

## **Uporaba neurofeedbacka pri obravnavi motenj pozornosti s hiperaktivnostjo ali brez nje – ADHD/ADD**

*Rok Holnthaner\**

*Zdravstveni dom dr. A. Drolca, Dispanzer za pedopsihiatrijo, Maribor*

**Povzetek:** Neurofeedback (imenovan tudi EEG feedback ali nevroterapija) je postopek, s katerim se posamezniki naučijo spreminjati svoje možgansko valovanje po načelih operantnega pogojevanja. Omenjeni postopek se uporablja pri obravnavi vedenjskih motenj, učnih težav, pri motnjah spanja, kroničnih bolečinah, epilepsiji. V pomoč naj bi bil tudi pri anksioznosti in depresiji. Cilj prispevka je prikazati uporabo neurofeedbacka pri obravnavi oseb z motnjo pozornosti s hiperaktivnostjo (ADHD). Raziskave kažejo, da se z neurofeedbackom lahko izboljša jedrna simptomatika ADHD, kot je nepozornost, hiperaktivnost in impulzivnost. Neurofeedback bi zato utegnil postati pomemben element obravnave otrok z ADHD v okviru širšega multimodalno zastavljenega pristopa.

**Ključne besede:** elektroencefalografija, neurofeedback, motnje pozornosti s hiperaktivnostjo, motnje pozornosti, hiperaktivnost

## **Neurofeedback in ADHD/ADD treatment**

*Rok Holnthaner*

*Health Center dr. A. Drolc, Pedopsychiatry clinic, Maribor, Slovenia*

**Abstract:** Neurofeedback, known also as EEG feedback or neurotherapy, is a procedure based on behavioral therapy where subjects learn to modify their brain waves by means of operant conditioning. The procedure is used in treatment of behavioral disorders, learning difficulties, sleep disorders, chronic pain, and epilepsy. It can also be of some help in treating anxiety and depression. The aim of the article is to present the use of neurofeedback in treatment of attention deficit disorder with hyperactivity (ADHD). Research shows that during the procedure subjects improve the core symptoms of ADHD such as the inattention, hyperactivity, and impulsivity. Neurofeedback could become an important element of multimodal assessment of children with ADHD.

**Key words:** electroencephalography, neurofeedback, attention deficit disorder with hyperactivity, attention deficit disorder, hyperactivity

CC = 3200, 2343

---

\* Naslov / Address: Rok Holnthaner, Dispanzer za pedopsihiatrijo, Vošnjakova 4, Zdravstveni dom dr. A. Drolca, 2000 Maribor, e mail: rok.holnthaner@zd-mb.si

ADHD oz. motnja pozornosti s hiperaktivnostjo ali brez nje (ADD) je motnja, ki vključuje razvojni starosti otroka neustrezne simptome nepozornosti, hiperaktivnosti in/ali impulzivnosti. Prisotna je pri od 3–5 % otrok. Za potrditev diagnoze morajo simptomi trajati najmanj šest mesecev, povzročati morajo pomembno oškodovanost na najmanj dveh otrokovih področjih (npr. v šoli in doma). Težave se morajo pojaviti pred otrokovim sedmim letom (DSM-IV; American Psychiatric Association, 1994). Diagnostiko otežuje visoka raven soobolevnosti z vedenjskimi ali čustvenimi motnjami. V diagnostične namene strokovnjaki uporabljajo informacije iz zdravstvene, razvojne, socialne in družinske anamneze, šolskega funkcioniranja ter iz ocenjevalnih lestvic, izpolnjenih s strani različnih opazovalcev. V slovenskem prostoru, kjer je v rabi mednarodna klasifikacija bolezni (ICD 10; World Health Organization, 1992), govorimo o hiperkinetični motnji. Diagnostični kriteriji se glede na MKB 10 in DSM-IV sicer v nekaterih podrobnostih razlikujejo. Nevropsihološko ocenjevanje pozornosti predstavlja pomemben prispevek k odkrivanju in razumevanju oseb z ADHD, a tudi te ocene niso za to motnjo specifične. Novo poglavje v diagnostiki ADHD je omogočilo odkritje kvantitativnega EEG, pri katerem Monastra, Lubar in Linden (2001) poročajo o visoki specifičnosti (94 %) ter občutljivosti (90 %) za prepoznavanje omenjene motnje. Kvantitativni EEG ali QEEG je osnova za sodobni neurofeedback. V prispevku je najprej predstavljena kratka zgodovina neurofeedbacka, nato mesto QEEG v njem. Sledi opis same metode in nekatere evalvacijske študije o uporabi neurofeedbacka pri osebah z ADHD.

