zvýšená hrudní kyfóza, pravá lopatka níž, pozorujeme občasnou rekurvaturu pravého kolene, propadlá klenba nožní vpravo, zevněrotační postavení celé PDK, PDK výraznější postavení na špičku, ochablý hluboký stabilizační systém, ochablá břišní stěna, jizva na levém koleni klidná, světlá, posunlivá

**HKK:** LHK vše v normě, PHK pasivně plné rozsahy ve všech segmentech, střední spasticita na bicepsu, aktrum volné, funkčně se dokáže dotknout nosu, aktivně provede flexi v ramenním kloubu do 90 st., rotace ramenním kloubu nemožná, plná extenze a flexe kloubů ruky, opozice palec a prsty jsou bpn, svalová síla snížena na 3-4, taktilní čítí lehce sníženo, polohocit a pohybovit bpn

**DKK:** konfigurace v normě, aktivně provede plné rozsahy ve všech segmentech, svalová síla LHK v normě, PDK svalová síla 4, taktilní čítí bpn, polohocit a pohybovit bpn

**Závěr:** pac. po CMP s pravostrannou parézou - výraznější na HK, ochablý hluboký stabilizační systém, hlava v předsunu, ramena v protrakci, při chůzi vázne PDK, snížená svalová síla PDK na 4, občasná rekurvace pravého kolene při stoji, propadlá pravá klenba nožní, chůze po přímce není možná, stoj na jedné noze není možný, LHK bpn, PHK omezená flexe v ramenním kloubu do 90 st., rotace v ramenním kloubu nemožná, snížená svalová síla 3-4, taktilní čítí lehce sníženo

**Návrh terapie:** u pac. bych trénovala stabilitu pro zlepšení jistoty při chůzi, pac. je již delší dobu po CMP, proto bych doporučila k stimulaci vyučila trénink stability s využitím virtuální reality, který má pro mozek více podnětů

**Poznámky:** pac. je snadněji unavitelná, ale neřekne to, je pasivní při mluvení, což trochu ztěžuje komunikaci

### **Pacient č. 3 - výstupní vyšetření**

**Jméno pacienta:** P. L.

**Pohlaví:** žena

**Rok narození:** 1949

**Výška:** 161 cm

**Váha:** 87 kg

**Diagnosa:** ischemické CMP, pravostranná symptomatologie

**Subj.:** pac. se lépe chodí

**Orientace:** pac. je orientována místem, časem, osobou

## **Anamnestické údaje**

Viz vstupní vyšetření

## **Kineziologický rozbor**

**Subjektivní hodnocení obtíží:** pac. se po terapii cítí výkonnější, zvládá více běžných činností během dne, lépe se jí chodí

**Pomůcky:** viz vstupní vyšetření

**Mobilita:** viz vstupní vyšetření

**Stabilita:** Rombergův test: stoj I : bez obtíží, stoj II : mírné titubace, stoj III : výraznější vychylování

Stoj na jedné DK je nemožný

**ADL:** viz vstupní vyšetření

**Vyšetření ve stoji:** viz vstupní vyšetření

**HKK:** viz vstupní vyšetření

**DKK:** viz vstupní vyšetření

**Závěr:** pac. se především cítí subjektivně lepší, z vyšetření vyplývá, že se ustálil stoj I a je nyní bez titubací, zbytek vyšetření zůstává stejný jako při vstupním vyšetření

**Návrh terapie:** pro pac. by bylo přínosné nadále v terapii pokračovat, bylo by dobré při terapii více odpočívat a nastavit pro ni nižší obtížnost 3D scén

## Výsledky měření

Ve scéně „Hra s míči“ je výsledkem levelu hodnota skóre. Tato hodnota vyjadřuje efektivitu trajektorie pohybu pacienta. Vypočítána je pomocí poměru ideální dráhy mezi míči a reálnou drahou, kterou opíše těžiště pacienta na stejné trase. Maximální možná hodnota je 100%. Ve svojí podstatě nelze 100% nikdy dosáhnout, jinak by se člověk musel pohybovat těžištěm po přímce.

Získaná data jsou zavedena do tabulek kvůli přehlednosti. Pokud byly některé levely v rámci tréninku opakovány, je v tabulce uvedeno první pacientem získané skóre. To je zavedeno pro zjednodušení a zpřesnění dat. V tabulkách lze dohledat datum terapie a skóre jednotlivých levelů. Dále jsou mezi sebou data porovnávána v grafech, pro jasné vyjádření úspěšnosti terapií na základě hypotézy.

V průběhu terapií byla upravována kritéria, podle kterých měření probíhalo. U prvních měření chybí data v druhém měření levelu 1. Toto měření bylo zařazeno až posléze jako kontrolní. V rámci dalších měření, jsme si také všimli únavy pacientů, kdy pacienti sice odehráli všechny levely, ale nedosáhli takové efektivity, aby byl trénink úspěšný pro jejich zlepšování se. Pro eliminování tohoto nedostatku bylo zavedeno jednoduché kritérium: hodnota, kterou musí pacient u jednotlivých levelů dosáhnout je nejméně poloviční k hodnotě prvního levelu. Pokud této hodnoty není dosaženo, pacient opakuje level, dokud této hodnoty nedosáhne. V tabulkách je vždy uvedena první naměřená hodnota k jednotlivým levelům, aby se usnadnila přehlednost dat.

V grafickém zpracování jsou porovnávána data až do nejvyšších levelů, kterých pacienti dosáhli v obou porovnávaných měřeních.

