

## **Neurofeedback EEG alfa a theta rytmov. Teória a prax.** **(Indikácie klinické a neklinické, efektívnosť a inštrumentácia)**

*PhDr. Pavel Krivulka*

Pri orientácii v základných otázkach neurofeedbacku je potrebné hneď na začiatku rozlišovať dva psychologicky, neurofyziologicky aj aplikačne odlišné typy neuroterapie. V tomto texte sa prednostne zaoberáme neurofeedbackom v pásme pomalého frekvenčného spektra medzi 4-12 Hz, známym ako alfa alebo alfa/theta (A/T) tréning a len v nevyhnutných prípadoch vzťahom k iným EEG frekvenciám. Cieľom je bližšie informovať budúcich neuroterapeutov o základnom delení neuroterapie a špecifikovať rozdiely v indikáciách, technike a účinkoch tréningu v tomto frekvenčnom pásme skôr, ako začnú používať tieto metódy.

Sterman a Peterson (2001) poukázali na to, že z teoretického hľadiska sa v klinickej praxi neuroterapie používajú dva rôzne modely. Prvý je odvodený z animálneho výskumu a zakladal sa na operačnom podmieňovaní EEG, čo napomáhalo tréningu normalizácie alebo zlepšovania základných neurónových procesov. Tento model sa používal primárne v liečbe štrukturálnych a metabolických porúch mozgu. Reprezentuje ho protokol „theta dole, SMR hore, kontrola bety2, tréning pri otvorených očiach“ v rôznych variáciách s umiestnením elektród nad senzomotorickým pásom (C3-Cz-C4). Je preukázaný jeho antikonvulzívny a antiimpulzívny účinok, ako aj pozitívny efekt pri poruchách pozornosti v diagnostickej skupine ADD a ADHD (Arns et al, 2009; Kopřivova et al, 2008 a iní).

Druhý model hľadá cestu v zmenených stavoch vedomia a úrovni bdelosti s predpokladom, že má terapeutické potenciality. Primárne sa aplikuje v liečbe závislosti od drog a posttraumatickej stresovej poruchy a reprezentuje ho alfa tréning alebo alfa/theta tréning pri zatvorených očiach s umiestnením elektród parietálne (Pz, P4) a okcipitálne (Oz, O1). Neklinické aplikácie tohto typu tréningu sú široko rozpracované.

Záujem B. Stermana a jeho nasledovníkov bol zameraný výlučne na prvý model neuroterapie. Neurofeedback tréning podľa paradigmy operačného podmieňovania bol podľa názoru autorov značne limitovaný technickým vybavením, ktoré vyvíjali inžinieri neznalí základov operačného podmieňovania a princípov učenia, čo obmedzovalo účinnosť neurofeedbacku (Sterman, Peterson 2001). Neskôr B. Sterman podrobne vysvetlil, prečo nevhodné časovanie odmeňovania môže výrazne znížiť efekt operačného podmieňovania.

Koncept operačného podmieňovania odvodený z animálneho výskumu sa čoraz viac ukazuje ako nevhodný pre humánne aplikácie, najmä v druhom modeli, pričom podľa posledných poznatkov, paradigma operačného podmieňovania nevysvetľuje ani rýchle zmeny psychofyziologických stavov pri odmeňovaní optimálnej frekvencie podľa Othmerovej školy. Napriek tomu sa objavuje ako východiskový konceptuálny rámec vo výskumných, prehľadových aj teoretických štúdiách, čo sa už javí v kontexte s poslednými skúsenosťami a poznatkami ako anachronizmus. Pojem sebaregulácie treba do teórie neurofeedbacku navrátiť a nie ho považovať za nadbytočný, ako to odporúča C. Hammond (2008). Sebaregulácia je kľúčový vysvetľujúci koncept pre obidva modely neuroterapie, i keď v rozličnej miere a rozumieme mu ako vysvetľujúcemu pojmu vo vzťahu k využívaniu ľudského potenciálu v širokom slova zmysle (Green J, Shellenberger R, 1986).

Kruhová kauzalita neurofeedbacku je dynamický proces, ktorý opakovane a kontinuálne *sprostredkováva* informáciu o tom, či je elektropsychofyziologická aktivačná úroveň mozgu v danom momente totožná s EEG frekvenčno-amplitúdovým vzorcom,

nastaveným terapeutom, podľa požiadaviek terapeutických cieľov. Feedback Informácia (akustická, vizuálna) o tomto stave sa štandardne nazýva posilňovanie (reinforcement) a za určitých podmienok je pravdepodobne účinná v neurofyziologických obvodoch odmeny („reward circuitry“, „reward network“). Ako spracúva mozog túto informáciu (signál) na rôznych úrovniach štrukturálnych a funkčných vieme dosť málo. Vieme však, že neurofeedbackom môžeme významne meniť aktivačné vzorce rôznych okrskov mozgu, vzťahy medzi nimi a sprostredkovať tak merateľné elektrofyziologické, kognitívne a behaviorálne zmeny, čo môže vyústiť do špecifických terapeutických efektov. Tento proces je neurofyziologicky len z časti totožný s operačným podmieňovaním, ako bol odvodený z animálneho výskumu. Motivačné vzorce a učenie sú však v humánnych podmienkach neurofeedbacku odlišné.

