

**UNIVERZITA KONŠTANTÍNA FILOZOFA V NITRE  
FAKULTA SOCIÁLNYCH VIED A ZDRAVOTNÍCTVA**

**MOŽNOSTI VYUŽITIA EEG-BIOFEEDBACK TRÉNINGU  
NA ZVÝŠENIE TVORIVOSTI**

**Magisterská záverečná práca**

Študijný program: psychológia (Jednoodborové štúdium, magisterský II. st., denná forma)

Školiace pracovisko: Katedra psychologických vied

Školiteľ: Doc. PhDr. Marta Popelková, PhD.

Pomocný školiteľ: PhDr. Pavel Krivulka

Konzultant: Doc. PhDr. Marta Popelková, PhD.

**Nitra 2010**

**Bc. Mária Túnyiová**

## ABSTRAKT

TÚNYIOVÁ, Mária: Možnosti využitia EEG-biofeedback tréningu na zvýšenie tvorivosti [Diplomová práca]. Univerzita Konštantína Filozofa v Nitre. Fakulta sociálnych vied a zdravotníctva; Katedra psychologických vied. Školiteľ: Doc. PhDr. Marta Popelková, PhD. Pomocný školiteľ: PhDr. Pavel Krivulka. Stupeň odbornej kvalifikácie: Magister. Nitra : FSVaZ, 2010. 61 s.

Cieľom výskumu je overenie efektivity navrhnutých protokolov pre EEG biofeedback na zvýšenie tvorivosti. Protokoly sú nasledovné - bipolárne zapojenie F7-T3, odmeňovaná frekvencia 12-16 Hz a monopolárne zapojenie PZ-A2, alfa/theta tréning. Tréningy prebiehali dvakrát týždenne po dobu piatich týždňov. Vzorku tvorilo 10 osôb vo veku 23-27 rokov, boli rozdelení do experimentálnej skupiny, ktorá absolvovala EEG biofeedback tréning a do kontrolnej, ktorá bola bez tréningu. Na pretestové a posttestové meranie tvorivosti sme použili Torranceho figurálny test tvorivého myslenia – subtest Tvorenie obrázka a neštandardizované testy prevzaté od Thurstona (Prefixon, Suffixon), Christensena a Guilforda (Utility test, Alternate uses). Po aplikácii EEG biofeedbacku sa zvýšila tvorivosť vo faktore flexibility.

Kľúčové slová: EEG biofeedback, alfa/theta, tvorivosť, fluencia, flexibilita, originalita

## **ABSTRACT**

TÚNYIOVÁ, Mária: Possibilities for using EEG biofeedback to enhance creativity. [Master thesis]. Univerzita Konštantína Filozofa v Nitre. Fakulta sociálnych vied a zdravotníctva; Katedra psychologických vied. Consultant: Doc. PhDr. Marta Popelková, PhD. Assistant consultant: PhDr. Pavel Krivulka.. Degree of professional qualification: Master. Nitra : FSVaZ, 2010. 61 p.

The main goal of the research is to verify the proposed procedures for EEG biofeedback to enhance creativity. The protocols are as followed - bipolar connection F7-T3, rewarded frequency 12-16 Hz and monopolar connection PZ-A2, alpha/theta training. Training took place twice a week for five weeks. The sample group consisted of 10 people in the age range of 23-27 years old. They were divided into experimental group, which attended EEG biofeedback training and to control group, which was without training. For measuring creativity in the pretest and posttest, we used The Figural Torrance Tests of Creative Thinking – Picture construction task and nonstandardised tests taken from Thurstone (Prefixon, Suffixon), Christensen and Guilford (Utility test, Alternate uses). After the application of the EEG biofeedback the creativity has increased in its flexibility factor.

Key words: EEG biofeedback, alfa/theta, creativity, fluency, flexibility, originality

## Predhovor

*Ľudský mozog je jediný orgán v doposiaľ poznanom svete,  
ktorý sa snaží porozumieť sebe samému.*

Richard Restak

Diplomová práca vznikla na základe zvedavosti. Fascinuje ma to, ako všetko živé funguje, čo sa deje v tele a prečo je to dobré. Mnohé veci sme schopní popísať a objasniť. Ale to, ako je napríklad možné, že vnímame svet ako vnímame, kde a ako sú uložené dôležité okamihy nášho života, ktoré nikdy nezabudneme, akým spôsobom vznikajú nové kreatívne nápady a mnoho iných, stále zostáva zahalené závojom tajomstva. Veda na čele s neurológmi, psychológmi, neuropsychológmi, v spolupráci s rôznymi odbormi sa pokúša tento závoj poodkrývať, aby lepšie pochopila ľudský mozog.

Táto práca by nevznikla bez odbornej podpory Doc. PhDr. Marty Popelkovej, PhD. a cenných rád a pripomienok PhDr. Pavla Krivulku, ktorí ma viedli pri realizácii výskumu a písaní práce. Za to im úprimne ďakujem. Milú povinnosť poďakovať mám aj PhDr. Jurčovej, Csc., Jarusiewicz, PhD., CADCV., a Boynton, PhD. ktoré si našli čas pre konzultáciu a odovzdávanie vlastných skúseností. Ďakujem im za povzbudenie do ďalšej práce. Vďaka patrí takisto pedagógom z Katedry psychologických vied za vedomosti a inšpirácie, ktoré tiež významným spôsobom prispeli k rozhodnutiu realizovať výskum vo zvolenej oblasti. V neposlednom rade patrí veľká vďaka mojej rodine a blízkym, za tisíce drobností, vďaka ktorým som kto som.

# Obsah

|  |    |
|--|----|
| Abstrakt.....  | 1  |
| Abstract.....  | 2  |
| Predhovor.....   | 3  |
| Obsah.....   | 4  |
| Zoznam obrázkov, tabuliek a grafov.....                                | 6  |
| Zoznam skratiek a symbolov.....  | 7  |
| Úvod.....  | 8  |
| 1 Základné elektrické rytmy mozgu.....                                 | 9  |
| 1.1 Klasifikácia základných EEG elementov a ich klinický význam.....   | 9  |
| 2 EEG Biofeedback (Neurofeedback).....                                 | 15 |
| 3 Tvorivosť.....   | 18 |
| 3.1 Tvorivosť ako proces.....  | 20 |
| 3.2 Vzťah motivácie a tvorivosti.....                                  | 21 |
| 3.3 Vzťah inteligencie a tvorivosti.....                               | 21 |
| 3.4 Tvorivá osobnosť.....  | 22 |
| 3.5 Metódy rozvíjania tvorivosti u detí.....                           | 23 |
| 3.6 Mozog a verbálna tvorivosť.....                                    | 24 |
| 3.6.1 Centrá reči.....   | 24 |
| 3.6.2 Lateralita a tvorivosť.....                                      | 27 |
| 3.6.3 Ako pracuje mozog pri riešení tvorivej verbálnej úlohy?.....     | 27 |
| 4 Hypotézy.....  | 30 |
| 5 Vzorka.....  | 31 |
| 5.1 Výber probantov.....   | 32 |
| 6 Metódy.....  | 34 |
| 6.1 Testovanie tvorivosti.....   | 34 |
| 6.1.1 Kontrolovanie vonkajších okolností pri testovaní tvorivosti..... | 40 |
| 6.2 EEG biofeedback tréning.....                                       | 41 |
| 7 Výsledky.....  | 44 |
| 8 Diskusia.....  | 50 |
| Záver.....   | 55 |
| Použitá literatúra.....  | 57 |

|                         |    |
|-------------------------|----|
| Osobná komunikácia..... | 60 |
| Internetové zdroje..... | 61 |

## **Zoznam obrázkov, tabuliek a grafov**

*Obrázok 1* Základné EEG rytmy

*Obrázok 2* Lokalizácia bodov podľa systému 10-20

*Obrázok 3* Rečové mozgové oblasti

*Tabuľka 1* základné mozgové elektrické rytmy

*Tabuľka 2* Porovnanie dosiahnutého skóre v testoch tvorivosti medzi experimentálnou a kontrolnou skupinou

*Tabuľka 3* Komparácia rozdielu medzi skupinami v pretestovom meraní a posttestovom meraní v testoch tvorivosti

*Graf 1* Porovnanie dosiahnutého skóre v Teste začiatkov slov medzi experimentálnou a kontrolnou skupinou

*Graf 2* Porovnanie dosiahnutého skóre v Teste koncoviek slov medzi experimentálnou a kontrolnou skupinou

*Graf 3* Porovnanie dosiahnutého skóre v Teste spôsobov použitia vecí medzi experimentálnou a kontrolnou skupinou

*Graf 4* Porovnanie dosiahnutého skóre v teste Neobvyklé použitie vecí medzi experimentálnou a kontrolnou skupinou

*Graf 5* Porovnanie dosiahnutého skóre v teste Tvorenie obrázka medzi experimentálnou a kontrolnou skupinou

## Zoznam skratiek a symbolov

EEG – Elektroencefalografia

PET – Pozitrónová emisná tomografia

fMRI – Funkčná magnetická rezonancia

EKG – Elektrokardiografia

EMG – Elektromyografia

Hz – Jednotka frekvencie

$\mu\text{V}$  – Jednotka elektrického napätia

SMR – Senzomotorický rytmus

CZ - Vertex

F7 – Bod nad ľavým frontálnym mozgovým lalokom podľa 10-20 systému

T3 – Bod nad ľavým temporálnym mozgovým lalokom podľa 10-20 systému

F8 – Bod nad pravým frontálnym mozgovým lalokom podľa 10-20 systému

PZ – Bod nad parietálnym mozgovým lalokom podľa 10-20 systému

A2 – Lalok pravého ucha

## Úvod

Tvorivosť sa skúma len ostatných niekoľko desiatok rokov, ale pre človeka je významná už od začiatku jeho existencie. Tvorivosť patrí predovšetkým do domény psychológie a umenia, avšak trend vo vedeckom svete smeruje k integrácii odborných zameraní. Snažíme sa problematiku tvorivosti uchopiť nie len z psychologického pohľadu ale aj z pohľadu neurofyziologických dejov na úrovni mozgu. V našej práci sme sa zamerali na štúdium správania rôznych oblastí mozgu pri riešení tvorivej verbálnej úlohy.

Naším hlavným cieľom bolo aplikovať poznatky o neurofyziologickej podstate tvorivosti na tréningový proces s použitím EEG biofeedbacku, ktorého výsledkom by malo byť zvýšenie verbálnej tvorivosti.

Existencia mnohých programov určených na zvýšenie tvorivých schopností je dostatočným dôkazom toho, že téma tvorivosti je aktuálna a ľudia majú potrebu svoju tvorivosť rozvíjať, keďže ide o kľúčovú schopnosť, ktorú vyžadujú rôzne povolania. Naším výskumom sa pokúšame overiť, či by sa aj EEG biofeedback tréning mohol úspešne používať ako alternatíva k týmto programom.

# 1 Základné elektrické rytmy mozgu

V ľudskom mozgu je okolo 13 biliónov neurónov. Spolu s gliami sú základnou stavebnou jednotkou mozgu a miechy. Komunikácia medzi neurónmi prebieha vďaka elektrochemickým spojeniam. To znamená, že sa informácie v mozgu šíria elektrickými vzruchmi. Neuróny sa spájajú svojimi vláknami, dendritmi a neuritmi do zložitých sietí pomocou synaptických spojení. O tom, že tieto siete môžu byť naozaj veľmi zložitú svedčí aj fakt, že každý neurón má na svojom povrchu tisíce až desaťtisíce receptorov, teda miest, ktoré sú schopné prijímať podráždenie vo forme chemických poslov, mediátorov, čiže transmitterov alebo neurotransmitterov (Faber, 2001, s. 30).

Elektrický potenciál sa vytvára na povrchu membrán neurónov. Neurón je schopný na membránach dendritov a tela bunky prijať a spracovať biochemicko-elektrický signál a tiež ho cez axóny vyslať k iným neurónom. Tieto membránové potenciály sú jednak pomalé, rádovo 0,1 Hz až desiatky Hz, nešíriace sa po celom povrchu neurónu, jednak rýchle, rádovo desiatky až stovky Hz, postupujúce veľmi rýchlo po celom povrchu neurónu alebo vymedzenej časti povrchu (Faber, 2001, s. 30). Pomalé potenciály sa nazývajú „stále“ („standing“), rýchle potenciály, čiže impulzy sú „hrotové“ („spiking“). Synchronizáciou predovšetkým „standing“ potenciálov vzniká elektroencefalograf. Registruje sa zo skalpu a využíva sa ako diagnostická metóda.

## 1.1 Klasifikácia základných EEG elementov a ich klinický význam

Elektrické rytmy sú vlastne elektrické vzruchy šíriace sa neurónmi. Prejavu vzruchu sú elektrické (depolarizácia) a chemické (presuny iónov na membráne) (Murgaš, 2004, s. 16). Extracelulárne meranie membránových potenciálov sa uskutočňuje v klinickej podobe ako súčasť elektrofyziologických vyšetrovacích metód: EKG, EEG, EMG.

Základné mozgové elektrické rytmy, alfu a betu, ako prvý pozoroval švajčiarsky psychiater Berger v roku 1924, keď ich pomocou elektród snímal z neporušenej hlavy zdravej osoby a porovnával ich s elektrickými potenciálmi mozgu pacienta.

V našej práci predstavujeme mozgové elektrické rytmy, ktoré sú najviac významné pre EEG biofeedback. Popisujeme ich fyzikálne vlastnosti, ktoré sú vyjadrené v Hz a  $\mu\text{V}$ . Ďalej hovoríme o tom, kedy sa najčastejšie objavujú a ako sa ich aktivita prejavuje. Dôležité je aj poznamenať, kedy sa elektrické rytmy môžu v EEG zázname objavovať

napriek tomu, že ich v skutočnosti mozgová aktivita nevytvára. Vplyvy, ktoré sa klamlivo javia ako elektrická aktivita mozgu, nazývame artefakty.

### **Alfa aktivita:**

Alfa rytmus (Obrázok 1) je morfológicky charakteristický svojím viacmenej pravidelným sínusoidným tvarom. Alfa má frekvenciu 8-13 Hz a amplitúdu väčšinou okolo 50  $\mu\text{V}$  alebo aj o čosi nižšiu, rozmedzie môže byť 10 až 150  $\mu\text{V}$ . Prevláda v zadných častiach, v okcipitálnych lalokoch. U väčšiny dospelých je prítomná trvale, ale neprítomnosť alebo sporadická alfa nemusia nevyhnutne znamenať patológiu. Približne 5 % normálnej populácie má záznam bez opticky dobre viditeľnej alfa aktivity. Je lepšie pozorovateľná pri zatvorených očiach, počas telesnej a psychickej relaxácie. Blokována je, keď sa otvoria oči ale aj zámernou pozornosťou a mentálnym úsilím. Spektrálna analýza ukazuje, že veľkosť alfa alebo správnejšie jej energetická mohutnosť je nepriamo úmerná pozornosti, to znamená, že čím väčšia pozornosť, tým menšia alfa a opačne, čím lepšia relaxácia, tým vyššia alfa (Faber a kol. 1998, In: Faber, 2001, s. 17).

Krivulka (2003) tvrdí, že alfa môže indikovať pasívny reflektujúci stav, bez vonkajších podnetov, ktorý je blízko kreatívnemu mysleniu. Jednotlivec, u ktorého prevláda alfa môže mať vynikajúce nápady, ale zároveň má nedostatočnú motiváciu k ich realizácii.

Fyziologicky je alfa známkou normality (Faber, 2001, s. 17). Môže sa objavovať už v predškolskom veku, u dospelých by mala byť relatívne symetrická v rámci oboch hemisfér a tiež stabilná. Nad pravou nedominantnou hemisférou môže byť však vyššia. Prevalencia alfa vln sa definitívne ustáľuje po 16. roku života (Langmeier, Krejčířová, 2007, s. 144).

### **Beta aktivita:**

Beta (Obrázok 1) sa zvyčajne vyskytuje najmä vo frontálnych lalokoch a nad rolandickou krajinou. Ide o aktivitu s frekvenciou 13-30 Hz a amplitúda je väčšinou menšia než 30  $\mu\text{V}$ . Artefakty, ktoré môžu klamlivo ukazovať výraznejšiu aktivitu bety sú elektrický šum (napríklad mobilného telefónu) alebo svalové napätie. Betu môžu ovplyvniť aj niektoré lieky, ako barbituráty alebo benzodiazepíny a iné. Užívanie uvedených liekov môže mať za následok vyššiu amplitúdu.

### **Gamma aktivita:**

Gamma aktivitu okom spozorujeme len vzácne. Objavuje sa najmä frontálne a nad vertexom. Charakteristická je frekvenciou 30 až 60 Hz a je veľmi nízkej amplitúdy, okolo 10  $\mu\text{V}$  – preto je voľným okom ťažko spozorovateľná. Gamma rytmy sa dávajú do súvislosti s vyššími formami spracovania informácie, najmä pri ich integrácii. V patológii sa často spomínajú v súvislosti s epileptickými záchvatmi alebo ako znak prodormálnej fázy depresie. Súvisia tiež s anxiétou a stresovými mechanizmami, preto sa vyskytujú pri predskúškovom strese. Spomínajú sa často pri prechodoch do zmenených stavov vedomia, u niektorých typov meditácie. Keďže svalová aktivita môže mať od 30 do 100 a viacej Hz, je dôležité odlíšiť gamma aktivitu od svalovej aktivity na hlave.

### **Delta aktivita:**

Ak hovoríme o delte (Obrázok 1), hovoríme o aktivite charakterizovanej pomalými vlnami s frekvenciou do 4 Hz a s amplitúdou medzi 10 až 300  $\mu\text{V}$ . Fyziologická je vo veku do 3 rokov života alebo aj u starších detí a dospelých, a to počas hlbokého spánku. Málo delta aktivity sa považuje za normálne u ľudí starších ako 60 rokov (Tatum, 2008, s. 34). V EEG zázname sa môže objaviť tiež v prípade, keď je dospelá osoba ospalá alebo užíva niektoré lieky. Jedným z rušivých artefaktov je aj situácia, kedy nie sú elektródy dostatočne vodivo spojené s pokožkou hlavy.

