

Univerzita Karlova v Praze

Filozofická fakulta

Katedra psychologie



FILOZOFICKÁ FAKULTA
UNIVERZITY KARLOVY
V PRAZE

Bakalářská práce

Adéla Plechatá

**Využití počítačových programů v rehabilitaci po poranění hlavy a
mozku**

**The use of computer programmes in rehabilitation after head and
brain injury**

Praha 2015

Vedoucí práce: Doc.PhDr. Petr Kulišťák, Ph.D.

Poděkování:

Na tomto místě bych ráda poděkovala vedoucímu bakalářské práce, Doc. PhDr. Petru Kulišťákovi, Ph.D., za jeho odborné vedení, cenné rady a připomínky. Mé velké díky rovněž patří mým nejbližším, kteří mne podporují ve chvílích, kdy to nejvíce potřebuji.

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně, že jsem řádně citovala všechny použité prameny a literaturu a že práce nebyla využita v rámci jiného vysokoškolského studia či k získání jiného nebo stejného titulu.

V Praze dne 29.4.2015

.....

Adéla Plechatá

Abstrakt:

Teoretická část práce se zabývá možnostmi využití počítačových technologií v oblasti rehabilitace po úrazu hlavy a mozku. Úvodní část nastiňuje problematiku neuropsychologické rehabilitace, její východiska a hlavní modely. Následuje shrnutí pojednávající o výhodách i nevýhodách využití počítačem asistované rehabilitace a krátké seznámení s výzkumy, které se zabývají efektivitou počítačových programů v rehabilitaci. Dále jsou zde uvedeny i nejpoužívanější profesionální rehabilitační programy a oblasti jejich aplikace. Třetí stať je věnována problematice virtuální reality a jejím výhodám oproti jednodušším softwarům. Rovněž zde nalezneme shrnutí poznatků o její účinnosti. Závěrečná kapitola teoretické části popisuje principy a možnosti aplikace EEG biofeedbacku. V krátkosti jsou zde uvedeny studie zabírající se jeho efektivitou v oblasti rehabilitace osob po poranění mozku.

Praktická část představuje návrh výzkumného projektu, který se soustřeďuje na efektivitu neurofeedbacku v rehabilitaci deficitů pozornosti, paměti a exekutivních funkcí u osob po traumatickém poškození mozku. Jedná se o experimentální kontrolovanou a randomizovanou studii.

Klíčová slova:

Neuropsychologická rehabilitace, počítačové programy, EEG biofeedback, virtuální realita

Abstract:

The theoretical part of the theses deals with options of the use of computer technologies in rehabilitation after head and brain injury. The introductory part outlines the topic of neuropsychological rehabilitation, its rudiments and major models. The following part contains a summary of benefits and disadvantages of computer-assisted rehabilitation and a short familiarization with studies considering efficiency of this approach in rehabilitation. Furthermore, this part contains a list of the most often used professional rehabilitation programmes and their area of application. The third section follows up the topic of virtual reality and its advantages over simpler softwares. Moreover, there is also a summary of findings considering its efficiency. The last theoretical chapter describes principles and applications of EEG biofeedback therapy. Studies dealing with the efficiency of neurofeedback in rehabilitation after a traumatic brain injury are shortly mentioned at the end of this chapter.

The practical part contains a proposed research project which deals with the effectiveness of neurofeedback in rehabilitation of deficits in attention, memory and executive functions of individuals after a traumatic brain injury. This is an experimental randomized controlled study.

Keywords:

Neuropsychological rehabilitation, computer programmes, EEG biofeedback, virtual reality

Obsah

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK:	8
ÚVOD	9
I. TEORETICKÁ ČÁST	10
1. Neuropsychologická rehabilitace	10
1.1. Důsledky poškození mozku	10
1.2. Plasticita mozku	12
1.3. Přístup „shora dolů“ či „zdola nahoru“	13
1.4. Reitanův Rehabit	13
1.5. Modely neuropsychologické rehabilitace	14
1.5.1. Lurijuv model.....	14
1.5.2. Kombinovaný model.....	15
1.5.3. Model „symfonie hemisfér“	15
1.5.4. Holistický model	16
2. Počítačové programy	17
2.1. Účinnost počítačové rehabilitace	18
2.2. Typy počítačových programů	20
2.2.1. CogniFit	20
2.2.2. CogniPlus	21
2.2.3. HAPPYneuron Brain Jogging	23
2.2.4. Neurop-3	25
2.2.5. RehaCom	26
2.2.6. PSS CogReHab	27
3. Virtuální realita	29
3.1. Výhody virtuální reality.....	29
3.2. Oblasti aplikace virtuální reality	31
3.3. Efektivita virtuální reality	31
4. EEG Biofeedback	34
4.1. Princip.....	34
4.2. Oblasti uplatnění	35
4.3. Efektivita v oblasti traumatického poškození mozku	37
II. NÁVRH VÝZKUMU	39

1. Hypotézy.....	39
2. Cíle studie a význam	39
3. Design studie	40
3.1. Výzkumný vzorek.....	40
4. Výzkumná metoda.....	41
4.1. Princip EEG biofeedbacku.....	41
4.2. Neuropsychologická baterie	41
4.2.1. Test koncentrace pozornosti.....	41
4.2.2. Test cesty	42
4.2.3. Rey-Osterriethova komplexní figura.....	42
4.2.4. Paměťový test LGT -3	42
4.2.5. Wisconsinský test třídění karet	42
4.2.6. Londýnská věž	43
5. Zpracování dat	43
6. Diskuze	44
ZÁVĚR	46
III. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	47
IV. SEZNAM OBRÁZKŮ	54

Seznam použitých zkratk:

ADD – attention deficit disorder

ADHD – attention deficit hyperactivity disorder

EEG – elektroencefalogram

fMRI – funkční magnetická rezonance

LORETA – low resolution electromagnetic tomography

SMR – senzomotorický rytmus

QEEG – kvantitativní elektroencefalogram

Úvod

O nutnosti neurorehabilitace v dnešní době není pochyb. Poškození mozku je ve století silničních motorek, adrenalinových sportů a překonávání vlastních možností, více než častým důvodem návštěvy pohotovosti. Podle webu *Centers for Disease Control and Prevention* bylo jen ve Spojených státech Amerických zaevidováno za rok 2010 přes 91 případů hospitalizace z důvodu traumatického poškození mozku na 100 000 obyvatel (2014). V našich končinách v roce 2012 představovalo nitrolební poranění druhý nejčastější důsledek úrazů, konkrétně k němu došlo v 15,3 % případů (ÚZIS ČR, 2013).

Trevor Powell poškození mozku dokonce nazývá „tichou epidemií“. Kromě zvýšené prevalence přispívá k dramatickému nárůstu paradoxně obrovský pokrok v oblasti medicíny. Podle odhadů až do 70. let 20. století 90 % pacientů s vážným poraněním v oblasti hlavy zemřelo, v dnešní době je tomu téměř naopak. Díky moderním technologiím jsou lékaři schopni včas rozpoznat a léčit mozkové hematomy. Navíc značnou část takto zraněných osob tvoří mladí lidé se stále se zvyšující průměrnou délkou života. Pravdou však zůstává, že přes zvyšující se efektivitu zdravotnické péče a stále stoupající nárůst traumatických poškození mozku, pohospitalizační péče se příliš nezlepšuje. Pacienti, kteří projdou akutní fází po poranění, opouštějí nemocnice a nedostává se jim další péče, která by jim pomohla navrátit se alespoň částečně do starých kolejí (Powell, 2010).

Cílem této práce je shrnout možnosti využití moderních technologií v oblasti rehabilitace pacientů po poranění hlavy a mozku. V první části se práce bude zabývat problematikou neuropsychologické rehabilitace jako takové, kterými deficity se zabývá a jaké přístupy využívá. V další části by práce čtenářům měla přiblížit efektivitu počítačem asistované rehabilitace v oblasti poškození mozku a rovněž je seznámit s některými nejznámějšími rehabilitačními softwary. V třetí části se bude nacházet shrnutí aplikace virtuální reality v neuropsychologické rehabilitaci společně s jejími hlavními přínosy i nevýhodami. V poslední literárně přehledové části budou čtenáři seznámeni s problematikou EEG biofeedbacku a se závěry o jeho efektivitě. Možnostmi aplikace neurofeedbacku se zabývá druhá kapitola této práce, a to návrh výzkumného projektu. V této kapitole čtenáři naleznou návrh experimentální kontrolované a randomizované studie, která ověřuje účinnost tréninku pomocí neurofeedbacku u osob s traumatickým poškozením mozku.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1. Neuropsychologická rehabilitace

Neuropsychologická rehabilitace je součástí rehabilitace jako takové, pod kterou Světová zdravotnická organizace chápe proces, který má pacientovi umožnit navrátit se na optimální úroveň v oblasti fyzického, sensorického, sociálního i intelektuálního fungování (Světová zdravotnická organizace, 2015). Neuropsychologická rehabilitace se zaměřuje zejména na **restituci orientace, pozornosti, vizuálního vnímání, paměti či na poruchy řeči, afektu, motivace a další** (Lippertová-Grünerová, 2005). Neuropsychologickou rehabilitaci můžeme také širěji chápat, jako schopnost člověka s poškozením mozku funkčně se adaptovat na požadavky běžného života (Kulišťák, 2011). Tento typ rehabilitace požaduje spolupráci značného množství odborníků z různých oborů, jako je neurologie, psychiatrie, psychologie, neuropsychologie, fyzioterapie či logopedie (Rodriguez, 2006).

Její kořeny sahají do období první světové války. V tomto období, díky zlepšující se zdravotnické péči, bylo více osob schopno přežít i těžké poškození mozku. Z tohoto důvodu se postupem času zvyšovala nejen potřeba rehabilitace pohybové, ale také rehabilitace psychických funkcí. V USA, Velké Británii a Sovětském svazu během druhé světové války vznikala první rehabilitační střediska a v roce 1975 spatřil světlo světa první holistický program pro pacienty s poraněním mozku (Kulišťák, 2011).

Pod pojem neuropsychologická rehabilitace rovněž spadá **kognitivní rehabilitace**, která je soustředěna na ovlivňování kognitivních deficitů pacienta (Rodriguez, 2006). Můžeme se také setkat s pojmem **kognitivní retraining**, který představuje systematickou snahu o zlepšení intelektuálních funkcí, které se prolínají se zpracováním informací (Diamant & Vašina, 1998).

1.1. Důsledky poškození mozku

U osob s těžkým poškozením mozku se často setkáváme s omezením veškerých funkcí mozku, a tedy i s neschopností ovládat své tělo a psychiku. V nejzávažnějších případech dochází k postižení nejzákladnějších funkcí, které zajišťují přežití a dochází ke kómatu či ke smrti. Pokud však poškození nejsou natolik rozsáhlá, zůstávají životně důležitá centra netknutá, velmi často jsou však postiženy jiné funkční okruhy. V první řadě může dojít k poškození **funkcí somatických**, tedy tělesných.

Mezi tyto řadíme vegetativní funkce, které jsou nezbytné k životu, patří zde například regulace srdeční a dechové frekvence, hormonální systém či regulace teploty těla. Dále mezi somatické funkce zahrnujeme funkce motorické a senzitivní, jako je regulace svalového napětí, vnímání teploty či schopnost vidět (Lippert-Grüner, 2009).

Hlavním těžištěm této práce jsou však **funkce psychické**. V případě neuropsychologické rehabilitace se setkáváme s několika hlavními oblastmi, které jsou narušeny při poškození centrálního nervového systému (Lippert-Grüner, 2009):

- **Orientace** – Poté, co dojde ke zlepšení vědomí pacienta, projeví se často tzv. **organický psychosyndrom**. Tato porucha se projevuje převážně narušením orientace, a to jak ve významu osoby, tak času i místa. Neschopnost se orientovat představuje pro osoby po poškození mozku značnou psychickou zátěž, proto je nutné s ní začít pracovat co nejdříve. Schopnost orientace navíc dále ovlivňují poruchy paměti a pozornosti.
- **Koncentrace a pozornost** – Velice často se setkáváme s poruchami pozornosti a koncentrace. Ty bývají navíc spjaty s postižením dalších kognitivních funkcí. Je proto nutné primárně zlepšit pacientovu schopnost koncentrace a pozornosti, aby se mohlo v rehabilitaci dále postupovat.
- **Vizuální vnímání** – Rozmanité poruchy vizuálního vnímání jsou jedním z nejčastějších důsledků poškození mozku.
- **Paměť** – Typicky se poruchy paměti objevují společně s dalšími neuropsychologickými obtížemi. Často mají pacienti obtíže s vybavením si zážitků před úrazem, hovoříme tedy o **retrográdní amnézii**, která se může vztahovat na minuty až léta před poškozením. Největším problémem však bývá obnovení schopnosti vstřípit si nové informace.
- **„Psychický náboj“** - V kombinaci s poruchami pozornosti může docházet ke ztrátě iniciativy či naprosté apatii. Je velice důležité v této oblasti s pacientem pracovat, jelikož tyto poruchy „psychického náboje“ negativně ovlivňují celý rehabilitační proces.
- **Sociální chování** – V rámci různorodých neuropsychologických deficitů se mohou projevit i poruchy sociálního chování. Je proto nutné pacientům během rehabilitace poskytovat možnosti sociálního kontaktu.

- **Poruchy afektu** – U některých osob po poškození mozku se objevují poruchy schopnosti zpracování afektu. Mohou reagovat na nepatrné či neutrální podněty například smíchem či pláčem.
- **Poruchy řeči**
 - Afázie – Porucha či ztráta řeči se může objevit v různých formách. Ve většině případů se vyskytuje společně s poruchami čtení, psaní či počítání.
 - Dysartrie – Dysartrie, tedy zhoršená artikulace, je často spojená s poruchou orgánů určených k tvorbě řeči.
- **Motivace** – Bez motivace je téměř nemožné pokoušet se o jakoukoliv formu rehabilitace, je proto nutné se na ni zaměřit hned na počátku. K podpoře motivace přispívá volba lehce dostupných cílů, které umožňují sledovat pokrok.
- **Myšlení a plánování** – Rovněž deficity ve schopnosti myšlení a plánování jsou většinou spjaty s dalšími neuropsychologickými poruchami. Myšlení bývá často znatelně ochuzeno a soustředěno na základní potřeby. Pacienti často uplívají na jedné myšlence a nejsou schopni si sami strukturovat den.
- **Flexibilita** – I nepatrné změny představují pro člověka po traumatickém poškození mozku opravdové překážky.
- **Deprese** – Není vzácností, že pacienti trpí těsně po úrazu hlavy depresí, která vede k celkovému útlumu. Deprese představuje reálné ohrožení rehabilitace pacienta, je proto doporučováno psychoterapeutickou pomoc obohatit o antidepresivní léčbu (Lippert-Grüner, 2009).

