

UNIVERZITA KARLOVA
Fakulta tělesné výchovy a sportu

DIPLOMOVÁ PRÁCE

2023

Bc. Lada Špidlenová

UNIVERZITA KARLOVA
Fakulta tělesné výchovy a sportu

**Změny elektrické mozkové aktivity hodnocené pomocí
sLORETA v průběhu cílené emoční stimulace**

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce:

MUDr. David Pánek, Ph.D.

Vypracovala:

Bc. Lada Špidlenová

Praha, duben 2023

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem závěrečnou (bakalářskou/diplomovou) práci zpracoval/a samostatně a že jsem uvedl/a všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze, dne

.....

Bc. Lada Špidlenová

Evidenční list

Souhlasím se zapůjčením své diplomové práce ke studijním účelům. Uživatel svým podpisem stvrzuje, že tuto diplomovou práci použil ke studiu a prohlašuje, že ji uvede mezi použitými prameny.

Jméno a příjmení:

Fakulta / katedra:

Datum vypůjčení:

Podpis:

Poděkování

Cítím vděčnost za možnost realizace práce pod vedením MUDr. Davida Pánka Ph.D., který svým klidným, věcným přístupem dokáže vést a motivovat studenty v jejich osobním rozvoji a ukázat jim často skryté horizonty medicíny a práce fyzioterapeuta. Velký dík patří mým kolegyním Barboře Englerové a Alžbětě Remešové, se kterými jsme se navzájem podíraly i v momentech, kdy výzkumu nepřála doba ani technika. V neposlední řadě děkuji Mgr. Dominice Dvořáčkové za pomoc při realizaci výzkumu. S láskou, úctou, pokorou a vděčností vzpomínám na ty, kteří za mnou stáli.

Abstrakt

Název: Změny elektrické mozkové aktivity hodnocené pomocí sLORETA v průběhu cílené emoční stimulace

Cíle: Hlavním cílem této práce je porovnání změn elektrické mozkové aktivity pomocí programu sLORETA v průběhu cílené emoční stimulace, která probíhá prostřednictvím třítydenního tréninku vizuální imaginace. Elektrická mozková aktivita byla popsána pomocí povrchového EEG, vyhodnocení zdrojové mozkové aktivity proběhlo rovněž v programu sLORETA.

Metody: Výzkumné měření zahrnovalo měření elektrické aktivity mozku, jež jsme registrovali pomocí povrchového telemetrického 32 kanálového EEG přístroje Nicolet TM EEG Wireless Amplifier 32/64 firmy Natus Neurology z USA. EEG záznam byl snímán pomocí EEG čepice (Electro-Cap) s plochými registračními elektrodami. Celkový počet elektrod na čepici je 32 (Fp1, Fpz, Fp2, F7, F3, Fz, F4, F8, FC5, FC1, FC2, FC6, M1, T3, C3, Cz, C4, T4, M2, CP5, CP1, CP2, CP6, T5, P3, Pz, P4, T6, PO2, O1 Oz a O2) s rozmístěním dle mezinárodně platného systému 10–20. Impedanční odpor elektrod nepřevyšoval 10 k Ω , vzorkovací frekvence byla 512 Hz a pásmová propustnost 0,5–70 Hz. Získaná data byla následně zpracována pomocí programu NeuroGuide. Byl vybrán třicetisekundový bezartefaktový úsek, který byl následně exportován do sLORETA programu. Probandi byli rozděleni náhodným losem do tří různých skupin (pozitivní, neutrální a negativní) a každý z účastníků vyplnil před samotným měřením test živosti představitivosti The Vividness of Visual Imagery Questionnaire (VVIQ). Následoval třítydenní trénink, kdy každý účastník plnil úkol pozorování videa ve virtuální realitě (VR videa) a následně také úkol vizuální imaginace. Třikrát v týdnu sledoval video a imagoval chůzi. Při pozorování VR videa se speciálními 3D brýlemi na probanda působil vjem hudby (u pozitivní a negativní skupiny) či přirozené zvukové pozadí (u neutrální skupiny). Vjemy posazené negativně obsahovalo video negativní skupiny, pozitivně vnímané vjemy

video pozitivní skupiny a video neutrální skupiny neprošlo žádnými změnami oproti původní nahrávce. Při kontrolním měření se scénář opakoval, jako při měření prvním. Následně proběhlo vyhodnocování výsledků. Program sLORETA umožnil porovnání signálu EEG, porovnávali jsme signál při vstupním a kontrolním měření. Změny byly dále porovnávány v rámci jednotlivých skupin.

Výsledky: Výzkum potvrdil statisticky významnou diferenciaci snímaného signálu EEG v závislosti na emoční stimulaci u skupiny s negativní stimulací ve frekvenčním pásmu gamma v BA 47 při sledování VR. U neutrální a pozitivní skupiny nebyla změna potvrzena. Výsledky VVIQ testu neprokázaly, že by emoční stimulace ovlivnila výsledek testu.

Klíčová slova: mozková aktivita, imaginace pohybu, vizuální stimulace, zrcadlové neurony, emoce, VVIQ

Abstract

Name: Electrical cerebral activity changes during targeted emotional stimulation, evaluated by sLORETA

Goals: The main goal of this thesis is the comparison of electrical brain activity changes during targeted emotional stimulation.

Method: The research was conducted by measuring electrical cerebral activity using Natus Neurology 32-channel Nicolet™EEG Wireless Amplifier 32/64 device. The activity measurements were taken by an EEG Electro-cap with a total of 19 flat registration electrodes (Fp1, Fp2, F7, F3, Fz, F8, T5, T3, C3, Cz, C4, T4, T6, P3, Pz, 36 P4, O1, O2), placed in accord with the internationally used 10-20 system. The impedance resistance did not exceed 10 kΩ, with a sampling frequency of 512 Hz and a bandpass of 0,5–70 Hz. Resulting data was then processed using NeuroGuide programme. A 30s long, zero-artifact EEG section was then chosen to be exported to sLORETA programme.

Probandes were divided randomly into three research groups – positive, neutral and negative. Each proband was asked to pass the VVIQ imagination vividness questionnaire. In the next phase, each participant was asked to undergo a three week long imagination training programme, consisting of watching VR videos and targeted imaginations of walking, three times a week. While in the VR simulation, music and sound effect were being played to the probands to further increase the immersion of the simulation. A music which should evoke positive feelings was played to one group of probands, the reverse for the second, and no additional music was played during VR to the third group. To enhance reliability, the measurements were taken two times.

In the next step, the former and control EEG measurements were compared using sLORETA. The programme was also used to compare the groups.

Results: The research confirmed a statistically significant differentiation of the EEG-sensed signal as a function of emotional stimulation in the group with negative stimulation in the gamma frequency band at BA 47 during

VR monitoring. No change was confirmed in the neutral and positive groups. The results of the VVIQ test did not show that emotional stimulation affected the test result.

Keywords: brain activity, movement imagination, visual stimulation, mirror neurons, VVIQ

Seznam zkratek

ABEP (aplikované elektrofyziologie mozku)

ASIA American Spinal Injury Association

BA Brodmannova area

CT výpočetní tomografie

3D trojdimenzionální obraz

EBM evidence base medicine

EEG elektroencefalografie

ERP evokované potenciály

ERD event-related desynchronizace

fMRI funkční magnetická rezonance

FTVS UK Fakulta tělesné výchovy a sportu Univerzity Karlovy

MRI magnetická rezonance

NMRI nukleární magnetické rezonance (NMR)

sk. skupina

sLORETA low-resolution brain electromagnetic tomography

UK Universita Karlova

VR brýle brýle pro sledování virtuální reality

VR virtuální realita

VR video upravené pro sledování virtuální reality

VVIQ Vividness of Visual Imagery Questionnaire

Obsah

1 ÚVOD.....	10
2 TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRÁCE.....	12
2.1 Emoce	12
2.2 Paměť.....	15
2.3 Paměť a emoce.....	16
2.4 Vyvolání emocí pomocí hudby.....	17
2.5 Zobrazovací metody	18
2.5.1 Elektroencefalografie.....	19
2.6 Zrcadlové neurony	25
2.7 The Vividness of Visual Imagery Questionnaire.....	26
3 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST	28
3.1 Cíle a úkoly práce, hypotézy.....	28
3.1.1 Cíle práce	28
3.1.2 Úkoly práce.....	28
3.1.3 Výzkumné otázky	28
3.1.4 Hypotézy.....	29
4 METODIKA PRÁCE	30
4.1 Charakteristika souboru	30
4.2 Použité metody	31
4.3 Sběr dat a průběh měření	31
4.4 Analýza dat a vyhodnocení dat.....	35
5 VÝSLEDKY	37
5.1 Statistické vyhodnocení vstupního měření sledování chůze ve virtuální realitě po a před třítydenním tréninkem imaginace (VR OE 2 X VR OE 1) v průběhu pozitivního, neutrálního a negativního emočního ladění.....	37
5.2 Statistické vyhodnocení vstupního a kontrolního měření imaginace chůze po a před třítydenním tréninku imaginace (IMAG CE 2 X IMAG CE 1) v průběhu pozitivního, neutrálního a negativního emočního ladění.....	38
5.3 Statistické vyhodnocení dotazníku The Vividness of Visual Imagery Questionnaire (VVIQ) při vlivu pozitivního, neutrálního a negativního emočního ladění.....	39
6 DISKUZE	40
6.1 Diskuze k hypotéze č. 1	40
6.2 Diskuze k hypotéze č. 2	41
6.3 Diskuze k hypotéze č. 3	42
6.4 Limity studie	43
7 ZÁVĚR	44

Seznam použité literatury	45
Seznam obrázků.....	52
Seznam tabulek.....	53
Seznam příloh	54

1 ÚVOD

Vliv emocí ve světě moderní medicíny je předmětem řady studií. Častou překážkou bývá problematika měření emočního prožívání. Jeho neuchopitelnost vede k nejasnostem a často brání realizaci kvalitních jednoznačných výzkumů. Možnost přesného měření by přinesla pokroky nejen do oblasti medicíny, kde o emocích mluví například Nešpor (2011), Rokyta a Höschl (2014), ale také do jiných vědeckých disciplín jako například do psychologie (Stuchlíková 2002), adiktologie (Kalina 2013), forezních věd (Boukalová 2015) a dalších.

Dosavadní poznatky sbírají informace prostřednictvím měření soustředících se na fyziologické změny (teplota, tlak, tep, odpor kůže) a prostřednictvím elektromyografie (Ponari a spol. 2012)

Další možnosti zobrazení mozkové aktivity představuje Kopeček (2015). Moderní medicína využívá také počítačovou tomografii (CT), magnetickou rezonanci (MRI) a elektroencefalografii (EEG).

Metody, které se zaměřují na změnu aktivity sympatiku, nedokáží určit polaritu působení podnětu. Zobrazovací techniky mozku oproti nim přinášejí hlubší náhled. Krom detekce prožívání emocí odhalují další rozměr, a to libost nebo nelibost, kterou podnět na člověka působí. Z popisu elektrické nebo metabolické aktivity mozku lze vyčíst, které oblasti při působení podnětu vykazovaly vyšší aktivitu, a jak spolu navzájem souvisely (Vlček 2007).

Domnívám se, že by zdrojem potenciálně cenných informací mohla být právě elektroencefalografie, které se v diplomové práci věnuji. Cílem práce je zjistit, zda má cílená emoční stimulace vliv na elektrickou aktivitu mozku. Cílenou emoční stimulaci jsme působili na probandy během devíti tréninků sledování virtuální reality. Porovnávali jsme mezi sebou mozkovou aktivitu hodnocenou pomocí programu sLORETA mezi kontrolním a vstupním měřením.

Teoretická část této práce se věnuje problematice emocí. Dotýká se oblasti vlivu emocí na paměť a učení, zrcadlových neuronů a rozebírá zobrazení mozkové aktivity pomocí EEG.

Motivací pro zpracování tohoto tématu byl optimistický pohled na budoucnost významu emocí ve vědě. Přesto, že jsou emoce součástí každého momentu našeho života,

jejich zapojení do výzkumů na poli medicíny a psychologie představuje obtížný úkol. Prohloubení poznání z oblasti emocí přinese klíč k hlubšímu pochopení prožívání člověka a umožní rozvoj dalších výzkumů pracujících s emocemi.

2 TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRÁCE

2.1 Emoce

Dosud neexistuje jedna ustálená definice. Emoce můžeme například popsat jako individuální, subjektivní reakci člověka na prožívání nebo jako stav dosažený odklonem od rovnováhy s okolím, který vypovídá o vztahu jedince k působícímu vnitřnímu nebo vnějšímu podnětu. V literatuře se setkáváme s používáním pojmu citu jako synonyma ke slovu emoce (Petrušek, 2006).

Z neurobiologického hlediska emoce popisuje Poláčková Šolcová (2018). Biologický základ emocí tvoří nervová soustava a centrální nervový systém. Hlavní centra představuje mozkový kmen, hypothalamus a archaické podkorové oblasti limbického systému amygdala a hypokampus. Pokročilá emoční regulace závisí na ontogenezi, zejména na dozrávání frontálních a prefrontálních oblastí mozkové kůry. Postupem vývoje a získávání zkušeností vnímá jedinec emoce jako složitější a komplexnější jevy, které významně ovlivňují jeho chování ve společnosti. V tomto pojetí mluvíme o emocích jako o afektivních jevech, které bývají rozdělovány a dávány do kategorií dle různých autorů.

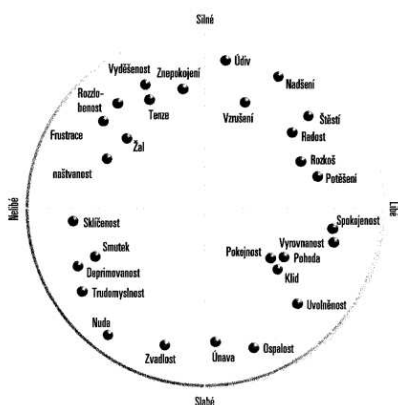
Máme za to, že se první snahy o vědecký přístup k emocím objevily už ve starověku, například v Hippokratově díle Corpus Hippocraticum (Kliment 2002).

Setkáváme se zde s teorií o čtyřech základních tekutinách člověka, která s emocemi pracuje. Za jednoho z předchůdců moderních teorií můžeme považovat Descarta. Pojmenoval šest vášní, které označoval za primitivní. Jednalo se o nenávisť, zázrak, lásku, radost, touhu a smutek (Descartes, Voss 1989).

Rozličné přístupy a koncepce zkoumání emocí napříč historií popisuje Slaměník (2011). První uznávané teorie emocí pochází z konce devatenáctého století od W. Jamese a C. Lange, kteří popisují sled prožívání emocí jako prvotní vnitřní reakci na základě percepce a následné fyziologické procesy a změny patrné zevně. Koncept byl brzy překonán, když W. B. Cannon sestavil teorii inspirovanou kritikou předchozích. Po doplnění od P. Barda vznikla Cannon-Bardova thalamická teorie, která přisuzuje významnou roli původu emocí thalamu, který spolupracuje s mozkovou kůrou. Ani Cannon a Bard neunikli kritice. Objevují se další pohledy na vysvětlení vzniku a fungování emocí. E. Duffýová přičítá příčinu vzniku emocí vnitřní energii, která se při

mobilizaci projevuje právě vznikem emoce. D. B. Lindsley na základě neurofyziologických výzkumů přichází s Aktivační teorií. Tvrdí, že fyziologické a psychologické procesy společně vedou k aktivaci, kterou vnímá jako schopnost adaptace na nastalou situaci. Intenzivnější emoce podle něj odkazuje na vyšší stupně aktivace (působením thalamu na mozkovou kůru). Další teorie přicházely zejména v souladu s novými poznatky z neurofyziologie. Spolu s objevením vztahu mezi emocemi a dalšími subkortikálními oblastmi (thalamus, hypothalamus, retikulární formace, limbický systém, čelní laloky kortexu) přišla ve čtyřicátých letech 20. století viscerální teorie emocí. Papez říká, že sensorické podněty pocházejí jak z těla, tak z vnějšího prostředí a informace o nich se šíří do thalamu, odkud pokračují po třech různých drahách do bazálních ganglií, neokortexu a limbického systému. Pozdější výzkumy na konci dvacátého století se dají rozdělit do dvou větví, které buď potvrzují a rozvíjejí důležitost limbického systému v prožívání emocí, nebo naopak považují za stěžejní pouze jeho část – amygdalu.