## Tabulky

	level 1	level 2	level 3	level 4	level 5	level 6	level 7	level 8	level 9	level 1
5.1.	46	30	24	26	27	21	16	19	18	
17.1.	44	30	27	29	24	20	24	18		44
19.1.	45	38	26	29	21	23	20			36
24.1.	39	24	23	23	27	24	16			62
26.1.	55	44	33	31	29	27	21	16		45
31.1.	41	28	26	14	16					42
2.2.	61	53	36	47	27	27	21	16		54
7.2.	56	52	38	32	25	24				40
9.2.	45	52	29	27	31	25	25	19		58
15.3.	54	42	35	26	17					38

**Tab. 1: Výsledky terapií - Pacient č. 1**

	level 1	level 2	level 3	level 4	level 5	level 6	level 7	level 8	level 9	level 1
12.1.	54	43	33	31	19	14	20	20	20	
17.1.	39	36	32	28	20	23	20	19		47
19.1.	45	41	33	32	25	22	22			61
24.1.	53	41	38	33	25	27	19			35
26.1.	46	49	40	33	29	30	21			57
31.1.	38	43	31	37	31	25	26	28	20	56
2.2.	60	55	41	36	27	33	26			58
7.2.	60	57	43	41	34	29	31			59

**Tab. 2: Výsledky terapií - Pacient č. 2**

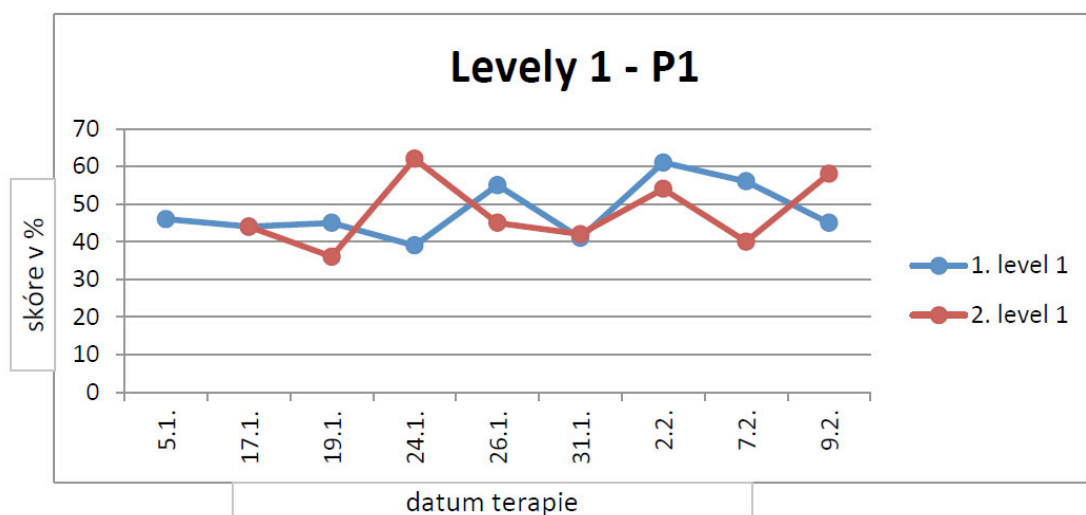
Pozn.: pacientka jedenkrát nebyla schopna zúčastnit se terapie, proto u ní nalezneme pouze 8 měření.

	level 1	level 2	level 3	level 4	level 5	level 6	level 7	level 8	level 9	level 1
10.1.	9	15	8	13						
12.1.	15	9	12	8	8	9	7	8	8	11
17.1.	36	26	16	11						22
19.1.	33	18	22	16						32
24.1.	33	21	12	12	16					37
26.1.	38	21	18	15						32
2.2.	40	28	20	10						34
7.2.	29	14	18	13	17	18				42
9.2.	41	24	19	16	17					40
15.3.	36	25	17	20	13					40

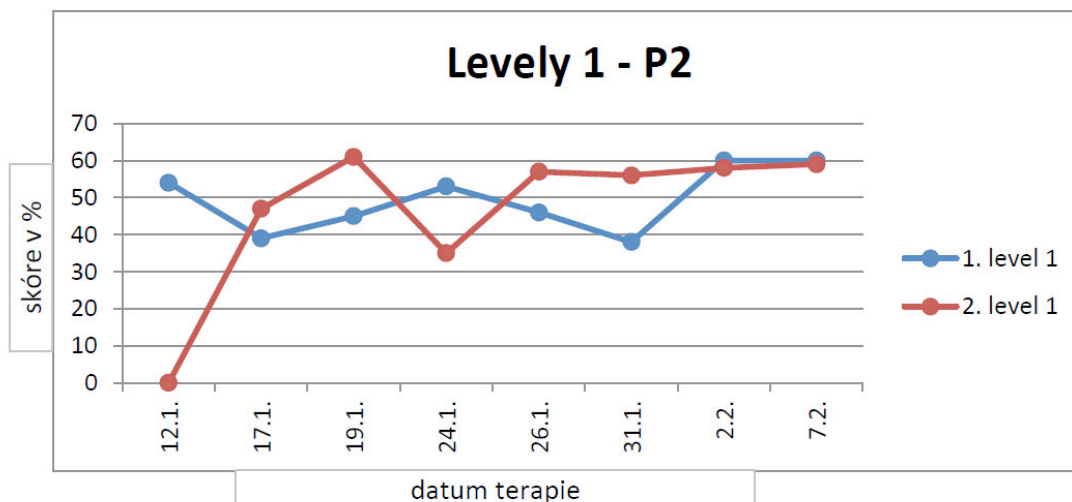
**Tab. 2: Výsledky terapií - Pacient č. 3**