### **Theta aktivita:**

Theta (Obrázok 1) je podobne ako delta pomalá vlna. Jej frekvencia je 4-7 Hz, amplitúda obyčajne nepresiahne 15  $\mu\text{V}$ . Často sa objavuje s delta aktivitou a to u detí od 3 do 5 rokov alebo počas spánku dospelých. Môže sa objavovať i za zvláštnych okolností, napríklad počas hyperventilácie alebo emočného vzrušenia u detí či mladších osôb (asi do 20 rokov života) (Faber, 2001, s. 18). Theta sa počas EEG vyšetrenia dospelaj osoby môže vo zvýšenej miere objavovať vtedy, keď je táto osoba ospalá, či užíva niektoré lieky, vyskytuje sa tiež v stave vytrženia, intuície a vnútorného ponorenia sa. Krivulka (2003) opisuje theta aktivitu aj v súvislosti s tvorivými stavmi, v ktorých sa drží fokusované zameranie. Theta rytmy úzko súvisia s hypokampálnou pamäťou. Ľudia s vysokým podielom theta rytmov môžu mať problémy s udržiavaním pozornosti a tiež normálneho

výkonového pracovného tempa, ťažšie sa adaptujú v štruktúrovaných situáciách (napr. škola).

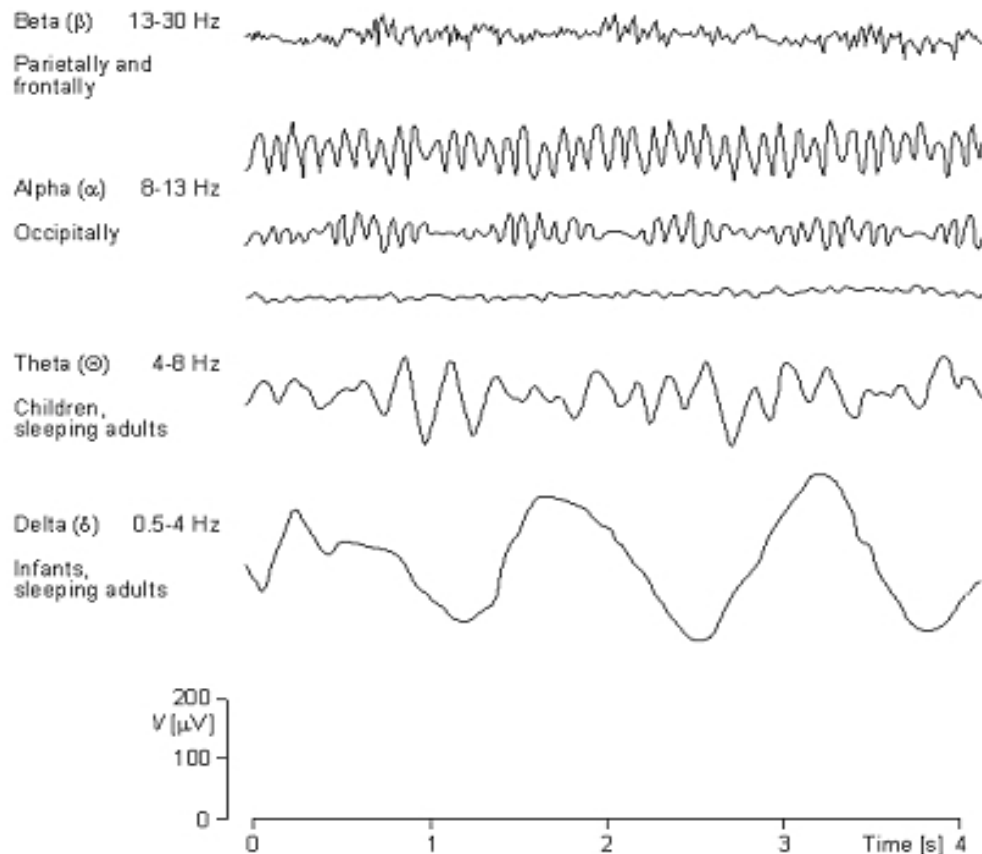
Pri posudzovaní theta rytmov musíme zohľadňovať celé frekvenčné spektrum a aktuálny stav vedomia (emocionálny stav, únava...). To znamená, že u ľudí, ktorí podávajú v práci normálny výkon a nemajú problém s udržaním pozornosti, môže byť nameraný vysoký podiel theta rytmov a to preto, lebo sú práve ospalí. Theta rytmus je subjektívne pociťovaný ako intuitívny, tvorivý, spomienkový stav, kedy prevažuje metaforické myslenie. Je to skôr výnimočné, ale aj srdcová frekvencia sa môže niekedy javiť ako theta. Pri interpretácii EEG záznamu je preto dôležité brať aj túto skutočnosť do úvahy.

### **Senzomotorický rytmus:**

Senzomotorický rytmus (ďalej len SMR) je prechodom medzi alfou a betou, niekedy je označovaný ako nízka beta. Frekvencie, ktorými je charakteristický sú 12-15 Hz. Krivulka (2003) hovorí o tom, že sa SMR subjektívne viaže na pocit uvoľnenia, sústredenosti a je známkou integratívnych procesov. Klinický neuroterapeuti oceňujú tréning SMR pre jeho efektivitu. U ADD porúch sa vyskytuje minimum SMR, čo indikuje nedostatok zameranej pozornosti. Na zmiernenie ťažkostí spojených s poruchami pozornosti sa preto využíva práve SMR tréning. EEG biofeedback tréning SMR sa široko využíva v klinických aj neklinických aplikáciách. Trénuje sa výlučne na senzomotorickom páse C3 – Cz – C4.

### **Synchronizácia:**

V elektrofyziológii mozgu sa môžeme stretnúť aj s pojmom synchronizácia. Synchronizácia má dva významy. Prvý hovorí o zřázovaní mnohých neuronálnych jednotiek. Na makro-EEG to môžeme vidieť v podobe vyššej amplitúdy (vyššej vlny). Desynchronizácia sa prejavuje nízkou makro-EEG krivkou. Druhý význam označuje to, že istý fenomén v EEG prebieha rovnako, v rovnakom čase na oboch hemisférach.



*Obrázok 1* Základné EEG rytmy

Prvá krivka z hora je beta; druhá, tretia a štvrtá zobrazujú rôzne formy alfa aktivity; piata krivka zobrazuje thetu a šiesta krivka z hora predstavuje deltu.

([www.biogetic.com/research.html](http://www.biogetic.com/research.html))

V Tabuľke 1 sú zhrnuté základné fyzikálne vlastnosti uvedených elektrických rytmov v mozgu. Veľmi zjednodušene by sa dalo povedať, že čím nižšie frekvencie, tým je osoba v relaxovanejšom stave. Napríklad, delta sa objavuje v hlbokom spánku. SMR je charakteristický pri sústredení. Gamma súvisí so stresovými mechanizmami, ale okrem toho sa vyskytuje aj v mnohých iných podmienkach (vyššia kognitívna činnosť, meditácia a iné). Frekvenčný rozsah gamma rytmov je v literatúre vymedzovaný veľmi nejednotne.

Tabuľka 1 základné mozgové elektrické rytmy

| Základné mozgové elektrické rytmy       |             |  |
|---|-------------|--|
|   | frekvencia  | amplitúda                                    |
| Delta aktivita                          | do 4 Hz     | 10 až 300 $\mu$ V                            |
| Theta aktivita                          | 4 – 7 Hz    | menšia než 15 $\mu$ V                        |
| Alfa aktivita                           | 8-13 Hz     | 10 až 150 $\mu$ V, väčšinou okolo 50 $\mu$ V |
| SMR (niekedy označovaný ako nízka beta) | 12 – 15 Hz  | menšia než 30 $\mu$ V                        |
| Beta aktivita                           | 13 – 30 Hz  | menšia než 30 $\mu$ V                        |
| Gamma aktivita                          | 30 až 60 Hz | okolo 10 $\mu$ V                             |

Rôzne oblasti mozgu „pracujú“ rôzne. To znamená, že pre jednotlivé oblasti je charakteristická iná aktivita. Vo všeobecnosti platí, že pre okcipitálnu oblasť sú prirodzene dominantné o niečo nižšie frekvencie ako pre frontálnu oblasť. Tento rozdiel môže byť až 2-4 Hz. Existuje taktiež rozdiel medzi pravou a ľavou hemisférou. U pravákov sa väčšinou dominantne objavujú rytmy, ktoré sú na ľavej hemisfére približne o 1-2 Hz vyššej frekvencie než na pravej.

## 2 EEG Biofeedback (Neurofeedback)

Význam anglického výrazu biofeedback je spätná väzba na namerané biologické procesy v tele. Vo svete sa používa niekoľko rôznych druhov biofeedback prístrojov, ktorými je možné merať biologické procesy, ale najmä môžu slúžiť ako tréningová pomôcka pri nácviku regulácie týchto procesov. V biofeedback tréningu sa osoba učí ovládať niektoré svoje biologické procesy vo svoj prospech. V našom výskume sa zameriavame na biofeedback elektrickej aktivity mozgu, známy aj ako neurofeedback, neurofeedback tréning, neuroterapia.

Meranie elektrickej aktivity mozgu pomocou elektród sa nazýva elektroencefalografia (EEG), záznamom z merania je elektroencefalograf a zariadenie, ktoré nám takéto merania umožňuje sa nazýva encefalogram.

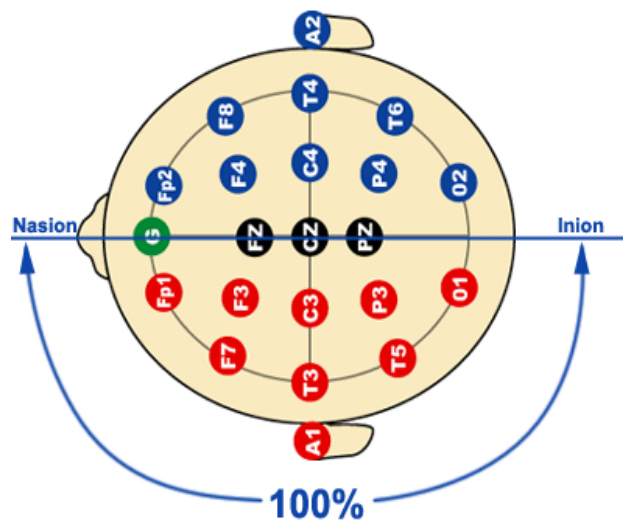
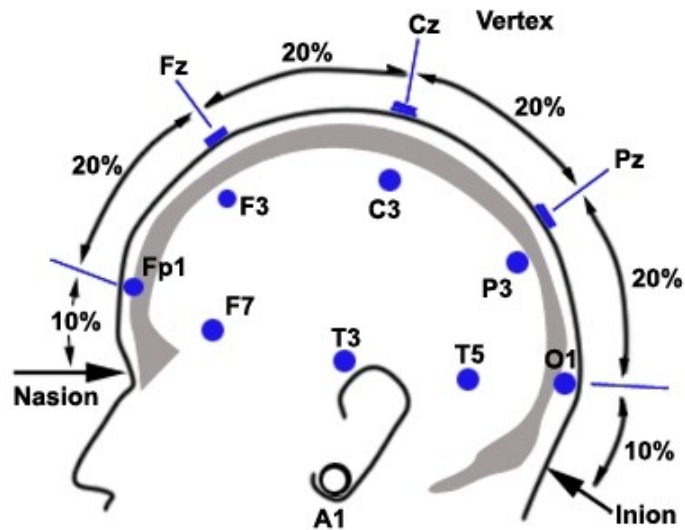
EEG biofeedback je typ biofeedbacku, ktorý meria mozgové vlny (Hersen a kol. 2002, s. 331). V literatúre sa označuje aj pojmom Neurofeedback. Vďaka tomu, že pokožka, mozgovomiechový mok a lebka majú pomerne dobrú vodivosť, je možné merať elektrickú aktivitu neurónov mozgu. Medzi elektródy a pokožku sa aplikuje vodivá pasta, ktorá jednak umožňuje dokonalejšie snímať elektrický signál tým, že znižuje impedanciu (odpor ak ide o striedavý prúd) ale slúži aj na lepšie prilnutie elektródy na pokožku. Na snímanie EEG sú potrebné najmenej dve elektródy, ktoré snímajú okruh, ktorý je medzi nimi.

Každý stimul spôsobuje aktiváciu skupiny neurónov, ktoré sú špecializované na prijímanie a prenášanie určitého typu informácií. Každý stimul alebo mentálna práca či stav spôsobuje aktivitu rôznych skupín neurónov. Niektoré skupiny sú aktivované pri percepcii a spracovávaní zvuku, iné pri spracovávaní vizuálneho materiálu, inak pracujú neuróny počas meditácie a inak počas riešenia matematickej úlohy a podobne.

V EEG biofeedback tréningu je preto umiestnenie elektród kľúčové. Lokality sú rozdelené podľa medzinárodného 10-20 systému (Obrázok 2). Každý bod má svoje označenie. Písmeno je prvým písmenom názvu mozgového laloka, nad ktorým sa bod nachádza (Pf – prefrontálny, P – frontálny, T – temporálny, O – okcipitálny, P – parietálny). Na ľavej polovici hlavy sa čísluje nepárnymi číslami na pravej polovici párnymi. Ušné laloky sú označené písmenom A. Body na strednej línii nemajú za písmenom číslo ale písmeno Z. Vertex má znak CZ. Vďaka takejto sieti dokážeme presne určiť správnu polohu elektródy. Pre jednoduchšiu prácu, aby sme nemuseli body práčne vymerať, používame

špeciálnu čiapku s otvormi nad každým bodom.

Na hlave sú umiestnené dve elektródy, medzi ktorými meriame elektrické potenciály. Tretia elektróda je zemniaca. Nemá žiadnu významnú úlohu, slúži len ako elektrické vedenie. Umiestnená je zväčša na kontrastnom uchu.



Obrázok 2 Lokalizácia bodov podľa systému 10-20

([www.medicine.mcgill.ca/physio/vlab/biomed\\_signals/eeg\\_n.htm](http://www.medicine.mcgill.ca/physio/vlab/biomed_signals/eeg_n.htm))

Informácie, ktoré elektródy snímajú, spracúva špeciálny počítačový software. Na

obrazovke môžeme pozorovať „prácu“ mozgu. Elektrické vzruchy sú zobrazené v podobe EEG rytmov. Podľa potreby klienta sa protokol (nastavenie) tréningu nastaví tak, aby boli odmeňované vlny, ktoré podporujeme a ostatné boli inhibované. V protokole definujeme frekvencie ktoré trénujeme a nastavíme hranice ich odmeňovania.

Odmenu pre klienta je zvyšovanie skóre v hre, ktorá je súčasťou EEG biofeedbacku. Odmena je sprevádzaná aj zvukovým signálom, ktorý je užitočný najmä pri tréningu so zatvorenými očami.

Posledné roky môžeme vidieť (najmä v západných krajinách) dramatický nárast žiadostí týkajúcich sa možnosti zlepšenia niektorých aspektov fyzického alebo kognitívneho výkonu použitím biofeedbacku (Norris, Currieri, 1999, In: Vernon 2005, s. 347).

EEG Biofeedback sa široko využíva v klinických aj neklinických podmienkach. Hlavné klinické indikácie neurofeedbacku sú:

- ťažkosti s udržiavaním spánku, so zaspávaním alebo prebúdzaním,
- impulzivita, agresivita, agitovanosť,
- emocionálna hypersenzitivita, únavová symptomatológia, emocionálne napätia,
- telesné napätie, vyčerpanosť,
- nočné desy, nočné mory a živé sny, somnambulizmus,
- obsesie a kompulzie, tiky,
- poruchy pozornosti, hyperaktivita a impulzivita (ADD, ADHD) a epilepsie,
- úzkosť a depresia,
- posttraumatické stresové poruchy, závislosti.

(Othmer, 2005, In: Krivulka, 2008)

Medzi dôležité neklinické aplikácie patrí najmä uplatnenie neurofeedbacku:

- v športe a v príprave na vrcholové výkony,
- zlepšenie pozornosti u operátorov, pilotov, vrcholových manažérov,
- optimalizácia umeleckých výkonov (tanec, hudba),
- v prevencii.

### 3 Tvorivosť

Približne len posledných sto rokov sa psychológovia začali systematicky venovať problematike tvorivosti. Psychologický slovník (Hartl, Hartlová, 2004) vymedzuje tvorivosť ako schopnosť, pre ktorú sú typické také duševné procesy, ktoré vedú k nápadom, riešeniam, koncepciám, umeleckým formám, teóriám či výrobkom, ktoré sú jedinečné a neošúchané.

Za tvorivosť je považovaná produkcia nových a hodnotných nápadov, riešení, myšlienok (Zelina, 1995, s. 129). To, či je produkt tvorivej činnosti skutočne tvorivý určujú predovšetkým dve jeho vlastnosti. Podľa Slabberta (1994, In: Szobiová, 1998) sú to:

- 1) novosť – produkt je objektívne nový (v zmysle štatistickej infrekvencie alebo po posúdení určitej skupiny ľudí) alebo môže byť subjektívne nový (nový pre tvorcu),
- 2) hodnotnosť – môže ísť o hodnotnosť v rôznych oblastiach (ekonomická, umelecká...). Najmenej hodnotný produkt rieši len bezprostredný problém, najtvorivejší rieši široký okruh problémov a dotýka sa mnohých oblastí myslenia. Hodnotný tvorivý produkt by mal byť užitočný.

Novosť (novelty) a hodnota (value) sú dva kľúčové znaky, bez zohľadnenia ktorých sa sotva zaobíde ľubovoľné psychologické vysvetlenie tvorivosti (Guilford, 1959; Henessy, Amabile, 1988; Freyd, 1994; Sternberg, 1999 a i., In: Kusá, 2006, s. 10).

Hlavným reprezentantom výskumu tvorivosti bol Guilford. Pri štúdiu inteligencie Guilford (1967, In: Sternberg, 1999) navrhol multifaktorový model inteligencie. Podľa tohto modelu je myslenie zastúpené v 3 skupinách faktorov:

1. faktory obsahov – figurálne, sémantické, symbolické, behaviorálne;
2. faktory operácií – rozpoznávanie, pamäť, divergentné produkovanie, konvergentné produkovanie, hodnotenie;
3. faktory produktov – jednotky, triedy, vzťahy, systémy, transformácie, implikácie.