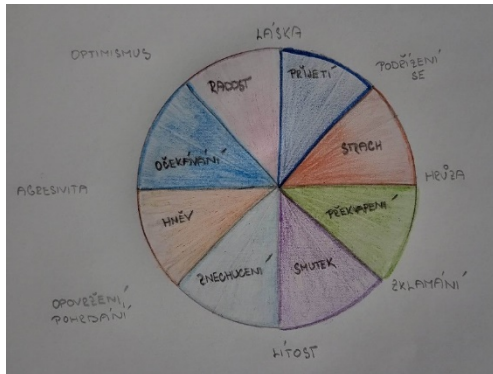
Některé z modernějších teorií emocí popisuje Vlček (2007). V šedesátých letech 20. století přišel Silvan Tomkins s teorií Diskrétních emocí, o kterých mluví jako o souboru multikulturně společných emočních stavů. Autoři Pavel Ekman a Wallace V. Friesen přispěli stanovením základu šesti diskrétních emocí (strach, znechucení, hněv, smutek, překvapení, štěstí). Další příspěvek patří René Plutchikovi, který vytvořil Plutchikovo barevné kolo emocí. Používá osm různých barev pro osm základních emocí, přičemž jsou emoce s opačným významem umístěné naproti sobě. Další princip kola představuje skládání dvojic, kdy dostáváme k základním ještě 8 odvozených emocí. K elektrofyziologickému pohledu na emoce se dostáváme u Jamese Russella, který emočním stavům přiřadil body dvoudimenzionálního prostoru. Emoce rozdělil na slabé a silné, libé a nelibé (libé silné, libé slabé, nelibé silné či nelibé slabé). Podle umístění můžeme říci, jakou míru libosti nebo nelibosti, a jakou míru nabuzení emoce nese (viz obrázek číslo 1).



Obrázek 1 Kruhový model výčtu emocí (Russell, 1980)

Hledáním odpovědných center emocí se zabývala řada autorů. Jednu z průkopnických teorií představuje neuroendokrinní teorie emocí pocházející od J. P. Henryho. Henry vytvořil ucelený systém, který popisuje neuroendokrinní vlivy. Věnoval se například funkci kortexu, mozkového kmene a limbického systému z pohledu emočních procesů. Další možnost přístupu představuje neuropsychologická teorie, se kterou přišel J. E. LeDoux. Autor při přístupu k emocím poukazuje především na periferní a centrální nervový systém, funkci neurotransmiteru zde představuje acetylcholin a noradrenalin. Acetylcholin plní funkci neurotransmiteru pro sympatikus i parasympatikus autonomního periferního nervového systému, kdežto noradrenalin umožňuje přenos pouze na postgangliových nervech sympatiku. Složitější fyziologické základy naznačují důležitost diferenciatnějšího přístupu a poukazují na nedostatečnou přesnost konceptu limbického systému. LeDoux tvrdí, že významnou roli při prožívání emocí sehrává amygdala. Představuje součást neurálního systému, který zajišťuje emoční procesy a některé další funkce, například přiřazování subjektivního významu každému podnětu. Další z modelů pro popis funkce a lokace mozkových center přinesli W. Hellerová a J. B. Nitschke. Objevili asymetrickou aktivitu přední mozkové kůry pomocí studie alfa vln EEG při zkoumání aktivity mozku v jednotlivých regionech při stavech deprese. Výsledky studie se shodly s dalšími experimenty, které se mapování aktivity mozku věnovaly s pomocí emisní tomografie. Ukázalo se, že levá přední oblast mozkové kůry vykazuje menší aktivitu oproti pravé. Model dále poukazuje na pokles aktivity mozku ve spánkové a temenní oblasti pravé hemisféry (Stuchlíková 2002).

Kassin (2007), představitel jedné z modernějších teorií, vychází z Plutchikovy teorie a uznává šest základních typů: radost, hněv, překvapení, strach, smutek a znechucení (viz obrázek číslo 2). Každému, ze zmíněných procesů, odpovídá odlišná typická mimická reakce obličeje. Zmiňuje, že se objevují názory, že by do nejužšího výběru emocí měly být zařazeny také další, například zájem a přijetí. Pro zjednodušený výklad emocí doporučuje použití poznatků z jejich rozdělení do opačných pólů a popis intenzity.



Obrázek 2 Plutchikovo kolo emocí podle Kalendy (2012)

2.2 Paměť

Každá činnost, kterou vykonáváme, vyžaduje zapojení celé naší osobnosti. Po interakci se zevním prostředím probíhají ve vnitřním prostředí psychické jevy, změny ve formě nové zkušenosti. Jedním z psychických jevů je učení, které zahrnuje například schopnost přizpůsobit se prostředí, osvojit si dovednosti, postoje a návyky, měnit a rozvíjet psychické pochody. Učení zahrnuje procesy, které vedou k behaviorálním a mentálním změnám na základě životní zkušenosti. Při procesu učení záleží na paměti, vědomostní základně, kognitivní strategii (procesu vybavování a využívání informací), metakognici a metakognitivní strategii (vědomí o vlastní možnosti nést informace a zpracovat je) a na motivaci. Rozlišujeme tři hlavní typy učení - elementární, sociální a komplexní, do kterého řadíme senzomotorické učení dovedností (Čáp 2001).

Ukládání informací a zkušeností představuje složitý komplex několika systémů v závislosti na typu paměti. Paměť nejčastěji dělíme na deklarativní (explicitní) a nedeklarativní (implicitní). Zdá se, že oba systémy fungují nezávisle na sobě, při čemž spolu dokáží spolupracovat. Deklarativní paměť se pojí s hipokampem, který přijímá veškeré zachycené informace a zpracovává je. Po zpracování následuje převod a uložení do asociačních oblastí kůry mozku. Systém se dále úzce spojuje s temporálními, parietálními a z části okcipitálními oblastmi. Nedeklarativní paměť se odehrává především na nevědomé úrovni a rozhoduje zejména o osvojení a zapamatování

naučených percepčních dovedností a senzomotorických zkušeností (například schopnost chůze). Řadíme do ní také emoční paměť. Implicitní paměť se pojí se subkortikálními okruhy, zejména pak k bazálním gangliím a mozečku. Figuruje zde také amygdala, kterou spojujeme s emoční pamětí. Ukazuje se, že při reakci na vjem s emočním zabarvením v mnoha případech dojde k vzestupu produkce stresových hormonů. Emočně vypjatá situace pak může způsobit lepší zapamatování podnětů. (Mokrišová a spol. 2012).

Roli emocí v modulaci procesu učení potvrzuje i Kreutz a Lotze (2007). Zkoumání základních nervových struktur a funkce emocí představuje důležitý krok k porozumění komplexním procesům práce s přijímanými informacemi a jejich uchováním.

Cahill a spol. (1998) u nedeklarativního motorického učení navíc dodává, že si pro naučení nového nemusíme uvědomovat, že se učíme a co se učíme. Jako příklad uvádí studii, která proběhla s využitím funkční magnetické rezonance (fMRI). Účastník se měl v předem daném pořadí dotýkat palcem střídavě ostatních prstů, při čemž docházelo k aktivaci části motorické kůry mozku pro projekci prstů. Opakováním tréninku došlo ke zvýšení rychlosti provádění úkolu a velikosti aktivované oblasti motorické kůry. Změna přetrvala týdny po ukončení tréninku.

2.3 Paměť a emoce

O vlivu emocí na kognitivní schopnosti a paměť existuje řada výzkumů. Bower (1981) říká, že vyvolání smutné nebo pozitivní nálady ovlivní kognitivní procesy (volné asociace, imaginace v rámci fantazií, sociální vnímání, rychlé úsudky a paměť). Jako prostředek k vyvolání emocí byla ve výzkumu použita hypnóza. Část studie věnovaná paměti ukázala, že si účastník zapamatuje větší část příběhu, který laděním odpovídá jeho aktuální náladě. Prožívání negativních emocí vede k identifikaci s hlavní postavou příběhu, která rovněž prožívá negativní emoce (smutek), což podpoří zájem i paměť.

Dvojice Levine a Pizarro (2004) přispívá do oblasti zkoumání spojitostí mezi emocemi a pamětí kompletací již získaných poznatků. Autoři se ve většině výzkumů setkali s názorem, že emocionální události se pamatují lépe než neemocionální události. Možné vysvětlení přinášejí laboratorní studie, ve kterých ze zlepšení paměti připisuje uvolňování stresových hormonů (zejména adrenalinu) při prožívání silných emocí. Reakce pokračuje aktivací amygdaly, přes kterou dojde k aktivaci dlouhodobé paměti. Opět se setkáváme s názorem, že amygdala představuje důležitou část systému, který na neurální úrovni ovlivňuje paměť i emoční procesy.

Buchanan (2007) provedl kompletaci dosavadních poznatků týkajících se účinků emocí na kognitivní a neurologické děje. Ve své studii se zabývá oblastí kognitivní psychologie, učením zvířat a komplexními pracemi kognitivní neurovědy zaměřených na emoce a paměť. Zdroje se shodují, že vzpomínky na emočně zabarvené události si připomínáme a pamatujeme s větší přesností než události bez emočního zabarvení. Pro mapování neurologické aktivity se ve výzkumech nejčastěji objevují metody využívající evokované potenciály (ERP) a fMRI. Výzkumy se zde zaměřují na aktivaci oblastí mozkové kůry, při čemž vycházejí z poznatků, že aktivace probíhá nejen při působení podnětu, ale také při jeho vybavení nebo představě. Zmíněný podnět zde zastupují vzpomínky a emoční prožitky.

Jäncke (2008) přispívá studií věnující se tématu hudby a paměti. Souhlasí s tvrzeními, že emoce zlepšují paměťové procesy a hudba představuje prostředek, který je schopný v člověku vyvolat silné emoce. V členité studii se věnuje také tomu, jak ovlivňuje hudba s emočním podtextem paměť. Hudební poslech aktivuje limbický systém, který se podílí na zpracování emocí a paměti. Emoce zde fungují jako zesilovač ukládání a uchování informací. Podporují schopnost lépe si zapamatovat vzpomínky, slova, obrazy a hudbu samotnou. Jäncke dodává, že vliv emocí není ovlivněn tím, zda se na ně člověk soustředí nebo ne.

2.4 Vyvolání emocí pomocí hudby

Kreutz a Lotze (2007) shrnují současné poznatky o vlivu poslechu hudby na mozkové struktury v souvislosti s jejím emočním zpracováním. Předpokládá se, že zpracování emoční hudby zahrnuje limbické a paralimbické struktury (amygdala, hippocampus, parahipocampální gyrus, insula, temporální póly, ventrální striatum, orbitofrontální kůra, cingulární kůra). Výzkumy ukazují, že mezi skladatelem, hudebním interpretem a posluchačem lze přenést emoční prožívání na základě skladatelova záměru. Existují názory, že bychom měli hudební vliv na emoční prožívání ve výzkumech řadit na stejnou úroveň jako běžně užívané vizuální a sluchové podněty.

Jak lze využít hudbu jako zdroj emočního prožívání pro výzkumné, laboratorní účely popisuje Juslin a spol. (2021). K vyvolání emocí používáme nejčastěji čtyři principy. Patří mezi ně reflex mozkového kmene, emoční nákaza, epizodická paměť a hudební očekávání. U principu reflexu mozkového kmene sluchový systém zaznamená hodnotu, která překračuje mez pro běžné, bezpečné zvuky. Dojde k rychlému upozornění

mozku, že se jedná o potencionálně důležitou událost, která s sebou přináší úlek, přípravu na útěk, boj nebo očekávání, co bude následovat. Druhý princip emoční nákaza spočívá v zrcadlení. Vyvolává v člověku stejné emoce, jaké jsou mu předkládány pomocí hlasu zpěváka či některých hudebních nástrojů, jako například violoncella. U zrcadlení se nejčastěji setkáváme s emocí smutku. Epizodická paměť představuje formu vyvolání emocí, která je specifická pro každého konkrétního člověka. Emoce jsou aktivovány vyvoláním vzpomínky asociované s danou hudbou. Zmíněný způsob není, vzhledem k problematičnosti vhodných hudebních vzorků vhodný pro laboratorní a výzkumné účely. Princip hudebního očekávání spočívá v předpokladu pokračování skladby, či dále následujících tónů. Plní-li se náš předpoklad, zažíváme pozitivní libé pocity. Neplní-li se a je-li pokračování významně odlišné, zažíváme pocit úzkosti. Nejedná se však o překvapivé, výrazné zvuky jako u působení na mozkový kmen. Autor dále uvádí, že nezáleží na skutečnosti, zda proband uměl hrát na hudební nástroj, či se jinak věnoval hudební teorii. Nezáleží ani na věku a pohlaví.

Paměti a hudbě se věnuje také Samson a spol. (2009). Uvádí, že dosud není možné s jistotou říci, zda větší efekt na paměť poskytují emoce pozitivní nebo negativní, výsledky se různí.

Kreutz a Lotze (2007) poukazují na přibývajících výzkumy, které se snaží mapovat emoce ve vztahu k hudebnímu poslechu pomocí fyziologických měření. Studie se soustředí na hemodynamické, respirační a galvanické kožní reakce. Metody věnující se zobrazování mozku zde narážejí na úskalí mozkové plasticity. Z tohoto důvodu se k popisu a zjišťování emocí při poslechu emočně zabarvené hudby doporučuje využití interdisciplinárních přístupů.

2.5 Zobrazovací metody

Existuje řada přístupů, které se snaží přiblížit fungování mozku. Kořeny sahají až do počátku devatenáctého století, kdy se setkáváme s první snahou o odlišení funkčních center. Vznikla zde metoda, později označovaná jako frenologie, která pomocí palpáce odlišností na lebce hodnotí zbytnující či ubývající mozková centra. Od myšlenky, že by se aktivita mozku odrazila na morfologických změnách, se později upustilo. Dokonce převládl názor, který ji označuje za mylnou. Snahy o lokalizování mozkových funkcí přetrvávaly. Před rozvojem zobrazovacích metod byly výzkumy omezeny na pozorování jedinců se specifickými poruchami mozku (např. mozkové příhody, úrazy)

a na patologické zprávy. Ke konci 19. století bylo k mapování funkcí mozkových oblastí využíváno slabé elektrické stimulační. K přesnějším objevům došlo až s rozvojem moderních metod ve druhé polovině 20. století. Využívána zde byla například transkraniální magnetické stimulační. Dále došlo také k rozvoji zobrazovacích technik CT a nukleární magnetické rezonance (NMR), později i fMRI. Setkáváme se zde také s další neinvazivní, v posledních letech oblíbenou metodou měření elektrické aktivity mozku, s EEG. EEG se od vzniku ve 30. letech 20. století zdokonalovalo a postupně se zařadilo mezi uznávané funkční zobrazovací metody. Starší grafický záznam na papíru vystřídala barevná elektronická kódovaná znázornění pro jednotlivá frekvenční pásma. Počítačové programy umožňují statické zpracování dat a vysokou přehlednost. Elektrofyzilogické modely poskytují oproti ostatním zobrazovacím metodám (CT, fMRI) lepší rozlišovací přesnost z hlediska času a horší rozlišovací přesnost z hlediska prostorového rozlišení mozku. Prostorové rozlišení EEG vylepšují softwarové nástroje, jako například systém LORETA (Low Resolution Electromagnetic Tomography), které umožňují zobrazení záznamu EEG v podobě tomografického formátu podobného klasickému záznamu CT (Kopeček 2005).

Bandettini (2009) popisuje nové poznatky o zobrazovacích metodách užívaných v neurologii. V posledních letech se čím dál častěji setkáváme s výzkumy, které se zaměřují na rozvinutí potenciálu zobrazovacích metod, například EEG.

Jednu z největších výhod, kterou lze EEG oproti jiným morfologickým metodám (MR, CT mozku) připsat, představuje poměrně snadná opakovatelnost hodnocení aktivity mozku v průběhu delšího časového intervalu (Pánek a spol. 2014a).