## Grafy

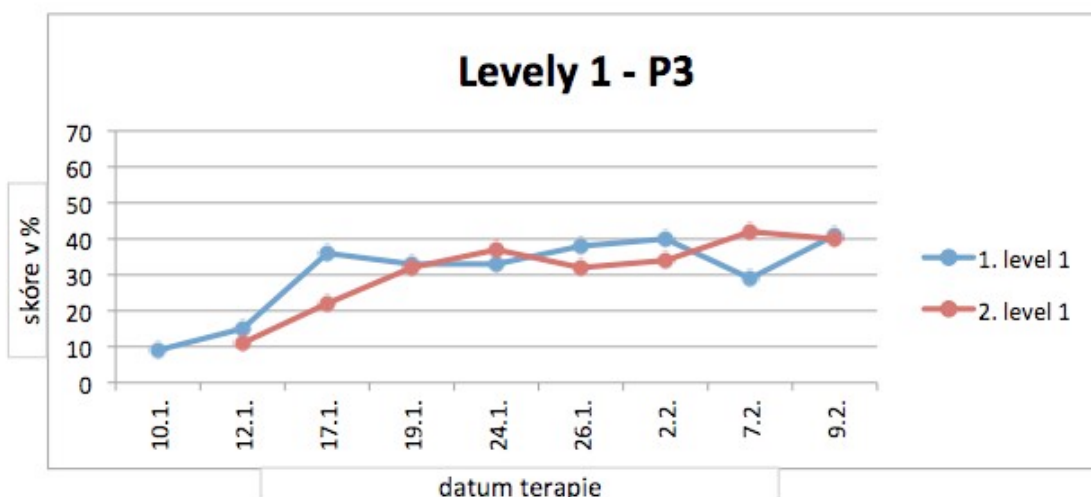
### Porovnání levelů 1



Graf 1 Porovnání levelů 1 – Pacient č. 1

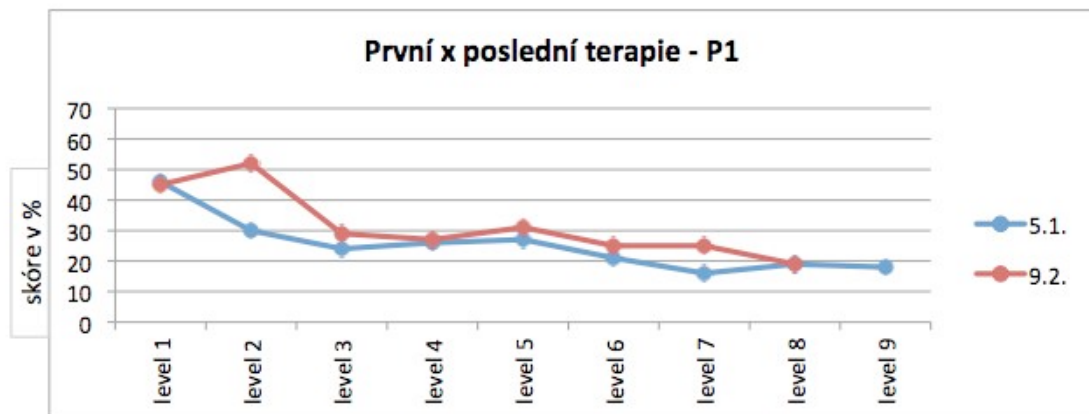


Graf 2 Porovnání levelů 1 – Pacient č. 2

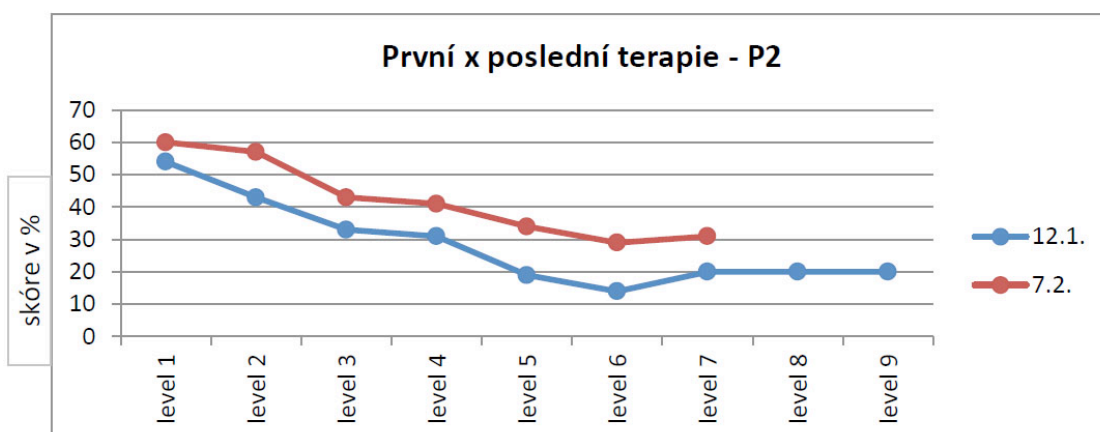


Graf 3 Porovnání levelů 1 – Pacient č. 3

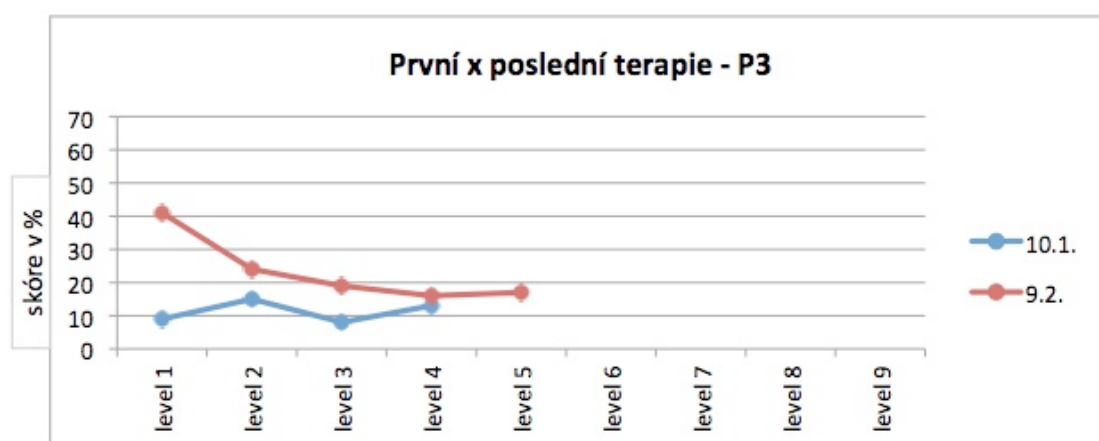
## Porovnání první a poslední terapie



**Graf 4 Porovnání první a poslední terapie - Pacient č. 1**



**Graf 5 Porovnání první a poslední terapie - Pacient č. 2**



**Graf 6 Porovnání první a poslední terapie - Pacient č. 3**

# Diskuze

Všechny terapie probíhaly v jedné laboratoři, všichni pacienti se účastnili terapií přibližně ve stejnou denní dobu, proto můžeme vyloučit vliv těchto okolností na terapie a výsledky z tohoto úhlu pohledu považovat za směrodatné. Také dny, kdy se terapie uskutečňovaly, jsou zhruba ze stejného období. Frekvenci terapií jsme se snažili dodržet stanovený požadavek, podstoupit terapii 2x týdně, víceméně se i to podařilo. Všechna získaná data se proto dají považovat za relevantní.

Z tabulkových hodnot pozorujeme, že skóre u jednotlivých levelů se v průběhu terapií zvyšují. To také odpovídá informacím a předpokladům z teoretické části o plasticitě mozku a schopnosti naučit se něco opakováním.

Větší efektivita terapie by se dala dosáhnout, pokud by byl pacient seznámen s možnostmi nastavení scény „Hra s míči“, která nabízí velikou škálu úprav dle potřeb tréninku (např. velikost míče, počet míčů, pravostranný nebo levostranný trénink apod.).

Nepodařilo se nám však potvrdit, že by se pacienti zlepšili v rámci jedné terapie. Při bližším zkoumání výsledku porovnání levelů 1 zjišťujeme jejich kolísavost. Jedno z možných vysvětlení je subjektivní stav pacientů v den terapie, kvůli kterému není vždy skóre na konci terapie vyšší než na začátku, jak bylo uvedeno ve 2. hypotéze.

Pokud bychom chtěli získat tato data přesnější, by bylo třeba vést podrobnější dokumentaci pacientů při každé terapii s ohledem na pacientův subjektivní stav a dále na činnosti konané před terapií. Tím by se dalo zjistit, zda výsledky skóre odpovídají momentálnímu stavu pacienta, anebo je terapie neúměrně těžká. Pokud bychom měli jeho subjektivní obraz před terapií, mohli bychom s ním konzultovat stav po terapii a její obtížnost potom nastavit přímo pro potřeby jedince v den terapie.