Guilford (1967, In: Sternberg, 1999) rozdelil faktor produkovania na faktory konvergentného a divergentného myslenia. Pozornosť vyvolal najmä koncept divergentného myslenia, ktoré je z hľadiska tvorivosti najvýznamnejšie. Zatiaľ čo výsledkom konvergentného myslenia je konvenčný záver a úloha ktorá podnecuje k takémuto mysleniu má len jedno riešenie, výsledkom divergentného myslenia je veľa

rôznych produktov. Špecifické schopnosti, ktoré patria divergentnému mysleniu by sa dali užšie zhrnúť do faktorov:

- Fluencia – schopnosť produkovať množstvo relevantných nápadov;
  - ideačná (rýchle produkovanie nápadov na základe určených kritérií);
  - asociačná (produkovanie slov asociovaných s podnetovým slovom);
  - výrazová (organizovanie slov do viet).
- Flexibilita – schopnosť meniť zameranosť myslenia, nájsť množstvo odlišných kategórií, do ktorých je možné objekt zaradiť;
  - spontánna (schopnosť byť flexibilný, aj keď to práve situácia nevyžaduje);
  - adaptívna (schopnosť byť flexibilný pri riešení daného problému).
- Originalita – štatistická infrekvencia, miera odklonu odpovedí od bežného a zrejmeho.
- Redefinovanie – schopnosť zmeniť význam a použitie objektov alebo ich častí (Salbot, Sabolová, 1998, s. 18).
- Elaborácia – počet detailov a špecifiká zahrnuté do odpovedí (Svoboda, 1999, s. 96).
- Citlivosť na problémy – schopnosť rozpoznať relevantné problémy, schopnosť pýtať sa „tie správne otázky“.

V testoch divergentného myslenia, ktoré boli skonštruované na potvrdenie tvorivých schopností, sa tvorivosť zisťuje riešením otvorených úloh, ktoré vyžadujú mnohopočetné odpovede, umožňujú flexibilné modifikácie a transformácie podnetov, asociačnú pohotovosť, tvorbu nových jedinečných, zvláštnych odpovedí (Jurčová, 2002, s. 387).

Kognitívne schopnosti sú snád' identické tomu, čo iní (vedci zaoberajúci sa tvorivosťou) nazvali ideačná fluencia, adaptívna flexibilita alebo schopnosť generovať logické alternatívy (Glover, Ronning, Reynolds, 1989, s. 79). Eysenck (1983, In: Glover, Ronning, Reynolds, 1989) na druhej strane tvrdí, že tvorivosť a originalita nie sú aspektmi operácií v mysli, ale výlučne len črtou osobnosti. Všeobecné chápanie tvorivosti dnes sa zdá byť zmesou osobnostných, kognitívnych a sociálnych faktorov. Čavojová (2005) predpokladá, že úroveň originality má vzťah so sociálnym prostredím, ktoré je častokrát hodnotiace a tým limituje rozvoj tvorivosti.

Na Guilfordovu teóriu divergentného myslenia naviazal Torrance. Torrance chápe tvorivosť ako proces, v ktorom sa uplatňuje senzitivnosť na problémy a nedostatky, na medzery vo vedomostiach, na chýbajúce časti, disharmónie, identifikovanie obtiažností,

hľadanie riešenia, odhadovanie alebo formulovanie hypotéz o existujúcich nedostatkoch, testovanie a retestovanie týchto hypotéz a ak je to možné, ich modifikovanie a retestovanie a konečne komunikovanie výsledkov (Torrance, 1966, In: Jurčová, 1984 b, s. 13).

Torrance (1966, In: Jurčová, 1984 a, 1984 b) vytvoril testy, ktorými sa snažil priblížiť prirodzenému ľudskému tvorivému procesu. Tvorivé schopnosti sú v testoch hodnotené vo faktoroch fluencie, flexibility, originality a elaborácie.

### 3.1 Tvorivosť ako proces

Dá sa povedať, že tvorivosť je „namáhavá práca“ a to v tom zmysle, že najprv musíme získať informácie, aby sme ich mohli neskôr tvorivo využívať. Urbanov (1990, In: Kusá, 2006) model divergentného myslenia v sebe zahŕňa aj širšie komponenty tvorivej myšlienkovvej práce. Ide o 1) všeobecné vedomosti a logické myslenie, 2) špecifické vedomosti a zručnosti, 3) angažovanosť v úlohe, 4) tvorivú motiváciu a 5) otvorenosť s toleranciou k dvojznačnosti. Všetky komponenty sú formované interakciou s prostredím. Z toho vyplýva, že nový produkt bez počiatočného získavania informácií a dostatočnej motivácie vznikne len veľmi ťažko.

Proces tvorivej práce by sa dal rozložiť na niekoľko štádií. Helmholtz (1896) a Wallas (1926) (In: Heilman, 2005) navrhujú 4 komponenty kreativity: preparáciu, inkubáciu, ilumináciu a verifikáciu.

Prvým krokom tvorivej práce je preparácia. Osoba získava informácie a skúsenosti. Napríklad aj Picasso sa musel najskôr naučiť narábať so štetcom a miešať farby a až potom bol schopný vytvárať obdivuhodné diela. Eysenck (1995) (In: Heilman, 2005) vo svojej knihe Genius poznamenal, že predtým, ako je možné riešiť problém, je nevyhnutné problém rozpoznať. Nachádzanie problému je súčasťou preparácie. Až keď poznáme doménu, ktorá nás zaujíma, vieme o nej takmer všetko, máme dostatok informácií, prípadne vlastných skúseností, vieme, aké otázky si máme položiť.

Manipulácia a kombinácia uložených informácií, prevažne na nevedomej úrovni, sa nazýva inkubácia. Náhodné deje a myšlienky sa prelínajú s procesmi zameranými na cieľ. Tvoriví ľudia často hovoria, že najlepšie nápady prichádzajú v tej perióde kedy nie sú zameraní na problém, kedy oddychujú po namáhavej a sústredenej práci alebo zmenia činnosť.

V okamihu, keď dôjde na základe inšpirácie alebo intuície k zhode náhodného riešenia s cieľovým kritériom, nastáva iluminácia (Szobiová, 1998, s. 529). Tento jav sa

niekedy označuje ako AHA zážitok. Veda zatiaľ nevie presne vysvetliť tvorivý vŕhad. Nevieme s istotou povedať, ako sa čiastočky alebo informácie o doméne „zmiešajú“ a vytvoria novú ideu. AHA zážitok je často prežívaný radostne. Pomocou slovníka Geštaltu by sme mohli povedať, že z častí vznikol celok a pominulo napätie spôsobované tým, že sa akoby nedokončená myšlienka stala úplnou.

Riešenie sa nakoniec overuje a vylepšujú sa detaily, čo sa nazýva verifikácia. Overuje sa, či je nápad zrealizovateľný a odstraňujú sa nedostatky.

### **3.2 Vzťah motivácie a tvorivosti**

Motivácia hrá významnú rolu v tvorivosti. Najkreatívnejší ľudia sú neustále silne motivovaní a ich tvorba je pre nich silným zážitkom. Amabile (1983) preskúmala motiváciu vo vzťahu k tvorivosti. Študentov požiadala, aby napísali báseň. Experimentálna skupina pred písaním vyplňala dotazník, ktorý bol orientovaný tak, aby sa študenti zamysleli nad vnútornou motiváciu k písaniu. Kontrolná skupina vyplňala podobný dotazník, jeho úlohou však bolo primäť študentov k tomu, aby boli externe motivovaní. Básne napísané študentmi, u ktorých bol predpoklad vnútornej motivácie boli viac kreatívne ako básne druhej skupiny. Z toho vyplýva, že vysoko tvorivé produkty pochádzajú prevažne od ľudí, ktorí sú vnútorne motivovaní.

### **3.3 Vzťah inteligencie a tvorivosti**

Szobiová (2001, In: Kusá 2006, s. 90) sa pokúsila identifikovať päť teoretických tendencií klasifikovania vzťahu inteligencie a tvorivosti:

- a) tvorivosť ako podsystem inteligencie,
- b) inteligencia ako podsystem tvorivosti,
- c) tvorivosť a inteligencia ako prekrývajúce sa systémy,
- d) tvorivosť a inteligencia ako súbežné systémy,
- e) tvorivosť a inteligencia ako oddelené systémy.

Je samozrejmé, že pri riešení IQ testov (konvergentné myslenie) a testov tvorivosti (divergentné myslenie) uplatňujeme podobné psychické procesy. Szobiová (2001, In: Kusá, 2006), Renzulli (1987, In: Kusá, 2006) a iní navrhujú chápať vzťah inteligencie a

tvorivosti podľa tretieho modelu. To znamená, že inteligencia a tvorivosť sú dva prekrývajúce sa systémy.

Stenberg (2001, In: Kusá, 2006) do svojho modelu inteligencie zahŕňa 3 typy inteligencie – analytická inteligencia, praktická a tvorivá. Tvorivá inteligencia je podľa neho schopnosť prekročiť hranice daného a vytvoriť nové a jedinečné myšlienky, jednoducho „nájsť ten správny problém“.

Guilford a Christensen (1973, In: Heilman, 2005) vytvárali psychometrické testy na meranie tvorivosti. Jednou z úloh bolo napríklad nájsť čo najviac možností využitia tehly. Guilford zistil, že študenti s nízkym IQ dosahovali slabé výsledky. Avšak na druhej strane vysoká inteligencia a výkon v testoch tvorivosti významne nekorelovali. Barron a Harrington (1981, In: Heilman, 2005) na základe svojich výskumov tvrdia, že IQ nad 120 nepredikuje tvorivosť tak významne ako IQ pod 120. Inteligencia je dôležitá, ale nie jediná dostačujúca zložka kreativity.

### **3.4 Tvorivá osobnosť**

Tvorivosť nie je možné chápať iba z kognitívneho pohľadu. McKinnon (1962, In: Salbot, Sabolová, 1998) sledoval osobnostné charakteristiky vysoko tvorivých architektov. V porovnaní s menej tvorivými architektmi nemali vyššiu všeobecnú inteligenciu a nevykazovali horšie duševné zdravie, ale mali všestranné a široké záujmy, ich vnímanie bolo intuitívne, mali vecný prístup k situáciám, v škole mali priemerný prospech, ale v predmetoch, ktoré ich zaujímali boli vynikajúci.

Sternberg a Lubart (1992, In: Salbot, Sabolová, 1998) predpokladajú, že sa tvoriví ľudia vyznačujú osobnostnými vlastnosťami, ktoré málo tvoriví nemajú. Sú to tolerancia k nejednoznačnosti, ochota prekonávať prekážky a byť vytrvalý, ochota sebarozvoja, ochota riskovať, odvaha mať vlastné presvedčenie.

Pri snahe vytvoriť niečo kreatívne, väčšinou tápeme, pretože sa jednotlivé časti neformulujú do tvorivého riešenia. Nejednoznačnosť býva sprevádzaná napätím. Tvorivé osoby sú schopné tolerancie k nejednoznačnosti a sú tiež schopné čakať, kým sa časti poskladajú do tvorivého produktu.

Vyššie sme uvádzali vzťah tvorivosti a motivácie. Pri snahe tvorivo riešiť úlohy prichádzajú mnohé prekážky v podobe nepriazne alebo spoločenských konvencií. Ochota prekonávať prekážky a byť vytrvalý sú významnými vlastnosťami vysoko tvorivých ľudí.

Ochotu sebarozvoja vo vzťahu k tvorivosti najlepšie popísali Maslow (1971) a

Rogers (1961) (In: Runco, Pritzker, 1999). Človek má prirodzenú tendenciu po sebaaktualizácii. Pohnútka k tvorivosti sa zdá byť tá istá tendencia, ktorú Rogers (1961, In: Runco, Pritzker, 1999) popísal ako tvorivú silu v psychoterapii – ľudskú tendenciu po sebaaktualizácii a naplnení svojho potenciálu.

Vysoko tvorivé osoby sú často ochotné riskovať. Majú odvahu prelomiť konvencie a pozrieť sa na problém z nového uhlu pohľadu, robia veci, ku ktorým iným chýba odvaha. Kreativni ľudia sú zvyčajne sebavedomí a veria svojim presvedčeniam.

### 3.5 Metódy rozvíjania tvorivosti u detí

Sollárová (2005) navrhuje aplikovať vyučovanie zamerané na študenta ako prvok podporujúci tvorivosť. Podľa tohto modelu by sa mal učiteľ chápať ako facilitátor, ktorý poskytuje zdroje učenia. Učiteľ by mal byť podporujúci a deliť sa o zodpovednosť za učebný proces so študentmi. Je predpoklad, že zároveň študent akceptuje svoju zodpovednosť za výber a rozsah učenia. Sollárová (2005, s. 159) experimentálne potvrdila, že vyučovanie zamerané na študenta významne podporilo slobodnú a tvorivú atmosféru, čo sa pozitívne prejavilo na úrovni ukazovateľov tvorivého myslenia študentov, kým klasické direktívne vyučovanie skôr tvorivosť inhibovalo vyvolávaním tlaku pracovať konvenčne, s presne stanovenou úrovňou a množstvom vedomostí a faktov.

Zelina (1995, s. 134) uvádza metódy, ktoré sú viac-menej klasickými odporúčeniami učiteľom, ktorí sa snažia rozvíjať tvorivé schopnosti svojich žiakov.

*A. Metódy a techniky tvorby tvorivých, divergentných úloh alebo transformácie konvergentných, pamäťových úloh na úlohy divergentného charakteru.*

*B. Vyučovacie stratégie, ktoré podporujú tvorivosť a rozvíjajú ju. Sem patrí napríklad problémové vyučovanie, objavujúce vyučovanie, projektové vyučovanie, výskumno-bádateľské metódy vyučovania.*

*C. Metódy, ktoré obsahujú úlohy na dôvtip, na antirigidné myslenie, cvičenia na antidogmatické myslenie a postoje. Tieto úlohy sú zvyčajne konvergentné v tom zmysle, že majú len jedno riešenie, alebo spôsob, cesta ako ich rozriešiť, majú v sebe niečo neobvyklé, zavádzajúce, čo treba prekonať pružným, flexibilným myslením.*

*D. Metódy na rozvíjanie vnímania, senzitivity, otvorenosti k vonkajšiemu a vnútornému svetu, citlivosť postrehu, otvorenosť ku skúsenosti, schopnosť absorpcie podnetov v šírke a hĺbke, cvičenie asociačnej, percepčnej a apercepčnej pohotovosti.*

*E. Metódy výcviku fantázie, imaginácie, obrazotvornosti, predstavivosti, intuície, hravosť s*

*elementami, koncepciami, zážitkami, cvičenie zážitkovej, koncepcnej, myšlienkovej asociačnej činnosti.*

*F. Metódy zlepšovania fluencie, flexibility, originality a elaborácie pri myšlienkovej produkcii, vrátane výcviku v používaní analógií, metafor, dopracovania myšlienok, vypracovanie detailov, premyslenie dôsledkov – konzekvencie.*

*G. Metódy zlepšovania tvorivého hodnotenia – nácvik rozhodovacích procesov, diskusie, polemiky, tvorivosti v komunikácii, dokazovaní. Tieto metódy obsahujú aj spôsobilosti tvorenia kompromisov, techniky dohôd.*

*H. Metódy tvorivého riešenia problémov – heuristické metódy ako vrchol schopností a spôsobilostí v tvorivosti. Obsahujú všetky predchádzajúce metódy a sú v jednotlivých heuristikách komponované do sekvenčných celkov. Patria sem reflexívne heuristiky, pragmatické heuristiky a informatické heuristiky.*

Existuje mnoho metód na rozvoj tvorivosti detí ale aj dospelých. My sme sa pokúsili experimentálne zistiť, či by bolo možné využívať aj EEG biofeedback ako metódu na zvýšenie verbálnej tvorivosti.

## **3.6 Mozog a verbálna tvorivosť**

V posledných rokoch sa vedci snažia zistiť, ako funguje mozog pri riešení tvorivej úlohy. Pri štúdiu vedeckých prác sme sa sústredili najmä na tie, ktoré sa týkali verbálnej tvorivosti.

### **3.6.1 Centrá reči**

V roku 1861 mladý francúzsky anatóm P. Broca pozoroval mozog pacienta, ktorý po dlhé roky trpel na ťažkú poruchu expresívnej reči. Pacient rozumel reči, ale nevedel hovoriť, nemal žiadne nedostatky v motorike jazyka, úst alebo hlasiviek. Pacient bol schopný napríklad písať, či spievať melódiu ale nevedel sa gramaticky správne vyjadriť, zložiť vetu alebo napísať svoju myšlienku na papier. Po jeho smrti, Broca pri pitve zistil, že tento pacient mal porušenú zadnú tretinu mozgového dolného čelového závitú. Dodatočnými pozorovaniami o niekoľko rokov Broca dokázal, že expresívna reč súvisí s ohraničenou oblasťou veľkého mozgu, no najmä so zadnou tretinou čelového závitú ľavej

hemisféry (Lurija, 1973, s. 80) (Obrázok 3).

Brocov objav znamenal prvú lokalizáciu zložitej psychickej funkcie v mozgovej kôre. Zároveň poukázal na rozdiely medzi ľavou a pravou mozgovou hemisférou. Ľavú hemisféru vyčlenil ako spojenú s rečovými funkciami: “*Nous parlons avec l'hémisphère gauche!*” (Hovoríme ľavou hemisférou!) (Kandel a kol., s. 10).

O pár rokov neskôr, presnejšie v roku 1873, podobnými štúdiami svojich pacientov, Wernicke objavil, že zadná tretina horného temporálneho závitú je zodpovedná za funkcie vnímania reči (Obrázok 3). Wernickeho región je obklopený asociačným kortexom, čo je miesto, ktoré integruje sluchové, vizuálne a somatické podnety do komplexnej percepcie.