2.5.1 Elektroencefalografie

Elektroencefalografie umožňuje neinvazivně snímat elektrickou aktivitu mozku, čímž se řadí mezi významné diagnostické metody. Pomocí EEG sbíráme z oblasti skalpu sumační postsynaptické korové neurální potenciály. V medicínském prostředí se běžně užívá EEG zahrnující pásmové rozmezí 0,5–70 Hz o vzorkovací frekvenci 256 Hz. Setkáváme se zde se čtyřmi základními frekvencemi a to s frekvencí alfa (8-12,5 Hz), beta (12,5–30 Hz), théta (4–8 Hz) a delta (0–4 Hz). Názvy jednotlivá pásma nesou podle posloupnosti a okolností svého pojmenování. Samotné vyhodnocení signálu spočívá v okulometrickém přepisu informace z křivek, jež EEG poskytne. Následují matematické

výpočty a transformace, které ve výsledku umožní hodnocení frekvenční výkonové charakteristiky ze snímané oblasti skalpu (Pánek, 2016 Faber, 2001).

Mezinárodně užívaný způsob pro lokaci elektrod EEG představuje systém 10–20. Pro označení jednotlivých elektrod užíváme jejich počáteční písmena, kdy Fp znamená frontoparietálně, F frontálně, C dále lokaci centrální, O – okcipitální, T temporální a P parietální. Ušní oblast označujeme A1 a A2 (Pánek a spol, 2014b).

Základní frekvenční pásma - převod spojitého signálu do diskrétního

Snímáním elektrické aktivity z mozku získáme biosignál, který obsahuje data pojící se k sledovanému místu. Při získávání informací je třeba striktně dodržovat metodické postupy. Prvotním měřením získáme biosignál v analogové formě, jedná se o spojitě hodnoty v μV . Následně dojde k filtraci a převodu do digitalizovaného diskrétního signálu pomocí analogově-digitálního převodníku. Filtrace zde představuje důležitý krok, nezbytný pro eliminaci artefaktů. Při procesu se dále také řídíme minimální vzorkovací frekvencí, která nám umožní číst původní spojitý elektrický biosignál jako diskrétní posloupnost vzorků, které vybíráme ve stálých časových úsecích. Při volbě vzorkovací frekvence se snažíme co nejvíce přiblížit ideální hodnotě, kdy nedojde ani k podvzorkování při maskování vyšších frekvencí, ani k nadměrné zátěži počítačové paměti (Faber 2001, Pánek 2016).

Hodnocení elektroencefalografického signálu

Při vyhodnocování EEG signálu můžeme užít různých metod, nejčastěji se ale setkáváme s vizuální analýzou zaznamenaného. Běžně klinicky užívané EEG se snímá po dobu 15–20 minut. Natáčí se klidová aktivita se zavřenýma očima a odezva na otevření a následné zavření očí (Pánek 2016).

Základní frekvence EEG signálu

Při běžném vyšetření EEG se u dospělé, zdravé osoby setkáváme s výskytem čtyř, potažmo pěti frekvencí. Jedná se o delta, théta, alfa, beta, popřípadě gama. Jednotlivé zóny se od sebe liší krom odlišných hodnot Hz také lokalizací. Alfa představuje 8–12 Hz s výskytem na zadních oblastech hlavy, maximální amplituda je uložena na occiputu. Střed frekvence alfa představuje 20–80 μV s amplitudou nad hemisférami. Nutno podotknout, že aktivita alfa se může měnit s ohledem na vigilitu pozorovaného jedince o 1 – 2 Hz. Frekvenci 12–30 Hz představuje aktivita beta, k níž patří jako součást frekvence 30–70 Hz popisována jako gama pásmo. Porovnáme-li ji s aktivitou alfa,

zjistíme, že amplituda dosahuje nižší hodnoty okolo 10 μV . Lokalizaci připisujeme frontální a frontocentrální oblasti. Výskyt však můžeme někdy lokalizovat i nad skalpem. U zdravého jedince očekáváme beta aktivitu při bdělém stavu, výrazněji je zastoupena u žen a zvyšuje se také s věkem. Narůstající beta aktivitu připisujeme emočním odpovědím, zvyšování pozornosti, exekutivním a kognitivním funkcím. Další pásmo, jenž lokalizujeme nad temporální krajinou, představuje aktivita théta s frekvencí 4–8 Hz a amplitudou kolem 30 μV . Mění se s otevřením očí a s prožíváním emocí, spojujeme ji také s pamětí. Poslední aktivitu představuje delta se sinusoidální frekvencí v hodnotách méně než 4 Hz. Lokalizujeme ji do třech let života dítěte a v hlubokém, synchronním spánku. Delta aktivitě se přisuzuje význam při kódování a uvolňování dat z mozku, předpokládáme, že u ní existuje souvislost s inteligencí osoby. Očekávaný fyziologický stav snímání biosignálu u dospělé a zdravé osoby s otevřenými očima představuje beta a plochá théta prefrontofrontálně. Dále nerovnoměrná alfa frontocentrálně. Temporálně předpokládáme alfu a plochou thétu. Rovnoměrnější alfa aktivitu lokalizujeme parietookcipitálně. V případě, že se objeví vysoké vlny frontálně, přikládáme příčinu aktivitě víček a bulbů spojených s otevřením očí. V takovém případě se aktivita alfa v lokaci zadních kvadrantů úplně rozpadá. Při natáčení EEG u zdravé osoby předpokládáme výskyt všech pěti pásem v odpovídajících stavech vědomí (Pánek a spol. 2014b, Pánek 2016, Faber 2001).

Stanartized low-resolution brain electromagnetic tomography (sLORETA)

Snímáním elektrických potenciálů na pokožce hlavy a extrakraniálního magnetického pole, získáváme představu o distribuci hustoty elektrické aktivity, jež je důsledkem probíhajících neuronálních postsynaptických procesů (Pascual-Marqui a spol. 2002).

Pánek (2016) program sLORETA představuje jako způsob, kterým lze prostřednictvím záznamu EEG ze skalpu popsat oblast, která stojí za zvoleným signálem. A kterým lze následně převést získané informace do trojdimenzionálního zobrazení. Původcem programu se stal dr. Roberto Pascual-Marqui z Key Institute for Brain-Mind Research; University Hospital of Psychiatry v Curychu. Výhoda systému spočívá ve vzniku minimální lokalizační chyby. Oproti povrchovému EEG zobrazování poskytuje lepší představu o zapojování a aktivaci jednotlivých oblastí. Konečný záznam rozdělení proudových hustot se zobrazuje ve voxlech, prostorových objemových jednotkách. Výsledek měření se označuje přidáním přípony „slor“ a obvykle se zaznamená pomocí

Talairachova atlasu. Aktuálně představuje metoda známou a využívanou cestu ke zkoumání pohybového chování, kognice a řízení.

Standardizovaná LORETA představuje pokročilou verzi systému, jenž vypočítává distribuci elektrické aktivity v celém prostoru mozku. Pracujeme zde s předpokladem standardizace proudové hustoty, která zahrnuje jak vnější, tak vnitřní biologické vlivy. Výsledek spočívá ve schopnosti převodu elektrické aktivity mozku, kterou získáváme pomocí EEG do trojdimenzionálního obrazu. Celý proces probíhá s co nejmenší lokalizační odchylkou (Jatoi a spol. 2014).

EMOCE A EEG

V českých podmínkách se zkoumání emocí pomocí encefalografie věnuje například Národní ústav duševního zdraví. Vlček (2007) člen programu ABEP (aplikované elektrofyziologie mozku) se zabývá možnostmi využití záznamu EEG pro diagnostiku a stanovení prognózy u duševních onemocnění. Výzkum využívá komplexnosti emocí, které se díky činnosti neuroendokrinních systémů projevují jak po stránce fyzické, tak po stránce neurovegetativní. Fyziologickou odezvu na emoční stav lze popsat pomocí změny srdečního tepu, tlaku svalového napětí nebo kožního odporu. Jednu z možností představuje popis elektrické činnosti oblastí mozku EKG, ze kterého lze vyvodit, jaké oblasti vykazovaly vyšší aktivitu. Dosavadní výzkumy ukazují, zda účastník prožívá nelibou nebo libou emoci. Předpokládá se, že pravý čelní lalok poukazuje na emoce negativní a levý čelní lalok naopak na pozitivní. K vyvolávání emocí v laboratorních podmínkách se využívají zrakové nebo zvukové podněty s emočním zabarvením. Měření EEG nejčastěji zajišťují různé typy speciálních čepic, které se od standardního měření EEG v klinických podmínkách liší nižším počtem elektrod. Existují i specializované elektrofyziologické laboratoře, kde se využívají i přístroje s větším počtem kanálů, než je běžné v klinické praxi. Pro lepší přesnost a rekonstrukci signálu se využívá snímání s 128 nebo 246 elektrodami. Alternativu pro měření EEG představuje měření pomocí evokovaných potenciálů, kdy mapujeme změnu napětí v mozkové kůře, která představuje odezvu na podnět. Používáme zde popis signálu pomocí latence (čas uplynulý od podnětu k maximálnímu napětí vlny EEG) a amplitudy (dno nebo vrchol vlny, maximální hodnota napětí EEG).

Padhmashree a Bhattacharyya (2021) popisují snahy využít vícerozměrný EEG signál při rozpoznávání lidských emocí pomocí časově-frekvenční analýzy. Jejich studie

s vysokou přesností hodnotí emoce pomocí čtyř různých stupňů. Autoři považují EEG za jednu z finančně méně náročných, a přesto spolehlivých metod pro rozpoznávání lidských emocí.

EEG A PAMĚŤ

Klimesch (1998) popisuje výsledky experimentů, které popisují změny frekvence alfa v závislosti na výkonu paměti. Největší rozdíl (až 1 Hz) mezi dobrými a špatnými výkony spočíval ve fázi kódování, menší rozdíl se pak objevoval při fázi uchování informací. Výzkum naznačuje, že by spodní alfa pásmo mohlo být spojeno s procesy pozornosti.

Vyskočil (2012) v článku pojmenovaném „Zrada, na kterou (ne)zapomeneme,“ mluví o paměti v souvislosti s theta rytmem, který na EEG záznamu najdeme jako vlny o frekvenci 6–11 Hz. Theta rytmus představuje obraz práce s paměťovými stopami, probíhá přes něj jejich hromadění, propojení a následné vybavení. Setkáváme se s ním při fázi spánku REM, ke které se pojí teorie, že zde s pomocí theta rytmu dochází k přepisu paměťové stopy do dlouhodobé paměti. Přes zmíněné frekvence je zajišťována komunikace mezi vzdálenějšími centry mozku, které paměť zahrnuje. Dochází přes ně také k propojení vědomí a nevědomí, což vede k možnosti prožívání fantazií, představ a halucinací. Autor za další zajímavou hladinu pro mapování mozkové aktivity při kognitivních procesech považuje gama frekvence 30–100 Hz. Popisuje zde synchronizované oscilační výboje shluků neuronů, které vznikají na základě zpracovávání některých smyslových vjemů a jsou dávány do souvislosti s pozorností a pamětí.

EEG A IMAGINACE

Imaginování pohybu lze definovat jako mentální část pohybového děje bez vlastní motorické aktivity. Jedná se o speciální typ představ, které se zaměřují na kinestetický obsah pohybu. Na imaginaci můžeme pohlížet také jako na mentální cvičení pro trénink představivosti (Harris, Hebert 2015).

Miller a spol. (2010) se věnuje imaginaci ve spojení s EEG. Studie u 8 probandů sleduje aktivitu mozkové kůry během skutečného pohybu ruky a jazyka, a následně během jeho kinestetické představy. Zaměřuje se na dvě polohy frekvence 76–100 Hz a 8–32 Hz. Výsledky se shodují s většinou podobných výzkumů. Ukazují, že pohybová imaginace se záznamem EEG podobá záznamu při skutečném pohybu. Potenciální přínos

aktivace primárních motorických oblastí při pohybové imaginaci představuje její využití v rehabilitaci. Na poli rehabilitace se setkáváme se snahami propojit mozek s počítačovým zařízením a získat tak robotické protézy, ovládané pomocí aktivace mozkové kůry představou pohybu. Přínos pro praktické využití dále umocňuje fakt, že aktivitu mozku při imaginaci lze postupně zlepšovat. Kvantitativní výzkumy ukazují, že trénování imaginace má pozitivní vliv na velikost aktivované oblasti mozku.

Na imaginaci pohybu se v rámci výzkumu zaměřuje také Filimon a spol. (2007). Pomocí zobrazovací metody fMRI popisuje aktivaci zrcadlových neuronů ve třech různých situacích (při pozorování, provádění a představování si pohybu ruky). Na rozdíl od dřívější provedených výzkumů se jedná o transport ruky k předmětu, nikoli úchop předmětu. Zrcadlové neurony byly podle předpokladů aktivovány ve všech třech případech, vždy došlo k aktivaci v dorzálním premotorickém kortexu, superiorním parietálním kortexu a intraparietálním sulcu. Výsledky naznačují, že by různé druhy pohybu ruky mohly být spojeny s různými aktivovanými oblastmi zrcadlových neuronů.

EEG A VIRTUÁLNÍ REALITA

Virtuální realitu ve významu informatiky propojujeme s kyberkulturou. Pozorovatel zažívá „virtuální realitu“, ve které se sleduje obraz vzniklý syntézou z digitální informace v podobě nul a jedniček. Pomocí výpočtů vzniká informační matrice, ve které je uložen popis virtuálního světa. Virtuální svět lze vnímat jako soubor informačních kódů, který představuje obrazový potenciál. Dá se říci, že každý uživatel aktualizuje tento potenciál ve svém vlastním kontextu (Lévy 2000).

Weiss a spol. (2004) popisuje VR jako používání interaktivních stimulací, které byly vytvořeny pomocí počítačové technologie. Umožňují uživateli, aby se stal součástí prostředí podobného skutečnosti.

Fernández-Vargas a spol. (2017) v rámci výzkumu rekonstrukce pohybu ruky pomocí EEG porovnává záznam elektrické aktivity mozku získaný při sledování VR se záznamy získanými při sledování pohybu na obrazovce a při představě pohybu. Zaměřuje se na pásmo 0,1–2 Hz. Pro potřeby sledování pohybu na obrazovce byl vyvinut speciální avatar tak, aby bylo možné spárovat získaná data s trajektorií ruky. Porovnání signálů odhalilo rozdíly. Autor poukazuje například na větší alfa desynchronizaci při sledování VR. Zdá se, že při sledování avatara dochází k většímu tříštění pozornosti, kdežto ve VR má proband větší možnost soustředit se na pohyb samotný. Bohužel

aktuální technologie nedokáže zkombinovat zobrazovací metodu EEG a využití VR tak, aby nedocházelo ke vzniku artefaktů pro rušení signálu. Předpokládá se, že dojde k dalším výzkumům, které se budou zmíněné problematice věnovat.

Na české půdě se s virtuální realitě věnuje například projekt VR rehabilitačního. Multidisciplinární tým se zabývá rozvojem nových poznatků s cílem rozšířit možnosti rehabilitace pro pacienty po traumatech míchy. Projekt zdůrazňuje funkci zrcadlových neuronů, které se do jisté míry aktivují tak, jako kdyby pozorovatel pohyb zároveň i vykonával. Prvotní výzkum proběhl na 22 pacientech, kteří sledovali chůzi s frekvencí jednou denně po dobu třiceti dní. Hodnocení ASIA (American Spinal Injury Association) škálou odhalilo až trojnásobné zlepšení oproti kontrolní skupině (Pánek, Polák 2018).

2.6 Zrcadlové neurony

Jeden z posledních objevů učiněných Giacomem Rizzolattim a jeho kolegy, vědci z Italské Parmy, představuje specifickou skupinu neuronů, která se aktivuje při procesu neurobiologické rezonance. Zmíněné zrcadlové neurony byly poprvé objeveny u makaků a až pozdější pokusy potvrdily, že je můžeme najít i u lidí. U člověka se pro zrcadlové neurony předpokládá širší pole působnosti. Domníváme se například, že zasahují do kódování zamýšleného cíle motorického procesu, včetně timingu. Dáváme je do souvislosti s porozuměním jednání jiné osoby a se schopností zpracovat informace přijaté formou sdělení. Zdá se, že se také podílejí na empatii a rozpoznávání emocí u druhých. Zrcadlové neurony můžeme výrazně ovlivnit senzomotorickým tréninkem (Cook a spol. 2014).