Můžeme říci, že hlavní oblasti, kterými se neuropsychologická rehabilitace zabývá, jsou zrakové vnímání, rozpoznávání objektů a orientace v prostoru. Dále je její součástí snaha o rozvoj řeči a tvorby slov, rozpoznávání mluvených slov a jejich porozumění, rozpoznávání objektů. Je zacílena také na restituci grafomotorických funkcí, čtení, paměti, pozornosti a exekutivních funkcí, v neposlední řadě se rovněž zaměřuje na lepší porozumění a řešení problémů (Šplíchal & Angerová, 1998).

1.2. Plasticita mozku

Možnost rehabilitace psychických funkcí je založena ve značné míře na předpokladu plasticity nervového systému. **Plasticita mozku představuje celoživotní dovednost neuronálních sítí vytvářet nová spojení a propojovat je se spojeními již existujícími** (Kulišťák, 2011).

Plasticitu mozku lze rovněž definovat, jako schopnost mozku vyvíjet se a zároveň se přizpůsobovat změnám v rámci vnitřního i vnějšího prostředí, které mohou být jak fyziologické, tak patologické. Neuroplasticita neuronálním sítím umožňuje se funkčně i strukturálně adaptovat na nové podněty, proměňovat neuronální cesty na základě zkušeností a reorganizovat je po poškození mozku. Přesto, že je dokázáno, že nejvyšší schopnost plasticity má mladý nervový systém, tuto vlastnost si zachovává v určité míře i do dospělosti a stáří (Benešová, Preiss & Kulišťák, 2009). Plasticita mozku je velice důležitá zejména pro naši paměť, schopnost učit se a zvláště rozsáhlého významu pak nabývá v případě poškození mozkové tkáně, kdy mechanismy neuroplasticity zabezpečují částečnou reparaci poškozených částí. Její procesy však dosud nejsou plně známy (Kulišťák, 2011).

Existuje několik typů neuronální plasticity, v tomto případě nás nejvíce bude zajímat tzv. **plasticita reparační**, která zahrnuje regenerační procesy po působení patologických změn, jako jsou traumatické, cévní či infekční poškození (Benešová, Preiss & Kulišťák, 2009). Abychom docílili těch nejlepších výsledků při restituci funkcí nervového systému, snažíme se maximálně využít spontánní regeneraci neuronální plasticity. Výhodiskem jsou přitom například studie, které prokázaly, že senzorická stimulace má značný vliv na regeneraci nervového systému po jeho poškození (Lippert-Grüner, 2009).

1.3. Přístup „shora dolů“ či „zdola nahoru“

V neuropsychologické rehabilitaci můžeme nalézt nepřeberné množství pohledů na nácvik psychických funkcí. Za nejzákladnější dělení se dá považovat přístup k rehabilitaci „shora-dolů“ a „zdola-nahoru“. Daný typ modelu nám říká, kde máme při rehabilitaci začít. Rehabilitace „**shora-dolů**“ znamená, že při restituci psychických funkcí postupujeme od komplexních činností a tím ovlivňujeme i funkce elementární. Naopak při využití rehabilitace „**zdola-nahoru**“ se primárně soustředíme na nácvik jednoduchých kognitivních funkcí a poté přecházíme ke komplikovanějším celkům. Na počátku rehabilitace je často nutné začít s modelem zdola-nahoru a postupně začleňovat elementární funkce do komplexnějších celků (Kulišťák, 2011).

1.4. Reitanův Rehabit

Specifický přístup k neuropsychologické rehabilitaci představuje Rehabit. Jedná se o strukturovaný program, který vznikl v roce 1979, a to díky Ralphi M. Reitana a Deborah Wolfsonové.

Rehabit spojuje neuropsychologické hodnocení s kognitivním retrainingem a tvoří jej celkem 600 úloh, které se soustřeďují na specifické funkce mozku. Celý program má trvat 1-2 roky a jeho části jsou uspořádány do pěti kategorií, a to:

1. Jazykové a řečové dovednosti
2. Pojmové aspekty jazyka
3. Tvorba pojmu, logická analýza, usuzování
4. Prostorové schopnosti
5. Prostorové a sekvenční dovednosti

Program Rehabit je zacílen tak, aby procvičované funkce byly efektivní hlavně v reálném životě. Reitan se proto více přiklání k tomuto přístupu, než k počítačem zprostředkované rehabilitaci (Reitan, 1994).

1.5. Modely neuropsychologické rehabilitace

Existuje celá řada modelů neuropsychologické rehabilitace. V následující kapitole uvádím pouze několik z nich, a to Lurijův model, kombinovaný model, model „symfonie hemisfér“ a holistický model.

1.5.1. Lurijův model

Lurija ve svém díle klade vysoký důraz na propojení léčby a diagnostiky, kde významnou roli hrají jak postižené, tak nedotčené části mozku. Ve svém rehabilitačním modelu rovněž vyzdvihuje důležitost nejen rozsahu poškození, ale také význam postižené části mozku ve funkčním systému. Podle Luriji se v mozku při různých činnostech aktivují odlišné oblasti a tento komplex nazývá funkčním systémem. **Pokud dojde k poškození určité části mozku, objeví se porucha konkrétní funkce, kterou však mohou neporušené oblasti mozku do určité míry kompenzovat.** Lurijova rehabilitace se řídí čtyřmi hlavními principy (Christensen & Caetano, 1996):

- Je nutné respektovat jedinečnost a různorodost funkčních systémů u každého jedince. K tomu je nezbytné důkladné využití diferenciální analýzy a přizpůsobení rehabilitace pacientovi.
- V rehabilitaci je potřeba využít nedotčených oblastí k nahrazení funkcí oblastí poškozených.
- Je vhodné umožnit, aby se dříve vnitřní akty projevíly navenek (např. prostřednictvím řeči), dokud je pacient není schopen znovu zautomatizovat.

- Důležitou součástí je zpětná vazba klientovi, která jej informuje o jeho pokrocích a nedostacích a rovněž také o procesu, který mu umožňuje dokončit danou úlohu.

K tomu, aby nepoškozená část mozku převzala funkce oblasti poškozené, je nutný proces učení, který umožňuje vybudování nových spojení a nahrazování těch narušených. Kromě rozsahu poškození a role oblasti ve funkčním systému jsou rovněž pro úspěšnost rehabilitace důležité premorbidní osobnostní rysy klienta, a to zejména jeho motivace (Christensen & Caetano, 1996).

1.5.2. Kombinovaný model

Tento model, jak již jeho název napovídá, kombinuje Reitanův neuropsychologický přístup, tedy kognitivní analýzu a Lurijův biologický model, tedy behaviorální pozorování. Tímto sloučením se dále snaží o identifikaci důvodů selhávání. Nejznámější kombinovaný model je **model uzavřeného kruhu**, který vytvořili Diamant a Hakkart (Rodriguez, 2006).

Hlavní myšlenkou je představa mozku jako orgánu, který zpracovává vzdálenost mezi subjektem a objektem z hlediska času, prostoru i mezilidských vztahů. Hlavním úkolem mozku je regulovat vzdálenost mezi subjektem a prostředím tak, aby zvýšil schopnost adaptace dané osoby. Rehabilitace tohoto typu si klade za cíl zvýšit rychlost a pružnost zpracování informací natolik, kolik je toho poškozený mozek schopen. **Při rehabilitaci se tudíž snažíme dosáhnout, co nejvyšší úrovně fungování mozku, ta ovšem nemusí být shodná s úrovní premorbidní.** Proces rehabilitace probíhá formou individuálního a multidisciplinárního výcviku specifických kognitivních funkcí (Diamant & Hakkaart, 1989).

1.5.3. Model „symfonie hemisfér“

Model symfonie hemisfér propojuje poznatky neuropsychologie, kognitivní a behaviorální psychologie. Přirovnává lidský mozek po poškození k orchestru, který přišel těsně před koncertem o několik houslistů, kteří zemřeli na otravu. To, jak mozek, či v tomto případě orchestr bude fungovat, ovlivňuje několik faktorů:

- Velikost léze – vystoupení orchestru bude horší s narůstajícím počtem zemřelých houslistů.
- Místo poškození – můžeme říci, že někteří houslisté jsou významnější než jiní.
- „Šok“ – i zdraví členové orchestru jsou událostí zasaženi a určitým způsobem je to ovlivňuje.

Autoři modelu rovněž navrhuji možnosti, jakými by se „orchestr“ měl se ztrátami vyrovnat: zapojit do orchestru nové členy, kteří by zamaskovali nepřítomnost původních, pozměnit repertoár tak, aby nebylo znatelné, že někteří členové chybí, jiní členové orchestru by se mohli doučit hru na housle nebo by místo houslistů hrál jejich část jiný nástroj. Je však jasné, že i přes veškerou snahu, by došlo ke snížení výkonnosti orchestru (Buffery & Burton, 1982).

1.5.4. Holistický model

Tento rehabilitační model přesahuje samotnou rehabilitaci kognitivních funkcí a snaží se o integrování i dalších různorodých problémů pacienta. Spojuje v sobě rehabilitaci kognice, emocí i motivace. Rovněž pokládá za důležité, aby kognitivní terapie nebyla odříznuta od ostatních terapií, ale naopak, aby s nimi byla sloučena. Základními znaky modelu jsou (Rodriguez, 2006):

- Terapie je prováděna „zdola-nahoru“.
- Program terapie je organizovaný a strukturovaný.
- Terapie je „šitá na míru“ pacienta.
- Terapie se snaží nejen o trénink a nácvik, ale rovněž o učení kompenzačních technik.
- Pacientovi je předkládán realistický pohled na jeho slabé i silné stránky, aby tak mohly být určeny realistické cíle rehabilitace, které mohou pacienta dále motivovat (Rodriguez, 2006).

2. Počítačové programy

První náznaky využití počítačových programů k rehabilitaci můžeme překvapivě nalézt již v sedmdesátých letech. Z počátku se však jednalo pouze o jednoduché počítačové hry, jejichž účinek nebyl neurologicky podložen, sloužily proto spíše jako jistý druh relaxace. Od osmdesátých let jsou již známy počítačové programy, které měly sloužit k nácviku kognitivních funkcí (Lynch, 2002). Následně došlo k prudkému rozvoji počítačové rehabilitace a ke vzniku mnoha rehabilitačních programů (Preiss, 1998).

Využití počítačových softwarů má několik nesporných **výhod**, a to zejména:

- **Rychlost** - Schopnost rychlé a přesné prezentace podnětů, neboť je potřeba stimuly stále opakovat.
- **Flexibilita** - Počítačové programy dokáží jednoduše poskytovat různorodé podněty a měnit je, což umožňuje udržovat motivaci a pozornost rehabilitovaného.
- **Ovládání** - Je možné pracovat s různými vstupními zařízeními, díky tomu mohou programy ovládat i osoby s tělesným postižením.
- **Uchování dat** - Údaje o výsledcích jsou okamžitě ukládány a je snadné je využít k další analýze, sledovat tendence a povzbuzovat pacienta prezentací jeho pokroků.
- **Ekonomičnost** - Výhodou je možnost software využívat bez specializovaných trenérů, je možné cvičit ve vlastní domácnosti či zadávat pacientům domácí úlohy.
- **Přístupnost** - Počítačové hry jsou ve většině případů dobře přijaty klientem, jedná se často o zábavná cvičení umožňující rozptýlení i pro motoricky nezpůsobilé pacienty (Kulišťák, 2011).

Mezi další zmiňované výhody počítačových softwarů při rehabilitaci mozku patří také možnost přípravy pro zaměstnání, poskytnutí činnosti pro volný čas a způsobu, jak interagovat s dalšími lidmi (Falconer, 2014).

Naopak lze však také hovořit o mnohých **nevýhodách** tohoto přístupu k rehabilitaci. Kritici tohoto typu rehabilitace zdůrazňují, že naučené dovednosti jsou často špatně aplikovatelné na reálný život a je problematické úspěchy generalizovat, neboť se pacient většinou zdokonaluje pouze v dané konkrétní úloze (Kulišťák, 2011). Rovněž pro některé, zejména starší, pacienty může použití počítačů představovat značnou komplikaci.

Někdy se také setkáváme s nevhodným využitím programu a nesprávnou interpretací výsledků (Preiss, 1998).

2.1. Účinnost počítačové rehabilitace

Existuje nepřehledné množství výzkumů zabývajících se efektivitou rehabilitace s využitím počítačových programů. Jejich výsledky si však velice často odporují, proto je velmi náročné vyvodit z nich jednotný závěr. V této kapitole je pro představu uvedeno několik z nich.

Řada starších studií, se pokusila prokázat pozitivní efekt počítačové rehabilitace. Jednalo se však převážně o výzkumy, které měly značné metodologické nedostatky a bylo obtížné jejich výsledky dále generalizovat. Část z nich představovaly případové studie, které se týkaly pouze několika málo osob a neobsahovaly kontrolní skupiny (Sbordone, 1986; Robertson, Gray & McKenzie, 1988). Jedna z prvních kontrolovaných studií pochází z roku 1988. Výzkum pracoval s celkem 47 pacienty s vážným traumatickým poškozením mozku, kteří byli následně rozděleni mezi kontrolní a experimentální skupinu. Obě skupiny absolvovaly daný typ rehabilitace po stejnou dobu, experimentální skupina se zúčastnila počítačové rehabilitace, kontrolní klasické. Přesto, že u obou skupin bylo zaznamenáno zdokonalení v kognitivní oblasti, **nebylo u experimentální skupiny zjištěno signifikantně výraznější zlepšení oproti kontrolní skupině, která podstoupila nepočítačovou formu rehabilitace** (Batchelor, Shores, Marosszeky, Sandanam & Lovarini, 1988).