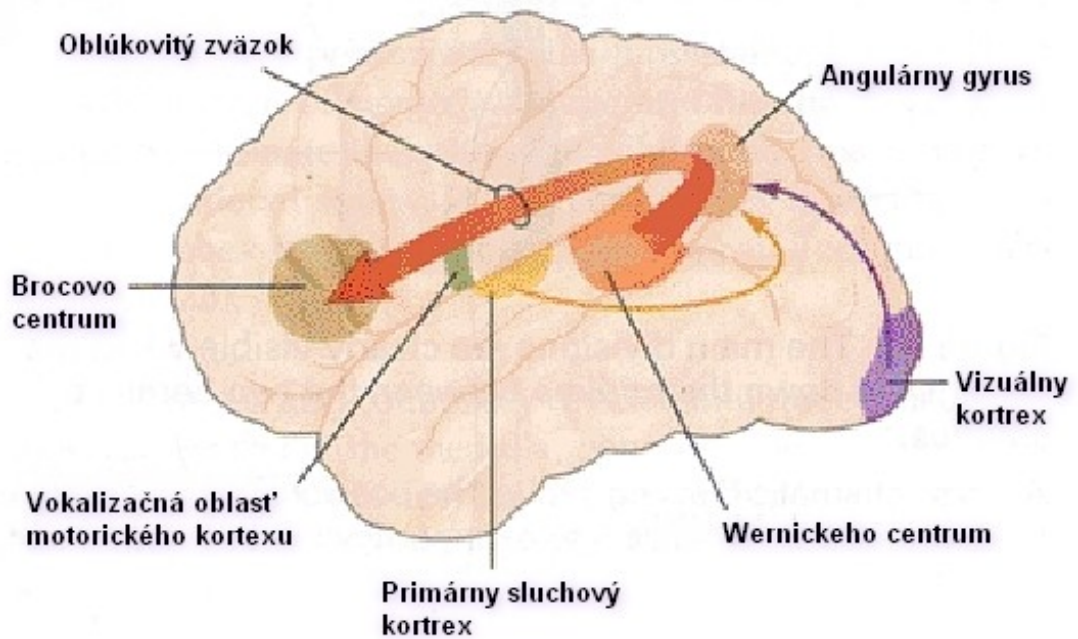
Brocovo centrum, ktoré riadi produkovanie zrozumiteľného verbálneho prejavu leží veľmi blízko oblasti, ktorá riadi pohyby úst a jazyka. Wernickeho oblasť komunikuje s Brocovou oblasťou obojsmernou cestou, ktorej časťou je arcuate fasciculus (oblúkovitý zväzok) (Kandel a kol. 2000, s. 10) (Obrázok 3). Oblúkový zväzok je zodpovedný za správnu motoriku jazyka, tiež úst a hlasiviek.

Wernicke ako prvý formuloval celostný model organizácie rečových centier v mozgu. S menšími obmenami platí dodnes. Podľa tohto modelu sa slovo najprv objaví v senzorickej oblasti špecializovanej na zvukovú alebo vizuálnu informáciu. Táto informácia je „prenesená“ do asociačnej oblasti, kde sa nachádza aj Wernickeho centrum a tam sa transformuje do slova vyjadrujúceho nejakú myšlienku. Toto slovo je ďalej „prenesené“ do Brocovho centra, kde je transformované zo senzorickej reprezentácie do motorickej reprezentácie, ktorá potenciálne môže viesť k hovorenej alebo písanej reči.

Pozitronová emisná tomografia (PET) je technika zobrazovania lokálnych zmien prietoku krvi v mozgu a metabolizmu glukózy. V roku 1988, použijúc PET, Posner, Raichle a ich spolupracovníci (In: Kandel a kol., 2000) zistili, že prichádzajúca senzorická informácia, ktorá vedie k reči má viac ako jednu cestu.

Posner (In: Kandel a kol., 2000) so svojim tímom zisťoval, či je nevyhnutné, aby bola informácia o prečítanom slove preložená do zvukovej reprezentácie predtým ako bude asociovaná s významom tohto slova. Mohla by byť vizuálna informácia o prečítanom slove „poslaná“ priamo do Brocovho centra bez toho aby sa do procesu zapojili oblasti kde sa spracúva zvuk? Pomocou pozitronovej emisnej tomografie skúmali ako mozog zdravých osôb „pracuje“ so slovami, ktoré sú čítané a s tými, ktoré počujeme. Wernickeho centrum je aktívne, keď sú slová počuté, ale ak sú slová len videné a nie počuté alebo vyslovené, Wernickeho centrum nie je aktívne. Je pravdepodobné, že vizuálna informácia o slove je dopravená priamo do Brocovho centra bez toho, aby bola predtým transformovaná do

zvukovej reprezentácie v posteriornom temporálnom kortexe. Posner (In: Kandel a kol., 2000) a jeho vedecký tím vyvodzujú záver, že dráhy a zmyslové informácie spojené s videným slovom sú odlišné od tých, ktoré súvisia s počutým slovom. Predpokladajú, že tieto dráhy sú nezávisle spojené s regiónmi vyšších funkcií, ktoré sú zodpovedné za porozumenie slovám a expresiu reči.



*Obrázok 3* Rečové mozgové oblasti  
(preložené podľa Kandel a kol., 2000, s. 10)

Afázia je porucha používania individuálneho jazykového systému – viacfaktorová znížená schopnosť dekódovať alebo používať zmysluplné lingvistické časti, teda slová a väčšie syntaktické celky (Neubauer, 2007, s. 19). Afáziou môžu trpieť aj ľudia s ťažkou poruchou sluchu, ktorí sú zároveň aj nemí. Po poškodení mozgu, najmä centier reči, stratia schopnosť verbalizovať myšlienky posunkami. Napriek tomu, že je posunková reč vyjadrovaná gestami a vnímaná vizuálne, posunky zaberajú rovnaké štruktúry, ktoré sú sústredené v ľavej hemisfére, ako je to v prípade hovorenej reči. Poškodenie ľavej hemisféry vedie k afázii rovnako ako u počujúcich ľudí. Lézia môže mať špecifické dôsledky, ako porozumenie posunkom (pri poškodení Wernickeho centra), problémy s gramatikou (pri poškodení Brocovho centra) alebo porucha fluencie posunkov.

### 3.6.2 Lateralita a tvorivosť

Od čias Brocových pozorovaní je známe, že ľavá hemisféra je dominantná v sprostredkovaní reči (porozumenie aj vyjadrenie). Neznamená to však, že pravá hemisféra nehrá žiadnu úlohu v tvorivej verbálnej komunikácii. Brownell, Simpson, Bihrlé, Potter a Gardner (1990, In: Heilman, 2005) skúmali rečové schopnosti pacientov s léziami na pravej a ľavej hemisfére. V ich výskume mali participanti vysvetliť, čo znamenajú niektoré viacvýznamové slová. Napríklad slovo „warm“ je z angličtiny a znamená teplý, čiže niečo, čo má vyššiu teplotu, ale zároveň iný význam slova je srdečný. Zistili, že pacienti s poškodením ľavej hemisféry boli úspešnejší v objavovaní metaforických významov, než tí, ktorí mali poškodenú pravú hemisféru. Z tohto zistenia autori vyvodzujú, že pravá hemisféra je u normálnej populácie dominantná pre prácu s metaforami.

Takmer všetky cicavce majú laterálnu motorickú preferenciu. Približne 90 % ľudí preferuje používanie pravej ruky. Zvyšných 10 % sú buď ľaváci alebo bez preferencie. Newland (1981, In: Heilman, 2005) skúmal pravákov a ľavákov. Zistil, že v Torrancovom figurálnom teste tvorivého myslenia skórovali vyššie ľaváci ako praváci a vyššie skóre dosiahli tí, ktorí mali vysokoškolské vzdelanie ako tí bez neho.

Vo všeobecnosti sú ľaváci tvorivejší ako praváci. Prečo je to tak? Witelson (1985, In: Heilman, 2005) ponúka jedno vysvetlenie. Svorové teleso sprostredkúva komunikáciu medzi hemisférami. U ľavákov je svorové teleso väčšie ako u pravákov. To znamená, že je u ľavákov anatomicky väčšie spojenie medzi hemisférami. Je u nich zároveň väčšia možnosť „komunikácie“ medzi hemisférami, následkom toho je i väčšia schopnosť zapojiť do mentálnej práce rôzne asociačné oblasti, v ktorých sú uskladnené rôzne formy informácií.

### 3.6.3 Ako pracuje mozog pri riešení tvorivej verbálnej úlohy?

Green (1972), Green, Green a Walters (1970, 1974), Parks (1996), Stembridge (1972), Whisenant a Murphy (1977) ako uvádza Boynton (2001) v úvode svojho experimentu – Použitie alfa/theta tréningu na zvýšenie kreativity a pocitu zdravia, dokázali, že medzi hypnagogickým stavom a zvýšením tvorivosti je pozitívna korelácia. Z pohľadu neuropsychológie by sa hypnagogický stav dal definovať ako prítomnosť a prevaha mozgovej aktivity alfa a theta. Boynton (2001) sa snažila zvýšiť tvorivosť

pomocou EEG biofeedbacku. Použila protokol alfa/theta tréningu v monopolárnom zapojení PZ s referenčnou elektródou na pravom uchu (Boynton, 2010). Trénovala teda na ľavej hemisfére temporo-parieto-okcipitálnu oblasť. Tvorivosť merala Torrancovym testom tvorivého myslenia. Zistila, že probanti v testovaní po aplikácii EEG biofeedback tréningu skórovali lepšie iba v časti flexibility. Fluencia a originalita sa štatisticky významne nezmenili.

Aghababyan a kol. (2005) na základe výskumu, kde zadali študentom tvorivú verbálnu úlohu vyvodzujú závery, že sa počas divergentného myslenia aktivita zvyšuje v štruktúrach kortexu frontálnej oblasti ľavej hemisféry (sem zasahuje aj Brocovo centrum expresívnej reči). Takisto zistili, že temporo-parieto-okcipitálna oblasť pravej hemisféry, čiže posteriórny asociatívny región je tiež zapojený do kreatívnej aktivity mozgu. Ich zistenie podporuje návrh pre EEG biofeedback tréning, ktorý predložila Boynton (2001) vo svojej štúdií - Použitie alfa/théta tréningu na zvýšenie kreativity a pocitu zdravia.

Pomocou pozitronovej emisnej tomografie (PET) lokalizovali Bekhtereva so svojim tímom (2000) oblasti mozgu, ktoré sú najviac aktívne pri riešení tvorivej verbálnej úlohy – je to prefrontálna oblasť oboch hemisfér. O rok neskôr ruskí výskumníci Bekhtereva a kol. (2001) presnejšie určili, že pri riešení tvorivej verbálnej úlohy hrá dôležitú rolu frontálny lalok ľavej hemisféry. Demonštrovali tiež interakciu medzi oboma hemisférami.

Medzi tým, ako pracuje mozog muža a ženy pri riešení tvorivej verbálnej úlohy existuje rozdiel. Túto skutočnosť preskúmali Razumnikova a Bryzgalov (2005). Zistili, že rytmus beta 2 (20-32 Hz) sa u mužov na začiatku riešenia tvorivej verbálnej úlohy objavoval vo zvýšenej miere na oboch hemisférach, ku koncu riešenia už len lokálne a to nad centrálnymi oblasťami kortexu. U žien sa na začiatku riešenia tvorivej verbálnej úlohy vyskytovala beta 2 viac na ľavej hemisfére, než na pravej. U žien bol ku koncu riešenia zaznamenaný relatívny pokles beta aktivity na parieto-temporálnych oblastiach kortexu a nárast v ľavej prednej frontálnej oblasti. Výsledky výskumu naznačujú, že muži pri riešení tvorivej verbálnej úlohy vo všeobecnosti využívajú stratégiu „vhl'adu“, zatiaľ čo ženy používajú „intelektuálnu“ stratégiu.

Kôrová aktivita v alfa pásme sa dáva do súvisu s tvorivým myslením, ale jej funkčný význam nebol zatiaľ celkom známy. O objasnenie významu alfa aktivity vo vzťahu k tvorivosti sa pokúsili Fink a kol. (2009). Merali mozgovú aktivitu počas toho, ako účastníci riešili tvorivé verbálne úlohy. Vo výskume použili neurofyziologické metódy EEG a fMRI. Skúmanie EEG odhalilo, že generovanie tvorivých nápadov sa spája s alfa synchronizáciou vo frontálnej mozgovej oblasti a s rozptýlenými a rozsiahlymi vzormi alfa

synchronizácie v parietálnej kôrovej oblasti (Fink a kol. 2009, s. 734). Podľa záznamov z fMRI sa zistilo, že práca na úlohách bola spájaná so silnou aktivitou vo frontálnych regiónoch ľavej hemisféry. Na základe zistení Fink a kol (2009) formulujú predpoklad, že alfa synchronizácia počas tvorivého myslenia by sa dala interpretovať skôr ako znak aktívnych kognitívnych procesov, než ako znak kôrového "voľnobehu".

Mnohí výskumníci sa snažili nájsť oblasť mozgu, kde sa tvoria nové kreatívne nápady. Veda ukazuje, že tvorivosť nie je špecifická črta, ktorá by sa dala lokalizovať do jediného regiónu v mozgu (Sawyer, 2006, s. 95). Aktivita mozgu pri riešení tvorivej úlohy je závislá od charakteru úlohy. Podľa doterajších zistení sa však dá predpokladať, že na divergentnom myslení na verbálnom materiály sa predovšetkým podieľajú kortikálne oblasti frontálneho a parietálneho laloka.

## 4 Hypotézy

V našej práci sme sa pokúsili o zmapovanie problematiky tvorivosti a predovšetkým toho, čo sa deje na úrovni neurónov a mozgu pri riešení tvorivej verbálnej úlohy. Naším hlavným cieľom bolo overiť, či by bolo možné využiť EEG biofeedback tréning na zvýšenie verbálnej tvorivosti vo faktoroch fluencie, flexibility a originality. Doterajšie poznatky o práci mozgu počas riešenia tvorivej verbálnej úlohy nám umožňujú definovať protokoly (nastavenia) pre EEG biofeedback tréning, ktorým sme sa pokúsili zvýšiť tvorivosť. Na základe uvedených štúdií a poznání princípov EEG biofeedback tréningu, môžeme predpokladať, že aplikácia EEG biofeedback tréningu má vplyv na zvýšenie tvorivosti.

V našom výskume sme použili protokol, ktorý navrhla Boynton (2001) – alfa/theta. Alfa/theta tréning zvýšil u skúmanej vzorky verbálnu flexibilitu. Predpokladáme preto, že ak do celkového tréningového procesu zakomponujeme alfa/theta tréning, zvýši sa u našej skúmanej vzorky flexibilita. Z nášho predpokladu odvodzujeme prvú hypotézu.

H1: Predpokladáme, že po aplikácii EEG Biofeedback tréningu sa u skúmanej vzorky zvýši verbálna flexibilita.

K alfa/theta tréningu sme doplnili protokol, ktorým sme trénovali Brocovo centrum. Brocovo centrum je oblasťou expresívnej reči a je aktívne pri riešení tvorivej verbálnej úlohy (Bekhtereva a kol., 2001), (Aghababyan a kol., 2005), (Fink a kol., 2009). Predpokladali sme preto, že po trénovaní tejto oblasti sa zvýši tvorivosť v skúmanom faktore verbálnej fluencie. Z uvedeného nám vyplýva nasledovná hypotéza:

H2: Predpokladáme, že po aplikácii EEG Biofeedback tréningu sa u skúmanej vzorky zvýši verbálna fluencia.

Originalita sa zdá byť pomerne stabilnou zložkou tvorivosti, ktorá súvisí so sociálnym prostredím (Čavojová, 2005) a črtami osobnosti. Z tohto dôvodu nepredpokladáme, že by bolo možné EEG biofeedbackom verbálnu originalitu výrazne ovplyvniť.

H3: Predpokladáme, že po aplikácii EEG Biofeedback tréningu sa u skúmanej vzorky nezvýši verbálna originalita.

## 5 Vzorka

Experimentálny výskum sme realizovali s osobami vo veku 23 až 27 rokov. Bolo pre nás dôležité, aby vzorku tvorili ľudia starší ako 17 rokov, pretože približne od tohto veku je už mozog elektrofyziologicky zrelý. Ďalšou podmienkou pre zaradenie do výskumu bola pravorukosť a zároveň tiež preferencia v používaní pravej nohy a pravého oka. Výskumy, z ktorých sme vychádzali, boli realizované prevažne na väčšinovej populácii, ktorá je pravoruká. Z výskumov sme vyvodzovali protokoly pre tréning. Protokoly by preto mali byť „šité na mieru“ skôr pre pravákov.

Do výskumu sme chceli zapojiť zdravú populáciu. Preto bolo naším zámerom v počiatkovej fáze výskumu vylúčiť zo vzorky ľudí s epilepsiou a organickým poškodením mozgu. U ľudí s týmito poruchami sa na zázname EEG vyskytujú špecifické javy, ktoré by sme v našom výskume nevedeli zohľadniť.

Vylúčili sme tiež anxiózných probantov a tých, ktorí trpia ADD alebo ADHD. Predpokladali sme, že úzkostliví ľudia by potrebovali dlhší čas na to, aby si zvykli na novú situáciu, ktorú so sebou EEG biofeedback tréning prináša. Pre ľudí s poruchou pozornosti je Neurofeedback účinná pomoc. Avšak, protokoly, ktoré sme plánovali v tréningu využiť sa bežne pre diagnózu ADD alebo ADHD nepoužívajú. Preto sme sa rozhodli z výskumu vylúčiť aj osoby trpiace poruchou pozornosti.

Obmedzenie pre účasť v experimentálnej vzorke mali mať osoby, ktoré by ani so zatvorenými očami neboli schopné produkovať alfa rytmus. Navrhované protokoly pre EEG biofeedback tréning vyžadujú prítomnosť alfa rytmov.

Vzhľadom na to, že naše merania by mohli byť ovplyvnené aj inými premennými, ktoré by nebolo možné zachytiť, považovali sme za dôležité do výskumu zapojiť aj kontrolnú skupinu. Podmienky pre jej výber boli rovnaké ako pre experimentálnu skupinu.

