

Možnosti využitia neurofeedback tréningu pri náprave ADHD¹

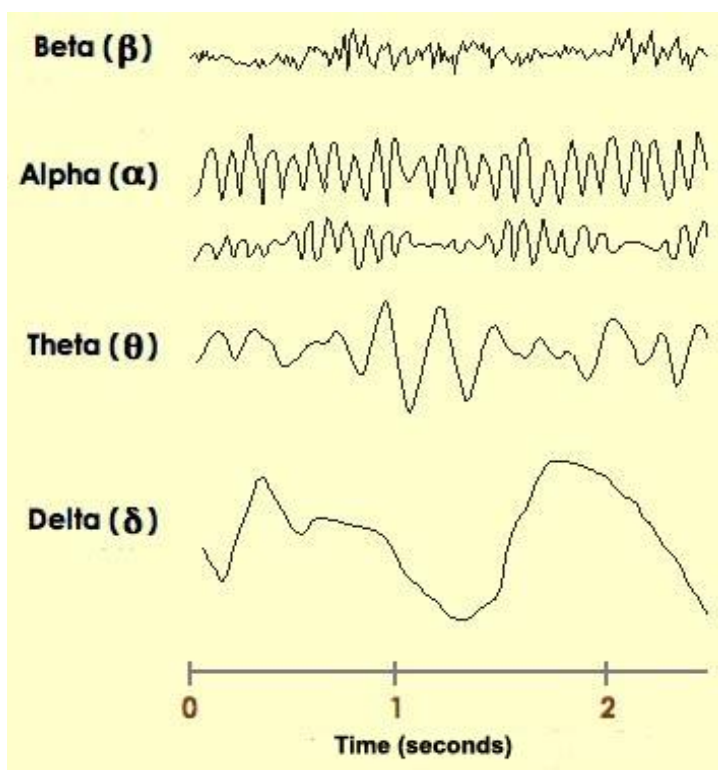
IVAN BELICA
VÚDPaP, Bratislava

Mozgové vlny

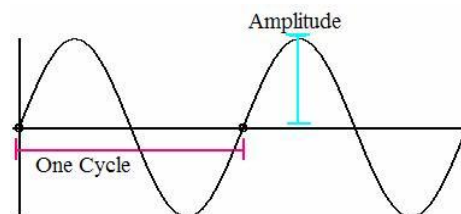
Na úvod je potrebné zmieniť sa v krátkosti o tzv. mozgových vlnách (rytmoch, osciláciách), nakoľko sú nevyhnutnou súčasťou základného porozumenia práce s neurofeedback tréningom (NFT). Ľudský mozog produkuje elektrickú aktivitu, ktorú možno zaznamenávať pomocou elektroencefalografu (EEG) v podobe vln (obr. 1). Jednou z charakteristík vlny je jej frekvencia. Frekvencia vyjadruje počet cyklov (obr.2), ktoré vlna urobí za 1 sekundu, vyjadruje sa v hertzoch (1 Hz = 1 cyklus/sek.). Mozog produkuje vlny s frekvenciou v rozsahu od menej ako 1 Hz po 100 Hz (a vyššie, údaje sa rôznia). Celý tento rozsah možno rozdeliť do určitých pásem, ktorým zodpovedá určitý stav vedomia / správania (Tyl a kol., 1999):

- Gama (> 31 Hz) – špičkové výkony, vrcholové zážitky;
- Beta 2 (21-30 Hz) – prejav zvýšenej ostražitosti, pohybu, náročnej duševnej aktivity (matematika, plánovanie);
- Beta 1 (15-20 Hz) – sústredená pozornosť, vôľová koncentrácia;
- SMR – senzomotorický rytmus (12-15 Hz) – uvoľnená pozornosť, autoregulácia; niekedy vymedzovaný ako podmnožina beta vln, inokedy samostatne;
- Alfa (8-12 Hz) – základná bdelosť, relaxovaný stav spojený so spracúvaním minima informácií; objavuje sa pri zavretí očí; spojený s redukciou stresu a úzkosti;
- Theta (3-8 Hz) – povrchný spánok, útlm, denné snenie, meditácia, hypnóza;
- Delta (0,3-3 Hz) – hlboký (bezsenný) spánok.