V roce 1991 byla provedena studie (Middleton, 1991), která zkoumala dvě formy počítačové rehabilitace na 36 probandech s traumatickým poškozením mozku. První typ rehabilitace se zameřoval na pozornost a paměťové schopnosti, druhý pak na schopnost usuzování a logického myšlení. **Po 8 týdenní intervenci bylo zjištěno signifikantní zlepšení kognitivních schopností u obou skupin.** Vzhledem k nepřítomnosti kontrolní skupiny nemůžeme tyto výsledky však příliš generalizovat.

Rovněž byla zkoumána efektivita počítačových programů k rehabilitaci nejen kognitivních, ale i komunikačních dovedností. Studie z roku 1994 se zúčastnilo 12 probandů s traumatickým poškozením mozku, kteří byli náhodně rozděleni do kontrolní a experimentální skupiny. **Experimentální skupina po 8 týdenní počítačové rehabilitaci projevovala signifikantně výraznější zlepšení, než skupina kontrolní,** která se účastnila pouze tradiční rehabilitace (Thomas-Stonell, Johnson, Schuller & Jutai, 1994).

Existuje i několik výzkumů zabývajících se možností využití počítačových rehabilitačních programů ke zlepšení kognitivních dovedností u osob bez poškození mozku. Ve studii z roku 1999 se 80 dětí ve věku 12-14 let zúčastnilo studie, ve které žáci v experimentální skupině podstoupili počítačový trénink kognitivních dovedností a žáci v kontrolní skupině se věnovali klasickému studiu. **U experimentální skupiny bylo následně zjištěno signifikantně výraznější zvýšení intelektuálních dovedností** (Bracy, Oakes, Cooper, Watkins, Watkins, Brown & Jewell, 1999).

Co se týče novější studií, za zmínku nepochybně stojí studie z roku 2008, která se snaží o porovnání rozdílů ve funkčních výsledcích a finančních nákladech mezi počítačovou rehabilitací a rehabilitací probíhající v tváři v tvář. Studie obsahovala experimentální skupinu čítající 19 osob a skupinu kontrolní, kterou tvořilo celkem 20 osob. Všichni účastníci studie prožili střední až těžké trauma mozku a absolvovali klasický typ rehabilitace v akutní fázi po poškození mozku. Experimentální skupina prováděla počítačovou rehabilitaci v pohodlí domova pomocí programu CRI/PSS Teletherapy System. Kontrolní skupina navštěvovala rehabilitační centrum, kde absolvovala tradiční způsob rehabilitace. Tyto dvě skupiny byly následně porovnávány z hlediska funkčních výsledků, které zahrnovaly schopnost docházet do práce či do školy, způsobilost samostatně bydlet a řídit automobil. Rovněž byly srovnávány finanční náklady na rehabilitaci. **Na základě výsledků této studie bylo zjištěno, že jak cena, tak funkční výsledky klasické i počítačové rehabilitace jsou srovnatelné** (Schoenberg, Ruwe, Dawson, McDonald, Houston & Forducey, 2008).

Naopak výzkum z roku 2014 přinesl poněkud odlišné výsledky. Jedná se o studii, které se zúčastnilo celkově 35 probandů, kteří utrpěli cévní či traumatické poškození mozku. Tyto osoby byly následně náhodně rozděleny na experimentální a kontrolní skupinu. Experimentální skupina absolvovala po dobu 8 týdnů počítačový kognitivní trénink, který se zaměřoval na pozornost, jazyk, paměť a exekutivní funkce. Kontrolní skupina absolvovala klasický typ rehabilitace. Po ukončení rehabilitace projevovaly obě skupiny zlepšení v oblasti kognitivních funkcí, u experimentální skupiny bylo však pozorováno významné zlepšení ve všech kognitivních testech. **Celkově byl pozorován signifikantní rozdíl ve zlepšení experimentální skupiny oproti skupině kontrolní** (De Luca, Calabrò, Gervasi, De Salvo, Bonanno, Corallo, De Cola & Bramanti, 2014).

Z těchto výsledků je patrné, že nelze s jistotou říci, zdali je efektivita počítačové rehabilitace vyšší, než je tomu u rehabilitace tradiční. Někteří autoři se přiklánějí k názoru, že můžeme říci, že počítačová rehabilitace je alespoň natolik účinná, jako rehabilitace klasická.

K tomu, abychom v této oblasti dále postupovali, bude potřeba více studií s kontrolními a náhodně vytvářenými skupinami, s rozsáhlejšími vzorky probandů, ale také s rozmanitějšími populacemi. Rovněž musíme brát v potaz další proměnné, které nám brání zobecnění výsledků těchto studií, a to například rozdílná doba probandů od poškození mozku, různé druhy počítačových programů či premorbidní charakteristiky probandů (Gontkovsky, McDonald, Clark & Ruwe, 2002)

2.2. Typy počítačových programů

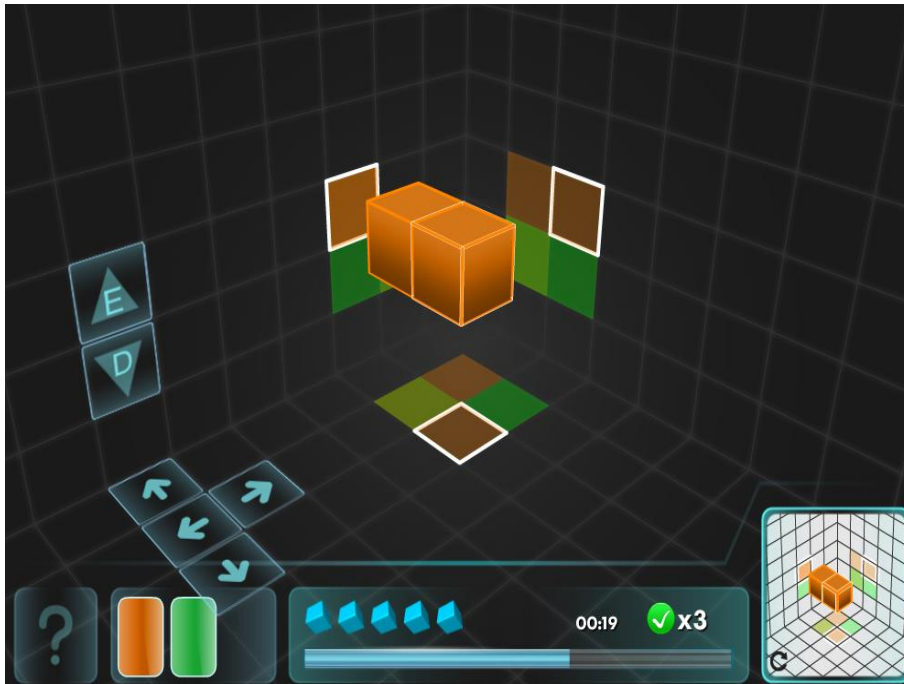
Jak bylo již uvedeno výše, existuje nepřehledné množství počítačových softwarů umožňujících více či méně úspěšnou rehabilitaci kognitivních funkcí. V České republice se můžeme setkat pouze se zlomkem z nich. V následující kapitole zmiňuji ty nejznámější.

2.2.1. CogniFit

Společnost Cognifit má svůj původ v Izraeli v roce 1999, konkrétně je dílem izraelského psychologa prof. Shloma Breznitze. První produkt této společnosti **Drivefit**, jak již název napovídá, **měl za úkol zlepšit kognitivní a psychomotorické vlastnosti řidičů, a to zejména starších osob.** Postupem času se stal však velmi populární i mezi mladými řidiči a nyní je využíván mnoha mezinárodními autoškolami. Program je zaměřen na trénink dovedností důležitých pro řidiče, jako je reakční čas, krátkodobá paměť či vyhledávání podnětů zrakem („Welcome to the brain gym“, 2004).

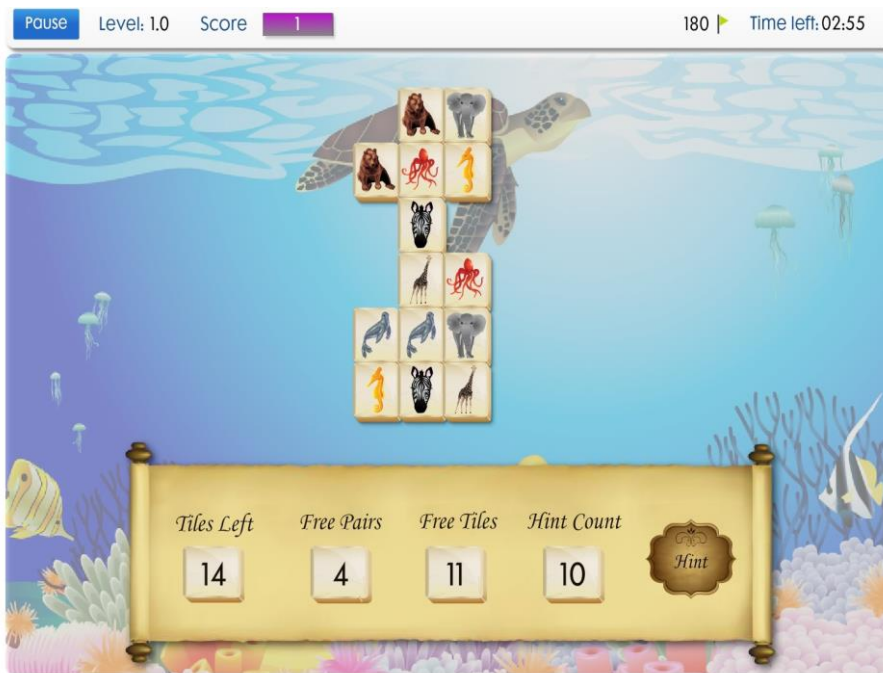
V současné době nabízí Cognifit celou řadu programů s různými možnostmi aplikace. Software **Mindfit** pomáhá osobám s degenerativními onemocněními. Program se soustřeďuje na **zlepšení kognitivních schopností, jako je koordinace oka a ruky, krátkodobá paměť, schopnost plánování a podobně.** Mindfit je pokládán za efektivní nástroj k zostření myšlenkových procesů u starších osob či k oddálení vzniku demencí (Shamah, 2008).

Za zmínku stojí i produkt **CogniFit Personal Coach** z roku 2009, který představuje online rehabilitační software, který podle společnosti CogniFit umožňuje výrazně zlepšit kognitivní funkce. Tento software zprostředkovává trénink mozku v pohodlí domova bez nutnosti supervizora (Stein, 2009). Od roku 2011 CogniFit zpřístupnil i řadu webových a mobilních aplikací k cvičení různých kognitivních funkcí. Tyto programy jsou navíc částečně dostupné i zdarma a umožňují sledovat pokrok v tréninku (Cognifit, 2015). Grafické zpracování těchto aplikací je přiblíženo na obrázcích číslo 1 a 2.



Obrázek 1 - CogniFit - Trénink orientace.

Poznámka. Převzato z CogniFit. (2015) *Cognifit*. Retrieved from: <https://www.cognifit.com/>



Obrázek 2 - CogniFit - Trénink obecných dovedností.

Poznámka. Převzato z CogniFit. (2015) *Cognifit*. Retrieved from: <https://www.cognifit.com/>

2.2.2. CogniPlus

CogniPlus je program rakouského původu, jehož autorem je společnost Schuhfried.

Program je využíván k **rehabilitaci pozornosti, paměti, exekutivních funkcí, prostorové orientace, zrakově-prostorových dovedností a zorného pole**. Jeho kořeny sahají do roku 1993, kdy ve Vídni vznikl jeho předchůdce AIXTENT, původně určen pouze k rehabilitaci pozornostních deficitů. Druhá generace programu AIXTENT je dnes známá pod názvem CogniPlus (Schuhfried, 2015).

Výhodou programu je schopnost adaptovat se kognitivní úrovni klienta. Díky tomu není pro klienta rehabilitace příliš jednoduchá ani příliš náročná, což vede k lepšímu udržení jeho motivace. CogniPlus obsahuje celkem 15 různých programů, 5 z nich je zaměřeno na trénink pozornosti, 4 na pracovní paměť, 2 na exekutivní funkce a po jednom programu k tréninku dlouhodobé paměti, zorného pole, prostorové orientace a zrakově-pohybových dovedností. K přednostem programu patří rovněž jeho kvalitní grafické zpracování, díky kterému působí tréninkové programy nejen realističtěji, ale také zábavněji (viz obrázky číslo 3 a 4). Za zmínku také stojí fakt, že CogniPlus je dostupný v 15 jazycích, včetně češtiny (Schuhfried, 2015).

Společnost Schuhfried je rovněž autorem psychodiagnostického systému Vienna Test System, který je koordinován s rehabilitačním programem CogniPlus. Vienna Test System funguje na stejném teoretickém základě a umožňuje diagnostiku kognitivních deficitů, na jejichž nápravě se CogniPlus podílí (Schuhfried, 2015).



Obrázek 3 - CogniPlus – Trénink pozornosti.

Poznámka. Převzato z Schuhfried. (2015). *Catalog "CogniPlus: Training cognitive functions"*. Retrieved from: <http://www.schuhfried.com/>



Obrázek 4 - CogniPlus – Trénink dlouhodobé paměti.

Poznámka. Převzato z Schuhfried. (2015). Catalog "CogniPlus: Training cognitive functions". Retrieved from: <http://www.schuhfried.com/>

2.2.3. HAPPYneuron Brain Jogging

HAPPYneuron představuje původem francouzský rehabilitační program, který vznikl v roce 2000 a v roce 2010 se objevil na našem trhu v české verzi (Brainjogging, 2015). Celkem obsahuje 20 cvičení, které jsou zacíleny na několik hlavních oblastí, a to **paměť, pozornost a koncentraci, rychlost a zpracování informací, exekutivní funkce, vyjadřovací schopnosti a porozumění řeči, prostorová orientace a vnímání**. Tento program je určen především k domácímu využití, ale existuje i ve verzi pro profesionální použití. Výhodou je rovněž jeho dostupnost v 11 jazycích a možnost jeho vyzkoušení zdarma. Klient si může vybrat ze dvou programů – Wellness a Performance. Wellness program slouží k udržení současné kognitivní úrovně, naopak program Performance již cílí na zvýšení výkonnosti mozku. Po nastavení rehabilitačního programu „trenér“ vede klientovo cvičení (HAPPYneuron, 2015). Podoba dvou tréninkových programů je zobrazena na obrázcích číslo 5 a 6.