Našou snahou bolo, aby kontrolná skupina pochádzala približne z rovnakého prostredia ako experimentálna skupina. Žiadna osoba sa nemala pohybovať v profesii, ktorá by vyžadovala „slovnú obratnosť“. Naším zámerom bolo overiť, či je možné využívať Neurofeedback na zvýšenie verbálnej tvorivosti. Ak by skúmaná osoba vykonávala povolanie, kde je verbálne vyjadrovanie významnou náplňou práce a zvýšila by sa u nej verbálna tvorivosť, neboli by sme schopní dokázať, že zvýšenie nastalo dôsledkom EEG biofeedback tréningu. Je možné, že zvýšenie verbálnej tvorivosti by bolo spôsobené každodenným prirodzeným tréningom, vykonávaným v rámci povolania.

## 5.1 Výber probantov

To, či majú probanti laterálnu preferenciu pravej strany, sme overili jednoduchými otázkami. Otázky zneli nasledovne:

1. Ktorou rukou píšeš?
2. Predstav si, že sa chceš v noci pozrieť na hviezdu, ktorú je možné len veľmi ťažko spozorovať. K dispozícii máš monokulárny ďalekohľad. Ktorým okom sa cez neho pozrieš, aby si lepšie videl/a?
3. Predstav si, že by si mal/a nohou kopnúť malú golfovú loptičku do jamky. Ktorou nohou by si sa o to pokúsil/a?

Preferencia pravej alebo ľavej ruky pri písaní nám jednoznačne hovorí o tom, či je osoba pravoruká alebo ľavoruká. Pri zisťovaní preferencie oka, sme použili otázku: „Ktorým okom sa cez neho pozrieš, aby si lepšie videl/a?“, nepriamo zdôraznili, aby nám probanti povedali, ktoré oko preferujú, ktorým akoby lepšie videli. Na trafenie jamky malou golfovou loptičkou je nevyhnutná precíznosť, ktorú lepšie zvládneme tou nohou, ktorá je v používaní dominantná a teda obratnejšia.

Na zistenie možného organického poškodenia mozgu sme použili Kohsove kocky. Výhodou tohto testu je jednoduchá administrácia a úloha motivuje k splneniu svojou prítlačivosťou (Svoboda, 1999, s. 52). Každá osoba z experimentálnej skupiny bola dotazovaná, či netrpí epilepsiou alebo ňou netrpí aspoň jeden z rodičov. Týmto spôsobom sme chceli obmedziť aj možnosť, že by sa u osoby ešte epilepsia neprejavila, ale osoba patrí do rizikovej skupiny.

Vylúčené mali byť aj osoby, ktoré trpia ADD alebo ADHD. Pre ľudí s poruchou pozornosti je EEG biofeedback účinná pomoc. Avšak, protokoly, ktoré sme plánovali v tréningu využiť sa bežne pre diagnózu ADD alebo ADHD nepoužívajú. Na diagnostiku organického poškodenia mozgu a porúch pozornosti sme použili Kohsove kocky.

Prvý EEG biofeedback tréning slúžil zároveň aj na identifikovanie probantov, ktorí by neboli schopní produkovať alfa rytmus. V našej vzorke nebola žiadna takáto osoba, z tohto dôvodu nebol nikto vylúčený.

Výskumu sa zúčastnilo desať osôb, z toho boli dve ženy a traja muži v experimentálnej skupine a tri ženy a dvaja muži v kontrolnej skupine. Probandi boli vysokoškolskými študentmi geológie, ekonómie a sociálnej práce. Materinským jazykom všetkých osôb je slovenčina.

Náš experimentálny dizajn bol pomerne náročný na realizáciu. Náročnosť spočívala najmä v ochote probantov podstupovať niekoľko tréningov, ktoré sa mali konať niekoľkokrát týždenne. Všetkých potenciálnych probantov sme oboznámili s cieľmi a celým priebehom výskumu. Zdôraznili sme, že majú možnosť zvýšiť svoju tvorivosť. Tiež sme vyzdvihli ekonomickú výhodu pre probantov, pretože tréningy, za ktoré sa za normálnych okolností platí, mali byť pre nich bezplatné. Do celého výskumného procesu sme zapojili osoby, ktoré boli pre účasť vo výskume motivované a boli ochotné absolvovať všetky tréningy.

## 6 Metódy

### 6.1 Testovanie tvorivosti

Na divergentnom myslení sa uplatňujú rozličné zložité mentálne procesy. Vo výskume sme sledovali faktory fluenciu, flexibilitu a originalitu. Keďže je podľa Jurčovej (1984 b) elaborácia problematickým ukazovateľom tvorivosti a nemusí byť jednoznačným ukazovateľom tvorivého myslenia, rozhodli sme sa elaboráciu nesledovať. Nezistovali sme úroveň tvorivosti ako celok, ale zamerali sme sa na každý faktor zvlášť. Vychádzame zo skúsenosti Boyntonovej (2001), ktorá vo svojom experimente, kde sa snažila zvýšiť tvorivosť alfa/theta tréningom, prišla k výsledkom, že po aplikácii tréningu sa signifikantne zvýšil len faktor flexibility.

Keďže na Slovensku ešte nie je štandardizovaný žiadny test, ktorý by meral úroveň verbálnej tvorivosti, rozhodli sme sa osloviť PhDr. Jurčovú, Csc, ktorá je významnou predstaviteľkou výskumu tvorivosti na Slovensku. Poskytla nám neštandardizovaný set testov verbálnej tvorivosti, ktorý bol prebraný od Thurstona (In: Popperová-Jurčová, 1969) a od Christensena a Guilforda (In: Popperová-Jurčová, 1969). Popperová-Jurčová (1969) upravila pôvodné testy pre slovenskú populáciu. Konkrétne sme v pretestovom a posttestovom meraní použili Test začiatkov slov (upravené podľa Prefixon), Test koncoviek slov (upravené podľa Suffixon), ktorými je možné merať verbálnu fluenciu a Test spôsobov použitia vecí (upravené podľa Utility test), Neobvyklé použitie vecí (upravené podľa Alternate uses), ktoré sú vhodné na meranie flexibility. Verbálnu originalitu sme merali pomocou Torranceho figurálneho testu tvorivého myslenia (Jurčová, 1984), konkrétne subtestom Tvorenie obrázka a to hodnotením originalnosti názvu.

#### **Test začiatkov slov**

Test začiatkov slov je upravený a prispôbený pre slovenskú populáciu podľa originálu – Prefixon, ktorý vyvinul L.L.Thurstone. Testom je možné merať verbálnu fluenciu. Skúmaná osoba má za úlohu vyprodukovať čo možno najviac slov, ktoré sa začínajú na určitú slabiku. Na túto úlohu má obmedzený čas. Popperová-Jurčová (1969) zohľadnila špecifiká slovenského jazyka a pre slovenskú verziu testu navrhla podnetové slabiky PO- a NA-. Výber sa opieral o štúdiu Bosáka, v ktorej referuje o frekvencii foném

v slovenskom jazyku (Popperová-Jurčová, 1969, s. 49). V slovenskom jazyku existuje pomerne veľa slov začínajúcich sa na uvedené slabiky, na úlohu by preto nemal byť problém podať aj pomerne veľa odpovedí. Existuje približne rovnaký počet slov začínajúcich na každú zo slabík. Z tohto dôvodu sme sa rozhodli použiť test so slabikou PO- na meranie pred aplikáciou EEG biofeedback tréningu. Po experimentálnom pôsobení sme administrovali Test tvorenia slov so slabikou NA-.

V inštrukcii v Teste začiatku slov sa od probantov žiadalo, aby napísali čo možno najviac slov, ktoré sa začínajú určitou skupinou písmen. Mená ľudí alebo miest nemali použiť. Tiež nemali použiť slová, ktoré sú odvodené od toho istého základu (napríklad: dom – domov – domovina – domček). Boli oboznámení s tým, že výsledkom testu je počet správnych slov.

Aby sme sa vyhli možnosti, že respondent nesprávne porozumie otázke, dali sme mu možnosť si testovú úlohu vopred vyskúšať. V cvičných úlohách nemali probanti obmedzený čas a mohli si objasniť akýkoľvek problém, ktorý sa týkal testovania. Skúmané osoby mali napísať niekoľko slov, ktoré sa začínali na inú podnetovú slabiku, než boli tie, ktoré sme použili na samotné meranie verbálnej fluencie. Pre lepšie pochopenie bol k dispozícii vzor správnych odpovedí.

### **Test koncoviek slov**

Test koncoviek slov bol upravený a prispôsobený pre slovenskú populáciu podľa originálu Suffixon L.L.Thurstone (In: Popperová-Jurčová, 1969). Test meria verbálnu fluenciu. Skúmaná osoba má za obmedzený čas vyprodukovať čo možno najviac slov, ktoré končia určitou slabikou. Popperová-Jurčová (1969) sa snažila zohľadniť špecifiká slovenského jazyka a pre slovenskú verziu testu navrhla podnetové slabiky -CA a -IĚ. Výber sa opieral o štúdiu Bosáka, v ktorej referuje o frekvencii foném v slovenskom jazyku (Popperová-Jurčová, 1969, s. 49). Slovenský jazyk pozná pomerne veľa slov končiacich sa na uvedené slabiky, preto by úloha nemala byť náročná. Výhodou je, že koncovky -CA a -IĚ sú v slovenskom jazyku približne rovnako zastúpené, keďže mnoho slovies má tvar neurčitku končiaceho slabikou -IĚ (robiť) a takmer každé sloveso môže byť zmenené na prídavné meno končiace slabikou -CA (robiaca). Na počiatočné meranie pred EEG biofeedback tréningom sme použili test s podnetovou koncovkou -CA. Na meranie tvorivosti po tréningu sme sa rozhodli použiť test s podnetovou koncovkou -IĚ.

V inštrukcii v Teste koncoviek slov sa od probantov žiadalo, aby napísali čo možno

najviac slov, ktoré končia určitou skupinou písmen. Mená ľudí alebo miest nemali použiť. Tiež nemali použiť slová, ktoré sú odvodené od toho istého základu (napríklad: ľahko – naľahko – zaľahko). Boli oboznámení s tým, že výsledkom testu je počet správnych slov.

Chceli sme sa vyhnúť situácii, že by respondent nesprávne porozumel otázke. Rovnako ako v Teste začiatku slov aj v Teste koncoviek slov mal probant možnosť si testovú úlohu vopred vyskúšať a objasniť si akýkoľvek problém spojený s testovaním. Cvičná úloha nebola časovo obmedzená a podnetová slabika bola v pretestovom aj posttestovom meraní iná, ako tie, ktoré sme použili na samotné meranie verbálnej fluencie. Skúmaná osoba mala napísať niekoľko slov, ktoré sa končili na určenú podnetovú slabiku. Pre ilustráciu bolo ako vzor poskytnutých niekoľko správnych odpovedí.

Test začiatkov slov a Test koncoviek slov sme vyhodnocovali takým spôsobom, že sme v každom teste spočítali všetky relevantné odpovede. Výsledná suma predstavovala dosiahnuté skóre. Každý test bol vyhodnocovaný jednotlivo.

### **Test spôsobov použitia vecí**

Faktor spontánnej flexibility sa označuje ako faktor divergentnej produkcie rôznych sémantických tried. V našom výskume ho zohľadňuje Test spôsobov použitia vecí, ktorý vyžaduje myslenie na slovnovýznamovom materiáli. Test bol preložený do slovenčiny a upravený podľa originálu testu P. R. Christensena a J. P. Guilforda Utility test (In: Popperová-Jurčová, 1969). V teste má skúmaná osoba za úlohu podať čo možno najviac odlišných spôsobov použitia bežných predmetov, konkrétne tehly a vešiaku. Úloha vyžaduje obmieňanie prístupu k jej riešeniu. Test, ktorý vyzýva k vymýšľaniu rôznych spôsobov použitia tehly sme použili pred aplikáciou EEG biofeedback tréningu. Testom, ktorý ponúka ako predmet tvorivej práce použitie vešiaku, sme merali tvorivé myslenie po aplikácii EEG biofeedback tréningu.

V inštrukcii v Teste spôsobov použitia vecí sa od probantov žiadalo, aby napísali toľko spôsobov použitia bežného objektu (tehly alebo vešiaka), koľko sú schopní vymyslieť. Odpovede nemuseli byť kompletnými vetami. Bolo možné použiť krátke vety. Každá odpoveď mala byť písaná na nový riadok. V prípade úlohy s vešiakom bolo ústne upresnené, že sa jedná o typ s ramienkami.

Skúmaným osobám sme podali slovnú inštruktáž, kde sme sa pokúsili bližšie vysvetliť, aký spôsob použitia veci máme na mysli. Nesprávnou odpoveďou bol napríklad

opis, ako sa predmet vyrába. Úlohou probantov bolo vymyslieť spôsob použitia už hotového výrobku.

### **Neobvyklé použitie vecí**

Testy flexibility, ktoré sme použili vyžadujú zbaviť sa funkčnej fixácie a nájsť spôsob použitia veci neobvyklým spôsobom, dať ju do čo možno najrôznejších vzťahov a súvislostí. Test, ktorý túto požiadavku zohľadňuje je test Neobvyklé použitie vecí. Popperová-Jurčová (1969) test preložila a upravila pre slovenskú populáciu podľa originálu testu P. R. Christensena a J. P. Guilforda *Alternate uses*.

Probandi boli vyzvaní k tomu, aby za časový limit našli do šesť možností neobvyklého použitia bežného predmetu. Pri každom predmete bol jeden opis jeho základného, najbežnejšieho použitia. Všetky napísané spôsoby použitia mali byť jeden od druhého odlišné a zároveň aj odlišné od základného použitia. Pri prvom testovaní sme sa pýtali na neobvyklé použitie topánok, gombíka a kľúča. V postteste mali probanti vymyslieť neobvyklé použitie drevenej ceruzy, pneumatiky na auto a okuliarov. Skúmané osoby sme inštruovali k tomu, aby písali krátke vety a pokiaľ to nebolo nevyhnutné, nemali strácať čas zdĺhavými opismi.

Pred samotným začatím testovania mali probanti k dispozícii ukážku s podnetovým slovom – noviny. V ukážke bolo niekoľko príkladov správnych odpovedí. Probandi si vďaka vzoru mali možnosť objasniť problémy alebo nedorozumenia spojené s testovaním.

Rozhodli sme sa použiť dva testy, ktoré merajú flexibilitu v myslení z toho dôvodu, že sa nám jediná úloha v Teste spôsobov použitia vecí – uviesť čo najviac spôsobov použitia jedného predmetu, zdala nepostačujúca, keďže zhodou okolností by skúmaná osoba mohla mať s predmetom výrazne viac skúseností ako bežná populácia.

Spoločným znakom pre testy flexibility je produkcia rôznych odpovedí, odlišných riešení, vyžaduje sa obmieňanie prístupu k úlohe. V každom odlišnom riešení, za ktoré probant dostával bod mala byť identifikovateľná zmena zameranosti myslenia. Nedostatkom vo vyhodnocovaní testov flexibility je fakt, že nemôžeme jednoznačne vymedziť, čo je to zameranosť myslenia. Vyhodnocovanie je závislé od výskumníka, konkrétne od toho, ako on porozumel odpovedi. Snažili sme sa vyhnúť nedorozumeniam, ktoré by mohli vzniknúť na základe nepresnej interpretácii odpovedí. Každá jedna odpoveď bola po skončení testovania prediskutovaná s probantom. Ďalšie dopytovanie

bolo nevyhnutné aj z toho dôvodu, že v inštrukcii Testu spôsobov použitia vecí a testu Neobvyklé použitie vecí sa hovorí o tom, že probant nemusí písať celé vety, môže použiť krátke vety. Skúmané osoby podávali niektoré odpovede heslovité. Probantov sme preto po testovaní požiadali, aby nám bližšie vysvetlili, čo pod jednotlivými odpoveďami mysleli. Dopytovanie začalo tým, že sme probantov ubezpečili, že úlohy, ktoré riešili nemajú jediná správnu odpoveď, my by sme len chceli čo najlepšie porozumieť tomu, ako odpovede probant myslel. Za každé nové použitie predmetu, ktoré sa odlišovalo od ostatných už napísaných sme udelili jeden bod. Ak odpoveď nespĺňala kritériá, bod sme neudelili, ale zároveň sme to probantovi nedali najavo, aby sme ho nestavali do polohy „skúšaného študenta ktorému v teste opravujeme chyby“.

### **Tvorenie obrázka**

Na meranie verbálnej originality sme použili subtest Tvorenie obrázka, ktorý je časťou štandardizovaného testu – Torrancovho figurálneho testu tvorivého myslenia (Jurčová, 1984 a, 1984 b). Podstatou tohto testu je otvorená úloha s jediným pravidlom – skúmaná osoba má nakresliť akýkoľvek, čo najoriginálnejší obrázok ale zároveň doň musí zakomponovať kúsok farebného papiera v tvare fazule. Po vytvorení obrázka treba vymyslieť názov, titulok preň tak, aby bol čo najdôvtipnejší a najnezvyčajnejší (Jurčová, 1984 b, s. 16.). V našej práci sme pozorovali zmeny vo faktoroch verbálnej tvorivosti, preto sme sa sústredili najmä na originalitu verbálnej odpovede, čiže názvu obrázka. Naše inštrukcie pri administrácii kopírovali predpísanú formu, ktorá je v manuáli Torrancovho figurálneho testu tvorivého myslenia.

Niektorí probanti sa ostýchali kresliť, pretože sa obávali, že ich obrázok nebude zodpovedať realite. Podľa skúseností Jurčovej (1984 a) je vhodné probantom pripomenúť, že sa neočakáva, aby preukázali svoje kresliarske zručnosti, ale svoju nápaditosť. Probantom sme preto povedali, že pre nás nie je dôležitá profesionálna technika kreslenia, ale samotný nápad, ktorý by mal byť čo najoriginálnejší, teda taký, o ktorom si myslia, že ho nikto iný nevymyslí.

Napriek tomu, že sú dané kritériá pre vyhodnocovanie originality názvu, nie je možné skórovací kľúč mechanicky aplikovať. O originalite odpovede nerozhoduje len štatistická frekvencia alebo stupeň abstraktnosti, ale aj rôzne zvláštnosti námetu. Problematický je aj fakt, že subjektívnosť v hodnotení je daná osobnosťou hodnotiaceho. Z tohto dôvodu hodnotili verbálnu originalitu dvaja posudzovatelia.