¹ Príspevok je upravenou verziou článku: Belica, I., 2014. Využitie neurofeedback tréningu pri náprave ADHD. In Špeciálnopedagogické poradenstvo - Informačný bulletin XVIII., VÚDPaP, s. 90-96.



Obr.1 Tvar vln prislúchajúci jednotlivým frekvenčným pásmam (online¹)



Obr.2 Model vlny (online²)

Loo a Barkley (2005) urobili prehľadný súhrn výskytu jednotlivých frekvenčných pásem u detí s ADHD a na základe nich poukázali na odlišnosti podtypov ADHD vyjadrených v obraze EEG (tab.1).

Tab.1 Prehľad EEG frekvenčných pásiem pri ADHD (Loo, Barkley, 2005)

Frekvenčné pásmo	Delta	Theta	Alpha	Beta
Hz	<4	4-7	8-12	>13
Stav vedomia/správania	spánok, bez(ne)vedomie	ospalosť, nezameranosť	zavreté oči, relaxovaný ale bdely stav	mentálna aktivita, koncentrácia
Nálezy pri ADHD	zmiešané nálezy: zvýšené pri niektorých ADHD, normálne/znížené pri iných	nárast vo frontálnej a centrálnej oblasti, pokračuje do dospelosti	zmiešané nálezy: závisí na veku, pohlaví, podtype	znížená len u niektorých ADHD, môže pretrvať i do dospelosti
Podtyp ADHD	zvýšená pri ADHD – kombinovaný typ	zvýšená pri ADHD – kombinovaný typ	zvýšená pri ADHD – nepozorný typ	znížená pri ADHD – kombinovaný typ

Neurofeedback tréning

Ekvivalentným termínom pre neurofeedback je EEG-biofeedback (niektorí vyčleňujú EEG biofeedback ako podtyp neurofeedbacku). Neurofeedback tréning (NFT) predstavuje procedúru operačného podmieňovania, pomocou ktorej sa daný jedinec učí sebaregulovať elektrickú aktivitu svojho mozgu. Operačné podmieňovanie je taký typ učenia, pri ktorom následky nášho konania (odmena / trest) určujú, či sa bude dané správanie v budúcnosti vyskytovať častejšie (pri odmene alebo vyhnutí sa trestu) alebo zriedkavejšie (trest). NFT si vyžaduje príslušné zariadenie, ktoré pozostáva z počítača vybaveného potrebným softvérom, z elektród a z monitora. Existuje viacero typov NFT (tzv. NFT protokoly), ktoré sa líšia umiestnením elektród, frekvenčným pásmom, ktoré chceme posilniť / potlačiť, apod. NFT môžu vykonávať len osoby (psychológovia, špeciálni pedagógovia...), ktoré prešli príslušným kurzom na špecializovanom pracovisku.

Jedno sedenie trvá zvyčajne 45 minút. Tréning prebieha tak, že jedinec posediačky sleduje na obrazovke videohru, pričom jeho úlohou je hrať ju len pomocou sústredenia, resp. „myšlienok, vôľ“ (napr. formula stojaca na ceste – úlohou je aby formula išla plynule, čo najrýchlejšie a po stredovej čiare). Zaznamenáva sa mu pri tom elektrická aktivita mozgovej kôry. Táto aktivita sa „prekladá“ do stavu hry na obrazovke. Pri úsilí o hranie danej hry si jedinec v skutočnosti nevedome navodzuje želanú aktivitu mozgu, čo sa prejaví v tom, že hra začne bežať na obrazovke tak ako má. Vďaka odmene, ktorú dostáva za správny priebeh hry, sa mu postupom času darí túto aktivitu navodzovať si čoraz častejšie. Odráža sa to v tom, že hra (napr. pohyb formule) je čím ďalej plynulejšia.