Efektivita programu HAPPYneuron je prokazována několika výzkumy, bohužel se však jedná ve značné míře o nekontrolované studie (Tarpin-Bernard, Croisile, 2012; Croisile, Miner, Bélier, Noir & Tarpin-Bernard, 2008). V České republice zkoumala efektivitu HAPPYneuron Brain Jogging například Kateřina Maňasová v rámci své diplomové práce.

Ve studii, které se zúčastnilo 44 osob po cévní mozkové příhodě či traumatickém poškození mozku, byli účastníci rozdělení nenáhodně na experimentální a kontrolní skupinu. V experimentální skupině se nacházeli pacienti, kteří absolvovali minimálně 250 her v programu HAPPYneuron Brain Jogging. Výsledky potvrdily pozitivní vliv počítačové rehabilitace zejména na paměť a pozornost. Vzhledem k designu studie je však diskutabilní, nakolik lze tento výsledek zobecnit (Maňasová, 2013).



Obrázek 5 - HAPPYneuron - Trénink jazykových dovedností.

Poznámka. Převzato z BrainJogging. O BRAINJOGGINGU (2015). Retrieved from: <http://www.brainjogging.cz/>



Obrázek 6 - HAPPYneuron - Trénink uvažování.

Poznámka. Převzato z BrainJogging. O BRAINJOGGINGU (2015). Retrieved from: <http://www.brainjogging.cz/>

2.2.4. Neurop-3

Neurop-3 je rehabilitační program od společnosti SAMCO německého původu, je výsledkem vývoje programů Neurop-1 a Neurop-2. Všechny verze vznikly v roce 1993 díky neuropsychologovi Dr. Laco Gaálovi. Kompletní baterii tvoří celkově 57 programů zaměřující se na různé kognitivní funkce. Výhodou je fakt, že program byl přeložen do 12 jazyků včetně češtiny a je dostupný jak pro domácí použití, tak pro rehabilitaci se supervizorem. Jeho součástí jsou rovněž diagnostické moduly, které umožňují zjištění kognitivních deficitů klienta. Předností je také to, že je možné stáhnout zdarma demo-verzi programu a vyzkoušet si jej na vlastní kůži. Zajímavou vlastností softwaru je možnost cvičení upravovat podle potřeb a zájmů klienta, vkládat vlastní podnětové materiály, měnit parametry úkolu či dokonce vkládat vlastní cvičení (SAMCO, 2015). Grafická podoba programu je zachycena pomocí obrázku číslo 7, který zobrazuje jeho úvodní obrazovku

Využitím tohoto softwaru k diagnostice v oblasti logopedické intervence se zabývala například Lucie Šebková v Olomouci, která dospěla k závěru, že NEUROP 3 je vhodný k zjištění efektivity rehabilitace kognitivních funkcí (Šebková, 2013). K podobným výsledkům dospěla i Renata Schwanzerová v Brně, která se zabývala možností diagnostiky poruch pozornosti, upozorňuje však na nutnost dalších úprav programu (Schwanzerová, 2009).



Obrázek 7 - Neurop 3 - Úvodní obrazovka s nabídkou her.

Poznámka. Převzato z SAMCO. (2015). SAMCO. Retrieved from: <http://www.neurop.de/>

2.2.5. RehaCom

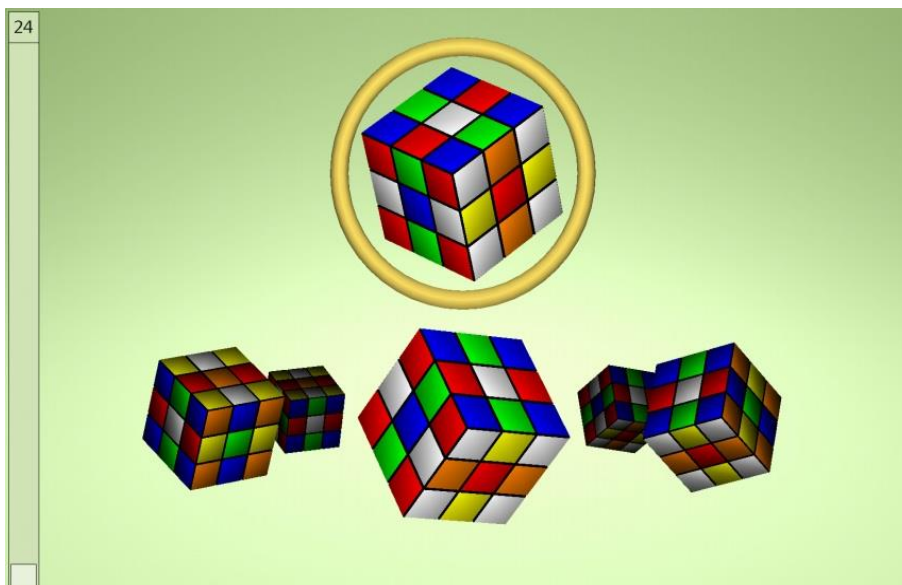
Tento rehabilitační program německého původu je specializován zejména na osoby po traumatickém poškození mozku, s roztroušenou sklerózou, po mozkové mrtvici, ale rovněž na pacienty s psychickými problémy, degenerativními procesy či děti s ADHD. Jako i další rehabilitační programy, má i RehaCom několik modulů, které se zaměřují na **restituci pozornosti, koncentrace a bdělosti, reakčního času a přesnosti, paměti a schopnosti se učit, exekutivních funkcí, schopnosti řešit problémy a strategie rozvoje**. RehaCom rovněž obsahuje programy, které jsou vhodné pro **rehabilitaci deficitů vnímání zorného pole**.

Jako většina rehabilitačních programů, také RehaCom je schopen se adaptovat na úroveň klienta a udržovat tak jeho motivaci. RehaCom je možné částečně přizpůsobit klientovým požadavkům, například vkládáním fotek jeho příbuzných do modulu týkajícího se paměti. Součástí RehaComu je také 9 screeningových modulů, které umožňují testovat kognitivní deficity, porovnat výsledky se zdravou populací stejného věku a pohlaví a následně navrhnout specifický způsob terapie. Nespornou výhodou tohoto rehabilitačního programu je také jeho dostupnost ve více než 20 jazycích, včetně češtiny. Za zmínku rovněž stojí fakt, že RehaCom je využíván ve více než 95 % německých rehabilitačních klinik (RehaCom, 2015). Na obrázcích číslo 8 a 9 je zachycen náhled dvou rehabilitačních cvičení.



Obrázek 8 - RehaCom - Trénink exekutivních funkcí – nakupování.

Poznámka. Převzato z RehaCom. (2015). About RehaCom. Retrieved from: <http://reha.com.us/>



Obrázek 9 - RehaCom - Trénink prostorové orientace.

Poznámka. Převzato z RehaCom. (2015). About RehaCom. Retrieved from: <http://rehacom.us/>

2.2.6. PSS CogReHab

PSS CogReHab je rehabilitační program, který vznikl v roce 1982 v Indianapolis pod záštitou společnosti Neuroscience Center of Indianapolis. Jedná se o nejčastěji užívaný rehabilitační software, který se také s největší frekvencí objevuje v publikovaných a recenzovaných studiích. V současné chvíli jeho nejaktuálnější verze pochází z roku 2011. Obsahuje celkem 8 modulů umožňující kognitivní rehabilitaci a je dostupný ve třech jazycích: angličtině, španělštině a korejštině. Tyto moduly, které tvoří dohromady 67 úkolů, které lze modifikovat podle potřeb klienta, se soustřeďují na **rehabilitaci pozornosti, koncentrace, exekutivních dovedností, paměti, schopností řešit problémy, zrakově-prostorových a zrakově-pohybových dovedností** (Psychological Software Services, 2014). Náhled dvou tréninkových programů je zobrazen na obrázcích číslo 10 a 11.

PSS CogRehab se může honosit mnoha publikovaným studiemi, které dokládají jeho efektivitu v kognitivní rehabilitaci. Značná část těchto studií byla prováděna u osob s traumatickým poškozením mozku. Z výzkumů, které obsahovaly, jak experimentální, tak kontrolní skupinu, můžeme uvést například studii z roku 1997, která dokazuje pozitivní efekt rehabilitace pomocí programu PSS CogRehab. Nebyl však zjištěn signifikantní rozdíl mezi skupinami, kdy kontrolní skupina absolvovala klasický typ terapie (Chen, Thomas, Glueckauf & Bracy, 1997).

Jedna z prvních kontrolovaných studií poukazuje nejen na pozitivní přínos programu PSS CogRehab, ale prokázala rovněž signifikantně lepší výsledky pro experimentální skupinu, než pro skupinu, která se zúčastnila klasické rehabilitace (Ruff, Baser, Johnston, Marshall, Klauber, S., Klauber, M. & Minter, 1989).



Obrázek 10 - PSS CogRehab - Trénink prostorové paměti.

Poznámka. Převezato z Psychological Software Services. (2014). *PSSCogRehab*. Retrieved from: <https://www.psychological-software.com/psscogrehab.html>



Obrázek 11 - PSS CogRehab - Trénink řešení problémů.

Poznámka. Převezato z Psychological Software Services. (2014). *PSSCogRehab*. Retrieved from: <https://www.psychological-software.com/psscogrehab.html>

3. Virtuální realita

Pod pojmem virtuální realita si můžeme představit **zdokonalenou podobu rozhraní mezi člověkem a počítačem**. Toto rozhraní umožňuje přirozeně interagovat a zároveň být součástí prostředí, které je vytvořeno čistě počítačem. Od prostého sledování filmu virtuální realitu odlišuje interakce v trojrozměrném prostředí. Díky specializované technologii virtuální realita zajišťuje prožití „pocitu přítomnosti“ v průběhu rehabilitace, tréninku či diagnostiky. Důvěryhodnosti tohoto prožitku dopomáhá například headset pro virtuální realitu, systém sledující pohyby, sluchátka a rukavice snímající gesta. Headset obsahuje displej, který je opticky spojen s očima uživatele, umožňuje tak reagovat na pohyby očí a hlavy. Systém sledující pohyby vnímá umístění hlavy klienta. Tyto informace jsou přenášeny do počítače a zajišťují aktualizování displeje headsetu. Díky tomuto systému uživatel slyší a vidí to, co by reálně vnímal ze své pozice. Samozřejmě existují již i mnohem propracovanější metody (například trojrozměrné projekční stěny a místnosti) (Schultheis & Rizzo, 2001).

3.1. Výhody virtuální reality

Kromě výhod, které má virtuální realita společné s klasickými počítačovými programy, má takto zdokonalené rozhraní i možnost kompenzovat některé jejich nevýhody. Pravděpodobně nejvýraznější výhodou využití virtuální reality je **vytvoření přirozenějšího prostředí**, které se do značné míry podobá realitě. Tento prožitek „realnosti“ umožňuje člověku „zapomenout“ na to, že se nachází pouze v testové situaci. Díky tomu jsme schopni získat lepší náhled na to, jaké je klientovo typické chování. Podobně jako tomu bylo u počítačových programů, máme **plnou kontrolu nad předkládáním podnětů a měřením odpovědí klienta**. Za zmínku stojí také využitelnost virtuální reality v situacích, které by mohly představovat potencionální nebezpečí. Jedná se například o hodnocení řidičských dovedností u osob s neurologickými poruchami (Schultheis & Rizzo, 2001).

S tímto souvisí také možnost přinášet do diagnostiky či rehabilitace vlivy, které v běžném životě kontrolovat nemůžeme, jako je například změna počasí při řízení automobilu. Rovněž je možné zátěž přizpůsobit přesně podle požadavků klienta a postupně ji zvyšovat, aby nedocházelo ke ztrátě motivace. Velkým přínosem takto propracovaného rozhraní je **zvýšení ekologické validity**, která představuje schopnost přenosu dovedností naučených během rehabilitace do praktického života.

Možnost transferu do reality můžeme často postrádat u nácviku pomocí tužky a papíru či právě u jednodušších počítačových programů. I přes to, že ekologická validita může být u virtuální validity vysoká, je možné stále udržovat i přísnou experimentální kontrolu nad podněty, což u většiny experimentů nebývá možné (Rizzo, Schultheis, Kerns & Mateer, 2004). K tomu, aby se tato oblast dále rozvíjela je nutná spolupráce odborníků z řady oborů, jako je neuropsychologie, medicína či počítačové vědy (Rizzo, Buckwalter & Neumann, 1997).

Existují také názory, že virtuální realita by mohla být schopna kompenzovat nedostatky dvou hlavních přístupů k rehabilitaci pacientů. Hovoříme zde o restorativním a funkčním přístupu. **Restorativní přístup** se soustřeďuje zejména na systematické cvičení jednotlivých kognitivních funkcí, jako je paměť, pozornost či orientace. **Funkční přístup** si klade za cíl zlepšení dovedností a aktivit, které jsou nutné ke zvládnání každodenních situací. Oba tyto přístupy mají svá omezení, restorativní model je kritizován pro nízkou možnost generalizace a přenosu naučených dovedností do skutečného života, naopak funkčnímu přístupu je vyčítáno přehlížení základních kognitivních funkcí, které jsou nutné k flexibilnímu řešení problémů. Někteří autoři se domnívají, že virtuální realita umožňuje systematický restorativní trénink jednotlivých dovedností v ekologicky validním prostředí a dále tedy usnadňuje transfer naučených dovedností do každodenního života (Rizzo et al., 1997).