Inštrukcie vzťahujúce sa k úlohám v testoch verbálnej tvorivosti boli v tom duchu, že síce ide o testy, ale tieto testy sú celkom zábavné. Probanti majú možnosť vypustiť fantáziu, hrať sa so slovíčkami a podobne. Jurčová (1984 a) (2010) vychádzajúc zo svojich skúseností upozorňuje na fakt, že ak sa probanti necítia byť skúšaný a nevyžaduje sa od nich čo najlepší výkon, ale naopak sa úloha prezentuje ako forma zábavy, v priemere dosahujú vyššie skóre. Pokúšali sme sa vytvoriť „psychologické ovzdušie“ pred testovaním a počas neho čo možno najpríjemnejšie a najpovzbudivejšie.

Probantov sme upozornili na to, že testové úlohy neskúmajú ich ovládanie slovenskej gramatiky. Uistili sme ich, že v úlohách nezohľadňujeme gramatickú správnosť napísaných odpovedí, ale počet odpovedí. Do určitej miery sme teda tolerovali gramatické chyby. Jediná situácia, kedy bolo nevyhnutné napísať aspoň časť slova správne bola situácia, kedy probanti mali v testoch fluencie použiť podnetovú slabiku v nezmenenom stave (napríklad v slovách končiacich slabikou -IĤ nemohlo prísť k zámene „i“ za „y“). Pre meranie fluencie, flexibility a originality nie sú „pravidlá“ v podobe gramatiky veľmi podstatné. V praktickom živote nie je nevyhnutné aby bol tvorivý nápad bezchybný. Až následne sa nápad vylepšuje a chyby sa odstraňujú. Preto sme nepovažovali za nevyhnutné, aby boli slová písané gramaticky bezchybne. Ak sme si neboli kvôli gramatickej chybe istí, aký výraz chcel probant použiť, po skončení úlohy sme sa ho spýtali na význam napísaného slova.

Probanti boli oboznámení s tým, že majú obmedzený čas na vypracovanie jednotlivých testov. Požiadali sme ich však, aby sa zbytočne nezdržovali sledovaním hodínok, pretože im oznámime začiatok i koniec práce.

Snažili sme sa odstrániť bariéry tvorivosti, ktoré podľa nášho názoru pôvodné testy verbálnej fluencie a flexibility obsahujú. Ide vlastne o nepatrnú technickú zmenu. Pri tvorivej práci by osoba nemala byť hodnotená ešte v priebehu produkovania nápadov. Pôvodný Test začiatkov slov, Test koncoviek slov a Test spôsobov použitia vecí majú na liste, do ktorého sa majú zaznamenávať odpovede, naznačené riadky, na ktoré sa majú zapisovať odpovede. Za bariéru v tvorivosti v tomto prípade považujeme práve tieto riadky. Fakt, že má skúmaná osoba naznačené riadky a tým pádom nepriamo aj počet odpovedí, ktoré sa od nej očakávajú, musí nevyhnutne nejakým spôsobom na osobu pôsobiť. Napríklad v pôvodných testoch fluencie je predznačených 45 riadkov a len málokto je schopný produkovať toľko odpovedí za stanovený čas. Mohlo by sa zdať, že úloha nebola dostatočne zvládnutá, čo by eventuálne mohlo pôsobiť demotivujúco pre

d'alší výkon alebo u iných tiež podnecujúco pre lepší výkon v budúcnosti. Tieto skutočnosti sme nemali v úmysle skúmať a považovali sme ich za nežiadúce premenné, ktoré sme sa snažili eliminovať tak, že probanti nemali v odpoved'ovom hárku predznačené riadky.

Úlohy v testoch fluencie mali jasné inštrukcie. Domnievali sme sa, že striktné obmedzenia pri produkcii nápadov môžu pôsobiť na samotnú produkciu inhibujúco. Probanti boli upozornení na uvedené obmedzenia, bolo im povedané, že za správne odpovede sa budú považovať len slová, ktoré spĺňajú zadanie (slová nemajú mať rovnaký slovotvorný základ, nemajú sa použiť mená ľudí alebo miest). Probanti však boli požiadaní, aby písali čo najviac odpovedí a aby sa nezdržovali kontrolou už napísaných slov, či nemajú rovnaký slovotvorný základ ako slovo, ktoré im práve napadlo. Ide o princíp brainstormingu, v ktorom sú akceptované aj nápady, ktoré nespĺňajú všetky nastavené kritériá, alebo sa môžu zdať neprimerané až bláznivé. Ak im napadlo meno osoby, mohli ho napísať. Probanti vedeli, že za správne odpovede budú považované len tie, ktoré spĺňali kritériá, ale nemali sa zastavovať kontrolovaním svojich odpovedí.

### **6.1.1 Kontrolovanie vonkajších okolností pri testovaní tvorivosti**

Chceli sme čo najviac eliminovať premenné, ktoré by mohli ovplyvniť výkon v teste tvorivosti a zároveň kontrolovať podmienky, v ktorých bude tvorivosť pred aplikáciou EEG biofeedback tréningu a po ňom meraná. Predpokladáme, že je málo pravdepodobné, že by boli probanti v rovnakom emočnom stave. Emócie majú vplyv na výkon. Napríklad by participant mohol prežívať stres, lebo meškal na stretnutie, mohol by byť unavený alebo šťastný a podobne. Preto probanti pred prvým aj druhým meraním absolvovali krátke relaxačné cvičenie. Probanti sa mali niekoľkokrát zhlboka nadýchnuť a pomaly vydychovať. Výhodou cvičenia je, že krátkodobé hlboké dýchanie upokojuje. Naším cieľom bolo, aby boli skúmané osoby pri oboch meraniach približne v rovnakej psychickej pohode, a to sme sa snažili dosiahnuť zvolenou relaxačnou technikou.

Iné relaxačné cvičenia, ktoré slúžia na úplné uvoľnenie, ako napríklad autogénny tréning alebo HRV biofeedback by pre našu situáciu neboli vhodné. Nechceli sme dosiahnuť úplnú relaxáciu, pretože testy tvorivosti, ktoré sme použili vyžadujú istú mentálnu prácu a zameranú pozornosť. Predpokladáme, že v stave úplnej relaxácie, by bola táto výkonová úloha aspoň zo začiatku zbytočne namáhavá.

Kontrolná skupina sa podrobila testovaniu taktiež bezprostredne po relaxačných

dychových cvičeniach. Snažili sme sa takto udržať situačné faktory, ktoré by mohli pôsobiť na výkon, aspoň do istej miery konštantné.

## 6.2 EEG biofeedback tréning

Pred začatím realizácie výskumu sme absolvovali certifikačný kurz v metóde EEG biofeedback, na konci ktorého sme získali oprávnenie používať metódu EEG biofeedback a HRV biofeedback. Tréningy, ktoré sme vykonávali boli konzultované s PhDr. Krivulkom, výcvikovým terapeutom v metóde EEG biofeedback a HRV biofeedback. Sedenia sa realizovali v ambulancii klinického psychológa v Šamoríne.

V jazyku EEG biofeedbacku sa často stretáme s pojmom „protokol“. Protokol znamená nastavenie parametrov v počítačovom programe pre EEG biofeedback. Parametre určujú, ktoré frekvencie budú odmeňované a ktoré inhibované. Keďže klient vidí na svojom monitore hru, ktorú môže myslou ovládať (získa skóre za odmenu), vhodnou metaforou pre pojem „protokol“ by mohli byť „pravidlá hry“.

V EEG biofeedbacku je lokalizácia elektród kľúčová. Rozhodli sme sa, že v našom experimentálnom výskume použijeme nasledovné protokoly:

- Na lokalite F7 a T3 v bipolárnom zapojení boli posilňované frekvencie 13 – 16 Hz (nižšie frekvencie bety). Zároveň boli na rovnakej lokalite ostatné frekvencie (0 – 11 Hz a 17 – 30 Hz) inhibované. Tréning trval 5 minút.

Túto lokalitu sme zvolili preto, lebo zasahuje aj na oblasť Brocovo centra expresívnej reči. Zároveň vychádzajúc z vyššie uvedených výskumov predpokladáme, že počas riešenia divergentnej úlohy sa frontálny lalok ľavej hemisféry aktivizuje. Nižšie frekvencie bety sme zvolili preto, že sú pre túto oblasť mozgu prirodzené. Okrem toho, pri mentálnej práci, akou tvorivé myslenie je, sa aktivita zvyšuje a objavujú sa vyššie frekvencie. Predpokladáme, že tréning s týmto protokolom bude aktivizovať centrum expresívnej reči, čo povedie k zvýšeniu produkcie čo najviac slov, čiže k zvýšeniu verbálnej fluencie.

- Následne na lokalite PZ v monopolárnom zapojení s referenčnou elektródou na A2 sme aplikovali alfa/theta tréning a to so zatvorenými očami. Tento tréning trval 15 minút. Posilňovali sme frekvencie 8 – 13 Hz, čo zodpovedá alfe a 4 – 7 Hz, čo zodpovedá thete. Ostatné frekvencie boli inhibované.

Táto časť tréningu by mala navodiť hlbokú relaxáciu až ľahký hypnagogický stav. Probandi mali mať zatvorené oči, lebo najviac alfa rytmov sa objavuje najmä nad zadnými časťami mozgu a výraznejšie vtedy, keď sú oči zatvorené. Prítomnosť alfy poukazuje na psychickú i fyzickú relaxáciu, Krivulka (2003) ju opisuje ako pasívny reflektujúci stav, bez vonkajších podnetov, ktorý je blízko kreatívnemu mysleniu. Theta rytmus je subjektívne pociťovaný ako intuitívny, tvorivý, spomienkový stav, kedy prevažuje metaforické myslenie.

Poradie protokolov sme zvolili na základe odporúčaní Dr. Jarusiewicz (2009). Jej pripomienka smerovala k tomu, že následne po tréningu, kedy je vyžadovaná vyššia mentálna aktivita, je žiadúce aplikovať relaxačný tréning. V jej praxi sa objavil prípad, kedy klient bezprostredne po „aktivizujúcom“ tréningu nemal uspokojujúcu dĺžku a kvalitu spánku. Chceli sme sa takejto situácii vyhnúť, preto sme tréning ukončovali protokolom, ktorý mal relaxačný účinok.

V prvom protokole sme použili software BioExplorer. Na probantovom monitore sa premietala hra, čiže krátky a jednoduchý príbeh alebo vizualizácia. Hra je vždy nastavená tak, že sa za odmenu na monitore premieta príbeh či vizualizácia, trestom je zastavenie obrazu. Odmena je sprevádzaná aj zvukovým signálom.

Software BioExplorer sme použili aj v prípade alfa/theta tréningu. Od probantov bolo síce žiadané, aby mali zatvorené oči, ale tým, že dostávali zvukové signály (odmeny), mali aktuálny prehľad o svojom výkone. Použili sme rovnaké zvukové signály ako v predchádzajúcom protokole, probanti sa tak mohli viac zamerať na samotný tréning a nerušila ich nová situácia v podobe nových zvukových odpovedí.

Protokoly boli individuálne prispôbované probantom a to v tom zmysle, že bolo manipulované s odmeňovanými frekvenciami v rozsahu +/- 1 Hz. Je to štandardný postup v EEG biofeedback tréningu, kde sa terapeut snaží nájsť rozpätie, ktoré klientovi najviac vyhovuje, v ktorom sa subjektívne cíti najlepšie. Sú jedinci, ktorí sú príliš ospalí či smutní po štandardnom alfa/theta tréningu (Krivulka, 2008, s. 26). Vtedy prispôbíme protokol individuálnym potrebám klienta zdvihnutím odmeňovanej frekvencie o 1 či 2 Hz. V našom prípade bol tréning prispôbený dvom osobám. Pre nich boli v druhom protokole, v alfa/theta tréningu, posilňované frekvencie alfa (8-13Hz) a upravená theta (5-7Hz). Dôvodom bola práve smutná nálada po ukončení prvého sedenia.

Tréningy trvali 20 minút. Vychádzajúc zo štúdie Boyntonovej (2001) a jej odporúčaní pre ďalší výskum, sa tréningy vykonávali dvakrát týždenne po dobu piatich

týždňov. Výskum sa realizoval v ambulancii klinickej psychologičky v Šamoríne, ktorá nám poskytla priestory a EEG biofeedback prístroj.

U človeka sa objavujú relaxačné rytmy každých 90-120 minút, po ktorých nasleduje asi 20 minút relaxácie. Každých 90-120 minút produkuje mozgová aktivita výkyvy, počas ktorých na asi 20 minút preberá pravá hemisféra regulačné funkcie (Krivulka, 2002, s. 62). Počas tejto doby sa človek cíti utlmený, zasnený a má zníženú schopnosť sústrediť sa. Bolo by vhodné, keby sme mohli aplikovať tréning mimo fázy relaxácie. Boli sme si tejto skutočnosti vedomí, nemali sme však možnosť tento jav zohľadniť, z toho dôvodu, že sme ho nemohli exaktne pozorovať.

## 7 Výsledky

Hlavným cieľom výskumnej práce bolo zistiť mieru vplyvu nami navrhnutých protokolov EEG biofeedback tréningu na úroveň verbálnej tvorivosti probantov. Porovnávali sme experimentálnu skupinu, ktorá sa zúčastnila EEG biofeedback tréningu s kontrolnou skupinou, v ktorej sme tréning neaplikovali. Štatisticky významné rozdiely medzi pretestovým meraním a posttestovým sme predpokladali v sledovaných faktoroch verbálnej tvorivosti – fluencie a flexibility. Štatisticky významné rozdiely sme predpokladali aj v porovnaní oboch skupín v posttestovom meraní vo faktoroch fluencie a flexibility. Vo faktore originality sme nepredpokladali štatisticky významné rozdiely.

Ako vidno v Tabuľke 2, experimentálna skupina dosiahla v posttestovom meraní verbálnej fluencie a flexibility vyššiu úroveň tvorivosti v porovnaní s prvým meraním ako kontrolná skupina. Na komparačnú analýzu dosiahnutého skóre v každej skupine v jednotlivých testoch v prvom a druhom meraní sme použili neparametrický štatistický test - Wilcoxonov test.

Tabuľka 2 Porovnanie dosiahnutého skóre v testoch tvorivosti medzi experimentálnou a kontrolnou skupinou

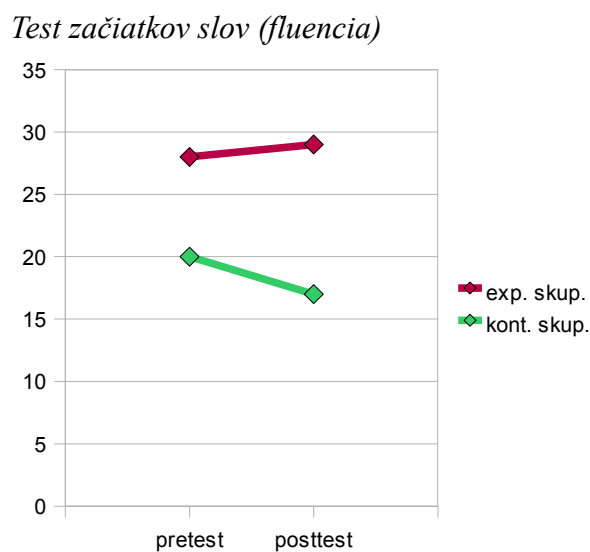
| Faktor                 | skupina        | Pretest      |       |       | Posttest     |       |       | z       | p           |
|------------------------|----------------|--------------|-------|-------|--------------|-------|-------|---------|-------------|
|                        |                | MDN          | M     | SD    | MDN          | M     | SD    |         |             |
| Fluencia<br>(začiatky) | Exp.<br>(n=5)  | <b>28.00</b> | 25.80 | 6.06  | <b>29.00</b> | 28.60 | 3.21  | - 1.473 | <b>.141</b> |
|                        | Kont.<br>(n=5) | <b>20.00</b> | 18.60 | 4.34  | <b>17.00</b> | 17.00 | 2.55  | - 0.736 | <b>.461</b> |
| Fluencia<br>(konce)    | Exp.<br>(n=5)  | <b>18.00</b> | 18.00 | 10.84 | <b>24.00</b> | 23.40 | 7.13  | - 1.483 | <b>.138</b> |
|                        | Kont.<br>(n=5) | <b>15.00</b> | 14.40 | 6.19  | <b>15.00</b> | 15.80 | 3.56  | - 0.677 | <b>.498</b> |
| Flexibilita<br>(1)     | Exp.<br>(n=5)  | <b>13.00</b> | 12.20 | 2.59  | <b>16.00</b> | 15.20 | 2.77  | - 2.041 | <b>.041</b> |
|                        | Kont.<br>(n=5) | <b>10.00</b> | 9.20  | 2.77  | <b>7.00</b>  | 7.80  | 1.92  | - 1.289 | <b>.197</b> |
| Flexibilita<br>(3)     | Exp.<br>(n=5)  | <b>11.00</b> | 10.80 | 3.70  | <b>14.00</b> | 14.20 | 1.79  | - 1.826 | <b>.068</b> |
|                        | Kont.<br>(n=5) | <b>9.00</b>  | 9.40  | 2.70  | <b>10.00</b> | 9.80  | 2.05  | - 0.707 | <b>.480</b> |
| Originalita            | Exp.<br>(n=5)  | <b>1.50</b>  | 1.70  | 0.570 | <b>1.50</b>  | 1.90  | 0.822 | - 0.378 | <b>.705</b> |
|                        | Kont.<br>(n=5) | <b>2.00</b>  | 1.40  | 1.342 | <b>1.00</b>  | 1.00  | 0.791 | - 1.069 | <b>.285</b> |

Fluencia (začiatky) = Test začiatkov slov; Fluencia (konce) = Test koncoviek slov; Flexibilita (1) = Test spôsobov použitia vecí; Flexibilita (3) = Neobvyklé použitie vecí; Originalita = Tvorenie obrázka

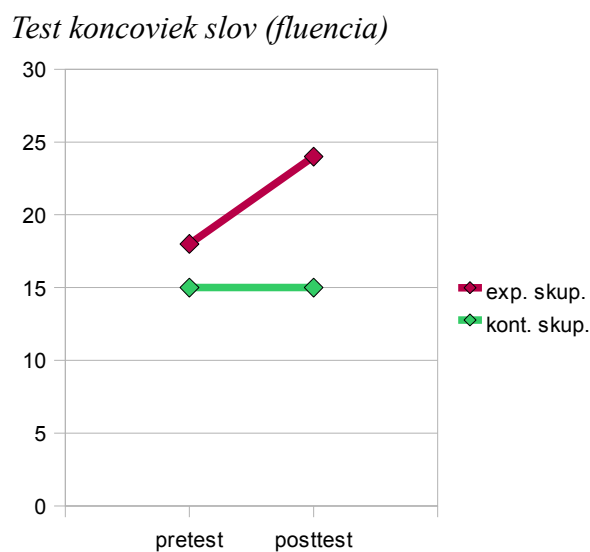
V experimentálnej skupine sme zaznamenali vyššie skóre v druhom meraní oproti prvému v testoch merajúcich verbálnu fluenciu a verbálnu flexibilitu. Kontrolná skupina dosiahla nižšie skóre v druhom meraní oproti prvému v Teste začiatkov slov a v Teste spôsobov použitia vecí. V Teste koncoviek slov dosiahla kontrolná skupina v oboch meraniach rovnaké skóre a v teste Neobvyklé použitie vecí skórovala v druhom meraní o

jeden bod vyššie ako v prvom. Podľa nameraných hodnôt zostala úroveň originality v experimentálnej aj kontrolnej skupine na približne rovnakej úrovni. Ponúkame grafy (Graf 1, Graf 2, Graf 3, Graf 4, Graf 5) porovnania pretestu a posttestu v použitých testoch tvorivosti v experimentálnej aj kontrolnej skupine.