Tento systém sbírání dat a následných modifikovaných terapií by byl mnohem efektivnější, ale zároveň mnohem organizačně, časově a pracovně náročnější. Takový systém by bylo vhodné použít, pokud by terapií bylo u jednoho pacienta více, nebo pokud by se jednalo o dlouhodobější tréninkový plán. Toto doporučení by bylo proveditelné spíše na základě zkušeností s jednotlivým pacientem a terapiemi obecně, než že bychom ho mohli vymezit nějakými obecnými postupy a parametry. Ze zkušenosti totiž víme, že ne každý pacient se umí vždy sám objektivně ohodnotit, což vyplývá např. z poznámky u pacienta č. 1, který měl tendence se přeceňovat.

Jako další vysvětlení se nabízí fakt, že terapie je celkově náročnější svojí délkou i intenzitou, a to i pro zdravého jedince. Je proto možné, že opakování levelu 1 po odehrání devíti levelů může být pro některé těžší pacienty zatěžující.



Dalo by se předpokládat, že po zhlédnutí výsledků skóre na konci terapie v případě, že je někdy nižší než na začátku, je takové zjištění pro pacienta demotivující. Častěji jsem však v rámci 3D scén zjistila, že horší výsledek ve hře člověka a jeho mozek stimuluje k chuti do další hry. Opakovaným tréninkem se jedinec jednoznačně zlepšuje, a to spontánně prostřednictvím vlastní motivace.

Jako řešení únavy bych navrhovala, zkrátit vyšetření stability. Vyřadila bych stoj na jedné noze s otevřenýma i zavřenýma očima. Tato činnost se v běžném životě tolik nevyskytuje a někdy dělá problém i zdravému jedinci, je tedy pro pacienta zbytečně zatěžující.

Rozhodně bylo zjištěno, že zlepšení v rámci jedné terapie lze dosáhnout, o čemž vypovídají hodnoty z grafu, kde po procentuálním spočítání úspěšnosti došlo v 37,5 % k lepšímu výsledku při kontrolním měření levelu 1 než při prvním měření levelu 1.

Jak již bylo zmíněno, v rámci tréninku by bylo neefektivní, aby pacienti pokaždé odehráli všech 9 levelů bez ohledu na jejich skóre. Aby k efektu terapie došlo, byl určen již výše uvedený limit pro dosažení skóre v dalších levelech po odehrání prvního levelu. Při postupném ztěžování podmínek hry si tak můžeme všimnout, že dochází ke zlepšování skóre v rámci jednotlivých levelů. Tím se prokazuje, že při terapii virtuální realitou nastává celková tendence pacientů se zlepšovat. Tento fakt potvrzuje i první hypotézu této práce, která říká že, hodnoty prvního měření levelů při první terapii budou vždy nižší než hodnoty měření levelů při poslední terapii. Pokud se vrátíme ke grafům hodnotícím tento fakt, můžeme si povšimnout, že hodnoty posledního měření leží vždy nad hodnotami měření prvního. První hypotéza je tedy potvrzena.

Není však zcela prokázáno, že tato hypotéza funguje i pokud bychom měli větší vzorek pacientů. Je možné, že některý z pacientů by neměl jednoznačné tendence se zlepšovat.