Je však na místě zmínit také obavy či nedostatky, které jsou spjaty s tímto rehabilitačním přístupem. V první řadě stále **neexistuje dostatek kvalitních studií, které by ověřovaly efektivitu virtuální rehabilitace**. Někteří odborníci na druhou stranu projevují obavy, zdali virtuální realita má představovat účinný nástroj pro terapeuta či jeho post kompletně nahradit. Samozřejmě se zde opakuje stejná překážka, která doprovází i počítačové rehabilitační programy, tedy problém s přístupem k počítačové technologii jako takové a jakási odtažitost spjatá s využitím moderních technologií. V neposlední řadě nesmíme opomenout finanční náročnost tohoto přístupu (Morganti, 1997). Využití virtuální reality může vyvolat i určitý typ **negativních vedlejších účinků**. Nejčastěji je uváděna určitá forma kinetózy, která byla nazvána „cybersickness“, tedy **kybernetická choroba či nevolnost**. Tento specifický typ kinetózy zahrnuje nevolnost, zvracení, dezorientaci, závratě či únavu očí. Cybersickness pravděpodobně vzniká z důvodu rozporu mezi vnímáním různých smyslových modalit. Příčinou rovněž může být neslučitelnost informace, kterou získáváme z našich smyslů, a pocitů v našem těle.

Rovněž byly zaznamenány negativní efekty po vystavení pacienta virtuální realitě, objevuje se například problém koordinace ruky a oka či posturální ataxie (Rizzo et al., 1997).

3.2. Oblasti aplikace virtuální reality

S využitím virtuální reality se můžeme setkat v mnoha různých oblastech. Nalezla své uplatnění například při tréningu a testování pilotů letadel či chirurgů při nácviu operací. V rehabilitaci se virtuální realita nejprve objevila v oblasti motorické rehabilitace, a to zejména při restituci fungování horní a dolní končetiny po cévní mozkové příhodě (Rizzo et al, 2005).

V oblasti neuropsychologie je virtuální realita využívána zejména **k posouzení a rehabilitaci kognitivních schopností a tréninku sociálních dovedností**. Oproti klasickým neuropsychologickým diagnostickým nástrojům poskytuje toto rozhraní vyšší validitu a reliabilitu. Jak již bylo zmíněno u výhod tohoto přístupu, virtuální realita umožňuje vytvořit přirozené prostředí s různorodými stimuly a zároveň dodržet experimentální kontrolu nad ostatními vlivy. Trénink sociálních dovedností je zaměřen zejména na **obnovu klientovy schopnosti docházet do zaměstnání a také na reintegraci člověka do společnosti**, která lidem po poškození mozku může činit značné obtíže (Schulthei & Rizzo, 2001). Rovněž existují i velmi úzce specializované programy zaměřující se na praktické dovednosti, například nakupování (Laver, Lim, Reynolds, George, Ratcliffe, Sim & Crotty, 2012). Kognitivní rehabilitace je zaměřena zejména **na trénink pozornosti, paměti, orientace a exekutivních funkcí** (Penn, Rose & Johnson, 2009). V oblasti motorické rehabilitace existuje řada kvalitních výzkumů, které dokládají efektivitu tohoto přístupu. Účinnost restituce kognitivních deficitů pomocí virtuální reality však zůstává přes její značný potenciál stále nepodložena (Lucca, Candelieri & Pignolo, 2011).

3.3. Efektivita virtuální reality

Jak již bylo zmíněno výše, oblast rehabilitace kognitivních funkcí za pomoci virtuální reality stále nebyla dostatečně prozkoumána. Vzhledem k finanční nákladnosti a také tomu, že se jedná o relativní novinku v oblasti neuropsychologické rehabilitace, nebyl zatím publikován dostatek relevantních studií, abychom mohli vyslovit závěr o její efektivitě. V této kapitole zmiňuji alespoň některé z výzkumů, které se zabývají účinností neuropsychologické rehabilitace za pomoci virtuální reality.

Za zmínku stojí studie zabývající se možnostmi nápravy poruch prostorové orientace u pacientů s poškozením mozku. U většiny pacientů se jednalo o lézi způsobenou cévní mozkovou příhodou. Výzkum zahrnoval experimentální skupinu, kterou tvořilo 11 osob po poškození mozku, a kontrolní skupinu, která se skládala z 11 zdravých jedinců. Po 5 tréninkových sezeních **bylo zjištěno zlepšení u obou skupin, u každé z nich se však jednalo o zvýšení schopností v jiné oblasti prostorové orientace** (Kober, Wood, Hofer, Kreuzig, Kiefer & Neuper, 2013). V našich končinách byla zkoumána například možnost aplikace tréninku zrakově-prostorové orientace pomocí nácviku mentální rotace (Marušan, Kulišťák & Zara, 2006).

V minulém roce byla publikována meta-analýza zabývající se přínosem virtuální reality pro psychologickou intervenci (Turner & Casey, 2014). Do analýzy byly zařazeny pouze publikované studie z období 1980-2014, které obsahovaly kontrolní a experimentální skupinu a do kterých byli probandi náhodně rozděleni. Studie byly zaměřeny na psychologickou či behaviorální intervenci. Z databázi bylo vybráno k analýze 30 studií, které splňovaly veškeré požadavky. Na základě výsledků lze říci, že **byl prokázán pozitivní efekt rehabilitace psychických obtíží za pomoci virtuální reality**. I autoři meta-analýzy však upozorňují na omezený počet studií, na kterých byla tato analýza provedena, a na nutnost dalších kontrolovaných studií. Je nutné také dodat, že tato meta-analýza se týkala převážně terapie úzkostných poruch za pomoci expozice. Pouze 10 studií se zabývalo rehabilitací, která je těžištěm této práce, a to restitucí kognitivních funkcí, rehabilitací praktických dovedností a tréninkem profesních dovedností.

Trénink dovedností, které jsou nutné ke každodennímu životu, za pomoci virtuální reality se jeví jako výhodný vzhledem k vyšší ekologické validitě, než tomu bylo u počítačových programů. Jedna ze studií, která se touto problematikou zabývá, pochází z roku 2009 (Yip & Man, 2009). Byla však provedena pouze na 4 probandech, kteří utrpěli poškození mozku, ať již z důvodu traumatu či cévní mozkové příhody. Po 10 sezeních, která byla prováděna 3 krát týdně, bylo zaznamenáno zlepšení v paměťové výkonnosti u každého z probandů, u 3 z nich bylo sledováno úspěšné přenesení naučených dovedností do reálného života a zvýšení self-efficacy. Bohužel je rovněž velice obtížné tyto výsledky dále interpretovat vzhledem k malému vzorku a nepřítomnosti kontrolní skupiny.

Možností rehabilitace a diagnostiky paměťových deficitů se relativně podrobně zabývají Diamon, Brooks a Rose (2003).

Autoři zmiňují tři různé přístupy ke zlepšení paměťových schopností, a to **rehabilitaci, reorganizaci paměťových funkcí a behaviorální kompenzaci**. V rámci prvního přístupu uvádějí studii, která zkoumala efektivitu rehabilitace paměťových funkcí za pomoci virtuální reality na vzorku 14 osob s demencí. Osoby v experimentální skupině následně projevily signifikantně vyšší zlepšení ve sledovaných oblastech v porovnání s kontrolní skupinou (Schreiber, 1999).

Reorganizace paměťových funkcí má představovat využití systémů, které poškozením mozku nebyly postiženy. Pod tímto přístupem se skrývá například využívání zrakové imaginace ke kompenzaci problémů v oblasti verbální paměti (Diamon et al., 2003). V této oblasti je známa případová studie tréninku paměti u pacientky s amnézií (Brooks, 1999). Díky tomu, že procedurální paměť zůstala nenarušena, byla pacientka schopna po 3 týdenním virtuálním tréninku schopna projít 10 tras na nemocničním oddělení. Tyto trasy nebyla schopna před rehabilitací zvládnout přes to, že na tomto nemocničním oddělení strávila 2 měsíce. Novější studie tento výsledek podporují jen částečně. Byl proveden rozšířenější výzkum s 4 pacienty s amnézií, kteří byli rehabilitováni jak v reálném prostředí, tak za podpory virtuální reality po dobu 2 týdnů (Rose, Attree, Brooks & Andrews, 2001). Studie prokázala, že rehabilitace paměti pomocí virtuální reality je v této oblasti alespoň stejně efektivní, jako trénink v reálném prostředí.

Příkladem behaviorální kompenzace paměťových nedostatků jsou různé poznámkové bloky, které nám mají připomínat to, co si nejsme schopni zapamatovat. V této oblasti je samozřejmě možné klasické bloky nahradit moderní technologií. Známý je například NeuroPage, který představuje zařízení zasílající klientům zprávy, které jsou přizpůsobeny jejich konkrétním požadavkům (Wilson, Evans, Emslie & Malinek, 1997).

Vzhledem k tomu, že zkoumání efektivity virtuální reality v oblasti neuropsychologické rehabilitace je zatím v počátcích, představuje tato kapitola pouze seznámení se výzkumy, které byly do nynější doby publikované. Jak je z tohoto krátkého přehledu patrné, nelze z nich v současnou chvíli vyvozovat žádné závěry.

4. EEG Biofeedback

EEG biofeedback či neurofeedback je považován za terapeutickou metodu, která **se opírá o schopnost lidského mozku se učit a také o princip operantního podmiňování**. Díky tomu, že je klientovi zprostředkována informace o elektrické aktivitě jeho mozku, je schopen ji určitým způsobem modifikovat, a to tím směrem, který je v průběhu tréninku posilován. Technika vychází z Thorndikova zákona efektu, který říká, že chování, které je odměňováno, se vyskytuje častěji. Tím, že získání odměny se stává postupně náročnějším, je klient nucen zvyšovat svůj výkon a přibližovat se tak požadované aktivitě mozku. Ve své podstatě se tedy jedná o proces tvarování, neboli shaping (Kopřivová, Brunovský, Praško & Horáček, 2008).

Joe Kamiya prokázal možnost regulace mozkové aktivity již v roce 1962. Prvotně byl tento typ biologické zpětné vazby přijímán velmi pozitivně, avšak vzhledem k metodologickým i teoretickým nedostatkům bádání v této oblasti byl po určitou dobu zavržen jako pochybná technika. Zájem o tuto metodu opětovně probudil Sterman a jeho tým, když se zabývali možnostmi operantního podmiňování SMR (senzomotorického rytmu) (Kopřivová et al., 2008). Na základě studií, které provedli prvně na zvířecích modelech a následně i u člověka, prokázali **vyšší záchvatovitý práh po vystavení epileptogenní látce u koček a později i u osob, které absolvovaly trénink SMR** (Sterman & Egner, 2006).

Značným přínosem pro rozvoj neurofeedbacku je možnost **kvantitativního zpracování EEG záznamu (QEEG)**. QEEG umožňuje podrobně sledovat efektivitu terapie a zároveň určit, které oblasti mozku a které hodnoty mají být trénovány, aby bylo dosaženo požadovaných změn ve fungování a chování. Díky QEEG jsme schopni říci, které projevy mozkové aktivity jsou patologické a určit, jakých výsledků by mělo být během neurofeedbacku dosaženo (Cantor, 2009).

4.1. Princip

K samotnému tréninku jsou postačující dva kanály snímající EEG mozkovou aktivitu, které se připevní na pokožku hlavy klienta. K tomu, abychom získali vstupní informace o tom, v jakém stavu klient přichází a také s jakým efektem po ukončení terapie odchází, je však potřeba použít alespoň 19 kanálů. Dále je nutná přítomnost dvou obrazovek, na první z nich je promítáno EEG spektrum a lze na ní nastavit parametry tréninku, slouží tedy zejména pro potřeby terapeuta. Na druhém monitoru je zpravidla zobrazována jedna z mnoha her.

Podoba her je různá, stejně jako zvuková či vizuální zpětná vazba, která je klientovi poskytnuta. Trénink za pomoci EEG biofeedbacku by měl být nejuspěšnější ve chvíli, kdy místnost i obrazovka jsou co nejméně podnětné, odměna je poté spojována pouze se změnou EEG. Avšak vzhledem k tomu, že značná část klientely je tvořena dětmi s poruchami pozornosti a hyperaktivity, hry bývají vytvářeny pestré a poutavé (Kopřivová et al., 2008).

Volba tréninku se může odvíjet od dominantní frekvence, která se vyskytuje ve stavu, kterého chceme u klienta docílit, či z individuální diagnostiky jedince, kterou tvoří jak psychologické vyšetření, tak kvantitativní rozbor EEG. Nejméně 19 kanálů je rovněž potřeba k využití relativní novinky v této oblasti, a to metody **LORETA** (low resolution brain electromagnetic tomography), která slouží k odhadu zdroje EEG v kůře mozkové. Od této metody je očekávána **možnost ovlivňovat i hlubší struktury v mozku** (Kopřivová et al., 2008). První zmínky o této technice sahají do roku 1994 a její aplikace v oblasti neurofeedbacku se objevila v roce 2001. Výsledky studií nasvědčují tomu, že LORETA feedback je svou efektivitou podobný fMRI biofeedbacku, je však znatelně méně finančně nákladný (Sherlin, 2009).

Jaké vlny jsou posilovány, závisí na indikaci. Při tréninku relaxace se snažíme o zvýšení amplitudy alfa či i theta aktivity. Nejčastěji se setkáváme s povzbuzováním nízké a střední beta aktivity. Beta aktivita se dále dělí na SMR aktivitu, kterou sledujeme zejména při pohybovém klidu a bdělosti, beta 1 a beta 2 aktivitu (Kopřivová et al., 2008). Beta 2 však zpravidla neposilujeme, jelikož se jedná o mozkovou aktivitu, která je spjatá s tenzí (Thompson, 2003).

4.2. Oblasti uplatnění

Metoda EEG biofeedbacku je někdy prezentována jako „lék na všechno“. Střediska, která neurofeedback poskytují, nám předkládají dlouhý seznam indikací od poruch spánku přes chronickou bolest hlavy až po syndrom chronické únavy (EEG Biofeedback, 2011). V následující kapitole se však budeme zabývat pouze těmi aplikacemi, které jsou nejčastěji zmiňovány a jejichž efektivitou se zabývali autoři mnoha výzkumných studií.

Jedna z prvotních aplikací EEG biofeedbacku byla v oblasti **léčby epilepsie**. Jako první její efektivitu prokázal Serman a Friar. Autoři posilovali u pacientky SMR aktivitu, přičemž vycházeli z výzkumu, který byl prováděn na kočkách (Serman & Friar, 1972). Výsledky této studie byly následně potvrzeny i jinými autory.

Lantz a Serman jako první provedli o 16 let později větší dvojité zaslepenou kontrolovanou studii, které se zúčastnilo 24 subjektů trpících epilepsií a která rovněž prokázala anti-epileptický efekt po léčbě EEG biofeedbackem (Lantz & Serman, 1988).