Cieľom NFT však nie je len navodiť požadovaný stav na chvíľu pri tréningu, ale si ho aj udržať v bežných životných situáciách. Na to sa práve využíva mechanizmus operačného podmieňovania. Ak jedinec danú úlohu plní správne, dostáva body alebo tiež napr. príjemné zvuky a pod. Tieto predstavujú odmenu (pozitívna spätná väzba), ktorá podľa teórie operačného učenia zvyšuje pravdepodobnosť výskytu želaného správania (v tomto prípade určitého vzorca aktivity mozgovej kôry). K navodeniu želaného stavu neprichádza okamžite a natrvalo – na to je potrebných viacero sedení (v závislosti od diagnózy a iných premenných môže ísť o 20 až 90 sedení).

NFT procedúra sa využíva na nápravu rôznych psychických ťažkostí (ADHD, poruchy učenia, emočné poruchy, spánkové problémy a pod.), no aj na vylepšenie (zdokonalenie) niektorých psychických funkcií (pamäť, pozornosť, mentálna rotácia, inteligencia) zdravého jedinca (Bagdasaryan, Le Van Quyen, 2013). Používa sa aj na problémy neduševného rázu (hypertenzia, astma a pod.).

Mozgová samoregulácia môže byť dosiahnutá i bez zapojenia vyšších kognitívnych funkcií a bez vedomej stratégie, čo je doložené výsledkami zvieracích štúdií realizovaných na primátoch a hlodavcoch používajúc asociačné alebo operačné učenie (tamtiež).

Neurofeedback tréning pri ADHD

ADHD (attention deficit hyperactivity disorder – porucha pozornosti spojená s hyperaktivitou) je pomerne často (v 3-5 %) sa vyskytujúca neurovývinová porucha, charakterizovaná symptómami ako je nepozornosť, impulzivita a hyperaktivita. U väčšiny (60-80 %) pacientov pretrvávajú symptómy aj v dospelosti a sú spojené so zvýšeným rizikom depresie, požívania návykových látok a antisociálneho správania (Purper-Ouakil a kol., 2011; Castellanos, Tannock, 2002).

Mnohé realizované výskumy ukazujú, že na vzniku ADHD sa podieľa viacero génov, rôzne neurotransmitterové systémy a sú v nej zapojené viaceré oblasti mozgu (tamtiež). Používaná farmakologická liečba naznačuje, v čom čiastočne spočíva problém na úrovni mozgu. Lieky rôznymi cestami optimalizujú pôsobenie látok ako dopamín a noradrenalín v prefrontálnej kôre (tamtiež). Možno teda predpokladať, že prefrontálna kôra u detí s ADHD nemá dostatočné zásobovanie týmito látkami z mozgového kmeňa, ktoré sú potrebné, aby dokázala regulovať okruhy potrebné pre udržanie pozornosti zameranej na cieľ. Levesque a kol. (2006) na základe výsledkov vlastného výskumu predpokladajú, že NFT protokol, ktorý použili, viedol prostredníctvom dopamínu k modulácii aktivity v určitých neurónových okruhoch. Možno teda uvažovať, že farmaká a NFT vplývajú odlišnými mechanizmami (cestami) na tie isté neurotransmitterové systémy a prostredníctvom nich na tie isté neurónové štruktúry. Túto hypotézu však treba overiť ďalšími výskumami.

Ukazuje sa, že 20-30 % osôb neodpovedá na farmakologickú liečbu ADHD. Tiež existujú obavy z neželaných následkov dlhodobého užívania týchto farmák. Je preto potrebné hľadať alternatívne cesty nápravy ADHD (Arns a kol., 2013). Jednou z tých, ktoré sa nám núkajú, je práve NFT.

V roku 1976 Lubar a Shouse ako prví napísali článok o EEG obraze pri zmenách v správaní hyperkinetických detí, ktoré prešli tréningom, pri ktorom bolo cieľom navodiť SMR vlny (12-14 Hz) (Arns a kol., 2009). Vychádzali z pozorovania, že pri týchto vlnách sa u ľudí dostavovala nehybnosť a zníženie svalového napätia, čo dávalo nádej, že zosilnenie tohto rytmu prostredníctvom operačného podmieňovania by mohlo zmenšiť aj hyperkinetické problémy (tamtiež).