Neurofeedback inštrumentácia má postavenie informáciu sprostredkujúceho komponentu, s nastaviteľnými vstupnými aj výstupnými parametrami (frekvenčné pásmo, amplitúda, režim posilňovania a časovanie) terapeutom. V tomto zmysle je terapeut aktívnym činiteľom v neurofeedback okruhu. I keď je možné nastavenie parametrov neurofeedback systému tak, že po umiestnení elektród (napr. Cz, A1, A2), jeho odštartovaní, bude celý tréning prebiehať automaticky, bez zásahu terapeuta. Tento mechanický prístup predstavuje extrém, ktorý, žiaľ, v klinickej aj neklinickej praxi nie je ojedinelý („jeden protokol na všetky problémy“). Výsledky sú náhodné, nepredikovateľné, môžu poškodzovať pacienta aj reputáciu metódy. J. Evans v tejto súvislosti s určitým nadsadením hovorí, že „prakticky hocikto si môže kúpiť neurofeedback prístroj a trénovať so 60% úspešnosťou“. Díleri pribúdajú a vedy ubúda na poli aplikovanej psychofyziológie aj na Slovensku.

Diferencovaný prístup k neuroterapii vychádza z rozlíšenia dvoch indikačne a technicky odlišných typov neurofeedbacku s rôznym teoretickým pozadím na úrovni neurofyziologickej aj psychologickéj, pričom obidva typy majú aj svoje aplikačné zvláštnosti (pozri tab.1). Rozličné štúdie ukázali, že správanie a mentálne aktivity rôznych typov sú v korelácii s EEG osciláciami vo vybraných frekvenčných pásmach, špeciálne *theta* (4-7 Hz), *alfa* (8-13 Hz) a *beta* (14-20 Hz) zaznamenaných z povrchu hlavy (Niedermeyer, Lopes de Silva, 2005)

- 1) Najznámejšou aplikáciou je neurofeedback tréning (NFT) pri otvorených očiach využívajúci vizuálnu aj akustickú signalizáciu s klasickými theta/SMR/beta protokolmi. Odvíja sa od Stermanových a Lubarových výskumov. Najefektívnejší je tento typ NFT u epilepsii a ADD/ADHD porúch, u ktorých je preukázaný špecifický terapeutický efekt na úrovni 4 resp. 5 podľa kritérií Evidence-Based Practice in Biofeedback and Neurofeedback (Moss, Kirk, 2008; Arns et al, 2009). Postupne výskum priniesol dôkazy, že tento typ NFT je indikovaný aj v širokej, pomerne heterogénnej skupine diagnóz, akými sú insomnie, migrény, autistické diagnostické spektrum, čiastočne depresie a úzkosť, fibromyalgie a mnohé iné poruchy a dysfunkcie. Sú známe aplikácie pri zlepšovaní kognitívnych výkonov, pamäti, používa sa pri zlepšovaní „vrcholných výkonov“ v umení, športe a niektorých profesiách.
- 2) Menej známy a rozšírený je druhý typ NFT pri zatvorených očiach, len s akustickou signalizáciou v pásmach alfa a theta rytmov. V mnohých výskumoch sú preukázané jeho terapeutické efekty najmä u dependencií, PTSD, úzkosti a u niektorých porúch osobnosti. V posledných rokoch celá séria štúdií dokázala blahodarný vplyv alfa tréningu na kognitívne funkcie, pamäť a pozornosť, optimalizáciu iných mentálnych výkonov. Je obľúbený v klinických aj neklinickej aplikáciách. Napríklad, jeden výskum ukázal, že 9 alfa/theta tréningov nemalo žiadny vplyv na osobnosť, ale významne zlepšilo u probandov náladu (Raymond J et al, 2005).