Podrobně se zrcadlovými neurony zabývá Ramachandran (2009). V přednášce vysvětluje rozdíl mezi již přes padesát let známými klasickými pohybovými neurony v přední části mozku a mezi zrcadlovými neurony. Klasický pohybový neuron vyšle signál vždy, když člověk vykonává určitý pohyb (například nátaž paže pro jablko). Jednalo by-li se o jiný typ pohybu než je úchop jablka (například o tah za předmět), aktivoval by se jiný neuron. Zrcadlové neurony představují část pohybových neuronů, zdá se, že přibližně 20 procent. Vysílají signál nejen tehdy, když člověk vykonává danou aktivitu, ale také tehdy, pokud se pouze dívá, jak ji vykonává někdo jiný. Dá se říci, že zrcadlový neuron funguje podobně jako by simuloval VR činnosti někoho jiného. Krom motorických zrcadlových neuronů existují také senzitivní. Podobně jako u pohybových neuronů existuje skupina senzitivních neuronů v somatosenzorické kůře, které při

registraci doteku vysílají signál. Zrcadlové neurony, speciální neurony ze zmíněné skupiny, vysílají signál i při sledování dotyku u někoho jiného. Dokážu se s jejich pomocí vcítit do pocitu člověka, kterého se někdo dotýká, a přitom dotek přímo necítit. Autor vysvětluje, že za regulaci pocitu můžou informace z receptorů, které mě informují o tom, že dotyk ve skutečnosti neprobíhá. Zmátli-li bychom receptory farmakologickým znecitlivěním ruky, daný člověk by při pohledu na dotek na jiné osobě cítil stejný dotek i na sobě. Ramachandran dodává, že funkci zrcadlových neuronů najdeme ve všech lidských činnostech, které souvisí s napodobováním a imitováním někoho jiného. Domnívá se, že se mohly dokonce významně podílet na vývoji lidstva. Usuzuje, že před 75000 lety došlo v mozku k vývinu propracované soustavy, která člověku dala větší schopnost interpretovat chování ostatních a zároveň lépe šířit veškeré nové objevy a poznatky (od řemeslných dovedností, po znalosti a schopnosti). Autor zrcadlovým neuronům přikládá význam na úrovni vzniku kultury a civilizace.

Fakt, že zrcadlové neurony zasahují do různých disciplín, potvrzuje i Vostrý (2009). Odkazuje se na Rizzolatiho a vysvětluje, jak lze původní výzkum, ve kterém se zrcadlové neurony opic aktivovaly při vykonávání i při sledování pohybu, vykládat v oblasti dramaturgie.

V současné době probíhají další studie zabývající se zrcadlovými neurony. Jednu z novějších studií představuje Lebedeva a spol. (2019). Hodnotí aktivaci zrcadlových neuronů z hlediska představitosti, pozorování a provádění různých pohybových činností. Výsledky studie poukazují na výrazně vyšší aktivaci (v průměru o 25,3 procenta) při představování si pohybu se zavřenými očima oproti představování si pohybu s očima otevřenými. Aktivace proběhla především v Brodmannových cytoarchitektonických oblastech 2, 40, 37 s menší intenzitou pak také v oblastech 20 až 22.

2.7 The Vividness of Visual Imagery Questionnaire

Marks (1999) předpokládá, že základní kamenem veškerého lidského vědomí představuje duševní představitost. Vědomé představy se promítají nejen do bdění, ale také do snění a přechodných stavů vědomí. Proběhly teoretické analýzy, které prostřednictvím empirických důkazů poukázaly na významnou adaptivní funkci představitosti, která hraje významnou roli při přípravě na výkon akce a zvládnání nenadálé změny. Marks zde navazuje na již dříve známou myšlenkou, že naše vědomí neodmyslitelně provází jak stanovování, tak dosahování cílů, s čímž dále spojuje právě

schopnost představivosti jedince. Domnívá se, že mentální trénink pomocí vědomé představivosti umožňuje organismu zlepšit reakci svého budoucího jednání, a to dokonce tak, jak by bez tréninku bylo jen velmi obtížné nebo takřka nemožné. Autor se domnívá, že lze představivost využít i při procesu motorické přípravy.

Teorii motorické přípravy se zabýval například Jeannerod (1994), bohužel se jednalo pouze o nízkoúrovňové, bodové pohyby, kam patří například úchop ruky nebo dosáhnutí na předmět.

Pro zkoumání představivosti vytvořil David Marks The Vividness of Visual Imagery Questionnaire (VVIQ) českým názvem Dotazník živosti vizuální představivosti, který spatřil světlo světa již v roce 1973. Cíl dotazníku představuje subjektivní zhodnocení živosti vizuální představivosti. Úkol testovaného spočívá v představě obrazu předmětů, prostředí a lidí, kdy probíhá sebehodnocení kvality, živosti vizualizace. Hodnocení probíhá pomocí pětibodové stupnice, kdy jednička představuje žádnou schopnost představy, tedy pouze myšlení na daný objekt, dvojka nejasný obraz, trojka střední realističnost, čtyřka relativně dobrou představu a pětka dokonale živý obraz (Marks 1973).

3 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

3.1 Cíle a úkoly práce, hypotézy

3.1.1 Cíle práce

Cíl výzkumné práce představoval porovnání změny mozkové aktivity před a po vizuálním tréninku imaginace pohybu, při kterém byli probandi emočně stimulováni poslechem hudby. Porovnání proběhlo pomocí hodnocení záznamu intracerebelární elektrické aktivity hodnocené prostřednictvím sLORETA programu. Zjišťujeme, jaký efekt při nácviu imaginace ve virtuální realitě představuje pozitivní (Wolfgang Amadeus Mozart - Piano Concerto No. 23, Johann Sebastian Bach - Brandenburg concerto No. 2, Wolfgang Amadeus Mozart - Divertimento in D Major), neutrální (bez přidání zvukových vjemů) negativní (Ernest Bloch - Prayer, Jewish Life No. 1, Alban Berg - Lyric Suite, Three Pieces for String Orchestra, Part III: Adagio Appassionato, Sergei Rachmaninoff Vocalise No. 14) zvuková stimulace (Pan a spol. 2019).

Aktivitu snímáme prostřednictvím měření povrchového EEG a porovnáváme stav před a po třítydenním období tréninku imaginace, při němž dochází k emoční stimulaci.

3.1.2 Úkoly práce

1. Vytvoření literární rešerše zaměřené na oblast imaginace pohybu, emocí, zrcadlových neuronů, Brodmannovy arey, EEG a sLORETA programu.
2. Stanovení metodického postupu a výběr probandů
3. Vlastní uskutečnění experimentu
4. Shromáždění, analýza, vyhodnocení a interpretace získaných dat
5. Vytvoření diskuze, kde dojde ke konfrontaci s dosud známými výsledky

3.1.3 Výzkumné otázky

- V1: Existují při cílené emoční stimulaci statisticky významné změny elektrické aktivity jednotlivých oblastí mozku (Brodmannových areí) sledovaných v zobrazení sLORETA při pozorování chůze ve virtuální realitě mezi kontrolním měřením a vstupním měřením?
- V2: Existují při cílené emoční stimulaci statisticky významné změny elektrické aktivity jednotlivých oblastí mozku (Brodmannových areí) sledovaných

v zobrazení sLORETA při imaginaci chůze se zavřenýma očima mezi kontrolním měřením a vstupním měřením?

V3: Existuje statisticky významný rozdíl ve výsledcích dotazníku The Vividness of Visual Imagery Questionnaire (VVIQ) mezi vstupním a výstupním měřením?

3.1.4 Hypotézy

H1: Předpokládám, že při cílené emoční stimulaci dojde ke statisticky významným změnám elektrické aktivity jednotlivých oblastí mozku (Brodmannových areí) pozorovaných v zobrazení sLORETA mezi výstupním měřením a vstupním měřením při sledování videa chůze ve virtuální realitě.

H2: Předpokládám, že při cílené emoční stimulaci dojde ke statisticky významným změnám elektrické aktivity jednotlivých oblastí mozku (Brodmannových areí) pozorovaných v zobrazení sLORETA mezi výstupním měřením a vstupním měřením při imaginaci chůze se zavřenýma očima.

H3: Předpokládám, že existuje statisticky významný rozdíl ve výsledcích dotazníku The Vividness of Visual Imagery Questionnaire (VVIQ) mezi vstupním a výstupním měřením.

4 METODIKA PRÁCE

4.1 Charakteristika souboru

Výzkumu se účastnilo 34 zdravých dospělých osob, 11 mužů a 23 žen s věkovým průměrem 25,56 let a směrodatnou odchylkou 2,49. Podrobnější informace o jednotlivých účastnících zachycuje tabulka číslo 1. Probandi byli náhodným losem zařazení do tří různých skupin podle emoční stimulace, při čemž byla každá ze skupin v průběhu výzkumu vystavena jiné emoční stimulaci (1 - neutrální, 2 - pozitivní, 3 - negativní). Rozdělení do skupin se dále věnuji v kapitole 4.3.

Všichni účastníci byli před samotným měřením seznámeni s charakteristikou studie a dobrovolně souhlasili s anonymním zpracováním výsledků. Účast ve výzkumu byla podmíněna prostudováním a podpisem informovaného souhlasu (Příloha č. 2). Experiment schválila Etická komise FTVS UK a přidělila mu jednací číslo 247/2018 (Příloha č. 1).

Tabulka 1 Informace k výzkumnému souboru

ID	Iniciály	Věk	Pohlaví	Skupina	Hmotnost	Výška	BMI
1	VP	24	Ž	2	69	1,6	27,0
2	MR	26	M	2	82	1,94	21,8
3	MH	29	M	1	80	1,78	25,2
4	AD	25	Ž	1	58	1,69	20,3
5	AC	24	Ž	3	55	1,64	20,4
6	SO	27	Ž	2	65	1,73	21,7
7	PŠ	26	Ž	2	70	1,7	24,2
8	EV	25	Ž	3	52	1,65	19,1
9	JP	25	Ž	3	62	1,72	21,0
10	JB	26	Ž	1	68	1,72	23,0
11	JN	24	M	1	65	1,81	19,8
12	MD	24	M	1	70	1,79	21,8
13	KR	24	Ž	2	55	1,7	19,0
14	MP	23	Ž	3	70	1,82	21,1
15	LŠ	26	Ž	1	52	1,58	20,8
16	JC	24	Ž	2	58	1,7	20,1
17	KČ	24	Ž	3	60	1,65	22,0
18	MKT	29	Ž	3	88	1,6	34,4
19	ŠR	24	Ž	2	72	1,75	23,5
20	HM	29	Ž	3	70	1,74	23,1
21	MP	23	Ž	1	80	1,73	26,7
22	DV	24	M	1	71	1,69	24,9
23	KJ	27	Ž	1	58	1,65	21,3
24	JM	29	M	3	71	1,77	22,7

25	MA	28	M	2	90	1,83	26,9
26	OP	23	M	1	79	1,75	25,8
27	EP	25	Ž	1	60	1,6	23,4
28	LO	24	Ž	2	75	1,65	27,5
29	RN	24	M	2	113	1,85	33,0
30	ŠZ	29	M	3	70	1,85	20,5
31	AR	24	Ž	1	66	1,81	20,1
32	OS	22	M	1	84	1,87	24,0
33	TP	25	Ž	3	55	1,63	20,7
34	VŠ	34	Ž	2	58	1,72	19,6

4.2 Použité metody

Elektrická aktivita mozku byla registrovana pomocí povrchového EEG, telemetrickým třiceti dvou kanálovým EEG přístrojem Nicolet TM EEG Wireless Amplifier 32/64 firmy Natus Neurology z USA. EEG záznam byl snímán pomocí třiceti dvou plochých registračních elektrod na EEG čepici WaveGuard (Fp1, Fpz, Fp2, F7, F3, Fz, F4, F8, FC5, FC1, FC2, FC6, M1, T3, C3, Cz, C4, T4, M2, CP5, CP1, CP2, CP6, T5, P3, Pz, P4, T6, PO2, O1 Oz a O2). Systém zahrnoval také uzemňující elektrodu (GND) a referenční elektrodu (REF). Impedanční odpor elektrod nepřevyšoval 5 k Ω , vzorkovací frekvence byla 512 Hz a pásmová propustnost 0,5–70 Hz.

4.3 Sběr dat a průběh měření

Měření v rámci výzkumu probíhalo po dobu třech měsíců od ledna 2022 do března 2022 v kineziologické laboratoři katedry fyzioterapie v areálu UK FTVS pod odborným vedením a dohledem MUDr. Davida Pánka, Ph.D. Měření probíhalo vždy v rámci dvou dnů v týdnu, ve kterých probandi přicházeli po hodině a půl v časovém horizontu od 8 do 16h.

K získání podkladů pro samotné měření bylo zhotovena nahrávka chůze zprostředkována pomocí laboratoří FTVS zapůjčené kamery GoPro Hero 4 Black Edition. Video obsahovalo třímínutový záznam bosé chůze z pohledu chodce, který shlíží na své dolní končetiny a úsek cesty před sebou. Objektiv byl nastaven podle norem a doporučení tak, aby zachycoval i pohyb horních končetin a části trupu (Polák 2018).

Následně došlo ke snížení intenzity nežádoucích zvuků v programu Lightworks Create a vytvoření třech různých variant videa pro umístění na webové stránky www.youtube.com do třech různých playlistů. První varianta pro skupinu 1 neprošla žádnými dalšími úpravami a jednalo se pouze o jedno základní video. Druhá varianta pro

skupinu 2 obsahovala navíc pozitivně laděný hudební záznam. Vznikla tři různá videa, do kterých byla umístěna vždy jiná skladba (Wolfgang Amadeus Mozart - Piano Concerto No. 23 in A Major, Johann Sebastian Bach - Brandenburg concerto No. 2, Wolfgang Amadeus Mozart - (Divertimento in D Major). Třetí varianta pro skupinu 3 obsahovala oproti základnímu videu negativně laděný hudební záznam. Opět vznikla tři různá videa, do kterých byla umístěna vždy jiná skladba (Ernest Bloch - Prayer, Jewish Life No. 1, Alban Berg - Lyric Suite, Three Pieces for String Orchestra, Part III: Adagio Appassionato, Sergei Rachmaninoff Vocalise, Op. 34, No. 14). Výběr hudebních skladeb proběhl podle Pana a spol. (2019).

Před samotným zahájením měření proběhla kontrola, zda se všichni účastníci seznámili s průběhem měření. Jak bylo již zmíněno výše, po podpisu informovaného souhlasu byli probandi náhodným losováním rozděleni do tří skupin označených čísly (1,2,3). Následně každý z probandů absolvoval vstupní měření EEG, třítydenní trénink vizuální imaginace pohybu a kontrolní měření EEG. Obě měření vstupní i kontrolní zahajoval standardizovaný dotazník VVIQ publikovaný Davidem Marksem (Marks, 1973).

Spolu se zahájením domácího tréninku došlo k první diferenciaci v rámci skupin. Probandi byly na začátku výzkumu, jak bylo již zmíněno, rozděleny náhodným losem do tří různých skupin označených čísly 1, 2 a 3. Skupiny se od sebe lišily přiděleným playlistem, který probandi využívali během tréninku imaginace. Číslo 1 představovalo neutrální skupinu, která pro domácí trénink imaginace obdržela video bez přidaného hudebního podkresu. Skupina číslo 2 měla při domácím tréninku imaginace k dispozici videa s přidanou pozitivní emoční stimulací prostřednictvím skladeb (Wolfgang Amadeus Mozart - Piano Concerto No. 23 in A Major, Johann Sebastian Bach - Brandenburg concerto No. 2, Wolfgang Amadeus Mozart - Divertimento in D Major). Třetí skupina trénovala imaginaci s videi s negativní emoční stimulací (Ernest Bloch - Prayer, Jewish Life No. 1, Alban Berg - Lyric Suite, Three Pieces for String Orchestra, Part III: Adagio Appassionato, Sergei Rachmaninoff Vocalise, Op. 34, No. 14) Emoční stimulace byla vybrána dle výzkumu Pana a spol. (2019).