Neskôr sa začali tvoriť databázy EEG záznamov zdravých ľudí a rôznych skupín duševne chorých ľudí. Na základe výsledkov analýz Lubar navrhol pomer theta / beta vln ako mieru (mierku), ktorá by odlišila deti s ADHD od zdravých (Arns a kol., 2013). V EEG obraze totiž vykazujú deti s ADHD typicky zvýšenú aktivitu v theta pásme a zníženú aktivitu v beta pásme počas odpočinkového (pokojného) stavu ako aj počas pozornostných úloh. Vyvinul sa preto nový NFT protokol, ktorého cieľom bolo znížiť deťom nadmernú theta aktivitu a zvýšiť beta aktivitu (tamtiež).

Arns a kol. (2013) prezentujú metaanalýzu viacerých štúdií, v ktorej sa zistilo, že NFT spôsobil veľké a klinicky významné zlepšenia v prípade nepozornosti a impulzivity a stredne veľké účinky v prípade hyperaktivity. Uvádzajú aj štúdie, ktoré porovnávali účinnosť NFT a metylfenidátu (psychofarmakum) pri ADHD a zistili, že majú porovnateľné účinky.

Loaizová a kol. (2014) analyzovali 11 štúdií venovaných NFT pri ADHD. Zistili, že bez ohľadu na používaný typ tréningu (protokolu) sa dosiahla redukcia symptómov ADHD vo všetkých štúdiách. Zistili tiež, že prišlo k zlepšeniu reakčného času, ako aj k zlepšeniu v hodnoteniach detí zo strany rodičov a učiteľov. V niektorých prípadoch bolo dosiahnuté i zvýšenie IQ. V súvislosti s protokolom theta / beta bolo zaznamenané zníženie výskytu theta vln a zvýšenie výskytu beta vln, čo bolo spojené s významnými redukciami symptómov ADHD. Pri použití iného typu protokolu došlo k zvýšeniu alfa aktivity, čo korelovalo so zlepšením stavu ADHD. Tréning podľa SMR protokolu uspel vo všetkých štúdiách, v ktorých bol použitý (tamtiež). Dané štúdie dokumentovali hladinu účinnosti od 2 po 4 (na škále od 1 = bez empirickej podpory účinnosti, po 5 = účinná a špecifická, navrhnuť Asociáciou pre aplikovanú psychofyziológiu a biofeedback a Spoločnosťou pre neuronálnu reguláciu; charakteristiky hladín pozri v Loaiza a kol. 2014). To naznačuje, že NFT by mohol byť účinnou technikou pri náprave niektorých symptómov ADHD.

Loo a Makeig (2012) o. i. citujú 4 štúdie, v ktorých boli porovnávané účinky NFT s placebom (v prípade NFT je placebom tzv. „falošný feedback“ – jedinec teda nevie či podstupuje skutočný alebo predstieraný NFT). Dnes už existujú i také NFT aplikácie, ktoré umožňujú robiť dvojite slepé štúdie (t. j. že ani terapeut nevie, či ide o placebo alebo nie). V každej zo 4 štúdií (použitý bol theta / beta protokol) pomohli NFT aj placebo zlepšiť symptómy ADHD, no v žiadnej z nich nebol NFT účinnejší ako placebo. To naznačuje, že účinky, ktoré sa pripisujú NFT, by mohli byť pripísateľné skôr nešpecifickým účinkom faktorov ako sú venovanie času dieťaťu, motivácia, pozitívne očakávania a pod. Je však nutné dodať, že výsledky treba opatrne interpretovať vzhľadom na to, že boli skúmané veľmi malé vzorky, ktoré skresľujú výsledky štatistických analýz (tamtiež). Na mnohé ďalšie obmedzenia

podobných štúdií upozorňujú Pigott a kol. (2013), ktorí dokonca vzniesli sedem pochybností (námietok) či je vôbec možné robiť dvojite slepé štúdie v prípade NFT.

Prehnaný optimizmus pri používaní NFT pri liečbe ADHD tlmia autori, ktorí poukazujú na mnohé metodologické nedostatky realizovaných štúdií. Ide napr. o vynechanie kontrolnej skupiny, nejednotné premenné/podmienky (napr. osoba poberá zároveň i lieky), malé vzorky, neistota, či všetky deti v štúdiách boli naozaj postihnuté ADHD, nedostatok placebo kontrolovaných procedúr, či nedostatky v náhodnosti výberu vzorky (Loo, Barkley, 2005).