Nejčastěji se setkáváme s využitím tohoto typu tréninku k **terapii poruch pozornosti**. V této oblasti byla jako první publikována studie Lubar a Shouse, kdy byl rovněž využit trénink SMR jako v případě epilepsie, tedy posilování frekvence 12-15 Hz (Lubar & Shouse, 1976). První kontrolovaná studie na toto téma pochází z roku 1995. Její autoři pracovali se souborem 46 dětí s poruchou pozornosti, které rozdělili do dvou skupin, jedna z nich absolvovala 20 sezení tréninku a druhá byla medikována. Po skončení léčby bylo zjištěno u obou skupin stejné zlepšení v pozornosti i chování (Rossiter & La Vaque, 1995). Rozsáhlá kontrolovaná studie byla provedena v roce 2002 na vzorku 100 dětí trpících ADHD, kontrolní skupina byla medikována farmakou (konkrétně Ritalinem) a experimentální obdržela 34-50 sezení EEG biofeedbacku. V testu pozornosti **bylo sledováno zlepšení u obou skupin, po týdenním vysazení léčby bylo však zlepšení udrženo pouze u experimentální skupiny, u které byl rovněž sledován pokles pomalé – theta aktivity v QEEG** (Monastra, V., Monastra, D. & George, 2002). Je potřeba však dodat, že žádná z těchto studií neobsahovala kontrolní skupinu, která by byla ošetřena placebem, například náhodnou EEG zpětnou vazbou. Existují však výzkumy, které dokládají změny na úrovni EEG, které měřily fyziologickými metodami, jako je QEEG, evokované potenciály či fMRI (Kopřivová et al., 2008).

Dále je známa **aplikace v oblasti úzkostných poruch**. Potlačení úzkostných projevů pomocí zvyšování alfa aktivity přednesli ve své studii Hardt a Kamiya (Hardt & Kamiya, 1978). Studie z roku 1993, které se zúčastnilo 38 osob s generalizovanou úzkostnou poruchou, rovněž potvrdila pozitivní efekt tréninku pomocí neurofeedbacku (Rice, Blanchard & Purcell, 1993). Výsledky i metodologie některých studií jsou však odlišné, a proto nemůžeme s jistotou potvrdit jednoznačně pozitivní efekt u této indikace (Moore, 2005).

Dále je diskutován pozitivní efekt **v léčbě závislostí, poruch autistického spektra či následků po traumatickém poranění mozku**, jehož efektivitou se budeme zabývat dále. EEG biofeedback je rovněž využíván ke **zvýšení optimálního výkonu** u zdravých jedinců (Kopřivová et al., 2008).

4.3. Efektivita v oblasti traumatického poškození mozku

Využití EEG biofeedbacku u pacientů po traumatickém poškození mozku vychází zejména z několika nejčastěji potvrzovaných nálezů narušení mozkové aktivity po poškození mozku pomocí metody QEEG, a to:

- Méně často se objevuje aktivita o vyšší frekvenci (8-40 Hz), která je spjatá s velikostí poškození šedé kůry mozkové.
- V těžších případech poškození mozku dochází ke zvýšení aktivity o nízkých frekvencích (1-4 Hz). Tato aktivita se zvyšuje s rozsahem poškození bílé hmoty mozku.
- Jsou pozorovány změny v koherenci EEG a opoždění fází EEG, což rovněž souvisí s rozsahem poškození šedé kůry mozkové i bílé hmoty.

Výsledky QEEG do značné míry korelují s výsledky neuropsychologických diagnostických metod, QEEG se tedy považuje za velmi validní metodu pro zjištění rozsahu poškození mozku (Thatcher, 2009).

Jedna z prvotních studií zabývajících se úspěšností využití EEG biofeedbacku u pacientů s poškozením mozku pochází z roku 1987. Autoři využili trénink alfa frekvence u 250 osob s poraněním hlavy. Značná část z nich se po intervenci pomocí EEG biofeedbacku navrátila na úroveň fungování před úrazem. Ayers uvádí, že **pacienti byli zbaveni nepříjemných dopadů otřesu mozku, jako je nedostatek energie, depresivita, podrážděnost či porucha pozornosti a paměti**. Tyto závěry však nebyly podloženy statistickým zpracováním (Ayers, 1987). Efektivností této aplikace se zabýval do značné míry také Hoffman, který v roce 1995 zkoumal 14 osob s lehkým poškozením mozku. Podle výsledků studie **60% osob po 40 sezeních QEEG biofeedbacku uvedlo, že pocítují zlepšení v sebeposuzujícím dotazníku či došlo ke zvýšení výkonu v kognitivních testech**. Rovněž stojí za zmínku, že u pacientů, kteří projeví zlepšení, byla zjištěna i statisticky signifikantní normalizace QEEG (Hoffman, Stockdale, Hicks & Schwaninger, 1995). Své nálezy Hoffman později znovu potvrdil a navíc je rozšířil, když zjistil signifikantní zlepšení již po 5-10 sezeních (Hoffman, Stockdale & Van Egren, 1996).

V roce 2013 byla provedena meta-analýza 22 studií, které se zabývaly vlivem EEG biofeedbacku na zlepšení symptomů po traumatickém poškození mozku.

Bohužel nebyly nalezeny žádné placebo kontrolní či dvojitě zaslepené studie (May, Benson, Balon & Boutros, 2013).

Dvě ze studií byly kontrolované, kdy kontrolní skupinu tvořili buď zdraví jedinci, nebo osoby s traumatickým poškozením mozku, které obdržely alternativní formu léčby. Jedna ze studií, která obsahovala kontrolní skupinu, pochází z roku 2000, tvořilo ji celkem 44 osob s lehkým poraněním mozku či s ADHD. Následně 15 osob s poškozením mozku absolvovalo neurofeedback v kombinaci s počítačovou rehabilitací kognitivních funkcí. Jejich výsledky z neuropsychologického testování byly porovnány s kontrolní skupinou zdravých osob, které žádnou terapii nepodstoupily, byly pouze testovány před a po začátku experimentu. **Experimentální skupina prokazovala signifikantně vyšší zlepšení v 10 z 12 neuropsychologických testů oproti skupině kontrolní.** Výsledky experimentální skupiny po tréninku byly srovnatelné s výsledky zdravé, kontrolní skupiny (Tinius, T. & Tinius, K., 2008). Na základě meta-analýzy můžeme říci, že **ve všech 22 studiích bylo pozorováno zlepšení v symptomech**, které doprovázejí poškození mozku. Přesto je nutné upozornit na metodologické nedostatky, které znesnadňují zobecnění těchto výsledků. Kromě faktu, že studie se vzájemně metodologicky liší, je potřeba získat výsledky více randomizovaných kontrolovaných studií s placebo skupinami, abychom mohli dospět k jednoznačnému závěru (May et al., 2013).

V České republice se vlivem EEG biofeedbacku na poruchy pozornosti po traumatickém poškození mozku zabývala v rámci své disertační práce například Iva Gregorová. Zkoumaný soubor se skládal z 40 osob s traumatickým poškozením mozku, které byly náhodně rozděleny na experimentální a kontrolní skupinu. Osoby, které byly součástí experimentální skupiny, absolvovaly trénink pomocí metody EEG biofeedback. Přesto, že ve většině sledovaných funkcí došlo ke zlepšení u experimentální skupiny, **rozdíl nebyl ve srovnání s kontrolní skupinou statisticky významný.** Tento výsledek je poněkud v kontrastu se zahraničními studii, u kterých se však často setkáváme s malými výzkumnými soubory či se jedná studie, které postrádají kontrolní skupiny (Gregorová, 2006).

Jak již vyplývá ze studií uvedených výše, nemůžeme s jistotou říci, stejně jako tomu bylo u metod zmiňovaných v předchozích kapitolách, zdali je metoda neurofeedbacku u této indikace efektivní. Nepochybně je stále zapotřebí, aby vznikaly studie, které obsahují kontrolní randomizované skupiny a rovněž výzkumy s placebo skupinami, které v současné době publikovány nebyly.

NÁVRH VÝZKUMU

Výzkumný projekt se věnuje problematice efektivitu rehabilitace pomocí metody EEG biofeedback. Konkrétně je výzkum zaměřen na vliv neurofeedbacku na deficity v oblasti paměti, pozornosti a exekutivních funkcí jako následek poranění mozku. Pozitivní působení EEG biofeedbacku je očekáváno na základě předešlých studií, které prokazují efekt tréninku v různorodých oblastech, včetně poškození mozku. Příklady výzkumů jsou uvedeny výše, v teoretické části. Návrh výzkumného projektu se také opírá o poznatky týkající se funkčních změn v mozku zachycených pomocí EEG u pacientů po úrazu hlavy. Tyto poznatky jsou rovněž uvedeny v předchozí kapitole.

Jedná se experimentální studii, kde za nezávislou proměnnou považujeme typ rehabilitace, které se probandi zúčastní, tedy EEG biofeedback či klasickou rehabilitaci pomocí tužky a papíru. Závislou proměnnou představuje změna ve výkonu v testech kognitivních funkcí, v tomto případě konkrétně paměti, pozornosti a exekutivních funkcí. Studii tvoří dvě skupiny probandů jedna kontrolní, která absolvovuje klasický typ rehabilitace, druhá experimentální, která podstoupí intervenci EEG biofeedbackem. Výzkumný vzorek je tvořen pacienty s traumatickým poškozením mozku, kteří byli mezi kontrolní a experimentální skupinu rozděleni na základě randomizace.

5. Hypotézy

Hypotéza č.1 – Je předpokládáno zlepšení výkonu v testech pozornosti, paměti i exekutivních funkcí po intervenci u experimentální i kontrolní skupiny.

Hypotéza č.2 – Rovněž je očekáváno signifikantně vyšší zlepšení výkonu v testech pozornosti, paměti i exekutivních funkcí po intervenci u experimentální skupiny oproti skupině kontrolní.

Hypotéza č.3 – Je předpokládána změna v EEG záznamu u pacientů v experimentální skupině po provedení intervence pomocí EEG biofeedbacku.

6. Cíle studie a význam

Cílem studie je ověřit účinnost aplikace metody EEG biofeedbacku v oblasti neuropsychologické rehabilitace, konkrétně zachytit její vliv na kognitivní funkce, jako je

paměť, pozornost a exekutivní funkce. Rovněž je záměrem studie porovnat efektivitu klasické rehabilitace s intervencí za pomoci neurofeedbacku.

Přesto, že tato problematika byla předmětem již několika studií (Ayers, 1987; Hoffman et al., 1995; Hoffman et al., 1996; Tinius et al., 2008), nelze s jistotou zavrhnout ani přijmout EEG biofeedback jako efektivní metodu při rehabilitaci pacientů po poranění hlavy. Tato studie má umožnit vnést světlo do této otázky a usnadnit odborníkům v oblasti rehabilitace kognitivních funkcí volbu vhodné metody při jejich práci.

7. Design studie

Na počátku studie bude mozková aktivita probandů vyšetřena pomocí elektroncefalografie (EEG), aby mohl být sledován vliv intervence na mozkovou aktivitu. Poté budou probandi podrobeni neuropsychologické diagnostické baterii, aby mohla být zjištěna aktuální úroveň probandů v oblasti paměti, pozornosti a exekutivních funkcí. Rovněž budou od účastníků studie získány základní demografické údaje o jejich věku, vzdělání, rodinném stavu, zaměstnání a také příčině poškození mozku.

Po vstupním vyšetření baterií testů budou probandi z experimentální skupiny docházet 3 x týdně na trénink metodou EEG biofeedback. Tréninky budou probíhat individuálně, pouze za přítomnosti terapeuta a pokaždé ve stejném prostředí. Trénink bude trvat vždy 30 minut. Probandi absolvují 1 úvodní sezení a následně 60 tréninkových sezení. Probandi z kontrolní skupiny absolvují 3 x týdně klasický typ rehabilitace, pod kterým chápeme rehabilitační postupy pouze za pomoci tužky a papíru, po dobu 30 minut. Obdobně tedy podstoupí 60 rehabilitačních sezení. Intervence bude trvat po dobu 20 týdnů. Po uplynutí 1 týdnu od ukončení terapie budou probandi opětovně vyšetřeni testovou baterií a rovněž bude získán jejich EEG záznam.

7.1. Výzkumný vzorek

Výzkumný vzorek tvoří celkem 60 probandů (48 mužů a 12 žen) o věkovém průměru 36 let (SD = 4). Každý z probandů utrpěl střední až těžké traumatické poranění mozku.

Stupeň vážnosti poranění bude operacionalizována následovně: u středně těžkého poranění mozku byla sledována ztráta vědomí v délce 15 minut až 6 hodin, u těžkého poranění mozku

byla zaznamenána ztráta vědomí trvající 6 a více hodin. Probandi budou získáni za pomoci oslovení rehabilitačních ústavů a sdružení osob s poraněním mozku (např. CEREBRUM).

Osoby budou zařazeny do studie pouze pokud od poškození mozku uplyne doba delší než 6 měsíců a kratší než 2 roky, průměrná doba od poškození je u výzkumného vzorku 13 měsíců (SD = 3). Toto omezení je stanoveno, aby bylo docíleno větší homogenity souboru. Rovněž budou do výzkumu zahrnuty pouze osoby, které se po prodělaném úrazu hlavy nezúčastnily terapie pomocí metody EEG biofeedback. Vybrané osoby budou následovně náhodně rozděleny do dvou skupin. Skupinu experimentální bude tvořit 30 osob, z toho 26 mužů a 4 ženy, o věkovém průměru 34 let (SD = 3). Kontrolní skupina se bude skládat z 30 osob, z toho 22 mužů a 8 žen, o věkovém průměru 37 let (SD = 5).