**Rozdiely medzi dvoma základnými typmi NF**

charakteristika	NFT alfa a alfa/theta	NFT SMR/beta
Cieľ	Hlbšie uvedomenie, integrácia	Rovnováha, kontrola správania, zlepšenie pozornosti
Stupeň úsilia	Malý, voľne plynúce vedomie	Úsilie, ale pri uvoľnení
Rýchlosť reakcie	Mozog odpovedá pomaly, pomalá odozva	Mozog odpovedá rýchlo (od okamžitej odpovede až po odpoveď po 4-5 tréningoch)
Percento odmeny	Asi 80%, niekedy 60-80% Možná funkcia AUTO	80-95%, Je násobkom všetkých nastavených percent (v inhibovaných aj odmeňovaných pásmach)
Feedback modality	Len akustická (prípadne taktilná).	Akustická, vizuálna, verbálna, kombinácie všetkých troch
Lokalizácie el.	Parietálna, okcipitálna. Tréning synchronie pri referenčnej montáži elektród	Typicky nad senzomotorickým pásmom a frontálne, kombinácie
Dĺžka tréningu	Od 20 min, sa zvyšuje postupne až po 60-90 min. Kontinuálna signalizácia	20 -30 min. prestávky, typicky 10 x 3 min, 10 x 2 min u detí, podľa potreby. Variabilnejší BF signál.
Oči	Zatvorené	Otvorené
Relaxácia	Úplná relaxácia, prechod do stavu podobného hypnagógii	Relaxácia s reguláciou svalového tonusu
Prostredie	Slabé osvetlenie, žiadne rušenie, pololežiačky	Normálne osvetlenie a prostredie. Štandardné.
Vôľa	Redukovanie vôľového úsilia	Vôľový prvok prítomný v určitej zameranosti „pasívna vôľa“
Terapeutický mechanizmus	Uvoľňuje nevedomý materiál, zotavenie, transkript hypokampálnej pamäti	Regulácia úrovni arousalu pre optimálne kognitívne fungovanie
Frekvenčné prechody	Od alfa k theta. Prechodová frekvencia 7-8 Hz. Kontrola delta a beta rytmov	Nie sú. Inhibičné aj odmeňované pásma sú definované
Priestorový zážitok	Pocit rozširovania priestoru, globálny	Lokalizovaný
Stav vedomia	Zmenený stav vedomia len pri NF. Hlboké stavy vedomia	Schopnosť produkovať a meniť stavy aj po tréningu
Frekvencie	Alfa: žiadna úloha, odpútanie, relaxácia Theta: prehĺbenie relaxácie, prechod do hypnagogického stavu, meditácia, vizualizácie, odpojenie od „cenzúry“	11-20 Hz: odmeňujeme Theta: vo väčšine aplikácií potláčame. Inhibície z pásma 2 – 9 Hz, beta2 potláčame
Indikácie	Typicky: PTSD, dependencie	Typicky: ADD, ADHD, epilepsie
Vek	Len adolescenti a dospelí	Nad 6 rokov
Vzťah k terapeutovi	Vytvorený pevný a bezpečný vzťah s jasne definovaným cieľom NFT	Viac pracovný, viac direktívny, edukatívny
Adjuvantné techniky	Respiračný tréning (podľa Leunera), riadená vizualizácia, budovanie obrazu seba a zmeny seba, teplotný a HRV BF,	Relaxačné techniky, biofeedback HRV, psychoedukatívne postupy
Modely	Sebaregulačný, viac spirituálny, zmenené „prehĺbené“ stavy vedomia,	Sebaregulácia, učenie, stabilizácia a optimalizácia arousal,
Vzťah k psychoterapii	Neuroterapeut ovláda prácu s traumatickým materiálom, postupy pri nežiadúcej abreakcii, sugestívne, imaginatívne a vizualizačné techniky. NF mení emocionálne vzorce napojené na hypokampálne motivačné schémy.	Psychoterapia môže byť aplikovaná paralelne. Nie je súčasťou NF. NF nemení kognitívne schémy.

Tab.1. Poznámka: Delenie frekvencií uvedené v tabuľke neplatí pre Othmerovu školu, ktorá trénuje v pásme ultra (0-3 Hz) a infra (pod 0,01 Hz) nízkych frekvencií používajúcu metódu ORF.

Citovaná štúdia bola zaujímavá precíznym experimentálnym dizajnom, v ktorom sa použila placebo spätná väzba. Očakávať však po 9 tréningoch nejaké zmeny osobnosti je nereálne.

A/T NF má bohatú históriu spojenú s takými menami klasikov EEG biofeedbacku, akými sú Joe Kamiya, Elmer a Judith Greenovci, Les Fehmi, Jim Hardt, ale aj Eugene Peniston, Paul Kulkolsky, Nancy White, Richard Soutar, Jon Cowan a iní.