## Kratka zgodovina neurofeedbacka

Hans Berger je v dvajsetih letih prejšnjega stoletja prvi posnel človeško možgansko aktivnost. Zapis je imenoval elektroencefalogram (EEG). Opisal je možgansko valovanje različnih frekvenc, posebno pozornost pa je posvetil alfa ritmu, tj. valovanju v območju 8–12 Hz, ki je bilo kasneje znano tudi pod imenom Bergerjev val – Berger's wave. Opazil je, da alfa ritem izgine, ko oseba odpre oči, je izpostavljena glasnim zvokom, bolečim dražljajem ali je v stanju mentalnega napora. Joeju Kamiyi je približno štirideset let kasneje s pogojevanjem uspelo podkrepljevati alfa valovanje, kar je že predstavlja obliko biološko povratne zveze – EEG biofeedbacka. Udeleženci so takšen trening opisovali kot sproščujoč. V tem času je Barbara Brown v strokovno javnost vpeljala termin biofeedback (biološka povratna zveza) ter ga tako kot EEG feedback močno popularizirala. Z EEG feedbackom so kmalu zabeležili prve uspehe pri obravnavi postravmatske stresne motnje, t. i. alfa treningu pa so dodali še trening nižjih, theta frekvenc, tj. 4–8 Hz. (Othmer in Grierson, 2007).

Prav tako se je v poznih šestdesetih letih prejšnjega stoletja Barry Sterman s sodelavci ukvarjal z raziskavami spanja, pretežno na mačkah (Midwest Neurofitness, 2004; Masterpasqua in Healey, 2003). Za ocenjevanje nevrološke aktivnosti je uporabljal EEG. Opazil je, da pri frekvenci približno 14 Hz nad senzomotoričnim

korteksom pri mačkah pride do sprostitve mišične napetosti. Opaženi t. i. senzomotorični ritem (SMR) so začeli podkrepjevati s hrano. V kratkem so zabeležili porast amplitud tovrstnih frekvenc in potrdili, da je na možgansko aktivnost možno neposredno vplivati.

Kasneje je Stermanova raziskovalna skupina sodelovala pri projektu za NASO, kjer so raziskovali vpliv goriva za rakete monometil hidrazina na ljudi. V raziskovalne namene je Sterman hidrozinu ponovno izpostavljajal mačke, ki so reagirale podobno kot ljudje, z bruhanjem, hiperventilacijo, slinjenjem, epileptičnimi napadi in celo s smrtjo. Odkrili so, da je bila določena skupina mačk sposobna nekako zavreti epileptične napade daleč nad dozo hidrazina, usodno za druge mačke. Kmalu so ugotovili, da gre prav za tisto skupino mačk s povišanim SMR, ki so bile že udeležene v raziskavah o spanju. (Midwest Neurofitness, 2004)

Raziskave so nadaljevali na ljudeh z rezistentno epilepsijo in ugotovili pozitiven učinek t. i. SMR treninga. Kasneje se je tej raziskovalni ekipi priključil še Joel Lubar, ki se je ukvarjal s hiperaktivnostjo in motnjami pozornosti. Opazil je, da je mnogo oseb iz skupine udeležencev z epilepsijo po treningu navajalo zmanjšanje občutkov notranjega nemira in posledične hiperaktivnosti (Midwest Neurofitness, 2004). Tako se je začelo obdobje raziskav vpliva nevrofeedbacka na motnje aktivnosti in pozornosti. SMR treningu so se pridružili še alfa/theta, theta/beta in drugi protokoli treninga.

## Kvantitativni EEG ali QEEG

QEEG omogoča natančnejšo kvantitativno analizo možganskega valovanja v primerjavi s tradicionalnim EEG. S Fourierjevo transformacijo signal razstavijo na linearno kombinacijo sinusoidnih krivulj različnih frekvenc in jakosti. Tako izražen spekter frekvenc kaže zastopanost posameznih nihanj v signalu. Za vsako frekvenco izračunajo absolutno in relativno moč (delež v celotni moči, izražen v %). Postopek omogoča bolj natančno merjenje amplitud in frekvenc, dokaj natančno oceno razporeditve valov po površini glave ter primerjavo klientovega QEEG z normativnimi podatki (Chan, Sze in Cheung, 2007).