Záver

Neurofeedback sa ukazuje byť nádejnou metódou pri náprave ADHD, aj keď jeho účinky nemožno pokladať za jednoznačne overené. Problémom je, že pozitívne efekty nenastanú u každého. Niekedy sa tiež stáva, že aj keď sú určité želané zmeny dosiahnuté, nemajú stále trvanie. Otázku, prečo niekto reaguje na NFT pozitívne a natrvalo a iní nie, treba podrobiť ďalšiemu skúmaniu. Výhodou NFT je neinvazívnosť a bezbolestnosť, ako aj príťažlivosť v podobe hrania videohry pomocou sústredenia / myšlienok. Objasnenie presných mechanizmov jeho pôsobenia a vyriešenie viacerých načrtnutých problémov si však vyžaduje realizovať ešte mnoho metodologicky čistých výskumov.

Literatúra

ARNS, M. et al. 2009. Efficacy of Neurofeedback Treatment in ADHD: The Effects on Inattention, Impulsivity and Hyperactivity: a Meta-Analysis. *Clinical EEG and Neuroscience*, vol. 40, no. 3, p. 180-189.

ARNS, M., HEINRICH, H., STREHL, U. 2013. Evaluation of neurofeedback in ADHD: The long and winding road. *Biological Psychology*, vol. 95, p. 108-115.

BAGDASARYAN, J., LE VAN QUYEN, M. 2013. Experiencing your brain: neurofeedback as a new bridge between neuroscience and phenomenology. *Frontiers in Systems Neuroscience*, vol. 7.

CASTELLANOS, F. X., TANNOCK, R. 2002. Neuroscience of attention-deficit / hyperactivity disorder: The search for endophenotypes. *Nature review Neuroscience*, vol. 3, p. 617-628.

LÉVESQUE, J., BEAUREGARD, M., MENSOUR, B. 2006. Effect of neurofeedback training on the neural substrates of selective attention in children with attention-deficit / hyperactivity disorder: A functional magnetic resonance imaging study. *Neuroscience Letters*, vol. 394, no. 3, p. 216-221.

LOAIZA, J. G., CALDERÓN-DELGADO, L., BARRERA-VALENCIA, M. 2014. Is neurofeedback training an efficacious treatment for ADHD? Results from a systematic review. *CES Psicología*, vol. 7, no. 1, p. 16-34.

LOO, S. K., BARKLEY, R. A. 2005. Clinical Utility of EEG in Attention Deficit Hyperactivity Disorder. *Applied Neuropsychology*, vol. 12, no. 2, p. 64-76.

LOO, S. K., MAKEIG, S. 2012. Clinical utility of EEG in Attention Deficit / Hyperactivity Disorder: A Research Update. *Neurotherapeutics*, vol. 9, p. 569-587.

PIGOTT, H. E. et. al. 2013. The-Evidence-Base for Neurofeedback as a Reimbursable Healthcare Service To Treat Attention Deficit / Hyperactivity Disorder [online]. Dostupné na: http://www.isnr.net/NFB%20as%20an%20Evidence-based%20Treatment%20for%20ADHD__FINAL_4-17-2013.pdf

PURPER-OUAKIL, D. et al. 2011. Neurobiology of Attention Deficit / Hyperactivity Disorder. *Pediatric research*, vol. 69, no. 5, p. 69-76.

TYL, J., PTÁČEK, R., TYLOVÁ, V. 1999. Nové metody nápravy lehkých mozkových dysfunkcí. Feedback Institut s.r.o. Praha.

¹[online]: The brain from top to bottom; dostupné na:

http://thebrain.mcgill.ca/flash/a/a_11/a_11_p/a_11_p_cyc/a_11_p_cyc.html

²[online]: Riding the radiowaves; dostupné na

https://www.teachengineering.org/view_lesson.php?url=collection/duk_/lessons/duk_amradio_tech_less/duk_amradio_tech_less.xml