V rámci našeho vzorku pacientů došlo při posuzování první a poslední terapie jen jedenkrát ke stejnému skóre a to u pacienta č. 1 v osmém levelu. Pokud se podíváme na nejvyšší zlepšení, je to u pacienta č. 3 a to až o 32 % z celkového skóre. Pacient č. 2. nasbíral v průměru zlepšení o 11 % v každém levelu a jeho zlepšení je kontinuální bez větších výkyvů. Jinak jsou ostatní zlepšení skóre kolísavá a nedá se z nich nic jednoznačně vyvodit.

Pokud jde o nové podněty, má na začátku mozek větší flexibilitu se něco naučit. S časem tato dovednost klesá a mozek si na podněty zvyká. Proto je otázkou, zda by takovéto zlepšení stále narůstalo, nebo by se po čase skóre začalo pohybovat okolo stejných hodnot. Zajímavé by bylo také prozkoumat a porovnat, jak by pacienti reagovali na všechny různé modifikace terapie. Například, zda by opravdu dosáhli pro ně nepř-

kročitelného maxima, nebo by měli tendenci se stále zlepšovat. To by se dalo zjistit a ověřit jen při dlouhodobějších opakovaných terapiích. Takové možnosti by mohly naznačit stanovení dalších směrů zkoumání a stály by jistě za úvahu pro další využití terapie virtuální realitou.

S předchozí úvahou také souvisí další otázka, které pacienty pro terapii vybírat. Podíváme-li se podrobněji na informace z anamnézy a průměrná zlepšení, je patrné, že k nejlepšímu kontinuálnímu zlepšení došlo u pacienta č. 2. Zlepšil své skóre průměrně o 10 % u každého levelu. To by odpovídalo informacím uvedeným v teoretické části, že mladší mozek má lepší plasticitu, nebo že obnovitelnost schopností má větší efekt kratší dobu po poškození.

Pacient č. 1 má podobné datum NO jako pacient č. 2, ale jeho zlepšení v rámci skóre u jednotlivých levelů je průměrně 5 %, kdežto pacient č. 2 má zlepšení o 11 %. Tento fakt by se dal vysvětlit tím, že se jedná již o staršího pacienta. Od pacienta č. 2 je pacient č. 1 dokonce starší o 28 let. Tím by se opět potvrdilo, že mladší jedinec má lepší plasticitu.

Posledním nezmiňným je pacient č. 3, jedná se o pacienta ve věku 63 let a je 5 let od poškození mozku. Kvůli svému stavu nebyl schopný dohrát více než 4 levely v průměru, ale ke konci terapie se již dostal jedenkrát i do levelu 6, což se dá považovat za první výraznější pokrok. Jeho rozdíly mezi skóre prvního a posledního měření jsou značně kolísavé, ale po zprůměrování vychází, že dosahuje o 13 % lepšího skóre na každý level. Toto zjištění by mohlo znamenat, že ani po poškození mozku nemá na plasticitu věk výraznější vliv, stejně jako doba, která uplynula od poranění. Jako jiné vysvětlení můžeme vzít v úvahu, že virtuální realita poskytuje mozku tolik podnětů pro jeho znovuaktivací, že dochází ke zlepšení jak u starších pacientů, tak u pacientů delší dobu po poranění.

Neuvádím zde data, která byla získána po měsíčním odstupu od poslední terapie. Považuji však za důležité zmínit vliv virtuální reality na reálný život. Jednou z diskutovaných otázek je, zda si pacient dovednosti získané virtuální realitou ponechává i v reálném životě. Touto problematikou se také zabývá ve své diplomové práci Roman Papáček. Z jeho zjištění vyplývá, že hodnoty skóre po měsíčním odstupu jsou velmi podobné jako poslední měření po ukončení terapií. Z tohoto usuzuje, že toto zjištění dokládá, že si pacienti získané dovednosti udrželi a v určité míře je i převedli do běžného reálného života (Papáček,2012) .

Tento fakt mohu potvrdit také, a to na základě dotazu v anamnéze na subjektivní pocity pacienta. Důležité je zmínit bod, kdy jsem se pacientů po celém cyklu terapií ptala, jak se cítí. Všichni uvedli, že jsou si mnohem jistější při jednotlivých činnostech

obecně. Zvláště byla potom jmenována chůze a stoj, kdy jeden z pacientů tvrdil, že je již schopný zvládat jízdu tramvají, jiný sděloval, že je jeho chůze natolik lepší, že si troufá na větší pocházky v terénu. Ačkoliv z vyšetření v rámci anamnézy to vyplývá pouze u některých.

Je možné, že pacienti jsou během tréninku výkonnější a dovednost získaná v rámci scény „Hra s míči“ bude postupně klesat. Pokud vezmeme v potaz tvrzení Romana Papáčka, víme, že po měsíci zůstaly dovednosti získané během scény „Hra s míči“ zhruba stejné. Bylo by možné pacienty sledovat s měsíčními odstupy delší dobu a zjistit tak efektivitu terapie v časově delším horizontu. Zajímavé by mohlo být zjištění, na jak dlouhou dobu se pacientovi povede dovednosti terapiemi vytrénovat a zda mají tendenci bez trénování jeho skóre zase klesat nebo si je již pacient dokáže udržet. Popřípadě zjistit, kolik trénování by bylo potřeba, aby si je mozek po delší dobu udržet dokázal. To opět naznačuje další možnosti a směry zkoumání a využití terapie virtuální realitou.

Data ohledně scén „Stabilita“ se opět dají dohledat v diplomové práci Romana Papáčka. Zde autor dochází k podobným výsledkům v rámci scény „Stabilita“, jako já při hodnocení scény „Hra s míči“ během jedné terapie. Jeho hypotézou bylo, že hodnoty sledovaných posturografických parametrů u scény „Stabilita“ budou u každého z pacientů vždy horší během prvního měření, než během druhého, které je provedeno v ten samý den.