Třítydenní domácí trénink představoval opakované plnění dvou po sobě jdoucích úkolů. První představoval sledování třiminutové chůze ve virtuální realitě. Každý z probandů si měl na klidném místě nasadit zapůjčené brýle pro zobrazení VR (VR brýle) s vloženým telefonem, nasadit si sluchátka a následně si pustit speciální video pro

sledování virtuální reality (VR video) z přiděleného playlistu, který byl umístěn na webové stránky www.youtube.com. Druhý úkol představoval imaginaci chůze z pohledu první osoby, která měla trvat po dobu, po kterou se proband dokáže na imaginaci soustředit.

Trénink probíhal třikrát týdně, dohromady devětkrát. Čas strávený pozorováním virtuální reality chůze z pohledu chodce dosáhl během trénování 27 minut.

Příprava a realizace vstupního i kontrolního měření EEG probíhaly obdobně, zahajovala je výzva k odložení veškerých kovových ozdob a elektronických zařízení, které by mohly rušit snímání signálu. Proband se následně posadil na židli a nohy položil na gumovou izolační podložku. Další krok úpravy vlasů se týkal pouze účastníků, u nichž délka vlasů umožňovala svázání do volného spodního culíku. Následovalo nasazení speciální čepice WaveGuard a nanesení vodivého gelu přes zevní otvory. EEG bylo snímáno prostřednictvím 32 elektrod. Přípravu na měření zachycuje obrázek 3.



Obrázek 3 Příprava na měření EEG

Samotné měření probíhalo v klidné místnosti s eliminováním rušivých vjemů. Zaznamenávání EEG proběhlo ve čtyřech fázích. První úsek měření představoval záznam nativního EEG, který byl dále rozdělený do dvou bezprostředně navazujících pětiminutových částí REST CE 1 (záznam nativního EEG se zavřenýma očima) a REST OE 1 (záznam nativního EEG s otevřenýma očima). Před druhým úsekem měření EEG byly probandovi dány speciální VR brýle s vloženým mobilním telefonem Samsung

Galaxy A40 a nasazeny sluchátka. Druhý úsek VR OE 1 (sledování chůze ve virtuální realitě z pohledu první osoby) trval tři minuty. Jednalo se o variantu videa bez hudebních úprav. Sledování videa VR zachycuje obrázek 4. Následně měl účastník pětiminutovou pauzu, při které mu byly sundány VR brýle i sluchátka. Ve třetí části měření EEG IMAG CE 1 (imaginace chůze z pohledu první osoby se zavřenýma očima) si proband představoval chůzi z pohledu chodce po dobu tří minut. Způsob chůze, prostředí a další atributy imaginovaného pohybu nebyly stanoveny. Před čtvrtou částí se zopakovala pauza v délce 5 minut. Následně došlo k měření IMAG OE 1 (imaginace chůze z pohledu první osoby s otevřenýma očima), která se od předchozí třetí fáze lišila pouze otevřením očí při třiminutové imaginaci pohybu. Po ukončení měření došlo k sundání čepice WaveGuard a kontrole, zda proband správně porozuměl postupu domácího tréninku, pro který mu byly zapůjčeny VR brýle z majetku FTVS UK.



Obrázek 4 Sledování VR videa

Po uplynutí tří týdnů, ve kterých proband absolvoval devět tréninků imaginace, došlo ke kontrolnímu měření. Postup kontrolního měření přesně odpovídal měření vstupnímu. Získali jsme opět pětiminutový nativní záznam REST CE 2 se zavřenýma očima a pětiminutový záznam REST OE 2 s otevřenýma očima. Následovalo snímání EEG při sledování třiminutového videa chůze ve virtuální realitě z pohledu chodce označené VR OE 2, po kterém došlo k pětiminutovému odpočinku při pauze. Třetí část IMAG CE 2 opět představovala měření EEG při třiminutové imaginaci chůze se zavřenýma očima. Před poslední fází si proband odpočinul během pětiminutové pauzy.

Následně došlo k měření čtvrté část IMAG OE 2, ve které se snímalo EEG při tříminutové imaginaci chůze z pohledu chodce s otevřenýma očima.

Celý výzkum podléhal kontrole prostřednictvím dohledu vedoucího práce MUDr. Davida Pánka, Ph.D. a studentky doktorského studia kinantropologie na FTVS Mgr. Dominiky Dvořáčkové. Všichni probandí prostřednictvím podpisu informovaného souhlasu (viz Příloha 2) souhlasili s pořizováním fotodokumentace.

4.4 Analýza dat a vyhodnocení dat

Záznam EEG poskytl data, která byla následně zpracována v programu NeuroGuide (Applied Neuroscience). U všech probandů proběhlo selektování sesbíraných dat z každé části výzkumu na minutový bezartefaktový záznam. Získané vybrané úseky (REST CE 1, REST CE 2, REST OE 1, REST OE 2, VR OE 1, VR OE 2, IMAG CE 1, IMAG CE 2, IMAG OE 1, IMAG OE 2) se jako textové soubory s příponou tdt exportovaly do programu sLORETA, kde následovala vlastní analýza sesbíraných dat. První krok práce v programu sLORETA představoval převod textových souborů na soubory s příponou crss pomocí výpočtu, který umožnil realizovat parametrický model pro multikanálové EEG. Nově získaný formát představoval data převedená do vzájemného spektra pro všechna pásmová rozmezí (delta (0,5–4 Hz), théta (4–8 Hz), alfa-1 (8–10 Hz), alfa-2 (10–12 Hz), beta-1 (13–18 Hz), beta-2 (18–21 Hz), beta-3 (21–30 Hz), gama (30 Hz a dál). Následovalo převedení získaných spekter jednotlivých frekvenčních pásem do souborů sLORETA s příponou slor, k čemuž byla využita transformační matrice spinv, kterou jsme získali převodem elektrodových koordinátů z nativního EEG (Pánek, 2016).

Statistické zpracování dat proběhlo taktéž pomocí programu sLORETA prostřednictvím statistického modulu, ve kterém byly porovnány rozdíly mezi elektrickou aktivitou mozku mezi daty získanými od jednotlivých probandů. Srovnávali jsme párové skupiny A=B. K vlastnímu vyhodnocení statisticky významných změn aktivity mozku používáme párový t-test v rámci statistického modulu programu sLORETA. K uspořádání dat volíme permutační metodu s 5000 randomizací a parametr vyhlazení nastavujeme na 0,5. K popisu statisticky významných změn v Brodmannových areích a jednotlivých frekvenčních pásmech využijeme další modul programu sLORETA - Viewer, díky kterému získáme zobrazení změn v proudové hustotě (voxelech).

Srovnání zpracováváme zvlášť pro každou ze tří skupin probandů (skupina 1 - kontrolní skupina, skupina 2 - pozitivní hudební zbarvení při trénincích imaginace, skupina 3 - negativní hudební zbarvení při trénincích imaginace). V rámci každé skupiny porovnááme data mezi IMAG CE 1 s IMAG CE 2 a mezi VR OE 1 s VR OE 2.

5 VÝSLEDKY

5.1 Statistické vyhodnocení vstupního měření sledování chůze ve virtuální realitě po a před třítydenním tréninkem imaginace (VR OE 2 X VR OE 1) v průběhu pozitivního, neutrálního a negativního emočního ladění

Porovnávali jsme data získaná během sledování virtuální reality kontrolním měření (VR OE 2) a při vstupním měření (VR OE 1) v programu sLORETA. Porovnání zdrojové mozkové aktivity nám umožnilo zobrazit rozdíly změny proudové aktivity na signifikantní hladině významnosti $p \leq 0,05$. Souhrn výsledků zachycuje tabulka číslo 2 pro pozitivní skupinu, tabulka číslo 3 pro neutrální skupinu a tabulka číslo 4 pro negativní skupinu.

Tabulka 2 Výsledky statistického zpracování pro pozitivní skupinu

Pozorování VR videa	Skupina pozitivní			
	t (0.01)	t (0.05)	t(0.10)	ExtremeP
One-Tailed (A>B)	3.350	2.572	2.572	0.55280
One-Tailed (A<B)	-3.309	-2.539	-2.539	0.65180
Two-Tailed (A\diamondB)	3.621	2.969	2.969	0.98420

Tabulka 3 Výsledky statistického zpracování pro neutrální skupinu

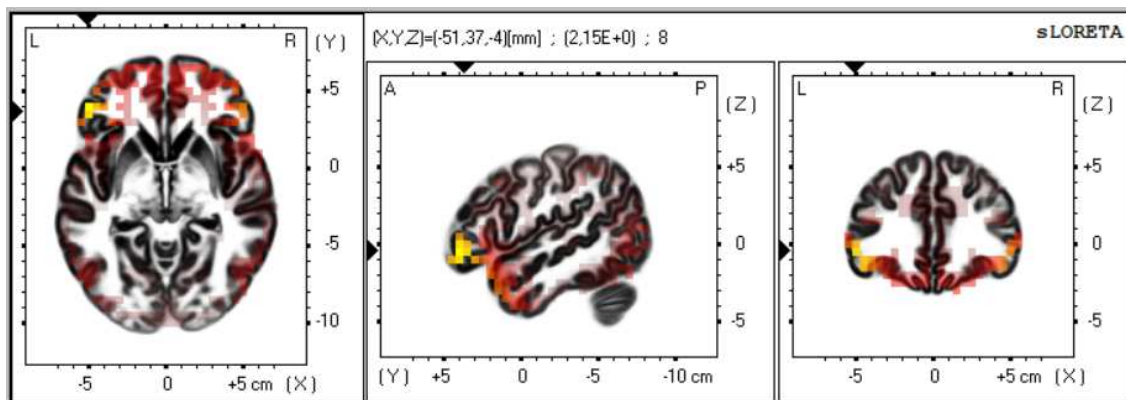
Pozorování VR videa	Skupina neutrální			
	t (0.01)	t (0.05)	t(0.10)	ExtremeP
One-Tailed (A>B)	3.411	3.411	2.507	0.54480
One-Tailed (A<B)	-3.240	-3.240	-2.534	0.19000
Two-Tailed (A\diamondB)	3.769	3.769	2.921	0.38600

Tabulka 4 Výsledky statistického zpracování pro negativní skupinu

Pozorování VR videa	Skupina negativní			
	t (0.01)	t (0.05)	t(0.10)	ExtremeP
One-Tailed (A>B)	2.673	2.673	2.149	0.04220
One-Tailed (A<B)	-2.726	2.726	-2.186	0,97580
Two-Tailed (A\diamondB)	2.781	2.345	2.345	0.08820

U neutrální a pozitivní skupiny nebyla při porovnání prokázána zvýšená proudová hustota v žádné z Brodmannových areí. U negativní skupiny byla prokázána statisticky

významná diference v pásmu gamma v BA 47 ve frontální asociační oblasti na hladině významnosti $p \leq 0,05$.



Obrázek 5 Statisticky významné zvýšení proudové hustoty ve frekvenčním pásmu gamma pro hladinu významnosti $p < 0,05$ při porovnání kontrolního měření při sledování videa a vstupního měření při sledování videa v negativní skupině. BA 47.

5.2 Statistické vyhodnocení vstupního a kontrolního měření imaginace chůze po a před třítydenním tréninku imaginace (IMAG CE 2 X IMAG CE 1) v průběhu pozitivního, neutrálního a negativního emočního ladění

Porovnávali jsme data získaná během imaginace chůze z pohledu první osoby při kontrolním měření (IMAG CE 2) a při vstupním měření (IMAG CE 1) v programu sLORETA. Porovnání zdrojové mozkové aktivity nám umožnilo zobrazit rozdíly změny proudové aktivity na signifikantní hladině významnosti $p \leq 0,05$ (viz obrázek číslo 5). Souhrn výsledků zachycuje tabulka číslo 5 pro pozitivní skupinu, tabulka číslo 6 pro neutrální skupinu a tabulka číslo 7 pro negativní skupinu.

Tabulka 5 Výsledky statistického zpracování pro pozitivní skupinu

Imaginace	Skupina pozitivní			
	t (0.01)	t (0.05)	t (0.10)	ExtremeP
One-Tailed (A>B)	4,021	3.123	2.621	0.44560
One-Tailed (A<B)	-3.986	-2.946	-2.558	0.35800
Two-Tailed (A<>B)	4.143	3.443	3.016	0.70900

Tabulka 6 Výsledky statistického zpracování pro neutrální skupinu

Imaginace	Skupina neutrální			
	t (0.01)	t (0.05)	t (0.10)	ExtremeP
One-Tailed (A>B)	4.021	3.123	2.621	0.44560
One-Tailed (A<B)	-3.986	-2.946	-2.558	0.35800
Two-Tailed (A\diamondB)	4.143	3.443	3.016	0.70900

Tabulka 7 Výsledky statistického zpracování pro negativní skupinu

Imaginace	Skupina negativní			
	t (0.01)	t (0.05)	t (0.10)	ExtremeP
One-Tailed (A>B)	3.985	3.011	2.643	0.64280
One-Tailed (A<B)	-3.797	-2.968	-2.622	0.27920
Two-Tailed (A\diamondB)	4.316	3.346	2.987	0.54880

Při porovnání zdrojové mozkové aktivity v programu sLORETA, mezi vstupním a kontrolním měřením při imaginaci chůze z pohledu první osoby, nebyla nalezena statisticky významná změna v žádné z porovnávaných skupin (IMAG CE 1 x IMAG CE 2). Ani v jedné ze skupin nebylo prokázáno zvýšení proudové hustoty v žádné z Brodmannových areí.

5.3 Statistické vyhodnocení dotazníku The Vividness of Visual Imagery Questionnaire (VVIQ) při vlivu pozitivního, neutrálního a negativního emočního ladění

Data získaná z dotazníku The Vividness of Visual Imagery Questionnaire (VVIQ) byla statisticky porovnána s použitím párového t-testu statistických funkcí Microsoft Excel. Statistické zpracování neodhalilo statisticky významnou změnu v žádné z porovnávaných skupin (1,2,3) viz příloha (3).

6 DISKUZE

Tato práce se zabývala problematikou vlivu emocí na změny signálu EEG snímaného při cílené emoční stimulaci, která probíhala při sledování VR. Změny mozkové aktivity byly interpretovány pomocí programu sLORETA.

6.1 Diskuze k hypotéze č. 1

H1: Předpokládám, že při cílené emoční stimulaci dojde ke statisticky významným změnám elektrické aktivity jednotlivých oblastí mozku (Brodmannových areí) pozorovaných v zobrazení sLORETA mezi výstupním měřením a vstupním měřením při sledování videa chůze ve virtuální realitě.

Statistickým vyhodnocením zdrojové mozkové aktivity z povrchového EEG při sledování chůze ve virtuální realitě mezi kontrolním měřením a vstupním měření byla zjištěna statisticky významná diference v gamma pásmu v BA 47. Hypotézu č. 1 můžeme považovat za potvrzenou.

Oblast BA 47 najdeme ve frontálním pólu hemisféry a přilehlých oblastech bazální, vnitřní a zevní plochy čelního laloku. Jedná se o frontální asociační korovou oblast, která patří do skupiny terciálních korových oblastí. Krom zmíněné arei zde najdeme také BA 9-14 a 46. Mezi šestivrstevnou frontální asociační korovou oblastí a typicky senzitivními a motorickými oblastmi existuje řada odlišností. Například zde najdeme asociační vlákna vycházející z pyramidových buněk. Vstupující a vystupující nervová vlákna umožňují komunikaci s ostatními korovými oblastmi. Odvodná vlákna vedou zejména ke korovým strukturám zaměřeným na přípravu a realizaci pohybu a jednání. Hlavní funkci můžeme popsat jako integraci (asociaci) a analýzu signálů (zejména ze zrakových, senzitivních a sluchových oblastí), které jsou dále využívány pro přípravu motorické aktivity, jednání a jejich regulaci. Oblast dále zasahuje do vyšších mentálních funkcí, například do tvorby vědomí, tvoření vztahu s okolím a krátkodobé paměti (Čihák 2016).

Zaměříme-li se přímo na funkci BA 47, můžeme říci, že se účastní zpracování jazyka a porozumění. Další možnou aktivitou arei se zabývá Levitin (2003). Domnívá se, že se dále podílí i na zpracování jemně strukturovaných podnětů, které se vyvíjejí v čase a s jazykem a řečí vůbec nesouvisejí. Své tvrzení dokazuje ve studii mapující diferenciaci aktivity BA 47 mezi poslechem původní hudební skladby a její pozměněné verze pomocí zobrazení MRI.