8. Výzkumná metoda

8.1. Princip EEG biofeedbacku

O metodě neurofeedbacku bylo již pojednáno v předchozích kapitolách. Jedná se o terapeutickou metodu, která se opírá o základní principy operantního podmiňování. Podstatou je fakt, že pacientovi umožňujeme pozorovat jeho mozkovou aktivitu v reálném čase pomocí počítačové hry, která je promítána na obrazovku umístěnou před pacientem. Osoba je zvukově či vizuálně „odměňována“, pokud elektrody zaznamenají vhodnou mozkovou aktivitu. Díky tomu dokáže člověk postupně měnit svou elektrickou aktivitu v mozku směrem k požadované frekvenci. To, jakou vlnovou aktivitu posilujeme, se odvíjí od stavu pacienta. Z tohoto důvodu tréninku předchází vyšetření EEG (Kopřivová et al., 2008).

8.2. Neuropsychologická baterie

Sledovanými proměnnými v naší studii jsou pozornost, paměť a exekutivní funkce. Jejich změna bude operacionalizována za pomoci výsledků v baterii testů. K měření pozornosti budou využity dva typy testů:

8.2.1. Test koncentrace pozornosti

Jedná se o korekturní test, kdy proband má za úkol porovnávat levý a pravý sloupec, ve kterých jsou uvedeny různé symboly či písmena, číslice a jiné znaky. Sloupce se od sebe částečně liší, úkolem probanda je opravovat pravý sloupec podle vzoru – sloupce levého.

Test měří psychomotorické tempo, správnost psychomotorického výkonu, sklon k chybám, psychické tempo, inteligenční úroveň a další. Jeho administrace trvá 6-15 minut (Svoboda, 1999).

8.2.2. Test cesty

Test cesty představuje orientační neuropsychologickou zkoušku, která je vhodná pro screeningové testování. Prokázal se jako citlivý ukazatel poškození mozku a kognitivních funkcí, jako je například psychomotorické tempo. Vyžaduje flexibilitu, schopnost rozeznání písmen a čísel, zrakové vyhledávání a motorické dovednosti. Administrace trvá přibližně 5 minut (Preiss, 2006).

K zjištění stavu paměti budou použity dva testy, a to:

8.2.3. Rey-Osterriethova komplexní figura

Rey-Osterriethova komplexní figura slouží k zjištění úrovně vizuální paměti. Její první část – kopie, trvá 2-3 minuty, reprodukce figury pak další 2-3 minuty (Preiss, 2006).

8.2.4. Paměťový test LGT-3

Paměťový test LGT-3 obsahuje 6 subtestů: Plán města, Slovíčka, Předměty, Stavba, Telefonní čísla a Firemní značky. Úlohy jsou zaměřeny na verbální či vizuální paměť. Test vyžaduje schopnost párového učení, vybavování si materiálu za pomoci volné reprodukce či znovupoznání. Jeho administrace trvá přibližně 40 minut (Svoboda, 1999).

K zachycení stavu exekutivních funkcí budou použity dva testy, a to:

8.2.5. Wisconsinský test třídění karet

Wisconsinský test třídění karet představuje test exekutivních funkcí, který vyžaduje zejména schopnost strategického plánování, organizované hledání či zaměřené chování k tomu, aby bylo dosaženo cíle. Výhodou tohoto testu je fakt, že nabízí nejen celkový skóre, ale také dílčí skóre, které umožňují identifikovat konkrétní příčinu selhání (Telecká, 2013).

8.2.6. Londýnská věž

Test Londýnské věže byl vytvořen k měření schopnosti plánovat a řešit problémy u pacientů s poškozením frontálních laloků a navazuje na logickou hru pro jednoho hráče známou pod názvem Hanojská věž (Shallice, 1982). Její uplatnění je zejména v oblasti diagnostiky postižení v oblasti exekutivních funkcí.

9. Zpracování dat

Jak bylo již uvedeno výše, probandi v experimentální i kontrolní skupině absolvují baterii testů, zaměřujících se na pozornost, paměť a exekutivní funkce. Výkony v těchto testech budou dále převedeny na standardní skóry (IQ skóry) pro větší přehlednost a snadnější statistické zpracování. Dále bude porovnáván také záznam EEG, kdy budou srovnávány naměřené hodnoty frekvence.

Jako první bude zpracován výsledek prvního měření jak v testech, tak ve vyšetření za pomoci EEG, kdy bude porovnáván rozdíl ve výsledcích testů mezi kontrolní a experimentální skupinou. Ke zpracování dat bude využit statistický program SPSS. K porovnání prvního měření bude použit **nepárový Studentův t-test**. T-test lze však použít jen v případě, že data mají normální rozdělení. Toto si můžeme ověřit pomocí testů normality, jako jsou například Kolmogorův-Smirnovův či Shapiro-Wilkův test normality. Rovněž je nápomocné interpretovat Q-Q graf, zvláště proto, že testy normality jsou, zejména pro oblast humanitních věd, příliš přísné. V případě, že usoudíme na nenormalitu dat, budeme nuceni využít neparametrického testu, a to konkrétně **Wilcoxonova nepárového testu pro nezávislé výběry**. Druhou podmínkou použití Studentova t-testu je shoda rozptylů, kterou ověříme za pomoci Levenova testu. V případě, že by tato podmínka nebyla splněna, je potřeba využít **Welchův test**, tedy t-test pro neshodné rozptyly.

Po intervenci bude ověřován rozdíl ve výsledcích testů prvního testování a druhého testování u kontrolní skupiny. Tento rozdíl bude ověřován i u skupiny experimentální. V obou případech bude použit **Studentův párový t-test**. Znovu je nutné ověřit normalitu rozložení dat. Postup je stejný jako v předchozím případě. Pokud usoudíme na nenormalitu rozdělení dat, využijeme **Wilcoxonova párového testu pro závislé výběry**. Shoda rozptylů zde není podmínkou.

Rovněž je potřeba ověřit rozdíl mezi výsledky kontrolní a experimentální skupiny po intervenci. K tomuto výpočtu opětovně využijeme **nepárový Studentův t-test**, jako tomu bylo v případě prvním. Postup je shodný, je proto nutné porovnat shodu rozptylů a ověřit normalitu rozložení dat.

Pokud bude zjištěn signifikantní rozdíl na hladině významnosti 0,05 při porovnání výsledků před a po intervenci v případě kontrolní skupiny, bude zamítnuta nulová hypotéza a přijata hypotéza alternativní: Výsledky před a po klasické rehabilitaci se liší, tudíž rehabilitace má vliv na pozornost, paměť či exekutivních funkce. Rovněž pokud bude zjištěn signifikantní rozdíl na hladině významnosti 0,05 u experimentální skupiny, může být zamítnuta nulová hypotéza a lze říci, že EEG biofeedback má vliv na pozornost, paměť či exekutivní funkce. Z výsledků je možno zjistit vliv rehabilitace na každou z kognitivních funkcí zvlášť. Pokud jsou průměry výsledků z testu vyšší po intervenci, byla ověřena hypotéza č.1, došlo ke zlepšení pozornosti, paměti či exekutivních funkcí u obou skupin.

K ověření druhé hypotézy bude porovnáván rozdíl mezi výsledky kontrolní a experimentální skupiny po intervenci na hladině významnosti 0,05. Pokud je rozdíl signifikantní, bude přijata hypotéza alternativní. Lze říci, že vliv EEG biofeedbacku a klasické rehabilitace se liší. Jako u předchozího příkladu je nutné zkontrolovat průměry výsledků testu, pokud je průměr vyšší u experimentální skupiny, je možno přijmout hypotézu č.2. Porovnání výsledků obou skupin před intervencí slouží k tomu, abychom věděli, zdali se výsledky skupin signifikantně neliší již před začátkem rehabilitace.

Signifikantní rozdíl na hladině významnosti 0,05 bude sledován stejným způsobem u EEG záznamu. Pokud bude rozdíl prokázán, lze zamítnout nulovou hypotézu a přijmout hypotézu alternativní, čímž by byla ověřena hypotéza č.3, že EEG záznam se po intervenci změnil.

10. Diskuze

Efektivita metody EEG biofeedbacku byla ověřena zejména v oblasti poruch pozornosti ADD a ADHD a epilepsie (Kopřivová et al., 2008). Vzniklo i několik studií, které se zabývají její efektivitou v oblasti traumatického poškození mozku (Ayers, 1987; Hoffman et al., 1995; Hoffman et al., 1996; Tinius et al., 2008). Bohužel jen část z nich má takový metodologický design, abychom jejich výsledky mohli zobecnit.

Z tohoto pohledu by tato experimentální kontrolovaná a randomizovaná studie mohla částečně osvětlit účinnost tohoto přístupu v oblasti poškození mozku. Výhodou této studie je rovněž využití EEG záznamu, který umožňuje sledovat dopad intervence na fungování mozku.

I tato studie má svá úskalí, která zabraňují její výsledky dokonale generalizovat. Jedním z faktorů je nepochybně malý vzorek probandů, jelikož se jedná o velice specifickou skupinu osob, která byla ještě zúžená požadavkem na dobu od poškození. Rovněž stojí za zmínku nepoměr mezi počtem mužů a žen ve vzorku, s kterým se typicky potýkáme v oblasti traumatického poškození mozku.

Vzorek je rovněž nehomogenní v oblasti osobnostních charakteristik, které nám nejsou známy a také v míře narušení pozornosti, paměti a exekutivních funkcí, což rovněž může ovlivňovat výsledek studie. Stejně tak, jako různorodé oblasti a příčiny poškození mozku.

Otázkou také je, zdali je dostatečné měřit efekt intervence již po 1 týdnu. Tímto způsobem nemůžeme příliš usuzovat na dlouhodobý efekt rehabilitace. V budoucích studiích by bylo nepochybně vhodné měřit efekt intervence po jejím skončení a rovněž například za 3 měsíce.

Rovněž by bylo přínosné využít v dalších výzkumech nejen kontrolní skupiny s odlišným typem rehabilitace, ale také placebo kontrolní skupinu, která by podstupovala pouze EEG trénink s náhodnou zpětnou vazbou. V takovém to případě by mohla být vytvořena i dvojité zaslepená studie, kdy probandi ani pracovníci by si nebyli vědomi, která skupina podstupuje pouze placebo trénink a která skutečný EEG biofeedback.

Závěr

Literárně přehledová část této práce představuje náhled do oblasti využití počítačových technologií v oblasti neuropsychologické rehabilitace u pacientů po poranění hlavy a mozku. Úvodní kapitola se věnuje problematice neuropsychologické rehabilitace jako takové. Jsou zde začleněny základní rehabilitační modely, přístupy a rovněž jejich východiska.

V dalších kapitolách je nastíněna problematika třech rehabilitačních metod, ve kterých nalezneme uplatnění počítačových technologií, jsou jimi počítačové programy, virtuální realita a neurofeedback. V části týkající se počítačových programů tvoří významnou podkapitulu jejich efektivita a výhody či nevýhody jejich využití. Rovněž jsou zde ve zkratce popsány jedny z nejužívanějších profesionálních rehabilitačních programů a můžeme zde nalézt i oblasti jejich aplikace.

Stať týkající se virtuální reality se zabývá jejími výhodami a možnostmi aplikace. Významnou část tvoří zejména podkapitola zabývající se efektivitou aplikace virtuální reality v neuropsychologické rehabilitaci. Z této části je zjevné, že virtuální realita je v psychologické intervenci do jisté míry spíše novinkou a o její účinnosti v této oblasti v současné chvíli nemůžeme učinit vědecky podložené závěry.

Poslední teoretickou kapitolu tvoří shrnutí poznatků o metodě EEG biofeedback, která je některými odborníky zavrhována a jinými pro změnu vyzdvihována. V této části nalezneme krátké shrnutí jejího principu a východisek. Efektivita v různých aplikacích, a to zejména v oblasti traumatického poškození mozku, představuje podstatnou část této kapitoly.

Závěrečnou část představuje návrh výzkumného projektu zabývajícího se účinností neurofeedbacku v rehabilitaci deficitů paměti, pozornosti a exekutivních funkcí u pacientů s traumatickým poškozením mozku. Jedná se o experimentální kontrolovanou a randomizovanou studii, ve které kontrolní skupina podstupuje klasický typ rehabilitace. Sledovány jsou nejen změny v oblasti kognitivních funkcí, ale rovněž proměny záznamu EEG.

Tato práce představuje pouze nástin současných možností využití moderních technologií v oblasti neuropsychologické rehabilitace. Měla by vést zejména k zamyšlení nad jejich efektivitou a možnostmi, které nám nabízejí. Rovněž by měla pobízet ke studiu jejich účinnosti za pomoci metodologicky kvalitních výzkumů.