Običajno analizirajo frekvence delta (0,1–4 Hz), theta (4–8 Hz), alfa (8–12 Hz) in beta (12–30 Hz), v zadnjem času tudi gama (nad 35 Hz). Poenostavljeno bi lahko rekli, da frekvence odražajo kontinuum od globokega spanja (delta), preko zaspanosti (theta), sproščenosti v budnem stanju (alfa) do budne pozornosti (beta), hitra aktivnost gama pa naj bi odražala funkcionalno nevronske povezovanje. (Fink, 2004).

V primerjavi z zdravimi otroki pri otrocih z ADHD opažajo povečano počasno možgansko dejavnost v frontalnem predelu. Eno od mer v tem smislu predstavlja relativni delež theta valov, tj. količnik med theta aktivnostjo in aktivnostjo celotnega spektra EEG. Ob tem ugotavljajo še zmanjšan delež relativne alfa in beta aktivnosti. Takšno zmanjšano razmerje med aktivnostjo theta in beta prav tako diferencira otroke z ADHD in brez nje (Holtman idr., 2004).

Masterpasqua in Healey (2003) povzemata izsledke številnih študij s QEEG takole:

Povišanje povprečnih amplitud frekvenc počasnega valovanja (4–7 ali 8–11 Hz) in ustrezno znižanje amplitud višjih frekvenc (12–15 ali 15–18 Hz), še posebej nad prefrontalnim in medialno-centralnim korteksom, sta glavni značilnosti oseb z ADHD. Pri kognitivnih izzivih se relativni dvig počasne možganske aktivnosti v primerjavi s hitrejšo aktivnostjo še poveča. Te izsledke potrjujejo tudi raziskave s slikanjem možganov (angl. *PET scan*), ki s podobno populacijo odkrivajo počasnejši metabolizem na podobnih lokacijah.

## Opis postopka

Pri neurofeedbacku gre za naučeno samoregulacijo možganske aktivnosti preko povratne zveze po načelu nagrajevanja. Pacient/klient dobi informacije o lastnih fizioloških procesih v možganih. Tako se postopno nauči uravnati svojo možgansko aktivnost. Postopek temelji na načelu operantnega pogojevanja.

Podatki, dobljeni s QEEG, se pretvorijo v uporabniku dostopno vidno ali slušno povratno informacijo. Možnosti predvajanja informacije so številne, za otroke so to običajno igre. Otroci morajo npr. doseči, da se predmeti na ekranu gibljejo hitreje, kateri od predmetov poveča itd. Nekateri protokoli predvidevajo nagradne točke po vsaki uspešni seansi, ki jih lahko pacient kasneje zamenja za konkretno nagrado.

Na začetku seanse, v fazi pacientovega mirovanja, določijo t. i. baseline (povprečne) vrednosti QEEG. Sam trening traja od 20 do 40 minut. Prag nagrajevanja določijo tako, da je klient nagrajevan približno 60–70% celotnega časa treninga. Podatki za feedback se izračunavajo večkrat na sekundo, povratne informacije so posredovane z eno- do dvosekundno zamudo, pacient pa ima vtis, da gre za postopek, ki poteka »on line« oz. sproti. (Heinrich, Gevensleben in Strehl, 2007)

Zapis EEG zlahka zmotijo premiki glave, očesnih zrkel, tudi mišična aktivnost. Do neke mere jih sicer lahko nadzoruje računalniški program, potrebno pa je paciente tudi naučiti, kako se jim izogniti.

Protokoli treningov zajemajo v glavnem dve strategiji: (a) povratno zvezo v frekvenčnem območju theta (zmanjšanje od 8 na 4 Hz) in beta (zvišanje od 13 na 21 Hz). To je t. i. imenovan theta/beta trening; (b) podkrepljevanje senzomotoričnega ritma (12–25 Hz) nad motoričnim korteksom, ki naj bi z zaviranjem talamo-kortikalne zanke zmanjševal hiperaktivnost. To je t. i. SMR trening.

Gurnee (2001) opozarja, da je lahko dvigovanje beta ritma potencialno nevarno zaradi znanih korelacij zvišanega beta valovanja z anksioznostjo, odvisnostjo od alkohola in bipolarno motnjo.