Sledováním aktivity mozku při cílené emoční stimulaci se zabývá řada výzkumů. Mezi české představitele patří Vlček (2017), který se věnuje porovnávání aktivity při působení citově zabarvených podnětů a neutrálních podnětů.

Horlings, Datcu a Rothkrantz (2008) se rovněž zabývají mapováním emocí pomocí snímání EEG prostřednictvím porovnání rozdílnosti signálu při vyvolávání různých druhů emocí. Během vizuální cílené emoční stimulace byla u probandů sledována aktivita EEG, která byla následně zařazena do jedné z pěti skupin dle vyhodnoceného typu emoční stimulace,

Na změny aktivity mozku během příjemných emočních reakcí těla při poslechu hudby za využití pozitronové emisní tomografie se zaměřuje Blood a Zatorre (2001). Sledování průtoku krve mozkem poukázalo na změny v oblasti ventrálního striata, středního mozku, amygdaly, orbitofrontálního kortexu a ventrálního mediálního prefrontálního kortexu.

O naopak negativním emočním působení píše například Horvat, Dobrinic, Novosel a Jercic (2018). Ve výzkumu se soustředili na vyvolávání emocí ve VR a následné hodnocení emočních reakcí pomocí EEG. Autoři ve své práci uvádějí, že výsledky podobně orientovaných studií naznačují, že stimulace negativně polarizovaných emocí je silnější než těch pozitivních. Tvrzení podporují vlastním výsledkem studie, která ukazuje rozdíl na alfa a théta vlnách.

Změnami aktivity mozku a emoční stimulací se zabývali také Costa, Rognoni a Galati (2006). Zaměřili se na vzájemné závislosti mezi různými oblastmi mozku při sledování emocionálních a neemocionálních filmových podnětů pomocí EEG. Hlavní cíl představoval vyhodnocení rozdílů a ověření jejich konzistence při stejném typu podnětů. Výzkum k porovnání stavů využil hodnot synchronizačního indexu, který poukázal na celkové zvýšení indexu při cílené emoční stimulaci. Nejvyšší změny byly popsány u negativní emoce smutku a to ve frontální oblasti.

Výsledky studie odpovídají i s našemu zjištění. Statisticky významná diference při porovnání zdrojové mozkové aktivity byla prokázána pouze u skupiny probandů s negativní emoční stimulací a to ve frontální asociační oblasti.

6.2 Diskuze k hypotéze č. 2

H2: Předpokládám, že při cílené emoční stimulaci dojde ke statisticky významným změnám elektrické aktivity jednotlivých oblastí mozku (Brodmannových areí)

pozorovaných v zobrazení sLORETA mezi výstupním měřením a vstupním měřením při imaginaci chůze se zavřenýma očima.

Statistickým vyhodnocením zdrojové mozkové aktivity z povrchového EEG při imaginaci chůze mezi kontrolním měřením a vstupním měření nebyla zjištěna žádná statisticky významná diference proudové hustoty v BA v žádném z hodnocených frekvenčních pásem a v žádné ze skupin probandů. Hypotézu č. 2 nemůžeme považovat za potvrzenou.

Představě pohybu se věnuje řada výzkumů. Bočková a Rekrtror (2009) se zabývají zejména výzkumem dysonchronizace a synchronizace EEG rytmů. Imaginace, motorika a senzitivita patří do jedné z nejprobádanějších oblastí zmíněné metody. Desynchronizace a synchronizace EEG rytmů umožňuje hodnotit změnu základní aktivity EEG ve všech frekvenčních pásmech. Změna vždy přichází jako reakce na vnitřními a vnější podněty. Desynchronizační aktivita, označována jako ERD (event-related desynchronizace) provází jak samotný výkon pohybu, tak jeho přípravu a představu. Objevuje se nad motorickými oblastmi v alfa pásmu.

Na zobrazení aktivace mozku při imaginaci se zaměřuje také Mulder (2007). Pomocí fMRI a pozitronové emisní tomografie zachycuje aktivitu mozku při představě pohybu vybraných částí těla. Výsledky odhalily zvýšení aktivity v gyrus precentralis v oblasti dle somatotipického uspořádání odpovídajícímu příslušné části těla.

Do budoucna očekávám větší zájem o oblast imaginace a emocí. Přestože se zdá, že oblast skrývá cenné informace (využitelné, jak v běžném lidském životě, psychologii, tak ve školství), tak dosud nebyly podniknuty dostatečné kroky k probádání spojení emocí a imaginace.

6.3 Diskuze k hypotéze č. 3

H3: Předpokládám, že existuje statisticky významný rozdíl ve výsledcích dotazníku The Vividness of Visual Imagery Questionnaire (VVIQ) mezi vstupním a výstupním měřením.

Statistickým vyhodnocením dat získaných z dotazníku The Vividness of Visual Imagery Questionnaire (VVIQ) nebyla nalezena statisticky významná změna v žádné z porovnávaných skupin.

Tabi a spol. (2012) považuje VVIQ za užívaný a snadno aplikovatelný. Použil ho například ve studii věnující se zkoumání vztahu mezi krátkodobou pamětí a mezi výsledky dotazníků vizuálních představ. Závěry výzkumu poukazují na souvislost mezi výsledky dotazníku a mezi funkcí hipokampu, primární zrakové kůry a gyrus fusiformis. Zdá se, že zde naopak chybí souvislost mezi primární motorickou kůrou a amygdalou.

Názoru autora odpovídá i výsledek studie, kterou zveřejnili Jankowska a Karwowski (2020). Porovnávali výsledky VVIQ studentů uměleckého oboru s předpokládanou vyšší úrovní mentální představivosti a studentů z neuměleckého prostředí. Výsledek výzkumu poukázal na vyšší skóre u studentů s uměleckým zaměřením.

6.4 Limity studie

Sledovaná změna EEG v našem výzkumu závisela na emoční stimulaci, která na probandy působila při sledování VR videa v rámci tréninků imaginace. Přestože instrukce spojené s tréninkem nabádaly k důslednému sledování videí včetně poslechu zvuku, nemůžeme si být jistí, že probandi tréninky absolvovali. Po ukončení výzkumu se někteří probandi přiznali k nedůslednosti. Uváděli, že opakování tréninku představovalo obtížný úkol, při kterém se potýkali s nechutí a nedostatkem motivace.

Nedostatek nebo postupné klesání motivace probandů k plnění úkolů mohlo mít samo o sobě rovněž vliv na výsledky výzkumu. Stejně tak, jako nebylo možné kontrolovat důslednost tréninku, nebylo možné ověřit, zda opakováním cílené emoční stimulace nedošlo k adaptaci na její působení a snížení intenzity emoční odezvy.

Zajímavé výsledky by do budoucna mohly přinést studie, které by vyřešily problematiku spojenou s nedůsledností probandů a jejich postupnou ztrátou motivace. Vhodné by mohlo být zavedení kontroly sledování VR videí, například tak, jako v projektu VR Rehabilitation, kde má autor přehled o sledování videí jednotlivými probandy (Pánek, Polák 2018).

7 ZÁVĚR

Cílem této práce bylo pomocí programu sLORETA zjistit, jaké změny zdrojové mozkové aktivity nastanou při cílené emoční stimulaci. Pozorování změn mozkové aktivity proběhlo při sledování virtuální reality a imaginaci. Zdrojová mozková aktivita byla registrována z povrchového EEG a následně vyhodnocena v programu sLORETA.

Statistickým vyhodnocením dat získaných z EEG jednotlivých oblastí mozku byla odhalena statisticky významná diference proudové hustoty při porovnání zdrojové mozkové aktivity mezi kontrolním a vstupním měřením během působení cílené emoční stimulace pouze v jednom případě. A to v negativní skupině při sledování videa chůze ve virtuální realitě v pásmu gamma v BA 47 ve frontální asociační oblasti na hladině významnosti $p \leq 0,05$.

Při porovnání výsledků získaných z dotazníku VVIQ nebyly odhaleny žádné statisticky významné změny v žádné ze tří skupin.

Nelze opomenout zmínění limit studie. Během výzkumu nedocházelo ke kontrole důslednosti probandů během plnění úkolů při třítydenním tréninku imaginace. Domácí sledování videí bylo podmínkou pro působení cílené emoční stimulace. Nedůslednost nebo neúplnost plnění úkolů mohly intenzitu emoční stimulace výrazně ovlivnit. Za další nedostatek považují postupnou ztrátu motivace probandů. Pro podobné výzkumy doporučuji zajištění konstantní motivace probandů, tak aby nemohlo docházet k ovlivnění zamýšlené emoční stimulace. Zjištěné limity této studie by mohly do budoucna přispět ke zvýšení efektivity budoucích výzkumů z oblasti zkoumané problematiky. Současně výsledky přinášejí potenciaální inspiraci pro další výzkumy.

Způsob mapování emocí podle EEG a programu sLORETA se ukázal být účinnou a praktickou metodou, což se shoduje s dalšími publikovanými studiemi. Zdá se, že by bylo zajímavé rozšířit studii o zachycení emocí pomocí záznamu infračerveného spektra zachyceného termokamerou.

Popis emocí pomocí změn elektrické aktivity mozku představuje potenciaální zdroj informací, které bude možné využít nejen v moderní vědě, ale také ve školství, psychologii a medicíně. Do budoucna očekáváme nárůst zájmu o oblast vlivu cílené emoční stimulace. Postupující vývoj zobrazovacích technologií umožňuje rozvoj dalšího zkoumání, které bude postupně prohlubováno.

Seznam použité literatury

BANDETTINI, P. A. What's New in Neuroimaging Methods?. *Annals of the New York Academy of Sciences* [online]. 2009, **1156**(1), 260-293 [cit. 2022-11-30]. ISSN 00778923. Dostupné z: doi:10.1111/j.1749-6632.2009.04420.x

BLOOD, A. J. a R. J. ZATORRE. Intensely pleasurable responses to music correlate with activity in brain regions implicated in reward and emotion. *Proceedings of the National Academy of Sciences* [online]. 2001, **98**(20), 11818-11823 [cit. 2023-04-23]. ISSN 0027-8424. Dostupné z: doi:10.1073/pnas.191355898

BOUKALOVÁ, H. Lhaní, detekce lži a emoce z pohledu forenzní psychologie [přednáška]. Praha, 12. ročník celostátní konference České asociace studentů psychologie, 27. – 29. března 2015.

BOČKOVÁ, M. a I. REKTOR. Desynchronizace a synchronizace EEG rytmů: Desynchronization and synchronization of EEG rhythms. *Neurológia pre prax*. Bratislava: SOLEN, 2009, **10**(4), 226-229. ISSN 1335-9592.

BOWER, G. H. Mood and memory. *American Psychologist* [online]. 1981, **36**(2), 129-148 [cit. 2022-11-28]. ISSN 1935-990X. Dostupné z: doi:10.1037/0003-066X.36.2.129

BUCHANAN, T. W. Retrieval of emotional memories. *Psychological Bulletin* [online]. 2007, **133**(5), 761-779 [cit. 2022-11-28]. ISSN 1939-1455. Dostupné z: doi:10.1037/0033-2909.133.5.761

CAHILL, L. a L. MCGAUGH. Mechanisms of emotional arousal and lasting declarative memory. *Trends in Neurosciences* [online]. 1998, **21**(7), 294-299 [cit. 2022-11-27]. ISSN 01662236. Dostupné z: doi:10.1016/S0166-2236(97)01214-9

COOK, R., G. BIRD, C. CATMUR, C. PRESS a C. HEYES. Mirror neurons: From origin to function. *Behavioral and Brain Sciences* [online]. 2014, **37**(2), 177-192 [cit. 2023-02-09]. ISSN 0140-525X. Dostupné z: doi:10.1017/S0140525X13000903

COSTA, T., E. ROGNONI a D. GALATI. EEG phase synchronization during emotional response to positive and negative film stimuli. *Neuroscience Letters* [online]. 2006, **406**(3), 159-164 [cit. 2023-04-23]. ISSN 03043940. Dostupné z: doi:10.1016/j.neulet.2006.06.039

ČÁP, J. *Psychologie pro učitele*. Praha: Portál, 2001. ISBN 80-717-8463-x.

ČIHÁK, R. *Anatomie*. Třetí, upravené a doplněné vydání. Ilustroval Ivan HELEKAL, ilustroval Jan KACVINSKÝ, ilustroval Stanislav MACHÁČEK. Praha: Grada, 2016. ISBN 9788024756363.

FABER, J. *Elektroencefalografie a psychofyziologie*. Praha: ISV, 2001. ISBN 80-85866-74-9

DESCARTES, R. *The Passions of the Soul*. Přel. S. Voss, Indianapolis: Hackett, 1989.

FERNANDEZ-VARGAS, J., T. V. J. TARVAINEN, K. KITA a W. YU. Effects of Using Virtual Reality and Virtual Avatar on Hand Motion Reconstruction Accuracy and Brain Activity. *IEEE Access* [online]. 2017, 5, 23736-23750 [cit. 2022-12-01]. ISSN 2169-3536. Dostupné z: doi:10.1109/ACCESS.2017.2766174

FILIMON, F., J. D. NELSON, D. J. HAGLER a M. I. SERENO. Human cortical representations for reaching: Mirror neurons for execution, observation, and imagery. *NeuroImage* [online]. 2007, 37(4), 1315-1328 [cit. 2022-12-01]. ISSN 10538119. Dostupné z: doi:10.1016/j.neuroimage.2007.06.008

GORDON, R. The function and nature of imagery. *A very private world*. New York, 1972.

HARRIS, J. a A. HEBERT. Utilization of motor imagery in upper limb rehabilitation: a systematic scoping review. *Clinical Rehabilitation* [online]. 2015, 29(11), 1092-1107 [cit. 2022-12-01]. ISSN 0269-2155. Dostupné z: doi:10.1177/0269215514566248

HORLINGS, R., D. DATCU a L. J. M. ROTHKRANTZ. Emotion recognition using brain activity. In: *Proceedings of the 9th International Conference on Computer Systems and Technologies and Workshop for PhD Students in Computing - CompSysTech '08* [online]. New York, New York, USA: ACM Press, 2008, 2008, II.1- [cit. 2023-04-23]. ISBN 9789549641523. Dostupné z: doi:10.1145/1500879.1500888

HORVAT, M., M. DOBRINIC, M. NOVOSEL a P. JERCIC.

Assessing emotional responses induced in virtual reality using a consumer EEG headset: A preliminary report. In: *2018 41st International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics (MIPRO)* [online]. IEEE, 2018, 2018, s. 1006-1010 [cit. 2022-12-04]. ISBN 978-953-233-095-3. Dostupné z: doi:10.23919/MIPRO.2018.8400184

JANKOWSKA, D. M. a M. KARWOWSKI. *Visual Imagery and Creativity: The Polish Version of Vividness of Visual Imagery Questionnaire and Its Links with Creativity* [online]. 22 September 2020 [cit. 2023-04-03]. Dostupné z: <https://psyarxiv.com/eyfxr/>

JATOI, M. A., N. KAMEL, A. S. MALIK a I. FAYE. EEG based brain source localization comparison of sLORETA and eLORETA. *Australasian Physical & Engineering Sciences in Medicine* [online]. 2014, **37**(4), 713-721 [cit. 2023-02-10]. ISSN 0158-9938. Dostupné z: doi:10.1007/s13246-014-0308-3

JÄNCKE, L. Music, memory and emotion. *Journal of Biology* [online]. 2008, **7**(6) [cit. 2022-11-27]. ISSN 1475-4924. Dostupné z: doi:10.1186/jbiol82

JEANNEROD, M. The representing brain: Neural correlates of motor intention and imagery. *Behavioral and Brain Sciences* [online]. 1994, **17**(2), 187-202 [cit. 2022-12-03]. ISSN 0140-525X. Dostupné z: doi:10.1017/S0140525X00034026

JUSLIN, P. N., G. BARRADAS a T. EEROLA. From Sound to Significance: Exploring the Mechanisms Underlying Emotional Reactions to Music. *The American Journal of Psychology* [online]. 2015, **128**(3), 281-304 [cit. 2022-05-05]. ISSN 0002-9556. Dostupné z: doi:10.5406/amerjpsyc.128.3.0281

KALENDA, S. *Doprovázení v pomáhajících profesích*. Praha: Portál, 2012. ISBN 978-80-262-0087-1.