II. Seznam použité literatury

- Ayers, M. (1987). Electroencephalographic neurofeedback and closed head injury of 250 individuals. *Head Injury Frontiers*. Washington, D.C.: Head Injury Foundation, 380-392.
- Batchelor, J., Shores, E., Marosszeky, J., Sandanam, J., & Lovarini, M. (1988). Focus on clinical research. Cognitive rehabilitation of severely closed-head-injured patients using computer-assisted and noncomputerized treatment techniques. *Journal of Head Trauma Rehabilitation*, 3(3), 78-85.
- Benešová, M., Preiss, Kulišťák, P. (2009). Neuroplasticita lidského mozku a její význam pro psychologii. *Československá psychologie*, 53(1), 10-16.
- Bracy, O., Oakes, A., Cooper, R., Watkins, D., Watkins, M., Brown, D., & Jewell, C. (1999). The effects of cognitive rehabilitation therapy techniques for enhancing the cognitive/intellectual functioning of seventh and eighth grade children. *Cognitive Technology*, 4(1), 19-27.
- BrainJogging. *O BRAINJOGGINGU* (2015). Retrieved April 22, 2015, from:
<http://www.brainjogging.cz/>
- Brooks, B. (1999). Route Learning in a Case of Amnesia: A Preliminary Investigation into the Efficacy of Training in a Virtual Environment. *Neuropsychological Rehabilitation*, 9(1), 63-76.
- Buffery, A., & Burton, A. (1982). Information processing and redevelopment: towards a science of neuropsychological rehabilitation. In Burton, A. *The Pathology and psychology of cognition*. New York: Methuen, 164-182.
- Cantor, D. (2009). Applying advanced methods in clinical practice. In Budzynski, T. *Introduction to quantitative EEG and neurofeedback: advanced theory and applications*. Amsterdam: Academic Press/Elsevier, 63-79.
- Centers for Disease Control and Prevention. (2014). *Rates of TBI-related Emergency Department Visits, Hospitalizations, and Deaths — United States, 2001–2010*. Retrieved April 22, 2015, from:
<http://www.cdc.gov/traumaticbraininjury/data/rates.htm>

- CogniFit. (2015) *Cognifit*. Retrieved April 22, 2015, from: <https://www.cognifit.com/>
- Croisile, B., Miner, D., Bélier, S., Noir, M., & Tarpin-Bernard, F. (2008). *Online Cognitive Training Improves Cognitive Performance*. Retrieved April 22, 2015, from: <http://www.happy-neuron.com/rsc/hn4/docs/Online%20Cognitive%20Training%20Improves%20Cognitive%20Performance.pdf>
- De Luca, R., Calabrò, R., Gervasi, G., De Salvo, S., Bonanno, L., Corallo, F., De Cola, M., & Bramanti, P. (2014). Is computer-assisted training effective in improving rehabilitative outcomes after brain injury? A case-control hospital-based study. *Disability and Health Journal*, 7(3), 356-360.
- Diamant, J., Hakkaart, P. (1989). Cognitive rehabilitation in an information-processing perspective: Cognitive Rehabilitation. *Cognitive Rehabilitation*, 7(1), 22-26.
- Diamond, B., Brooks, B., & Rose, F. (2003). The use of virtual reality in memory rehabilitation: Current findings and future directions. *NeuroRehabilitation*, 18(2), 147-157.
- EEG Biofeedback. (2011). *O metodě*. Retrieved April 22, 2015, from: <http://www.eegbiofeedback.cz/o-metode>
- Falconer, J. (2014). Computers and brain injury: some guidelines for rehabilitation. Retrieved April 22, 2015, from: <http://www.brain-train.com/articles/computer.htm>
- Gregorová, I. (2006). Trénink pozornosti metodou EEG-biofeedback u pacientů po poranění mozku (Disertační práce). Univerzita Karlova v Praze, Praha.
- HAPPYneuron. (2015). *What Is The HAPPYneuron Method?*. Retrieved April 22, 2015, from: <http://www.happy-neuron.com/>
- Hardt, J., & Kamiya, J. (1978). Anxiety change through electroencephalographic alpha feedback seen only in high anxiety subjects. *Science*, 201(4350), 79-81.
- Hoffman, D., Stockdale, S., Hicks, L., & Schwaninger, J. (1995). Diagnosis and Treatment of Head Injury. *Journal of Neurotherapy*, 1(1), 14-21.
- Hoffman, D., Stockdale, S., & Van Egren, L. (1996). EEG neurofeedback in the treatment of mild traumatic brain injury [Abstract]. *Clinical Electroencephalography*, 27(2), 6.

- Chen, S., Thomas, Glueckauf, R., & Bracy, O. (1997). The effectiveness of computer-assisted cognitive rehabilitation for persons with traumatic brain injury. *Brain Injury, 11*(3), 197-209.
- Christensen, A., Caetano, C. (1996). Alexandr Romanovich Luria (1902-1977) : Contributions to Neuropsychological Rehabilitation. *Neuropsychological rehabilitation, 6*(4), 279-304.
- Kober, S., Wood, G., Hofer, D., Kreuzig, W., Kiefer, M., & Neuper, C. (2013). Virtual reality in neurologic rehabilitation of spatial disorientation. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation, 17*(10), 17-31.
- Kopřivová, J., Brunovský, M., Praško, J., & Horáček. (2008). EEG biofeedback a jeho využití v klinické praxi. *Psychiatrie, 12*(1), 10-17.
- Kulišťák, P. (2011). *Neuropsychologie*. Praha: Portál.
- Lantz, D., & Serman, M. (1988). Neuropsychological Assessment of Subjects with Uncontrolled Epilepsy: Effects of EEG Feedback Training. *Epilepsia, 29*(2), 163-171.
- Laver, K., Lim, F., Reynolds, K., George, S., Ratcliffe, J., Sim, S., & Crotty, M. (2012). Virtual Reality Grocery Shopping Simulator: Development and Usability in Neurological Rehabilitation. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments, 21*(2), 183-191.
- Lippert-Grüner, M. (2009). *Trauma mozku a jeho rehabilitace*. Praha: Galén.
- Lippertová-Grünerová, M. (2005). *Neurorehabilitace*. Praha: Galén.
- Lubar, J., & Shouse, M. (1976). EEG and behavioral changes in a hyperkinetic child concurrent with training of the sensorimotor rhythm (SMR). *Biofeedback and Self-Regulation, 1*(3), 293-306.
- Lucca, L., Candelieri, A., & Pignolo, L. (2011). Application of Virtual Reality in Neuro-Rehabilitation: An Overview. In Kim, E. *Virtual Reality*. Croatia: InTech, 429-442.
- Lynch, W. (2002). Historical Review of Computer-Assisted Cognitive Retraining. *Journal of Head Trauma Rehabilitation, 17*(5), 446-457.

- Maňasová, K. (2013). *Počítačová rehabilitace kognitivních funkcí. Možnosti programu HAPPYneuron Brain Jogging.* (Diplomová práce). Univerzita Karlova v Praze, Praha.
- Marušan, M., Kulišťák, P., & Zara, J. (2006). Virtual Reality in Neurorehabilitation: Mental Rotation. *Third Central European Multimedia and Virtual Reality Conference*. Retrieved April 22, 2015, from: <http://dcgi.felk.cvut.cz/home/zara/papers/MarusanKulistakZara-CEMVRC06.pdf>
- May, G., Benson, R., Balon, R., & Boutros, N. (2013). Neurofeedback and traumatic brain injury: A literature review. *Annals of Clinical Psychiatry*, 25(4), 289-296.
- Middleton, D. (1991). Neuropsychological rehabilitation: Microcomputer-assisted treatment of brain-injured adults. *Perceptual and Motor Skills*, 72(2), 527-530.
- Monastra, V., Monastra, D., & George, S. (2002). The Effects of Stimulant Therapy, EEG Biofeedback, and Parenting Style on the Primary Symptoms of Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 27(4), 231-249.
- Moore, N. (2005). The Neurotherapy of Anxiety Disorders. *Journal of Adult Development*, 12(2-3), 147-154.
- Penn, P., Rose, F., & Johnson, D. (2009). Virtual enriched environments in paediatric neuropsychological rehabilitation following traumatic brain injury: Feasibility, benefits and challenges. *Developmental Neurorehabilitation*, 12(1), 32-43.
- Powell, T. (2010). *Poškození mozku: praktický průvodce pro terapeuty, rodinné příslušníky a pacienty*. Praha: Portál.
- Preiss, M. (1998). Rehabilitace psychických funkcí pomocí počítačů. In Preiss, M. *Klinická neuropsychologie*. Praha: Grada, 235-256.
- Preiss, M. (2006). Základy klinické neuropsychologie. In Preiss, M., & Přikrylová Kučerová, H. *Neuropsychologie v psychiatrii*. Praha: Grada, 48-67.
- Preiss, M, Preiss J. (2006) *Test cesty*. Brno: Psychodiagnostika.
- Psychological Software Services. (2014). *PSSCogRehab*. Retrieved April 22, 2015, from: <https://www.psychological-software.com/psscogrehab.html>

- RehaCom. (2015). *About RehaCom*. Retrieved from: <http://rehacom.us/>
- Reitan, R. M. (1994). Ward Halstead's contributions to neuropsychology and the Halstead-Reitan neuropsychological. *Journal Of Clinical Psychology*, 50(1), 47-70.
- Rizzo, A., Buckwalter, J., & Neumann, U. (1997). Virtual Reality and Cognitive Rehabilitation: A Brief Review of the Future. *Journal of Head Trauma Rehabilitation*, 12(6),1-15.
- Rizzo, A., Schultheis, M., Kerns, K., & Mateer, C. (2004). Analysis of assets for virtual reality applications in neuropsychology. In Gregor, P., & Newell, A. *Technology in Cognitive Rehabilitation: A Special Issue of Neuropsychological Rehabilitation*. Great Britain: Psychology Press, 207-240.
- Rodriguez, M. (2006). Úvod do problematiky neuropsychologické rehabilitace. In Preiss, M., Příkrylová Kučerová, H. *Neuropsychologie v psychiatrii*. Praha: Grada, 210-235.
- Rose, F., Attree, E., Brooks, B., & Andrews, T. (2001). Learning and Memory in Virtual Environments: A Role in Neurorehabilitation? Questions (and Occasional Answers) from the University of East London. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 10(4), 345-358.
- Rossiter, D., & La Vaque, T. (1995). A Comparison of EEG Biofeedback and Psychostimulants in Treating Attention Deficit/Hyperactivity Disorders. *Journal of Neurotherapy*, 1(1), 48-59.
- Ruff, R., Baser, C., Johnston, J., Marshall, L., Klauber, S., Klauber, M., & Minter, M. (1989). Neuropsychological rehabilitation: An experimental study with head-injured patients. *Journal of Head Trauma Rehabilitation*.4(3), 20-36.
- SAMCO. (2015). *SAMCO*. Retrieved April 22, 2015, from: <http://www.neurop.de/>
- Šebková, L. (2013). Využití programu Neurop-3 v logopedické intervenci osob po cévní mozkové příhodě (Diplomová práce). Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc.
- Shallice, T. (1982). Specific impairments of planning. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 298 (1089), 199-209.

- Shamah, D. (2008). Israeli company leads the gray product revolution. *ISRAEL21c*. Retrieved April 22, 2015, from: <http://www.israel21c.org/health/israeli-company-leads-the-gray-product-revolution-video/>
- Schoenberg, M., Ruwe, W., Dawson, K., McDonald, N., Houston, B., & Forducey, P. (2008). Comparison of functional outcomes and treatment cost between a computer-based cognitive rehabilitation teletherapy program and a face-to-face rehabilitation program. *Professional Psychology: Research and Practice, 39*(2), 169-175.
- Schreiber, M. (1999). Potential of an Interactive Computer-based Training in the Rehabilitation of Dementia: An Initial Study. *Neuropsychological Rehabilitation, 9*(2), 155-167.
- Schuhfried. (2015). *Catalog "CogniPlus: Training cognitive functions"*. Retrieved April 22, 2015, from: <http://www.schuhfried.com/>
- Schultheis, M., & Rizzo, A. (2001). The application of virtual reality technology in rehabilitation. *Rehabilitation Psychology, 46*(3), 296-311.
- Schwanzarová, R. (2009). *Diagnostika pozornosti neuropsychologickým programem Neurop-2* (Diplomová práce). Masarykova Univerzita, Brno.
- Šplíchal, J., Angerová, Y. (1998). Dlouhodobá komprehenzivní rehabilitace pacientů po traumatickém nebo jiném poškození mozku. In Preiss, M. *Klinická neuropsychologie*. Praha: Grada, 148-163.
- Sterman, M., & Egner, T. (2006). Foundation and Practice of Neurofeedback for the Treatment of Epilepsy. *Applied Psychophysiology and Biofeedback, 31*(1), 21-35.
- Sterman, M., & Friar, L. (1972). Suppression of seizures in an epileptic following sensorimotor EEG feedback training. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology, 33*(1), 89-95.
- Stein, H. (2009). Keeping your mind sharp with Israel's CogniFit. *ISRAEL21c*. Retrieved April 22, 2015, from: <http://www.israel21c.org/health/keeping-your-mind-sharp-with-israels-cognifit/>
- Svoboda, M. (1999). Testové metody. In Svoboda, M. *Psychologická diagnostika dospělých*. Praha: Portál, 45-146.

- Tarpin-Bernard, F., & Croisile, B. (2012). *Conditions for Maximizing Effects of 90 Days of Brain Training*. Retrieved April 22, 2015, from:
http://www.scientificbraintrainingpro.com/rsc/sbtpro_docs/conditions-for-maximizing-of-90-days-of-brain-training.pdf
- Telecká, S. (2013). *WCST - Wisconsinský test třídění karet*. Hogrefe – Testcentrum, Praha
- Thatcher, R. (2009). EEG Evaluation of traumatic brain injury and EEG biofeedback treatment. In Budzynski, T. *Introduction to quantitative EEG and neurofeedback: advanced theory and applications*. Amsterdam: Academic Press/Elsevier, 269-294.
- Tinius, T., & Tinius, K. (2008). Changes After EEG Biofeedback and Cognitive Retraining in Adults with Mild Traumatic Brain Injury and Attention Deficit Hyperactivity Disorder. *Journal of Neurotherapy*, 4(2), 27-44.
- Turner, W., & Casey, L. (2014). Outcomes associated with virtual reality in psychological interventions: where are we now?. *Clinical Psychology Review*, 34(8), 634-644.
- ÚZIS ČR. (2013). *Hospitalizovaní v nemocnicích 2012*. Retrieved April 22, 2015, from:
<http://www.uzis.cz/katalog/zdravotnicka-statistika/hospitalizovani>
- Welcome to the brain gym. (2004). *ISRAEL21c*. Retrieved April 22, 2015, from:
<http://www.israel21c.org/technology/welcome-to-the-brain-gym/>
- Wilson, B., Evans, J., Emslie, H., & Malinek, V. (1997). Evaluation of NeuroPage: a new memory aid. *Journal of Neurology, Neurosurgery*, 63(1), 113-115.
- Yip, B., & Man, D. (2009). Virtual reality (VR)-based community living skills training for people with acquired brain injury: A pilot study. *Brain Injury*, 3(13-14), 1017-1026.

III. Seznam obrázků

Obrázek 1 - CogniFit - Trénink orientace.....	21
Obrázek 2 - CogniFit - Trénink obecných dovedností.	21
Obrázek 3 - CogniPlus – Trénink pozornosti.	22
Obrázek 4 - CogniPlus – Trénink dlouhodobé paměti.	23
Obrázek 5 - HAPPYneuron - Trénink jazykových dovedností.	24
Obrázek 6 - HAPPYneuron - Trénink uvažování.	24
Obrázek 7 - Neurop 3 - Úvodní obrazovka s nabídkou her.	25
Obrázek 8 - RehaCom - Trénink exekutivních funkcí – nakupování.	26
Obrázek 9 - RehaCom - Trénink prostorové orientace.	27
Obrázek 10 - PSS CogRehab - Trénink prostorové paměti.	28
Obrázek 11 - PSS CogRehab - Trénink řešení problémů.	28