Pri otrocih z ADHD opažajo tudi znižane amplitude vala P 300, ki je eden od poznih izvabljenih odzivov in se pojavi približno 300 milisekund po nepričakovanem dražljaju. Znižane amplitude pozitivnega odklona P 300 naj bi odražale probleme s

pozornostjo in težave s kontrolo reakcij. Zadnje čase posvečajo več pozornosti izvljenim počasnim kortikalnim potencialom (Heinrich idr., 2007). Gre za valovanje v frekvenčnem območju od 0,05 do 5 Hz v trajanju od nekaj sto milisekund do nekaj sekund. Negativni počasni kortikalni potenciali (angl. *slow cortical potentials* – SCP) odražajo povišano, pozitivni pa znižano vzburjenje korteksa. Slednje je zaznati v stanjih vedenjske ali motorične pripravljenosti, pozitivni pa naj bi med drugim odražali tudi vedenjsko inhibicijo. S SCP treningom naj bi izboljšali regulacijo kortikalne vzburljivosti v smislu faze regulacije (pripravljenosti na kognitivni ali motorični izziv), s theta/beta treningom pa naj bi izboljšali t. i. »tonične« vidike pozornosti, zato že razmišljajo tudi o kombinaciji obeh protokolov treninga (Heinrich idr., 2007).

## Izbrane študije o učinkovitosti nevrofeedbacka pri ADHD

Lubar, Swartwood, Swartwood in O'Donnell (1995) so izvedli raziskavo na 19 udeležencih poletnega tabora, starih 8–19 let. Deležni so bili 40 ur EEG feedbacka. Vsi udeleženci so izpolnjevali kriterije za ADHD (po DSM-III-R). Njihov prvotni QEEG je odkrival vzorec slabšega vzburjenja (angl. *hypoarousal*). Za cilj treninga so si zastavili zmanjšanje posteriorne theta aktivnosti in ojačanje visokoamplitudne beta aktivnosti (theta/beta trening). Dvanajst od 19 udeležencev je doseglo pomembno zmanjšanje theta aktivnosti. Ti so v povprečju izkazali izboljšanje na treh od štirih podskal testa TOVA (Test of Variables of Attention – lestvica zajema dimenzije nepozornost, impulzivnost, procesiranje informacij, variabilnost reakcijskih časov). Vsi pacienti (tudi t. i. »theta non responderji«) so dosegli izboljšanje jedrne simptomatike glede na ocene staršev pred treningom nevrofeedbacka in po njem (izpolnjevali so vprašalnik ADDES – Attention Deficit Disorder Evaluation Scale). Za skupino desetih od dvanajstih »EEG responderjev« so ugotovili pomembno izboljšanje IQ (WISC – R; celotni IQ se je povzpел s 112 na 122, verbalni s 113 na 122, neverbalni 109 na 116). Na retestne učinke pri ocenjevanju inteligentnosti avtorji niso bili pozorni.

Rossiter in La Vaque (1995) sta preverjala, ali se kratkoročni učinki nevrofeedbacka razlikujejo od tistih, doseženih s stimulansi. Primerjala sta skupino 23 udeležencev nevrofeedbacka (starih od 8 do 19 let, v povprečju 11,4 leta) z izenačeno skupino 23 pacientov, obravnavanih s stimulansi. Vsi so izpolnjevali kriterije za ADHD (po DSM-III-R). Na začetku sta bili obe skupini testirani s TOVA brez medikamentov. Po 20-urnem treningu nevrofeedbacka (supresiji theta pri pacientih pod 14 let in jačanje beta pri mladostnikih) oz. po večtedenski obravnavi s stimulansi (v drugi skupini) sta obe skupini dosegli pomembno izboljšanje na štirih podlestvicah TOVA (nepozornosti, impulzivnosti, procesiranju informacij, variabilnosti reakcijskih časov). Ocene staršev so pridobili le v skupini s feedbackom. Pravzaprav je šlo le za ocene mater na instrumentu The Behavior Assessment System for Children (BASC). Po nevrofeedbacku so bile ocene mater v primerjavi s tistimi pred nevrofeedbackom pomembno nižje na dimenzijah *hiperaktivnost*, *težave s pozornostjo*, *problemi pozunanjanja* in *problemi ponotranjanja*.