KALINA, K. *Psychoterapeutické systémy a jejich uplatnění v adiktologii*. Praha: Grada, 2013. ISBN 978-80-247-4361-5.

KASSIN, S. M., *Psychologie*. Brno: Computer Press, 2007. ISBN 978-80-251-1716-3.

KAUFMANN, G. What is wrong with imagery questionnaires?. *Scandinavian Journal of Psychology* [online]. 1981, **22**(1), 59-64 [cit. 2022-12-04]. ISSN 0036-5564. Dostupné z: doi:10.1111/j.1467-9450.1981.tb00379.x

KLIMESCH, W. EEG-alpha rhythms and memory processes. *International Journal of Psychophysiology* [online]. 1998, **26**(1-3), 319-340 [cit. 2022-11-30]. ISSN 01678760. Dostupné z: doi:10.1016/S0167-8760(97)00773-3

KLIMENT, P. *Základy psychologie*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2002. Studijní texty pro distanční studium. ISBN 80-244-0515-6.

KOPEČEK, M. Mapování funkcí lidského mozku včera a dnes. *Sanquis*. Praha: Foibos Press, 2005, **2005**(38), 26. ISSN 1212-6535.

KREUTZ, G. a M. LOTZE. Neuroscience of music and emotion: Neurosciences in Music Pedagogy. *Music Education Research*. Nova Science Publishers, 2007, **13**(4), 143-167. ISSN 1461-3808. 978-1-60021-834-7. Dostupné také z: https://www.researchgate.net/publication/254342023_Neuroscience_of_music_and_emotion

LEBEDEVA, N. N., E. D. KARIMOVA, V. V. KARPICHEV a V. Y. MALTSEV. The Mirror System of the Brain on Observation, Performance, and Imagination of Motor Tasks – Neurophysiological Reflection of the Perception of Another Person's Consciousness. *Neuroscience and Behavioral Physiology* [online]. 2019, **49**(6), 714-722 [cit. 2022-05-13]. ISSN 0097-0549. Dostupné z: doi:10.1007/s11055-019-00791-3

LEVINE, L. J. a D. A. PIZARRO. Emotion and Memory Research: A Grumpy Overview. *Social Cognition* [online]. 2004, **22**(5), 530-554 [cit. 2022-11-29]. ISSN 0278-016X. Dostupné z: doi:10.1521/soco.22.5.530.50767

LEVITIN, D. Musical structure is processed in “language” areas of the brain: a possible role for Brodmann Area 47 in temporal coherence. *NeuroImage* [online]. 2003, **20**(4), 2142-2152 [cit. 2023-04-21]. ISSN 10538119. Dostupné z: doi:10.1016/j.neuroimage.2003.08.016

LÉVY, P. *Kyberkultura: zpráva pro Radu Evropy v rámci projektu "Nové technologie: kulturní spolupráce a komunikace"*. V Praze: Karolinum, 2000. ISBN 80-246-0109-5.

MARKS, D. F. Visual imagery differences in the recall of pictures. *British Journal of Psychology* [online]. 1973, **64**(1), 17-24 [cit. 2022-12-03]. ISSN 00071269. Dostupné z: doi:10.1111/j.2044-8295.1973.tb01322.x

MARKS, D. F. Consciousness, mental imagery and action. *British Journal of Psychology* [online]. 1999, **90**(4), 567-585 [cit. 2022-12-03]. ISSN 00071269. Dostupné z: doi:10.1348/000712699161639

MCKELVIE, S. J. The VVIQ as a psychometric test of individual differences in visual imagery vividness: A critical quantitative review and plea for direction. *Journal of Mental Imagery*. 1995, **19**(3-4), 1–106.

- MILLER, K. J., G. SCHALK, E. E. FETZ, M. DEN NIJS, J. G. OJEMANN a R. P. N. RAO. Cortical activity during motor execution, motor imagery, and imagery-based online feedback. *Proceedings of the National Academy of Sciences* [online]. 2010, **107**(9), 4430-4435 [cit. 2022-12-01]. ISSN 0027-8424. Dostupné z: doi:10.1073/pnas.0913697107
- MOKRIŠOVÁ, I., M. VALIŠ a J. HORT. Emoční paměť – patofyziologie a klinické souvislosti. *Česká a slovenská neurologie a neurochirurgie*. 2012, **2012**(5). ISSN 546-551.
- MULDER, T. Motor imagery and action observation: cognitive tools for rehabilitation. *Journal of Neural Transmission* [online]. 2007, **114**(10), 1265-1278 [cit. 2023-02-10]. ISSN 0300-9564. Dostupné z: doi: 10.1007/s00702-007-0763-z
- NEŠPOR, K. *Pozitivní emoce, smích, laskavost a klinická medicína: Pakt. Lék* [online]. In: 2011 [cit. 2022-11-20]. Dostupné z: <https://www.drnespor.eu/addictcz.html>
- PAN F., L. ZHANG, Y. OU, X. ZHANG a L. JÄNCKE. The audio-visual integration effect on music emotion: Behavioral and physiological evidence. *PLOS ONE* [online]. 2019, **14**(5) [cit. 2023-02-10]. ISSN 1932-6203. Dostupné z: doi:10.1371/journal.pone.0217040
- PÁNEK, D. a A. POLÁK. *Virtuální realita pomáhá při rehabilitaci ochrnutých pacientů. Bez vůle se ale nedá udělat nic: Teorie zrcadlových neuronů* [online]. 2018 [cit. 2022-12-01]. Dostupné z: <https://radiozurnal.rozhlas.cz/virtualni-realita-pomaha-pri-rehabilitaci-ochrnutych-pacientu-bez-vule-se-ale-7573799>
- PÁNEK, D. Elektroencefalografické koreláty pohybového chování a výkonnostní zátěže. Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum, 2016. ISBN 978-80-246-3435-7.
- PÁNEK, D., L. KOVÁŘOVÁ, D. PAVLŮ a V. KRAJČA. Elektroencefalografické koreláty výkonnostní motivace a únavy. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. Mladá fronta, **2014a**(2), 87-92.
- PÁNEK, D., L. KOVÁŘOVÁ, V. KRAJČA, PAVLŮ, D. a E. POSPÍŠILOVÁ. Elektroencefalografické koreláty výkonnostní motivace a únavy. *Rehab fyz. Lék*, 2014b, 21 (2), 87-92.
- PASCUAL-MARQUI, R. D. a spol. Standardized low-resolution brain electromagnetic tomography (sLORETA): technical details. *Methods Find Exp Clin Pharmacol*, 2002, 24.Suppl D: 5-12.

PETRUSEK, M. *Společnosti pozdní doby*. Praha: Sociologické nakladatelství (SLON), 2006. Sociologické aktuality. ISBN 80-86429-63-6.

POLÁČKOVÁ ŠOLCOVÁ, I. *Emoce: regulace a vývoj v průběhu života: funkce a zákonitosti emocí, sociální a kulturní souvislosti, měření emocí*. Praha: Grada, 2018. Psyché (Grada). ISBN 978-80-247-5128-3.

POLÁK, A. *Návod pro tvorbu zážitkového videa*. VRehabilitation.com [online]. 2018 [cit. - 23.11.2021]. Dostupné z: <https://www.vrehabilitation.com/navod-jak-natacet%20zazitkove-videa/>

PONARI, M., M. CONSON, N. P. D'AMICO, D. GROSSI a L. TROJANO. Mapping correspondence between facial mimicry and emotion recognition in healthy subjects. *Emotion* [online]. 2012, **12**(6), 1398-1403 [cit. 2023-02-10]. ISSN 1931-1516. Dostupné z: doi:10.1037/a0028588

RAMACHANDRAN, V. *The neurons that shaped civilization* [online]. TEDIndia, 2009 [cit.2022-12-02]. Dostupné z: https://www.ted.com/talks/vilayanur_ramachandran_the_neurons_that_shaped_civilization?subtitle=cs

ROKYTA, R, C. HÖSCHL, ed. *Emoce v medicíně II a III: emoce v životním cyklu člověka : úzkost, stres a životní styl*. Praha: Mladá fronta, 2014. Zdravotnictví a medicína. ISBN 978-80-204-3340-4.

RUNGE, M. S, M. W-L CHEUNG a A. D'ANGIULLI. Meta-analytic comparison of trial- versus questionnaire-based vividness reportability across behavioral, cognitive and neural measurements of imagery. *Neuroscience of Consciousness* [online]. 2017, **2017**(1) [cit. 2022-12-04]. ISSN 2057-2107. Dostupné z: doi:10.1093/nc/nix006

RUSSELL, J. A. A circumplex model of affect. *Journal of Personality and Social Psychology* [online]. 1980, **39**(6), 1161-1178 [cit. 2022-12-02]. ISSN 1939-1315. Dostupné z: doi:10.1037/h0077714

SAMSON, S., D. DELLACHERIE a H. PLATEL. Emotional Power of Music in Patients with Memory Disorders. *Annals of the New York Academy of Sciences* [online]. 2009, **1169**(1), 245-255 [cit. 2022-11-29]. ISSN 00778923. Dostupné z: doi:10.1111/j.1749-6632.2009.04555.x

SLAMĚNÍK, I. *Emoce a interpersonální vztahy*. Praha: Grada, 2011. Psyché (Grada). ISBN 978-80-247-3311-1.

STUHLÍKOVÁ, I. *Základy psychologie emocí*. Praha: Portál, 2002. ISBN 80-7178-553-9.

PADHMASHREE, V., A. BHATTACHARYYA. Human emotion recognition based on time–frequency analysis of multivariate EEG signal. *Knowledge-Based Systems* [online]. 2022, **238** [cit. 2023-02-10]. ISSN 09507051. Dostupné z: doi:10.1016/j.knosys.2021.107867

TABI, Y. A., M. R. MAIO, B. ATTAALLAH, a spol. Vividness of visual imagery questionnaire scores and their relationship to visual short-term memory performance. *Cortex* [online]. 2022, **146**, 186-199 [cit. 2023-04-03]. ISSN 00109452. Dostupné z: doi:10.1016/j.cortex.2021.10.011

VLČEK, P. *Emoce schované v křivkách EEG* [online]. 5.11.2017 [cit. 2022-11-17]. Dostupné z: <https://vesmir.cz/cz/on-line-clanky/2017/11/emoce-schovane-krivkach-eeg.html>

VOSTRÝ, Ja. Scénické působení a zrcadlové neurony. Disk. Praha: KANT, 2009, **8(2)**, 7-27

VYSKOČIL, F. Zrada, na kterou (ne)zapomeneme. *Vesmír*. Praha, **2012(11)**. ISSN 0042-4544. Dostupné také z: <https://vesmir.cz/cz/casopis/archiv-casopisu/2012/cislo-11/zrada-kterou-nezapomeneme.html>

WEISS P, RAND D., KATZ N. a spol. Video capture virtual reality as a flexible and effective rehabilitation tool. *Journal of Neuroengineering and Rehabilitation*. 2004. 1, 12. ISSN 1743-0003. Dostupné z: doi: 10.1186/1743-0003-1-12

Seznam obrázků

Obrázek 1: Kruhový model výčtu emocí (Russell, 1980).....	14
Obrázek 2: Plutchikovo kolo emocí podle Kalendy (2012)	15
Obrázek 3: Příprava na měření EEG.....	33
Obrázek 4: Sledování VR videa.....	34
Obrázek 5: Statisticky významné zvýšení proudové hustoty ve frekvenčním pásmu gamma pro hladinu významnosti $p < 0,05$ při porovnání kontrolního měření při sledování videa a vstupního měření při sledování videa v negativní skupině. BA 47.....	38

Seznam tabulek

1) Tabulka 1: Informace k výzkumnému souboru.....	31
2) Tabulka 2: Výsledky statistického zpracování pro pozitivní skupinu.....	37
3) Tabulka 3: Výsledky statistického zpracování pro neutrální skupinu.....	37
4) Tabulka 4: Výsledky statistického zpracování pro negativní skupinu.....	37
5) Tabulka 5: Výsledky statistického zpracování pro pozitivní skupinu.....	38
6) Tabulka 6: Výsledky statistického zpracování pro neutrální skupinu.....	38
7) Tabulka 7: Výsledky statistického zpracování pro negativní skupinu.....	39

Seznam příloh

- 1) Příloha 1: Vyjádření Etické komise UK FTVS
- 2) Příloha 2: Informovaný souhlas
- 3) Příloha 3: Dotazník The Vividness of Visual Imagery Questionnaire

Příloha 1: Vyjádření Etické komise FTVS UK

CHARLES UNIVERSITY
FACULTY OF PHYSICAL EDUCATION AND SPORT
Josef Martího 31, 162 52 Prague 6-Vešlavín

Application for Approval by UK FTVS Ethics Committee

of a research project, thesis, dissertation or seminar work involving human subjects

The title of a project: Brain Source Activity Changes During the Visual Training of the Imagination Viewed by sLORETA Imaging

Project form: research

Period of realization of the project: January 2022 - March 2022

The research will be realized in accordance with the valid epidemiological regulations of the Ministry of Health of the Czech Republic.

Applicant: Barbora Englerová, Bc., Charles University, Faculty of the Physical Education and Sport, Department of Physiotherapy

Main researcher: Barbora Englerová, Bc.

Workplace: Charles University, Faculty of the Physical Education and Sport, Jose Martího 31, 162 52 Praha 6 – Vešlavín, Czechia

Co-researcher(s): Lada Špidlenová, Bc., Alžběta Remešová, Bc., Charles University, Faculty of the Physical Education and Sport, Department of Physiotherapy

Supervisor: MUDr. David Pánek, Ph.D., Charles University, Faculty of the Physical Education and Sport, Department of Physiotherapy

Financial support: there is no financial support

Project description: The research project aims to determine changes in intracerebral source activity of the brain during the visual training of the movement imagination, the possibility of inducing flow state, and how the intracerebral activity can be affected by emotional stimulation. The brain activity will be measured by EEG using the sLORETA imaging method before and after the intervention. This intervention will consist of a three-week imagination training. Participants will train imagination at home three times per week by watching a 3-minute video of walking in virtual reality and then by imagining to walk for as long as they can keep concentration. The final measurement will be performed after three weeks of training using the same methods as in the beginning. The measurement will take place in the laboratory at the Faculty of the Physical Education and Sport, Charles University. Before the measurement, the participants fill in the questionnaires selected for the imagination and emotions. For the movement imagination the Vividness of Movement Imagery Questionnaire – 2 (VMIQ - 2) – Czech Standardized Version will be used (KAVKOVÁ, Veronika a Michal VIČAR. *Příručka pro využití imaginace pro sportovní psychologii a trenéry: dotazník živosti pohybové imaginace (VMIQ-2)*. In *Ostatní odborné publikace*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2014. 27 s. Ostatní odborné publikace. ISBN 978-80-244-4320-1.) and for the emotions the Vividness of Visual Imagery Questionnaire VVIQ (MARKS, D. F. *Vividness of Visual Imagery Questionnaire (VVIQ)* [Database record] 1973. APA PsycTests) and the Lüscher Colour Test (LÜSCHER, Max. *The Lüscher color test; The remarkable test that reveals your personality through color*. 4th ed. New York: Simon, 1971. ISBN 0-671-73145-9.). After filling in the questionnaires, the measurement will take place: 15 minutes of native EEG data with open and closed eyes, during watching of the video, and during imagination will be recorded, later analysed by sLORETA imaging method. After the measurement, the participants will fill in the questionnaire selected for the flow state, i.e. Flow State Scale – short version, Core Flow Scale (MARTIN, Andrew J. a Susan A. JACKSON. Brief approaches to assessing task absorption and enhanced subjective experience: Examining 'short' and 'core' flow in diverse performance domains. *Motivation and Emotion* [online]. 2008, 32(3), 141-157 [cit. 2021-6-10]. ISSN 0146-7239. Available at: doi:10.1007/s11031-008-9094-0), Flow State Scale – Czech Standardized Version (REZÁČ, Pavel. *Prožití flow u sportovců a uživatelů internetu*. Brno, 2009. Rigorózní práce. Univerzita Karlova v Praze, Filozofická fakulta, Katedra psychologie) and again the Lüscher Colour Test. Participants will also receive a paper form of Flow questionnaires and a web link for the Lüscher Colour Test to fill in at home. The aforementioned three-week training of the imagination consists of watching a 3-minute video (3 times per week) of walking in the first-person perspective to make the most accurate impression for the viewer. Right after they will imagine to walk for as long as they can keep the concentration. The participants will watch the video by using Virtual Reality glasses at home in the sitting position. The Lüscher Colour Test will be filled in before and after the training. Furthermore, the Flow questionnaires will be filled in after the training. The participants are going to be randomly distributed into three groups according to video emotion-inducing characteristics. The first group is going to watch a neutral video, which contains no disturbing emotions. The second group is going to watch a video with positively-tuned music. The third group is going to watch a video along with negatively-tuned music. The final measurement after three-week training of the imagination is identical to the measurement taken in the beginning, also followed by the re-evaluation using the same questionnaires.