*Graf 1* Porovnanie dosiahnutého skóre v Teste začiatkov slov medzi experimentálnou a kontrolnou skupinou

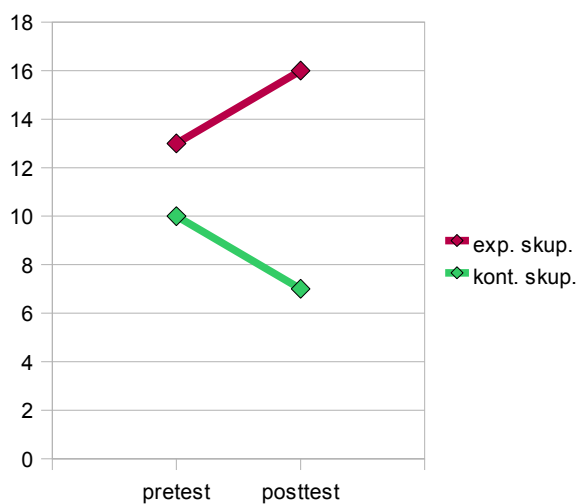


*Graf 2* Porovnanie dosiahnutého skóre v Teste koncoviek slov medzi experimentálnou a kontrolnou skupinou



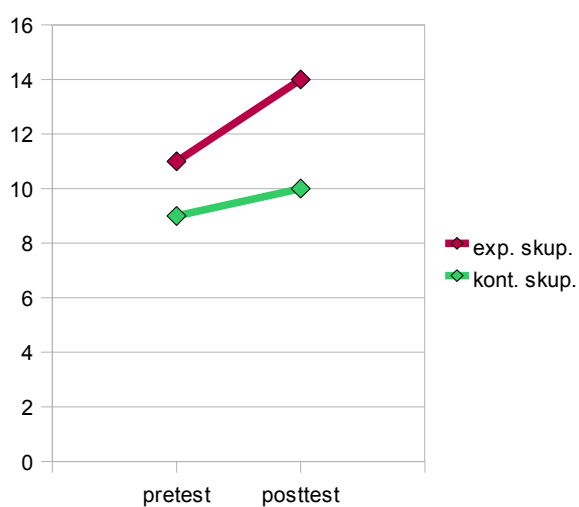
*Graf 3* Porovnanie dosiahnutého skóre v Teste spôsobov použitia vecí medzi experimentálnou a kontrolnou skupinou

*Test spôsobov použitia vecí (flexibilita)*



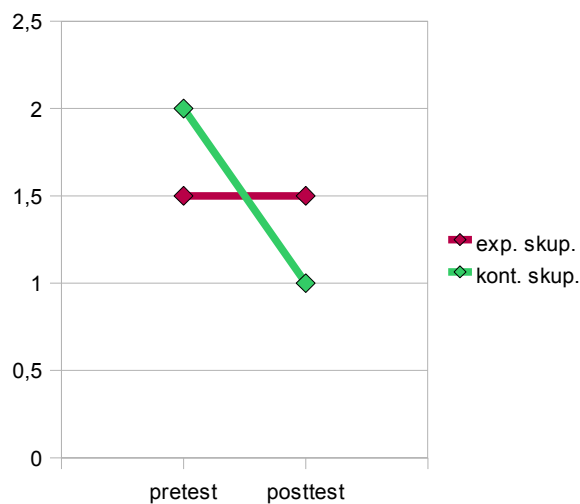
*Graf 4* Porovnanie dosiahnutého skóre v teste Neobvyklé použitie vecí medzi experimentálnou a kontrolnou skupinou

*Neobvyklé použitie vecí (flexibilita)*



Graf 5 Porovnanie dosiahnutého skóre v teste Tvorenie obrázka medzi experimentálnou a kontrolnou skupinou

*Torranceho figurálny test tvotivého myslenia – subtest Tvorenie obrázka (originalita)*



Keďže skupiny nemali na počiatku výskumu rovnakú úroveň tvorivosti, porovnávame aj rozdiel v pretestovom a posttestovom meraní. Z Grafov 1, 2, 3 a 4 možno vyčítať, že medzi skupinami bol v posttestovom meraní fluencie a flexibility väčší rozdiel ako v pretestovom. V teste merajúcom originalitu sme nezaznamenali významný rozdiel ktorý by sa vzťahoval k rozdielom medzi skupinami v pretestovom a posttestovom meraní. V Tabuľke 3 je pomocou Mann-Whitney-ho U testu možné porovnať skupiny vzhľadom na dosiahnuté skóre v testoch tvorivosti.

Tabuľka 3 Komparácia rozdielu medzi skupinami v pretestovom meraní a posttestovom meraní v testoch tvorivosti

| Pretest  |             |             |             |             |             |
|----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|          | TZS         | TKS         | TSPV        | NPV         | TO          |
| Z        | -1.471      | -.525       | -1.467      | -.740       | -.671       |
| p        | <b>.141</b> | <b>.599</b> | <b>.142</b> | <b>.459</b> | <b>.502</b> |
| Posttest |             |             |             |             |             |
|          | TZS         | TKS         | TPV         | NPV         | TO          |
| Z        | -2.611      | -1.676      | -2.522      | -.106       | -1.485      |
| p        | <b>.009</b> | <b>.094</b> | <b>.012</b> | <b>.915</b> | <b>.138</b> |

TZS = Test začiatkov slov; TKS = Test koncoviek slov; TPV = Test spôsobov použitia vecí; NPV = Neobvyklé použitie vecí; TO = Tvorenie obrázka

Rozdiel v dosiahnutom skóre je v testoch verbálnej fluencie a verbálnej flexibility medzi skupinami v druhom meraní väčší ako v prvom meraní. Vzhľadom na výsledky možno konštatovať, že nami zvolené protokoly pre EEG biofeedback mali u experimentálnej skupiny štatisticky významný vplyv na zvýšenie tvorivosti reprezentovanej faktorom flexibility. Po aplikácii EEG biofeedback tréningu sa u experimentálnej skupiny verbálna fluencia štatisticky jednoznačne nezvýšila. Úroveň verbálnej originality sa štatisticky významne nezmenila v žiadnej zo skúmaných skupín.

Na základe výsledkov vyvodzujeme, že EEG biofeedback tréning mal pozitívny vplyv na zvýšenie tvorivosti vo faktore flexibility. Týmto zistením potvrdzujeme našu prvú hypotézu.

Zdá sa, že EEG biofeedback mal u experimentálnej skupiny vplyv na zvýšenie tvorivosti aj vo faktore fluencie, rozdiel medzi počiatkovou a koncovou úrovňou fluencie však nie je štatisticky jednoznačne významný. Z tohto dôvodu zamietame našu druhú hypotézu.

EEG biofeedback tréning nemal vplyv na verbálnu tvorivosť vo faktore originality, preto potvrdzujeme našu tretiu hypotézu.

## 8 Diskusia

V prezentovanom výskume sme sa pokúsili dokázať pozitívnu účinnosť nami navrhnutých protokolov EEG biofeedback tréningu na zvýšenie verbálnej tvorivosti. Skúmané boli faktory fluencie, flexibility a originality.

Štatistické spracovanie výsledkov poukazuje na to, že sa v experimentálnej skupine zvýšila verbálna tvorivosť vo faktore flexibility. Naše výsledky sú podobné výsledkom experimentálnej štúdie Boyntonovej (2001), ktorá aplikáciou samotného alfa/theta tréningu dokázala u skúmanej vzorky docieľať zvýšenie verbálnej flexibility. Naše výsledky podporené Boyntonovej (2001) výskumom dávajú predpoklad, že by sa v blízkej budúcnosti mohol EEG biofeedback úspešne používať na podporu tvorivosti.

Úroveň verbálnej tvorivosti sa vo faktore fluencie zmenila v oboch testoch verbálnej fluencie. Skupiny neboli v počiatočnom meraní na rovnakej úrovni. Probandi experimentálnej skupiny v priemere dosahovali v testoch verbálnej tvorivosti vyššie skóre ako probanti kontrolnej skupiny. Bol tu predpoklad, že ak dosahujú vyššiu úroveň tvorivosti, bude menej pravdepodobné, že budeme môcť pomocou EEG biofeedbacku túto úroveň ešte viac alebo významne zvýšiť. Napriek tomu sa u skúmanej vzorky výkon v oboch testoch merajúcich verbálnu fluenciu zvýšil. Zmena síce nie je štatisticky významná, blíži sa však k hladine štatistickej významnosti. Ak sa nameraná zmena v tak malej skupine, pozostávajúcej z piatich probantov, blíži k hodnote, ktorú by sme nazvali štatisticky významnou, mohli by sme predpokladať, že EEG biofeedback má potenciál zvýšiť verbálnu fluenciu. Preto by bolo vhodné v budúcnosti pokračovať so štúdiom možnosti využitia EEG biofeedbacku na rozvoj tvorivosti.

Keď uvažujeme, o možnostiach ako zvýšiť efektivitu EEG biofeedback tréningu na zvýšenie verbálnej tvorivosti vo faktore fluencie, možnú cestu vidíme v modifikácii lokalizácie elektród. Výskumné tímy na čele s ruskou výskumníčkou Bekhterevou (2000) (2001) demonštrovali komunikáciu oboch hemisfér pri riešení tvorivej verbálnej úlohy. Na základe toho uvažujeme o protokole s bipolárnym zapojením na F7 a F8, ktoré takisto obsahuje oblasť Brocovoho centra expresívnej reči.

Obe skupiny získali priemerne nižšie hodnotenie v teste verbálnej originality v druhom meraní v porovnaní s prvým. Ani po aplikácii EEG biofeedback tréningu sa verbálna originalita nezvýšila. Originalita je pravdepodobne pomerne stabilnou zložkou tvorivosti a je závislá od iných mechanizmov ako fluencia či flexibilita. Čavojová (2005)

hovorí, že hodnotiaci atmosféra sociálneho prostredia brzdí rozvoj originality.

Ako pôsobil EEG biofeedback na probantov, že sa dôsledok tréningov odzrkadlil na výkone v testoch verbálnej tvorivosti? Predpokladáme, že upokojenie mysle a akási „voľne plynúca pozornosť“, ktoré sa spájajú s alfa aktivitou, viedli k zvýšeniu flexibility. Pri alfa/theta tréningu, teda uvoľnenom až ľahko hypnagogickom stave je „cenzúra oslabená“. Domnievame sa, že práve to viedlo k tomu, že probanti mali bohatšie a tiež vzdialenejšie asociácie, z čoho vyplýva zmena v zameranosti myslenia.

Ako sa zdá, klient je schopný využiť novonaučené vzorce – nazveme to v tomto prípade – myslenia a zaradiť ich do svojho repertoáru bežného fungovania. Práve preto je Neurofeedback využívaný na terapeutické účely. Vplyv EEG biofeedback tréningu na rôzne oblasti bol dokázaný mnohými experimentami. Ako dlho je však možné si novú dispozíciu uchovať, prípadne, po akom dlhom čase by bolo žiadúce „pretrénovanie“ za účelom udržania rovnakej úrovne získanej dispozície? Ak by sme boli schopní významne ovplyvniť úroveň tvorivosti pomocou EEG biofeedbacku, vyvstáva otázka: „Je výsledný efekt tréningu dlhodobý? Zostala by úroveň tvorivosti aj po dlhšom časovom odstupe rovnaká?“ Navrhujeme preto preskúmať efektivitu EEG biofeedback tréningu z časového hľadiska. Jedným z našich pôvodných výskumných zámerov bolo tiež overenie efektivity Neurofeedback tréningu na tvorivosť po dlhšom časovom období. Vzhľadom na náročnosť experimentálneho dizajnu sme nemali k dispozícii dlhší časový odstup, po ktorom by sme opäť merali tvorivosť. Navrhujeme zrealizovať podobný výskum, kde by miera zvýšenej tvorivosti bola kontrolovaná po približne 3 až 6 mesiacoch.

Biofeedback tréning je akýmsi ekvivalentom posilňovania svalov v telocvični. Domnievame sa, že ak by sa zvýšil počet tréningov, na dvadsať alebo tridsať alebo sa zvýšila frekvencia tréningov na dva- až trikrát týždenne, bol by efekt EEG biofeedbacku výraznejší. V budúcnosti by bolo vhodné overiť, či je možné po aplikácii intenzívnejšieho tréningu výraznejšie zvýšiť úroveň tvorivosti, prípadne či by bola získaná schopnosť tvorivého riešenia verbálnych úloh z časového hľadiska stabilnejšia ako po menej intenzívnom tréningu.

Považujeme za nevhodné automaticky až uniformne používať protokoly EEG biofeedbacku. Každý klient je jedinečná osoba so svojimi individuálnymi potrebami. Potvrdzujú to aj naše skúsenosti zo situácií, kedy sa po alfa/theta tréningu cítili dvaja probanti v nepohode. Nepohoda pramenila z pocitu únavy po tréningu a smutnej nálady. Všetkých skúmaných osôb sme sa po každom jednom tréningovom sedení pýtali na ich pocity. Podľa týchto informácií sme následne boli schopní regulovať protokoly podľa

individuálnych potrieb klienta. Jedna študentka opisovala bezprostredne po prvom sedení svoje pocity takto: „Cítim sa teraz ako keby som bola unavená z dlhého cestovania a zároveň si nemohla pospať. Teda vlastne nie som ospalá, len taká apatická.“ Študentka sa po tréningu cítila byť smutná, ale nevedela udať predmet smútku, aj obyčajné činnosti sa jej začali zdať „otravné“. Pocity študentky si vysvetľujeme tým, ako Krivulka (2003) opisuje jednu z charakteristík osoby s prevahou alfa vln. Človek, u ktorého prevláda alfa môže mať vynikajúce nápady, ale zároveň má nedostatočnú motiváciu k ich realizácii. Theta sa považuje za „tvorivý stav“, ale s ňou súvisí tiež namáhavejšie udržanie pozornosti a normálneho výkonového pracovného tempa. S thetou preto súvisia pocity únavy. Tieto problémy odzneli potom, ako sme zvýšili odmeňované frekvencie o 1 Hz. Ak je EEG biofeedback používaný kompetentnými osobami, nie je nebezpečný, lebo odborník vie tréning „ušiť na mieru“ klientovi a tréňované sú výhradne tie frekvencie, ktoré sú pre danú oblasť mozgu prirodzené.

Limity nášho výskumu vidíme v pomerne náročnom dizajne, naše možnosti nám dovoľovali zapojiť päť osôb do celého tréningového procesu. Sme si vedomí, že celková vzorka pozostávajúca z desiatich probantov môže skresliť výsledky a preto nevyvodzujeme zovšeobecňujúce závery. Bolo by žiadúce naše predpoklady o efektívite EEG biofeedback tréningu na zvýšenie verbálnej tvorivosti potvrdiť alebo vyvrátiť rozsiahlejším výskumom, do ktorého by sa zapojilo viac ľudí.

Pri výbere probantov sme boli limitovaní obmedzenými možnosťami. Probandi boli na počiatku oboznámení s požiadavkou účasti na tréningoch, ktoré prebiehali dvakrát týždenne po dobu piatich týždňov. Pre zúčastnené osoby bol výskumný proces časovo náročný. S podmienkou súhlasili len tí probanti, ktorí boli z rôznych dôvodov skutočne motivovaní. Predpokladáme, že pre nich je tvorivosť nejakým, im vlastným, spôsobom významná. Naše úvahy smerujú k tomu, či je možné, aby motivácia pre EEG biofeedback tréning, ktorý by mal zvýšiť verbálnu tvorivosť, mohla mať vplyv na úroveň tvorivosti po pôsobení tréningu. Amabile (1983) tvrdí, že ľudia, ktorí sú vnútorne motivovaní, sú zvyčajne tvorivejší. Z tohto dôvodu predpokladáme, že aj motivácia probantov mohla hrať istú úlohu v posttestovom výkone v testoch tvorivosti.

Probandi boli oboznámení s účelom výskumu. Je pravdepodobné, že očakávali, že po aplikácii EEG biofeedback tréningu by sa ich úroveň verbálnej tvorivosti mala zvýšiť. Vzhľadom na mechanizmus „sebanaplňajúcej sa predpovede“ nemôžeme jednoznačne vylúčiť, že probanti vďaka presvedčeniu, že v druhom meraní podajú vyšší výkon, tento výkon aj podali. Pre ďalší výskum navrhujeme overenie efektivity navrhovaných

protokolov EEG biofeedback tréningu pre zvýšenie tvorivosti pomocou placebo.