Linden, Habib in Radojevic (1996) so naključno razdelili 18 udeležencev (starih 8–18 let) v dve skupini. Ena je bila deležna nevrofeedbacka, osebe iz druge skupine so bile razvrščene na čakalno listo (kontrolna skupina). V 40 seansah nevrofeedbacka, razporejenih čez 6 mesecev, so v eksperimentalni skupini zavirali theta aktivnost (4–7 Hz) in zviševali beta aktivnost. Nobena skupina ni bila obravnavana z medikamenti. Pri skupini, obravnavani z nevrofeedbackom, so zabeležili pomembna znižanja nepozornega vedenja, ocenjevanega s SNAP (lestvica je izpeljana iz opisa simptomatike ADHD po DSM-IV) ter z lestvico IOWA Connors Rating Scale (z njo ocenjujejo nepozornost, hiperaktivnost in agresijo). Prav tako so opazili pomemben dvig rezultatov na testu inteligentnosti (Kaufman Brief Intelligence Test).

Fuchs, Birbaumer, Lutzenberger, Gruzelier in Kaiser (2003) so se lotili študije, v kateri so primerjali učinkovitost SMR feedbacka ter metilfenidata. Dvaindvajset otrok z ADHD s povprečno starostjo  $9,8 \pm 1,3$  leta se je udeležilo trimesečnega treninga v skupno 36 seansah. Dvanajst otrok, izenačenih po starosti, je bilo obravnavano z metilfenidatom z različno, zanje klinično učinkovito dozo. Po treh mesecih so pri obeh skupinah odkrili primerljivo izboljšanje na vseh podskalah testa TOVA, prav tako na testu vzdrževane pozornosti d2. Starši in učitelji so navajali pomembno znižanje simptomov ADHD, ocenjevanih z lestvico IOWA Connors Rating Scale.

Študija Monastre in sodelavcev (Monastra, Monastra in George, 2002) je zelo odmevna in si jo velja podrobneje ogledati.

Avtorje so zanimali vplivi metilfenidata (Ritalina), EEG biofeedbacka ter vzgojnega sloga staršev na simptome ADHD. V raziskavo so vključili 100 otrok in mladostnikov, starih od 6 do 19 let (83 fantov, 17 deklet) z diagnozo ADHD po kriterijih DSM-IV. Glede na preference staršev so udeležence razdelili v dve skupini. V drugi ( $N = 51$ ) so udeležence ob vsem spodaj navedenem obravnavali še z nevrofeedbackom.

Pred obravnavo so udeležence ocenili z lestvico ADDES (Attention Deficit Disorders Evaluation Scale). Starši so izpolnjevali verzijo, prirejeno zanje, učitelji udeležencev pa so izpolnjevali t. i. šolsko verzijo. V študijo so bili vključeni le udeleženci, ki so se na obeh verzijah lestvice uvrstili nad kritično mejo na dimenzijah *nepozornost* in/ali *hiperaktivnost/impulzivnost*. Nato so jih preizkusili s testom TOVA (Test of Variables of Attention). QEEG so zabeležili za vse, v študijo pa so vključili le tiste, ki so glede na t. i. pozornostni indeks za 1,5 *SD* odstopali od dosežka vrstnikov. Izračunali so ga s povprečenjem razmerij moči theta in beta frekvenc v štirih različnih situacijah (angl. *baseline* – šlo je za situacijo mirovanja z usmerjenim pogledom, nato še za tiho branje, poslušanje in risanje).

Vsi udeleženci, vključeni v študijo, so prejeli medikamentozno terapijo z individualno prilagojeno dozo (naravno glede na učinkovitost na testu TOVA) od 15 do 45 mg na dan. Starše so vključili v program svetovanja, ki je zajemal 10 rednih seans z dodatnimi srečanji na prostovoljni osnovi s tematiko: pogojevanje zaželenega vedenja, reševanje problemov s pre/adolescenti, prehrana, pravice otrok v izobraževalnem procesu. Povprečno število seans v prvi skupini je bilo 25, v drugi 27. Glede na oceno šolskih strokovnjakov so bili udeleženci vključeni bodisi v individualiziran

program bodisi v t. i. suportivni program s tedenskimi poročili o napredku staršem. EEG biofeedback so podkrepnjevali s točkovnim sistemom. Za vsako nalogo, ki je vključevala izboljšano valovanje nad frontalnim korteksom, so dobili točko. Pet točk so lahko zamenjali za denarno nagrado. Ko je bil udeleženec sposoben vzdrževati valovanje, ki ni odstopalo več kot 1 *SD* od valovanja vrstnikov brez ADHD, in ga je bil sposoben vzdrževati 40 min tri zaporedne seanse, so s treningom končali. Povprečno število srečanj za dosego tega cilja je znašalo 43 seans.