Characteristics of participants in the research: The research group is assumed to have cca 36 participants in the age between 20 to 30 years, selected from non-vulnerable population. The participant's recruitment is going to be made by the handouts. The handouts will be placed on the main notice board in the FTVS entrance hall, and will be shared in the electronic form in the FTVS Facebook group. At the same time, participants will be addressed in person at FTVS. The recruitment criterion for the participants: no previous experience with imagination training, no acute disease, no neurological and cardiovascular disease, not pregnant or in any other state, that would negatively influence the participant's health or the research outcome. The supervisor for the recruitment of the participants is MUDr. David Pánek, Ph.D.

Ensuring safety within the research: No invasive type of measurement or training takes place in the course of the research. The correctness of the preparation and the measurement by EEG and the sLORETA imaging method analysis is going to be supervised by MUDr. David Pánek, Ph.D. Risks of the research will not be higher than the commonly anticipated risks for this type of research.

Ethical aspects of the research: Adult participants are going to voluntarily take place in the research project. Measured data will be safely processed and anonymized for the purpose of publishing in the master thesis, potentially in specialized periodicals, monographies, presented in the conferences, or used for further studies at Charles University. No vulnerable participants will take part in the project.

Potential conflict of interest: There are no possible conflicts of interests because there is no private party involved in the research project. Neither the applicant nor any member of the research team has a private interest in the outcome of the research, nor does the research lead to personal gain. The research project is motivated strictly by scientific interest.

Sensitive personal data: No sensitive data will be collected. Only the health status of the probands will be verified to see if they are suffering from any acute illness that could endanger their condition or the results of the project.

Protection of personal data: The data will be collected and processed in accordance with the rules defined by the European Union Regulation No. 2016/679 and the Czech Act No. 110/2019 Coll. - on the personal data processing. The personal data, which are going to be collected, are: full name, gender, age and email address, data gained by the above-mentioned methods. No personal data from the research participants will be published. The data is going to be safely kept on a secured computer in a locked room. In the research project only anonymized data will be processed and published – i.e. no information, that might individually nor summed up lead to the identification of a particular person. We will make sure that any of the participants are not recognizable in the research project. Personal data that would lead to the identification of the participant, will be anonymized within one day after the measurement. Obtained data will be safely processed and anonymized for the purpose of publishing in three master theses, potentially in specialized periodicals, monographies, presented in the conferences, or used for further studies at Charles University.

Taking photographs/videos/audio recordings of the participants: In the course of the research project, we are going to take photo and video documentation of the process of the measurement.

Photo and video documentation: Only one person from the research team will have access to the non-anonymous photo and video documentation. This documentation will be anonymized by blurring/covering the faces and other characteristics that may lead to a specific person. Non-anonymized photos and videos will be safely kept in a secured computer in a locked room until the moment of full-fledged documentation processing (including anonymization) for the purpose of this work. The estimated data deletion time is within one week after the last measurement. Only anonymized photo and video documentation is going to be published.

I shall ensure to the maximum extent possible that the research data will not be misused.

Informed Consent: attached

It is the duty of all participants of the research team to protect life, health, dignity, integrity, the right to self-determination, privacy and protection of the personal data of all research subjects, and to undertake all possible precautions. Responsibility for the protection of all research subjects lies on the researcher(s) and not on the research subjects themselves, even if they gave their consent to participation in the research. All participants of the research team must take into consideration ethical, legal and regulative norms and standards of research involving human subjects applicable not only in the Czech Republic but also internationally.

I confirm that this project description corresponds to the plan of the project and, in case of any change, especially of the methods used in the project, I will inform the UK FTVS Ethics Committee, which may require a re-submission of the application form.

In Prague, 14. 12. 2021

Applicant's signature: *Šteubová*

Approval of UK FTVS Ethics Committee

The Committee: Chair: Doc. PhDr. Irena Parry Martinková, Ph.D.
Members: Prof. PhDr. Pavel Slepíčka, DrSc. Prof. MUDr. Jan Heller, CSc.
PhDr. Pavel Hráský, Ph.D. Mgr. Eva Prokešová, Ph.D.
Mgr. Tomáš Ruda, Ph.D. MUDr. Simona Majorová

The research project was approved by UK FTVS Ethics Committee under the registration number: *215/2021*

Date of approval: *15. 12. 2021*

UK FTVS Ethics Committee reviewed the submitted research project and found no contradictions with valid principles, regulations and international standards for carrying out research involving human subjects.

The applicant has met the necessary requirements for receiving approval of UK FTVS Ethics Committee. *MP*

José Martího 31, 162 52, Praha 6
Stamp of UK FTVS

Signature of the Chair of
UK FTVS Ethics Committee

Příloha 2: Informovaný souhlas

CHARLES UNIVERSITY
FACULTY OF PHYSICAL EDUCATION AND SPORT
Josef Martího 31, 162 52 Prague 6-Vešelavín

Po celou dobu tréninku Vám budou zapůjčeny brýle pro virtuální realitu. Video budou k dispozici ke shlédnutí na stránkách www.vrehabilitation.com spolu s návodem, jak imaginovat. V případě nejasnosti Vám rádi odpovíme na jakékoliv dotazy kdykoliv v průběhu tréninku na emailových adresách:

barbora.englerova@gmail.com, spidlenovalada@seznam.cz, alzbeta.remesova@gmail.com.

6. Po třítydenním tréninku pohybové imaginace proběhne kontrolní EEG měření a vyplnění dotazníků, obojí totožné se vstupním měřením.

7. Casový plán výzkumu: vstupní měření přibližně 1,5 hodiny, po kterém následuje třítydenní trénink. Kontrolní měření je časově identické se vstupním měřením.

8. V průběhu výzkumu nedojde k žádnému invazivnímu typu měření nebo tréninku. Na správnost přípravy a měření metodou EEG a zobrazovací metody sLORETA bude dohlížet MUDr. David Pánek, Ph.D.

9. V tomto projektu nebudou použity metody invazivního charakteru. Rizika prováděného výzkumu nebudou vyšší než běžně očekávaná rizika u aktivit a testování prováděných v rámci tohoto typu výzkumu. Zajištění bezpečnosti bude zprostředkováno přítomností řešitelů Bc. Barbory Englerové, Bc. Lada Špidlenové, Bc. Alžběty Remešové a minimálně jednoho dalšího odborného pracovníka.

10. Projektu se mohou účastnit pouze zdravé osoby ve věku 20-30 let. Kritéria pro vyloučení z projektu jsou následující: předchozí zkušenosti s tréninkem pohybové imaginace, osoby s akutním onemocněním, s neurologickým a kardiovaskulárním onemocněním, gravidní, nebo v jakémkoli jiném stavu, který by negativně ovlivnil zdraví účastníka nebo výsledek výzkumu. Dohled nad nábořem účastníků bude mít MUDr. David Pánek, Ph.D.

11. Přínosem tohoto výzkumného projektu pro Vás bude možnost prozkoumat Vaši mysl procvičováním imaginace a podstoupení jedinečného vyhodnocení EEG pomocí zobrazování sLORETA.

12. Vaše účast ve výzkumu je dobrovolná a nebude finančně ohodnocena.

13. Data budou shromažďována a zpracovávána v souladu s pravidly vymezenými nařízením Evropské Unie č. 2016/679 a zákonem č. 110/2019 Sb. – o zpracování osobních údajů. Osobní údaje, které jsou pro výzkum potřeba: celé jméno, pohlaví, věk a e-mailová adresa, data získaná výše uvedenými metodami. Žádné osobní údaje účastníků výzkumu nebudou zveřejněny. Prohlašuji, že výzkumný projekt bude anonymní a nebude obsahovat žádné informace, které by jednotlivě nebo souhrnně mohly vést k identifikaci konkrétní osoby. Zajistím, aby žádný z účastníků nebyl ve výzkumném projektu rozpoznatelný. Osobní údaje, které by vedly k Vaší identifikaci, budou anonymizovány do jednoho dne po měření. Získaná data budou bezpečně zpracována a anonymizována pro účely publikování ve třech diplomových pracích, případně ve specializovaných periodikách, monografiích, prezentována na konferencích nebo použita pro další studium na Univerzitě Karlově.

14. V průběhu výzkumného projektu budeme pořizovat fotografie a natáčet videa pro dokumentaci procesu měření. K neanonymní fotodokumentaci a videodokumentaci bude mít přístup pouze jedna osoba z výzkumného týmu. Tato dokumentace bude anonymizována rozmazáním / zakrytím obličejů a dalších charakteristik, které mohou vést k rozpoznání konkrétní osoby. Neanonymizované fotografie a videa budou bezpečně uloženy v zabezpečeném počítači v uzamčené místnosti do okamžiku plnohodnotného zpracování dokumentace (včetně anonymizace) pro účely této práce. Předpokládaná doba smazání dat je do jednoho týdne od posledního měření. Zveřejněna bude pouze anonymizovaná fotografická a video dokumentace.

15. S celkovými výsledky a závěry výzkumného projektu se můžete seznámit na emailových adresách:

barbora.englerova@gmail.com, spidlenovalada@seznam.cz, alzbeta.remesova@gmail.com.

16. V maximální možné míře zajistím, aby získaná data nebyla zneužita.

Jméno a příjmení předkladatele projektu Barbora Englerová, Bc. Podpis:

Jméno a příjmení hlavního řešitele a spoluřešitelů: Lada Špidlenová, Bc., Alžběta Remešová, Bc.

Jméno a příjmení osoby, která provedla poučení Podpis:

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

Místo, datum

Jméno a příjmení účastníka Podpis:

Po celou dobu tréninku Vám budou zapůjčeny brýle pro virtuální realitu. Video budou k dispozici ke zhlédnutí na stránkách www.vrehabilitation.com spolu s návodem, jak imaginovat. V případě nejasností Vám rádi odpovíme na jakékoliv dotazy kdykoliv v průběhu tréninku na emailových adresách:

barbora.englerova@gmail.com, spidlenovalada@seznam.cz, alzbeta.remesova@gmail.com.

6. Po třítydenním tréninku pohybové imaginace proběhne kontrolní EEG měření a vyplnění dotazníků, obojí totožné se vstupním měřením.

7. Časový plán výzkumu: vstupní měření přibližně 1,5 hodiny, po kterém následuje třítydenní trénink. Kontrolní měření je časově identické se vstupním měřením.

8. V průběhu výzkumu nedojde k žádnému invazivnímu typu měření nebo tréninku. Na správnost přípravy a měření metodou EEG a zobrazovací metody sLORETA bude dohlížet MUDr. David Pánek, Ph.D.

9. V tomto projektu nebudou použity metody invazivního charakteru. Rizika prováděného výzkumu nebudou vyšší než běžně očekávaná rizika u aktivit a testování prováděných v rámci tohoto typu výzkumu. Zajištění bezpečnosti bude zprostředkováno přítomností řešitelů Bc. Barbory Englerové, Bc. Lada Spidlenové, Bc. Alžběty Remešové a minimálně jednoho dalšího odborného pracovníka.

10. Projektu se mohou účastnit pouze zdravé osoby ve věku 20-30 let. Kritéria pro vyloučení z projektu jsou následující: předchozí zkušenosti s tréninkem pohybové imaginace, osoby s akutním onemocněním, s neurologickým a kardiovaskulárním onemocněním, gravidní, nebo v jakémkoli jiném stavu, který by negativně ovlivnil zdraví účastníka nebo výsledek výzkumu. Dohled nad nábořem účastníků bude mít MUDr. David Pánek, Ph.D.

11. Přínosem tohoto výzkumného projektu pro Vás bude možnost prozkoumat Vaši mysl procičováním imaginace a podstoupení jedinečného vyhodnocení EEG pomocí zobrazování sLORETA.

12. Vaše účast ve výzkumu je dobrovolná a nebude finančně ohodnocena.

13. Data budou shromažďována a zpracovávána v souladu s pravidly vymezenými nařízením Evropské Unie č. 2016/679 a zákonem č. 110/2019 Sb. – o zpracování osobních údajů. Osobní údaje, které jsou pro výzkum potřeba: celé jméno, pohlaví, věk a e-mailová adresa, data získaná výše uvedenými metodami. Žádné osobní údaje účastníků výzkumu nebudou zveřejněny. Prohlašuji, že výzkumný projekt bude anonymní a nebude obsahovat žádné informace, které by jednotlivě nebo souhrnně mohly vést k identifikaci konkrétní osoby. Zajistím, aby žádný z účastníků nebyl ve výzkumném projektu rozpoznatelný. Osobní údaje, které by vedly k Vaší identifikaci, budou anonymizovány do jednoho dne po měření. Získaná data budou bezpečně zpracována a anonymizována pro účely publikování ve třech diplomových pracích, případně ve specializovaných periodikách, monografiích, prezentována na konferencích nebo použita pro další studium na Univerzitě Karlově.

14. V průběhu výzkumného projektu budeme pořizovat fotografie a natáčet videa pro dokumentaci procesu měření. K neanonymní fotodokumentaci a videodokumentaci bude mít přístup pouze jedna osoba z výzkumného týmu. Tato dokumentace bude anonymizována rozmazáním / zakrytím obličejů a dalších charakteristik, které mohou vést k rozpoznání konkrétní osoby. Neanonymizované fotografie a videa budou bezpečně uloženy v zabezpečeném počítači v uzamčené místnosti do okamžiku plnohodnotného zpracování dokumentace (včetně anonymizace) pro účely této práce. Předpokládaná doba smazání dat je do jednoho týdne od posledního měření. Zveřejněna bude pouze anonymizovaná fotografická a video dokumentace.

15. S celkovými výsledky a závěry výzkumného projektu se můžete seznámit na emailových adresách:

barbora.englerova@gmail.com, spidlenovalada@seznam.cz, alzbeta.remesova@gmail.com.

16. V maximální možné míře zajistím, aby získaná data nebyla zneužita.

Jméno a příjmení předkladatele projektu Barbora Englerová, Bc. Podpis:
Jméno a příjmení hlavního řešitele a spoluřešitelů: Lada Spidlenová, Bc., Alžběta Remešová, Bc.
Jméno a příjmení osoby, která provedla poučení Podpis:

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

Místo, datum
Jméno a příjmení účastníka Podpis:

Příloha 3: Dotazník The Vividness of Visual Imagery Questionnaire

24

DAVID F. MARKS

APPENDIX

Items contained in the Vividness of Visual Imagery Questionnaire

For items 1–4, think of some relative or friend whom you frequently see (but who is not with you at present) and consider carefully the picture that comes before your mind's eye.

Item

1. The exact contour of face, head, shoulders and body.
2. Characteristic poses of head, attitudes of body, etc.
3. The precise carriage, length of step, etc., in walking.
4. The different colours worn in some familiar clothes.

Visualize a rising sun. Consider carefully the picture that comes before your mind's eye.

Item

5. The sun is rising above the horizon into a hazy sky.
6. The sky clears and surrounds the sun with blueness.
7. Clouds. A storm blows up, with flashes of lightning.
8. A rainbow appears.

Think of the front of a shop which you often go to. Consider the picture that comes before your mind's eye.

Item

9. The overall appearance of the shop from the opposite side of the road.
10. A window display including colours, shapes and details of individual items for sale.
11. You are near the entrance. The colour, shape and details of the door.
12. You enter the shop and go to the counter. The counter assistant serves you. Money changes hands.

Finally, think of a country scene which involves trees, mountains and a lake. Consider the picture that comes before your mind's eye.

Item

13. The contours of the landscape.
14. The colour and shape of the trees.
15. The colour and shape of the lake.
16. A strong wind blows on the trees and on the lake causing waves.