Ako hovoria Barron a Harrington (1981, In: Heilman, 2005) IQ nad 120 nepredikuje tvorivosť tak výrazne ako nižšie IQ. Kognitívne procesy, ktoré sa podieľajú na divergentnom myslení, sa podieľajú aj na konvergentnom. Miera konvergentného myslenia je u nadpriemerne inteligentných ľudí na vynikajúcej úrovni, ale ich tvorivé schopnosti môžu byť priemerné. Pre budúci výskum odporúčame porovnať účinnosť EEG biofeedback tréningu u ľudí s rôznou úrovňou inteligencie.

Centrá reči sú u ťažko sluchovo postihnutých osôb lokalizované v rovnakých častiach mozgu ako u zdravej populácie. Zaujímalo by nás, či by bolo možné EEG biofeedback tréningom zvýšiť úroveň verbálnej tvorivosti aj v tejto skupine osôb a aké protokoly by bolo pre tréning vhodné použiť. Problematické by však mohlo byť samotné meranie verbálnej tvorivosti, keďže pre túto populáciu nie sú vyvinuté testy a zároveň posunková reč je značne ochudobnená o abstraktné výrazy v porovnaní s hovorenou rečou.

Výsledky nášho výskumu môžu nájsť uplatnenie v oblastiach, kde je od pracovníkov vyžadovaná výborná slovná obratnosť. Konkrétne ide o reklamné agentúry, kde copywriteri vymýšľajú reklamné slogany, ďalej umelecký priemysel zamestnávajúci scenáristov, spisovateľov, textárov piesní a podobne. Náš výskum by mohol byť prospešný aj pre ľudí pohybujúcich sa v diplomacii, pretože v ich povolani je výber „správnych slov“ veľmi dôležitý. Všetky tieto povolania vyžadujú mať rôzne vlastnosti a vedomosti, ale verbálny prejav je v ich povolani veľmi významný.

#### Kritické úvahy k meraniu tvorivosti

Na Slovensku nie sú štandardizované testy verbálnej fluencie a verbálnej flexibility. Test začiatkov slov a Test koncoviek slov nie je možné jednoducho preložiť z anglického jazyka, pretože slovenčina preferuje úplne iné fonémy na začiatkoch a na koncoch slov ako angličtina. Správne by sme predpokladali, že úroveň tvorivosti v postteste bude v kontrolnej skupine rovnaká alebo aspoň približne rovnaká ako v preteste. Tento predpoklad bol splnený v Teste koncoviek slov a v teste Neobvyklé použitie vecí, v Teste začiatkov slov a v Teste spôsobov použitia vecí nie. Je možné, že úlohy neboli z hľadiska obtiažnosti v preteste a postteste identické. Nevylučujeme tiež, že na probantov pôsobili aj iné premenné, ktoré nebolo možné zachytiť.

Jeden probant z experimentálnej skupiny dosiahol v posttestovom meraní fluencie v Teste začiatkov slov nižšie skóre ako v preteste. V ostatných testoch sme zaznamenali len

mierne zlepšenie. Študent prezradil, že v čase posttestového merania bol unavený, lebo poslednú noc nemal dostatočne dlhý spánok. Testy tvorivosti vyžadujú sústredenú prácu a inštrukcia vyzýva k podaniu čo najlepšieho výkonu. Domnievame sa, že študent dosiahol menšiu úspešnosť v dôsledku svojej únavy.

Testy predstavujú umelé podmienky v ktorých sa snažíme zistiť úroveň tvorivých schopností. Namerané hodnoty nemusia vždy odzrkadľovať skutočnú úroveň verbálnej tvorivosti, ktorá by sa prejavila v reálnych podmienkach. Napríklad by skúmaná osoba nemusela v teste výborne uspieť, ale v kritických reálnych situáciách by mohla diplomaticky komunikovať a excelentne narábať so slovami.

## Záver

V našej práci sme sa pokúsili o zmapovanie problematiky tvorivosti a predovšetkým toho, čo sa deje na úrovni neurónov a mozgu pri riešení tvorivej verbálnej úlohy. Zistené skutočnosti nám umožnili definovať protokoly (nastavenia) pre EEG biofeedback tréning, ktorým sme sa pokúsili zvýšiť tvorivosť.

Hlavným cieľom výskumu bolo zistiť efektívnosť nami navrhnutých protokolov pre EEG biofeedback tréning. Podrobnejšie sme skúmali pôsobenie tréningu v týchto oblastiach:

- vplyv na jednotlivé faktory tvorivosti a to fluenciu, flexibilitu a originalitu,
- hodnotenie účinku z hľadiska odlišenia na experimentálnu a kontrolnú skupinu,
- hodnotenie účinku z hľadiska výsledkov v pretestoch a posttestoch tvorivosti.

Na základe doterajších štúdií zameraných na neurofyziológiu mozgu v procese tvorivej práce s verbálnym materiálom Boynton (2001), Aghababayan a kol. (2005), Bekhtereva a kol. (2000) (2001), Razumnikova a Bryzgalov (2005), Fink a kol. (2009), sme pre EEG biofeedback zvolili nastavenia, ktoré trénovali práve tie oblasti, ktoré sú pri riešení tvorivej verbálnej úlohy najviac aktívne. Tréning pozostával z desiatich sedení a aplikovali sme ho na vzorke piatich zdravých osôb vo veku 23 až 27 rokov. Predpokladali sme zvýšenie verbálnej tvorivosti vo faktoroch fluencie a flexibility a ďalej sme predpokladali, že faktor originality zostane nezmenený.

Naše predpoklady sa čiastočne potvrdili. EEG biofeedback tréning mal vplyv na zvýšenie flexibility a do istej miery aj fluencie. Originalita sa po tréningu nezvýšila. Naše zistenia súhlasia s názorom Boyntonovej (2001), ktorá experimentálne dokázala, že EEG biofeedback má vplyv na zvýšenie verbálnej tvorivosti vo faktore flexibility.

Vplyv EEG biofeedbacku na verbálnu tvorivosť sa vo faktore fluencie jednoznačne nepotvrdil. Avšak, vzhľadom na mierne zvýšenie verbálnej fluencie v meraní po tréningu, predpokladáme, že EEG biofeedback má potenciál verbálnu fluenciu pozitívne ovplyvniť. Je možné, že počet alebo frekvencia tréningov neboli dostatočné. Nie je vylúčené, že modifikácia protokolov by priniesla lepšie výsledky. Predkladáme návrhy pre ďalší výskum, ktorý by náš predpoklad overil.

Veľký prínos našej práce vidíme pre ľudí, pre ktorých je otázka verbálnej tvorivosti otázkou ich úspechu v profesii. Máme na mysli ľudí angažovaných v umeleckom

priemysle, napríklad moderátorov, spisovateľov a textárov. Výsledky nášho výskumu môžu nájsť uplatnenie tiež v pedagogickej alebo diplomatickej sfére, všade tam, kde sa od pracovníkov vyžaduje obratnosť v slovnom prejave.

Smerovanie výskum v oblasti neuropsychológie vidíme v sledovaní rôznych kognitívnych procesov na úrovni neurofyziológie mozgu v rôznych situáciách. Naším prianím je rozšírenie skúmanej oblasti na rôzne formy tvorivosti a to maliarskej, hudobnej, pohybovej a podobne.

## Použitá literatura:

AGHABABYAN, A. R., GRIGORYAN, V. G., STEPANYAN, A. Yu., ARUTYUNYAN, N. D., STEPANYAN L., S., 2005. EEG Reactions during Creative Activity. In: Human Physiology, 2007, Volume 33, Number 2, 252-253. [online]. [citované 22. 11. 2009]. Dostupné na WWW: <http://www.springerlink.com/content/t7m1463780366640/fulltext.pdf?page=1>

AMABILE, T. M., 1983. Motivation and Creativity: Effects of Motivational Orientation on Creative Writers. In: Journal of Personality and Social Psychology, 1985, Volume 48, Issue 2. [online]. [citované 22. 11. 2009]. Dostupné na WWW: [http://www.sciencedirect.com/science?\\_ob=ArticleURL&\\_udi=B6X01-4NDWR31-D&\\_user=10&\\_coverDate=02%2F28%2F1985&\\_alid=1205448712&\\_rdoc=1&\\_fmt=high&\\_orig=search&\\_cdi=7201&\\_sort=r&\\_docanchor=&view=c&\\_ct=199&\\_acct=C000050221&\\_version=1&\\_urlVersion=0&\\_userid=10&md5=5ea9bffb96a027295573884c7d29c511](http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6X01-4NDWR31-D&_user=10&_coverDate=02%2F28%2F1985&_alid=1205448712&_rdoc=1&_fmt=high&_orig=search&_cdi=7201&_sort=r&_docanchor=&view=c&_ct=199&_acct=C000050221&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=5ea9bffb96a027295573884c7d29c511)

BEKHTEREVA, N. P., STARCHENKO, M. G., KLYUCHAREV, V. A., VOROB'EV, V. A., PAKHOMOV, S. V., MEDVEDEV, S. V., 2000. Study of the Brain Organization of Creativity: II. Positron-Emission Tomography Data. In: Human Physiology, 2000, Volume 26, Number 5, 516-522. [online]. [citované 22. 11. 2009]. Dostupné na WWW: <http://www.springerlink.com/content/74x2573171042254/fulltext.pdf?page=1>

BEKHTEREVA, N. P., DAN'KO, S. G., STRACHENKO, M. G., PAKHOMOV, S. V., MEDVEDEV, S. V., 2001. Study of the Brain Organization of Creativity: III. Brain Activation Assessed by the Local Cerebral Blood Flow and EEG. In: Human Physiology, 2001, Volume 27, Number 4, 390-397. [online]. [citované 22. 11. 2009]. Dostupné na WWW: <http://www.springerlink.com/content/g877042273533430/fulltext.pdf?page=1>

BOYNTON, T., 2001. Applied Research: Using Alpha/Theta Training for Enhancing Creativity and Well-Being. In: Journal of Neurotherapy, 2001 Volume 5(1/2).

ČAVOJOVÁ, V., 2005. Dlhodobý vplyv Programu na rozvoj tvorivých schopností detí. In: Sociální procesy a osobnost 2005: Sborník příspěvků. Brno: Psychologický ústav AV ČR v Brně, 2005. s. 43-47.

FABER, J., 2001. Elektroencefalografie a psychofyziologie. Praha: ISV nakladatelství. 2001. 172 s. ISBN 8085866749.

FINK A., GRABNER R., H., BENEDEK M., REISHOFER G., HAUSWIRTH V., FALLY M., NEUPER C., EBNER F., NEUBAUER A., C., 2009. The creative brain: investigation of brain activity during creative problem solving by means of EEG and FMRI. In: Human Brain Mapping, 2009, Volume 30, Number 3, 734-748. [online]. [citované 14. 3. 2010]. Dostupné na WWW: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18266217?>

GLOVER, J. A., RONNING, R. R., REYNOLDS, C. R., 1989. Handbook of Creativity. New York: Plenum Press, 1989. [online]. [citované 2. 4. 2010]. Dostupné na WWW: <http://books.google.com/books?id=O0Ynnxqf2u0C&printsec=frontcover&dq=Handbook+of+creativity&hl=sk&cd=2#v=onepage&q&f=false>

HARTL, P. HARTLOVÁ, H., 2004. Psychologický slovník. Praha: Portál, 2004. 776 s. ISBN 80-7178-303-X.

HEILMAN, K. M., 2005. Creativity and the Brain. New York: Psychology Press. 2005.

HERSEN, M., SLEDGE, W. H. et al., 2002. Encyclopedia of psychotherapy. Academic press. 2002. 1942 s. ISBN 0-12-343010-0.

JURČOVÁ, M., 1984 a. Torranceho figurálny test tvorivého myslenia, Praktická časť. Bratislava: Psychodiagnostické a didaktické testy, n.p., 1984. 132 s.

JURČOVÁ, M., 1984 b. Torranceho figurálny test tvorivého myslenia, Všeobecná časť. Bratislava: Psychodiagnostické a didaktické testy, n.p. 1984. 70 s.

JURČOVÁ, M., 2002. Súčasné trendy psychológie tvorivosti – smerovanie k integrácii a systému. In: Československá psychologie, 2002, roč. 46, číslo 5, 385-403.

KANDEL, E. R., a kol. 2000. Principles of neural science. New York: McGraw-Hill, 2000. 1414 s. ISBN 0-8385-7701-6

KRIVULKA, P., 2002. Koncept biofeedbacku a neurofeedbacku. Úvod a teoretické východiská. Rimavská Sobota: Slovenská asociácia pre biofeedback a neuroreguláciu, 2002. 64 s.

- KRIVULKA, P., 2003. EEG a neurofeedback, modul 3.. Rimavská Sobota: Slovenská asociácia pre biofeedback a neuroreguláciu, 2003. 36 s.
- KRIVULKA, P., 2008. Vademecum neurofeedback terapeuta. Rimavská Sobota: Slovenská asociácia pre biofeedback a neuroreguláciu, 2008. 112 s.
- KUSÁ, D a kol., 2006. Zjavná a skrytá tvorivosť. Bratislava: Ústav experimentálnej psychológie SAV. 2006. 152 s. ISBN 80-88910-21-8.
- LANGMEIER, J., KREJČÍŘOVÁ, D., 2006. Vývojová psychologie 2. aktualizované vydání. Praha: Grada Publishing, a.s.. 2006. 368 s. ISBN 80-247-1284-9.
- LURIJA, A. R., 1982. Základy neuropsychologie. Bratislava: Slovenské pedagogické nakladateľstvo. 1982. 408 s.
- MURGAŠ, M., 2004. Neurovývinové poruchy. Nitra: Fakulta sociálnych vied a zdravotníctva UKF v Nitre. 2004. 122 s. ISBN 80-8050-782-1.
- NEUBAUER, K. a kol., 2007. Neurogenní poruchy komunikace u dospělých: diagnostika a terapie. Praha: Portál. 2007. 228 s. ISBN 978-80-7367-159-4.
- POPPEROVÁ, M., 1969. Niektoré psychologické problémy tvorivých schopností : dizertačná práca. Bratislava : Výskumný ústav pedagogický, 1969.
- RAZUMNIKOVA, O. M., BRYZGALOV, A. O., 2006. Frequency-Spatial Organization of Brain Electrical Activity in Creative Verbal Thought: The Role of the Gender Factor. In: Neuroscience and Behavioral Physiology, 2006, Volume 36, Number 6, 645 – 653. [online]. [citované 18. 10. 2009]. Dostupné na WWW: <http://www.ahealthymind.org/ans/library/RH%20creativity%20Razumnikova06.pdf>
- RUNCO, M., A., PRITZKER S., R., 1999. Encyclopedia of Creativity. London: Academic Press, 1999. 853 s. ISBN 0-12-227075-4.
- SALBOT, V., SABOLOVÁ, G., 1998. Tvorivosť a jej rozvíjanie v škole. Banská Bystrica: Pedagogická fakulta Univerzity Mateja Bela v Banskej Bystrici, 1998. 136 s. ISBN 80-8055-199-5.
- SAWYER, R. K., 2006. Explaining Creativity, The Science of Human Innovation. New York: Oxford University Press, 2006. 368 s. ISBN 0-19-516164-5.

SOLLÁROVÁ, E., 2005. Aplikácie prístupu zameraného na človeka (PCA) vo vzťahoch. Bratislava: Ikar. 2005. 199 s. ISBN 80-551-0961-3.

STERNBERG, R. J., 1999. Handbook of creativity. New York: Cambridge University Press, 1999. 502 s. ISBN 0-521-57604-0.

SZOBIOVÁ, E., 1998. Fenomén tvorivosti – základné pojmy a ich chápanie v retrospektíve a dnes. In: Československá psychologie, 1998, roč. 42, číslo 6, 525-534.

SVOBODA, M., 1999. Psychologická diagnostika dospelých. Praha: Portál. 1999. 344 s. ISBN 80-7178-327-7.

TATUM IV, W. O., HUSAIN, A. M., BENBADIS, S. R., KAPLAN, P. W., 2008. Handbook of EEG interpretation. New York: Demos Medical Publishing. 2008. [online]. [citované 22. 11. 2009]. Dostupné na WWW: <http://books.google.com/books?id=Zrlxa0U133AC&printsec=frontcover&dq=eeg&hl=sk&cd=4#v=onepage&q=&f=false>

VERNON, D. J., 2005. Can Neurofeedback Training Enhance Performance? An Evaluation of the Evidence with Implications for Future Research. In: Applied Psychophysiology and Biofeedback, 2005, Volume 30, Number 4, 347 – 364. [online]. [citované 18. 10. 2009]. Dostupné na WWW: [http://psicologia-uniroma4.it/mist/dispense/FDR/kurzmann\\_2005\\_ernon\\_neurofeedback\\_evaluation.pdf](http://psicologia-uniroma4.it/mist/dispense/FDR/kurzmann_2005_ernon_neurofeedback_evaluation.pdf)

ZELINA, M., 1995. Stratégie a metódy rozvoja osobnosti dieťaťa. Bratislava: IRIS. 1995. 232 s. ISBN 80-967013-4-7.

### **Osobná komunikácia:**

BOYNTON, T., 2010. 74-4920 A Palani Road, Kailua Kona, HI, USA. 28. január 2010. E-mail.

JARUSIEWICZ, B., 2009. Atlantic Neurofeedback Center, LLC, 222 Serpentine Drive, Bayville, New Jersey, USA. 31. august 2009. Osobné interview.

JURČOVÁ, M., 2010. (súkromná adresa). 1. február 2010. Osobné interview.

## **Internetové zdroje:**

Biomedical Signals Acquisition. [online]. [citované 22. 11. 2009]. Dostupné na WWW: [http://www.medicine.mcgill.ca/physio/vlab/biomed\\_signals/eeg\\_n.htm](http://www.medicine.mcgill.ca/physio/vlab/biomed_signals/eeg_n.htm)

Use the best waves for your optimum. [online]. [citované 23. 11. 2009]. Dostupné na WWW: <http://www.biogetic.com/research.html>