Po obravnavi, ki je trajala leto dni, so ponovno aplicirali ADDES, TOVA in QEEG. Nato so za teden dni prekinili z medikamentozno terapijo in nevrofeedbackom. Ponovno so aplicirali ves instrumentarij. Na podlagi intervjuja so ocenili še vzgojni slog staršev in ga (na podlagi rabe tehnike »time out«, tj. izločanja otroka iz zelenih aktivnosti zaradi nezaželenega vedenja, na podlagi odstranjevanja privilegijev, uporabe zasluženih privilegijev oz. nagrad) opredelili bodisi kot sistematičnega (s konsistentnim nagrajevanjem oz. podkrepljevanjem zaželenega vedenja ter odtegotvanjem privilegijev za nezaželeno vedenje) bodisi kot nesistematičnega (nekonsistentno podkrepljevanje v omenjenih situacijah).

Obravnava s stimulansi je privedla do pomembnega izboljšanja na TOVA ne glede na vzgojni slog in EEG biofeedback. Učinki rabe metilfenidata na ocene staršev in učiteljev so bili majhni. Vsi merljivi učinki Ritalina (kar zadeva možgansko valovanje) so izginili po enotedenskem odmoru. Udeleženci, obravnavani z nevrofeedbackom, so dosegali čez leto dni boljše rezultate na TOVA in ocenjevalnih lestvicah.

Spremembe pa so se pokazale še na QEEG, posnetem po enotedenski medikamentozni prekinitvi. Vpliv vzgojnega sloga je bil močnejši pri skupini, obravnavani z EEG biofeedbackom. Pri »nesistematičnih« starših ni bilo pomembnega vpliva na vedenje pri obeh skupinah. Pri »sistematičnih« starših pa so bile ocene vedenja na ADDES pomembno boljše pri skupini, obravnavani tudi z EEG feedbackom – za ocene doma (tudi po prekinitvi z metilfenidatom). Ocene učiteljev niso odražale vpliva vzgojnega sloga na simptomatiko ADHD. Izboljšanje simptomatike udeležencev v drugi skupini je bilo neodvisno od vzgojnega sloga doma, so pa bili zato učitelji v bistvu »sistematični« (v individualiziranem programu – v tej smeri so bili izobraženi).

Pri udeležencih, ki so uspeli zmanjšati delež počasnih možganskih valov, kljub prekinitvi medikamentozne terapije torej ni prišlo do poslabšanja.

Rezultati v celoti govorijo v prid multimodalni obravnavi, ki vključuje ob svetovanju staršem in terapiji s stimulansi še nevrofeedback. Odkrivajo nekatere kratkoročne učinke Ritalina, trajnejše vedenjske, nevropsihološke in elektrofiziološke učinke z dodanim nevrofeedbackom ter (glede na simptomatiko) blažilni učinek vzgojnega sloga staršev.

Monastra idr. (2002) pa se ne izognejo naslednjim vprašanjem in dilemam:

- (a) Kaj je z dolgoročnimi učinki nevrofeedbacka (po več kot enotedenski prekinitvi)?
- (b) Je sam protokol nevrofeedbacka primeren za vse podtipе ADHD (odkrili so namreč nekaj primerov pacientov, za katere ni značilna t. i. kortikalna upočasnjenost)?



- (c) Kakšna je vloga kognitivnega treninga brez neurofeedbacka?
- (č) Kakšna je zveza med neurofeedbackom in morebitnim nižanjem doz metilfenidata?

Zanimivi so tudi izsledki in sugestije Rossiterja (Rossiter, 1998). Sicer zgolj šest udeležencev z ADHD, starih od 6 do 45 let, je bilo deležno 10 seans treninga neurofeedbacka. Pri otrocih so bili treninga v izvajanju deležni starši, pri odraslih pa udeleženci sami. Preostalih 50 seans so izvajali udeleženci na domu (otroci pod vodstvom staršev). Šlo je za zviševanje SMR amplitude ter za inhibicijo theta, delta ter amplitude visokega beta (22–30 Hz). Rezultati na TOVA so bili v večini po 30 seansah boljši kot prej. Čeprav prava statistična analiza na tako majhnem vzorcu ni bila mogoča, avtor trdi, da je prišlo do izboljšanja na področjih pozornosti, hitrosti procesiranja ter variabilnosti v pozornosti. Zaključuje, da je EEG biofeedback, ki ga izvajajo sami pacienti, prav tako učinkovit ter bistveno cenejši.