Dosažené výsledky pacientů během této scény jsou ve všech případech v rozporu s příslušnou hypotézou. U žádného měření se nepodařilo naměřit výsledek, kdy by druhé měření v jednom dni bylo vždy lepší než první.

## Závěr a doporučení

Terapii virtuální realitou celkově hodnotím jako velmi přínosnou a vhodnou pro trénink stability. Jedna velká výhoda této terapie spočívá v okamžitém vyhodnocení výsledků pacienta a stanovení jeho spolehlivé diagnózy. Pro fyzioterapii i jiné medicínské obory, je to jistě nesmírné ulehčení a zjednodušení hodnocení pacienta. Je zde také vyloučen problém subjektivního zkreslení sledovaného prvku hodnotitelem. V dalším rozvoji této metody proto vidím velký potenciál pro diagnostiku.

Z hlediska pacientů je velmi motivující terapie formou hry, kdy se necítí být zkoušeni nebo nuceni do zlepšování se. Díky interakci s okamžitými výsledky se snaží sami sebe více stimulovat i překonávat.

Pokud se jedná konkrétně o vyšetření a terapie, které jsem prováděla, vidím zde veliký potenciál k dalšímu rozvoji a zlepšení efektivity pro potřeby pacienta. Zvýšit efektivitu terapie by se dalo, pokud by byl pacient seznámen s možnostmi nastavení scény „Hra s míči“, která nabízí velikou škálu úprav dle potřeb tréninku (např. velikost míče, počet míčů, pravostranný nebo levostranný trénink atd.). Ke zvýšení efektivity by také přispělo podrobnější zkoumání subjektivního sebehodnocení pacienta pro každý konkrétní den terapie. Tím by se mohlo vyloučit přetěžování pacienta v případě únavy a zároveň nevynechat terapii. Pravidelnost terapií shledávám jako jednu z důležitých složek, která by neměla být opomíjena. Díky ní mozek získává dostatek opakovaných podnětů, aby si nové dovednosti rychle a dlouhodobě osvojil.

Na rozdíl od jedné z mých hypotéz se nedá prokázat, že by vždy proběhlo zlepšení během tréninku v jednom dni. Ale jak hodnoty v tabulkách a grafech ukazují i to je někdy možné. Jak jsem již uvedla v předchozím odstavci, dalo by se toho dosahovat ještě intenzivnější a podrobnější prací se subjektivním sebehodnocením pacienta před terapií, a na základě toho následným přizpůsobením terapie.

Další zlepšení vidím ve zkrácení testování stability ve scéně „Stabilita“, jak jsem již uvedla v diskuzi. Není podle mě potřebné testovat stoj na jedné noze s otevřenými a zavřenými očima. Tím se podle mého názoru pacient zbytečně vysiluje a rozptyluje, místo toho, aby jeho energie a pozornost byla využita k efektivnímu tréninku.

Uspokojivé je jednoznačné potvrzení hypotézy, že hodnoty prvního měření levelů při první terapii budou vždy nižší než hodnoty měření levelů při poslední terapii. Jak je z grafů patrné, hodnoty, které se nacházejí pod sebou, jsou u prvních měření vždy nižší než hodnoty měření posledních. To potvrzuje i schopnosti mozku dovednosti jejich nácvikem zlepšovat, popřípadě po jejich ztrátě znovu obnovit. Bylo by dobré tuto hypotézu podložit větším vzorkem pacientů.

Zajímavým poznatkem svojí práce shledávám zjištění, že na zlepšení stability v rámci tréninku virtuální realitou nemá vliv věk pacienta ani doba, jaká uplynula od postižení mozku. Jiným zdůvodněním by mohlo být, že tyto dva faktory vliv mají, ale terapie virtuální realitou je pro mozek natolik stimulující, že se dokáže obnovovat ve větší míře než u jiných terapií. Navrhovala bych tyto údaje blíže zkoumat u větší skupiny pacientů, a tím tyto dvě hypotézy ověřit. Pokud by došlo k potvrzení ať první či druhé hypotézy, mohl by to být další významný krok nejen pro fyzioterapii ale i pro celkovou rehabilitaci pacientů po CMP. Myslím, že virtuální realita nabízí nespočet možností terapií a časem se nebude jednat pouze o pacienty s CMP jako v mojí práci, ale terapie se budou specializovat na stimulaci konkrétních potřeb větší škály pacientů.

Z práce Romana Papáčka jsem dohledala i další fakt mluvicí pro využívání virtuální reality při tréninku stability, a to, že i při kontrolním měření po odstupu jednoho měsíce po ukončení cyklu terapií si pacienti udrželi téměř stejné hodnoty jako při posledním měření v rámci terapií jdoucích za sebou. Z toho lze usuzovat, že dovednosti získané během tréninku virtuální realitou jsou pacienti schopni úspěšně převést do reálného života (Papáček,2012).

Tím se otevírá další pole působnosti, kde by se dali pacienti po ukončení terapie průběžně sledovat s odstupem jednoho, dvou, tří a více měsíců. Mohli bychom ověřit, do jaké míry si mozek danou dovednost osvojil a na jak dlouhou dobu. Tím by se dala lépe definovat délka, četnost a následné opakování celého cyklu terapií, aby pacient o dovednosti tréninkem získané nepřišel. Není vyloučena ani možnost, že při optimálním nastavení systému opakování a četnosti cyklu terapií virtuální realitou a výběrem vhodných scén tyto dovednosti mohou nabýt charakteru trvalého zlepšení stavu.