Vprašanje je, ali gre zelene kognitivne in vedenjske spremembe, dosežene z modifikacijo neurofizioloških parametrov, pripisati EEG feedbacku ali pa spremljevalnim pogojem samega postopka (in če že, v kolikšni meri). Daljši redni trening v strukturirani situaciji z motiviranim ter motivirajočim terapevtom, doživetje uspeha ter pričakovanja staršev lahko učinkujejo kot placebo. Tudi obdelava podatkov iz nalog, prikazanih na ekranu (brez feedbacka), lahko izboljša učinkovitost pozornosti in parametre spontanega EEG (Kotwal, Burns in Montgomery, 1996). Po nekajtedenskem treningu s programom »Captain's Log Attention Skills«, tj. programom za trening pozornosti, vizuelne in avditivne percepcije, delovnega spomina in inhibicije reakcij, so pri pacientih ob pozitivnih spremembah v vedenju odkrili tudi normalizacijo razmerja med aktivnostjo theta in beta, podobno kot pri feedbacku frekvenc.

Pozitiven učinek na vizualno pozornost odkrivajo celo ob treningu z običajnimi akcijskimi videoigricami, zato je vprašanje specifičnega prispevka EEG feedbacka še toliko bolj relevantno (Green in Bavalier, 2003).

Rešitev tovrstnih dilem bi bila seveda v dobro kontroliranih raziskavah z naključno razdelitvijo v skupine, ki pa so v praksi težko izvedljive, lahko tudi etično sporne. Iz etičnih razlogov pacientom zgolj zaradi eksperimentalnega dizajna ni možno odrehati postopkov, ki so znani, preverjeni in delujejo. Neurofeedback bi bilo potrebno primerjati s podobnimi postopki v enakem časovnem obsegu, npr. računalniško podprtimi treningi pozornosti ter kognitivnimi treningi brez feedbacka (Monastra idr., 2002).

## Zaključek

Še vedno primanjkuje dobro kontroliranih raziskav o terapevtskih učinkih neurofeedbacka za osebe z motnjo pozornosti s hiperaktivnostjo ali brez nje. Študije bodisi ne vključujejo kontrolnih skupin bodisi udeleženci vanje niso razporejeni slučajno. Primanjkuje tudi raziskav, ki bi preverjale dolgoročen učinek neurofeedbacka. Ugotovili



so namreč, da v daljšem časovnem obdobju učinek treninga (nevrofeedbacka ali pa morebiti kakšnega drugega slabo kontroliranega dejavnika) izgine, a se po ponovnem treningu spet pojavi (Holtman idr., 2004). Ni še jasno, kakšen naj bi bil ritem teh morebitnih »osvežitvenih« seans. Nedorečeno je tudi, ali bi bilo možno razvijati diferencirane protokole treninga glede na podtipe ADHD in tudi glede na spol (v vseh raziskavah je bilo zajeto le majhno število deklet). Vloga pridruženih motenj je v tem kontekstu še manj jasna.

Nevrofeedback bi utegnil postati pomemben element obravnave otrok z ADHD v okviru širšega multimodalno zastavljenega pristopa, še zlasti pri otrocih staršev, ki se ne strinjajo z medikamentozno obravnavo.

Nezaželeni stranski učinki nevrofeedbacka zaenkrat niso znani. Občasno se pacienti pritožujejo nad glavoboli in utrujenostjo, ki pa sta posledici vzdrževanja pozornosti in s tem povezane mišične napetosti in nista specifični za nevrofeedback.

Po avtorju dostopnih informacijah se z nevrofeedbackom v terapijske namene v Sloveniji zaenkrat ne ukvarja še nihče. Tudi v tujini to področje še ni povsod urejeno. S. Othmer (Othmer in Grierson, 2007) vodi enega od inštitutov v ZDA, kjer vodijo izobraževanje različnih poklicnih profilov, zaposlenih pretežno v zdravstvu, in podeljujejo licence za opravljeno izobraževanje v nevrofeedbacku. Ker gre pri nas zaenkrat za deficitarno področje, ki zahteva obsežno kompleksno znanje iz psihofiziologije, klinične psihologije ter drugih področij, bi lahko nevrofeedback pomenil pomemben strokovni izziv tudi za psihologe.