# Seznamy

## Seznam použité literatury

1. AMBLER, Z. *Základy neurologie* : Učebnice pro lékařské fakulty. Šesté, přepracované a doplněné vydání. Praha : Galén, 2006. 352 s. ISBN 80-7262-433-4.
2. AUKSTAKALNIS, S., BLATNER, D. *Reálně o virtuální realitě : Umění a věda virtuální reality*. Brno : Jota, 1994. 290 s. ISBN 80-85617-41-2.
3. BLACK, F.O. *Clinical status of computerized dynamic posturography. Current Opinion in Otolaryngology & Head and Neck Surgery*. 2001, vol. 9, no. 5, p. 314-318. ISSN 1068-9508.
4. BOHUNČAK, A. *Aplikace pro diagnostiku a rehabilitaci neurologických pacientů v systému virtuální reality*. Kladno, 2010. 70 s. Diplomová práce. České vysoké učení technické v Praze, Fakulta biomedicínského inženýrství, Katedra přírodovědných oborů.
5. BRDIČKA, B. *Učení s počítačem : hypertextová učebnice - Virtuální realita* [online]. 1995 [cit. 2008-2-12]. Dostupné z WWW:  
<<http://it.pedf.cuni.cz/~bobr/ucspoc/virtreal.htm>>.
6. CARRARO, L. *Obnova pohybu po cévní mozkové příhodě : Návod pro středoškolské rehabilitační pracovníky*. Praha : REHALB o.p.s., 2002. 125 s.
7. CLARK, R.A., et al. *Validity and reliability of the &intendo Wii Balance Board for assessment of standing balance*. *Gait & Posture*. 2009, vol 31., n. 3, s. 307-310. ISSN 0966-6362.
8. COSTANZO, L.S. *Physiology*. Philadelphia : Lippincott Williams & Wilkins, 1995. 299 p. ISBN 0-683-2134-6.
9. CROSBIE, J. H., et al. *Virtual reality in stroke rehabilitation : Still more virtual than real. Disability and Rehabilitation*. 2007, vol. 29, no. 14, s. 1139- 1146. ISSN 0963-8288.
10. Cs.gali-3d.com [online]. c2012 [cit. 2012-06-28]. Aktivní 3D stereoskopická technologie. Dostupné z WWW:  
<<http://cs.gali-3d.com/stereoskopie-aktivni-3d/>>.
11. ČIHÁK, R. *Anatomie 3, Podtitul : Druhé, upravené a doplněné vydání*. Praha : Grada Publishing, 2004. 692 s. ISBN 80-247-1132-X.
12. DYLEVSKÝ, I. *Kineziologie : základy strukturální kineziologie*. 1. vydání. Praha : Triton, 2009. 235 s. ISBN 978-80-7387-324-0.

13. En.wikipedia.org [online]. c2011 [cit. 2011-07-11]. Wii Balance Board. Dostupné z WWW:

<[http://en.wikipedia.org/wiki/Wii\\_Balance\\_Board](http://en.wikipedia.org/wiki/Wii_Balance_Board)>.

14. GÚTH, A. *Liečebné metodiky v rehabilitácii*. Bratislava : Liečereh Gúth, 2011, 402 s. ISBN 80-88932-16-5.

15. GÚTH, A. *Vyšetrovacie metodiky v rehabilitácii pre fyzioterapeutov*. Bratislava : Liečereh Gúth, 2004, 400 s. ISBN 80-88932-13-0.

16. HAMAN, A. *Jazyk VRML*. České Budějovice, 1999. 70 s. Diplomová práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Pedagogická fakulta.

17. KHASNIS, A., GOKULA, RM. *Romberg's test*. Journal of Postgraduate Medicine. 2003, vol. 49, n. 2, s. 169-172.

18. KOLAŘ, P., et al. *Rehabilitace v klinické praxi*. První vydání. Praha : Galén, 2009. 713 s. ISBN 978-80-7262-657-1.

19. LEWIT, K. *Manipulační léčba v myoskeletální medicíně*. 5. přepracované vydání. Praha: Sdělovací technika, 2003. 411s. ISBN 80-86645-04-5.

20. LIPPERT, L. S. *Clinical kinesiology and anatomy*. 4th ed. Philadelphia : F. A. Davis Company, 2006. 352 p. ISBN 0-8036-1243-5.

21. LIPPERTOVA-GUNEROVA, M. *Trauma mozku a jeho rehabilitace*. 1. vydání. Praha : Galén, 2009. 152 s. ISBN 978-80-7262-569-7.

22. LIPPERTOVA-GUNEROVA, M.; PFEIFFER, J., ŠVESTKOVA, O. *Neurorehabilitace*. 1. vydání. Praha : Galén, 2005. 354 s. ISBN 80-7262-317-6.

23. MELLET-D'HUART, D. *From Virtual Reality to Actual Reality : Using Virtual Reality for Learning*. Tókió : Monbu Kagakushó, 2005. 95 p. ISBN neuvedeno.

24. MIKULA, T. *Rozhraní pro interakci virtuálních biolaboratoří*. Praha : Univerzita Karlova v Praze, 2009. 53 s. ISBN neuvedeno.

25. MLIKA, R., JANURA, M., MAYER, M. *Virtuální realita a rehabilitace*. Rehabilitace a fyzikální lékařství. 2005, roč. 12, č. 3, s. 112- 118. ISSN 1211-2658.

26. Nintendo.com.au [online]. c2012 [cit. 2012-08-16]. Wii Balance Board. Dostupné z WWW:

<<http://www.nintendo.com.au/catalogue/wii-fit-plus>>.

27. PAPÁČEK, R. *Využití biologické zpětné vazby při tréninku posturálních regulací*. 2012. 107s. Diplomová práce. Univerzita Karlova v Praze, 1. lékařská fakulta, Ústav biofyziky a informatiky.

28. PFEIFFER, J. *Neurologie v rehabilitaci : Pro studium a praxi*. 1. vydání. Praha : Grada Publishing a.s., 2007. 352 s. ISBN 978-80-247-1135-5.