## Literatura

- American Psychiatric Association (1994). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, ed. 4.; DSM-IV*. Washington: American Psychiatric Association.
- Chan, A. S., Sze, S. L. in Cheung, M. (2007). Quantitative Electroencephalographic Profilers for Children With Autistic Spectrum Disorder. *Neuropsychology, 21*, 74–81.
- Fink, T. (2004). *Neurofeedback: A Brief Introduction*. Sneto 19. 10. 2005 s spletne strani <http://www.papsy.org/cgi-bin/dcforum/dcboard.cgi>
- Fuchs, T., Birbaumer, N., Lutzenberger, W., Gruzelier, J. H. in Kaiser, J. (2003). Neurofeedback treatment for attention deficit/hyperactivity disorder in children: a comparison with methylphenidate. *Applied Psychophysiology and Biofeedback, 28*, 1–12.
- Green, C. S. in Bavelier, D. (2003). Action video game modifies visual selective attention. *Nature, 423*, 534–537.
- Gurnee, R. L. (2001). *ADD/ADHD Research*. Sneto 28. 10. 2005 s spletne strani <http://www.ideal.com/add/research.html>
- Heinrich, H., Gevensleben, H. in Strehl, U. (2007). Annotation: Neurofeedback – train your brain to train behaviour. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, 48*, 3–16.
- Holtman, M., Stadler, C., Leins, U., Strehl, U., Birbaumer, N. in Poustka, F. (2004). Neurofeedback in der Behandlung der Aufmerksamkeitsdefizit-Hyperaktivitätsstörung (ADHS) im Kindes – und Jugendalter. *Zeitschrift fuer Kinder- und Jugendpsychiatrie und Psychotherapie, 32*, 157–166.

- Kotwal, D. B., Burns, W. J. in Montgomery, D. D. (1996). Computer-assisted cognitive training for ADHD. *Behavior Modification*, 20, 85-96.
- Linden, M., Habib, T. in Radojevic, V. (1996). A controlled study of the effects of EEG biofeedback on cognition and behavior of children with attention deficit disorder and learning disabilities. *Biofeedback and Self regulation*, 21, 35-49.
- Lubar, J. F., Swartwood, M. O., Swartwood, J. N. in O'Donnell, P. H. (1995). Evaluation of the effectiveness with training of EEG neurofeedback training for ADHD in a clinical setting as measured by changes in T.O.V.A. scores, behavioral ratings, and WISC-R performance. *Biofeedback and Self Regulation*, 20, 83-99.
- Masterpasqua, F. in Healey, K. N. (2003). Neurofeedback in Psychological Practice. *Professional Psychology: Research and Practice*, 34, 652-656.
- Midwest Neurofitness (2004). *A History of Neurofeedback*. Sneto 30. 10. 2005 s spletne strani <http://www.midwestneurofitness.com/nfhistory.htm>
- Monastra, V. J., Lubar, J. P. in Linden, M. (2001). The Development of a Quantitative Electroencephalographic Scanning Process for Attention Deficit-Hyperactivity Disorder: Reliability and Validity Studies. *Neuropsychology*, 15, 136-144.
- Monastra, V. J., Monastra, D. M. in George, S. (2002). The effects of stimulant therapy, EEG biofeedback, and parenting style on the primary symptoms of attention-deficit/hyperactivity disorder. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 27, 231-249.
- Othmer, S. in Grierson, C. (2007). *Biofeedback – the Ultimate Self-Help Discipline*. Posneto 24. 8. 2007 s spletne strani <http://www.eegspectrum.com/Applications/Intro/UltimateSelf-Help/>
- Rossiter, T. R. in La Vaque, T. J. (1995). A Comparison of EEG Biofeedback and Psychostimulants in Treating Attention Deficit/Hyperactivity Disorders. *Journal of Neurotherapy*, 1, 48-59.
- Rossiter, T. R. (1998). Patient-Directed Neurofeedback for AD/HD. *Journal of Neurotherapy*, 4. Posneto 28. 10. 2005 s spletne strani [http://www.snr-jnt.org/journalnt/jnt\(2-4\)5.html](http://www.snr-jnt.org/journalnt/jnt(2-4)5.html)
- World Health Organization. (1992). *The ICD-10. Classification of Mental and Behavioural Disorders*. World Health Organization, Geneva. Posneto 29.10.2006 s spletne strani <http://www.mentalhealth.com/icd/p22-ch01.html>