29. Provaseoci.cz [online]. c2009 [cit. 2011-08-12]. Stereoskopické vidění. Dostupné z WWW:  
<[http://www.provaseoci.cz/article.php?clanek=20101206112607&id\\_kapitoly=03&id\\_podkapitoly=03](http://www.provaseoci.cz/article.php?clanek=20101206112607&id_kapitoly=03&id_podkapitoly=03)>.
30. ŘIHÁČEK, P. *Využití počítače při vyučování*. 2010. 79 s. Bakalářská práce. Masarykova univerzita v Brně, Pedagogická fakulta, Katedra didaktických technologií.
31. Shop.gali-3d.com [online]. c2011 [cit. 2012-07-11]. Aktivní 3D brýle NuVision 60GX. Dostupné z WWW:  
<[http://shop.gali-3d.com/katalog\\_detail/katalog\\_detail.php?id=90](http://shop.gali-3d.com/katalog_detail/katalog_detail.php?id=90)>.
32. SEIDL, Z. *Neurologie pro nelékařské obory*. 1. vydání. Praha : Grada, 2008. 240 s. ISBN 978-80-247-2733-2.
33. SMRČKA, M. a kolektiv. *Poranění mozku*. 1. vydání. Praha : Grada, 2001. 272 s. ISBN 80-7169-820-2.
34. SVĚTOVÁ ZDRAVOTNICKÁ ORGANIZACE. *Rehabilitace po cévní mozkové příhodě : včetně nácviku soběstačnosti : průvodce nejen pro rehabilitační pracovníky*. 1. vydání. Praha : Grada, 2004. 199 s. ISBN 80-247-0592-3.
35. TICHÁ, M., et al. *Využití virtuální reality v rehabilitaci* [online]. 2011 [cit. 2011-01-07]. Prezentace. Univerzita Karlova v Praze, 1. LF. Dostupné z WWW:  
<<http://www.fbmi.cvut.cz/files/nodes/5054/public/prezentace.pdf>>.
36. TROJAN, S., et al. *Fyziologie a léčebná rehabilitace motoriky člověka*. 3. přepracované a doplněné vydání. Praha : Grada Publishing a.s., 2005. 240 s. ISBN 80-247-1296-2.
37. VAŘEKA, I. *Posturální stabilita (I. část) : Terminologie a biomechanické principy*. Rehabilitace a fyzikální lékařství. 2002a, roč. 9, č. 4, s. 115- 121. ISSN 1211-2658.
38. VAŘEKA, I. *Posturální stabilita (II. část) : Řízení, zajištění, vývoj, vyšetření*. Rehabilitace a fyzikální lékařství. 2002b, roč. 9, č. 4, s. 115- 121. ISSN 1211-2658.
39. VELE, F. *Kineziologie : Přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy*. 2. rozšířené a přepracované vydání. Praha : Triton, 2006. 376 s. ISBN 80-7254-837-9.
40. VELE, F., ČUMPELIK, J., PAVLŮ, D. *Úvaha nad problémem "stability" ve fyzioterapii*. Rehabilitace a fyzikální lékařství. 2001, roč. 8, č. 3, s. 103-105. ISSN 1211-2658.
41. WABERŽINEK, G., KRAJÍČKOVÁ, D. a kol. *Základy obecné neurologie*. 1. vydání. Praha : Univerzita Karlova. 2004, 241 s. ISBN 80-246-0803-0.



42. Wiifit.cz [online]. 2008 [cit. 2012-10-08]. Co je Wii Balance Board. Dostupné z WWW:

<[http://www.wiifit.cz/pro\\_cojebalance/pro\\_cojebalance.php](http://www.wiifit.cz/pro_cojebalance/pro_cojebalance.php)>.

43. ŽÁRA, J., a BENEŠ, B., a SOCHOR, J., a FELKEL, P. *Moderní počítačová grafika*. Praha : Computer press, 1998. 448 s. ISBN 80-7226-049-9.

## Seznam zkratk

ADL	Activities of Daily Living (činnosti denního života)
AP	anteroposteriorní
Bilat	bilaterální (oboustranný)
Bpn	bez patologického nálezu
CABG	Coronary Artery Bypass Graft (aortokoronární bypass)
CMP	cévní mozková příhoda
CNS	centrální nervová soustava
CT	magnetická rezonance
Ext	extrakce (vyndání)
Frc	fraktura
Fx	flexe
GCS	Glasgow Coma Scale (hodnocení bezvědomí a jeho hloubky)
HSS	hluboká stabilizační systém
ICHS	ischemická choroba srdeční
KYK	kyčelní kloub
LL	laterolaterální
Lp	bederní páteř
NO	nynější onemocnění
PEG	perkutánní endoskopická gastrostomie
St.p.	status post (stav po)
sy AP	syndrom angina pectoris
Thp	hrudní páteř
USB	Universal Serial Bus (univerzální sériová sběrnice)
2D	dvojrozměrný
3D	trojrozměrný

## **Seznam obrázků**

Obr. 1 Rozvržení laboratorního vybavení.....	5
Obr. 2 Stereoskopické brýle NuVision 60GX pro 3D projekci .....	6
Obr. 3 Tlačítko pro pacienta .....	7
Obr. 4 Stabilometrická plošina Wii Balance Board .....	8
Obr. 5 Ilustrační obrázky pro Rombergův test .....	10
Obr. 6 Scéna „Hra s míči“ .....	11

## **Seznam tabulek**

Tab. 1: Výsledky terapií - Pacient č. 1 .....	42
Tab. 2: Výsledky terapií - Pacient č. 2 .....	42
Tab. 2: Výsledky terapií - Pacient č. 3 .....	42

## **Seznam grafů**

Graf 1 Porovnání levelů 1 – Pacient č. 1.....	43
Graf 2 Porovnání levelů 1 – Pacient č. 2.....	43
Graf 3 Porovnání levelů 1 – Pacient č. 3.....	43
Graf 4 Porovnání první a poslední terapie - Pacient č. 1.....	44
Graf 5 Porovnání první a poslední terapie - Pacient č. 2.....	44
Graf 6 Porovnání první a poslední terapie - Pacient č. 3.....	44