Rytmus	Novorodenec	dieťa	batola	predškolský	puberta
<b>Alfa</b>	Neprítomná	4-6 Hz	5-8 Hz	7-9 Hz	9-10 Hz
<b>Spánkové vretienka</b>	neprítomné	12-14 Hz	12-14 Hz	12-14 Hz	12-14 Hz

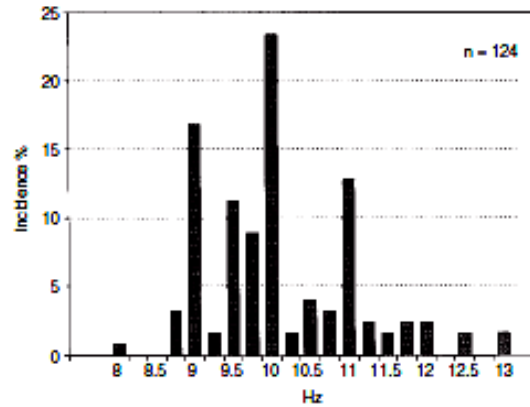
Tab 2. Zrenie EEG aktivity: Alfa a spánkové rytmy podľa veku. (Upravené podľa Niedermeyer, 1987). Frekvencia spánkových vretienok je totožná so senzomotorickými rytmi.

- 3) Niektorí terapeuti kombinujú obidva typy tréningov tak, že po klasickom neurofeedbacku pri otvorených očiach, zaraďujú alfa/theta tréning na koniec neuroterapie, predpokladajúc jeho integratívny vplyv na osobnosť a spevnenie dosiahnutých výsledkov (V. Brown, S. Othmer, D.Staso a iní). Frekvencia alfa a A/T tréningov sa pohybuje od 1 až 2 tréningy týždenne v ambulantnej praxi, až po inštitucionalizované indikácie 2 x denne (napr. u závislostí). A/T tréning podľa mnohých terapeutov uľahčuje psychoterapiu, alebo významne zvyšuje jej účinok. Táto tematika však nie je systematicky spracovaná v kontrolovaných štúdiách.
- 4) Zvláštne postavenie v neuroterapii má alfa asymetrický neurofeedback protokol v terapii porúch afektivity a depresí (Baehr E, Rosenfeld JP, Baehr R, Earnest C, 1999), ktorý sa uvádza v literatúre ako klasický neuroterapeutický postup, i keď sa zistilo EEG hemisferálna asymetria nevykazuje presvedčivé korelácie s depresiou (Hagemann D et al, 1998). Novšia štúdia priniesla dôkaz, že úzkosť (GAD) možno redukovať znížením frontálnej alfa asymetrie NF tréningom, pričom zlepšenie sa zvýraznilo po 6 mesiacoch (Kerson, Sherman, Kozlowski, 2009).
- 5) Na hodnotenie efektu alfa a A/T neurofeedback tréningu sa najčastejšie používali MMPI a dotazníky depresie a úzkosti (STAI, BDI). Pri vstupnom hodnotení je potrebné administrovať DES (Dissociative Experiences Scale /Carlson, Putnam, 1993/), ktorý môže odhaliť osoby so sklonom k disociatívnym zážitkom, k rôznym depersonalizačným a derealizačným reakciám, u ktorých je alfa a A/T tréning kontraindikovaný. Hodnotí sa celkové skóre aj jednotlivé škály DES.
- 6) *Vnútorú diferenciaciu neurofeedbacku* možno zreteľne vidieť aj v poslednom príspevku Barry Stermana, ktorý na 8. Výročnej konferencii SABA (Society for the Advancement of Brain Analysis, máj 2009), v prezentácii *Príbeh SMR*, nahradil pojem neurofeedback novým pojmom „*brain modification training*“ (BMT), čo možno hodnotiť ako terminologické ukotvenie poňatia EEG biofeedbacku viazaného výlučne na paradigmu operačného podmieňovania vo vzťahu k terapii epilepsií, čo je preukazateľne

rovnocenná terapeutická alternatíva k farmakoterapii antikonvulzívami. Táto špecifikácia neurofeedbacku je podobná Monastrovmu terminologickému vymedzeniu neurofeedbacku vo vzťahu k liečbe ADHD, ktorý ju označuje ako *neuroedukatívnu*. V domácom kontexte ponímania neuroterapie nebude nadbytočné poznamenať, že Stermanov „*brain modification training*“ aj Monastrov *neuroedukatívny koncept* jasne vymedzujú neurofeedback mimo rámca psychoterapie. Uvedené terminologické upresnenia sú – okrem iného – dôležité aj preto, lebo pojmy neurofeedback (aj biofeedback) sú často významovo posúvané mimo vedecký rámec neurotechnológií aplikovaných v psychologickú liečbu a mimo rámca aplikovanej neurovedy a psychofyziológie. Veľká časť zdravotníckych profesionálov často vníma biofeedback aj neurofeedback mimo medicínskych a vedeckých kontextov. Cieľom tohto textu je ukázať, že diferencovanosť neurofeedbacku a neuroterapie je veľká nielen medzi dvoma základnými typmi NF, ale aj vo vnútri alfa a A/T neurofeedbacku.

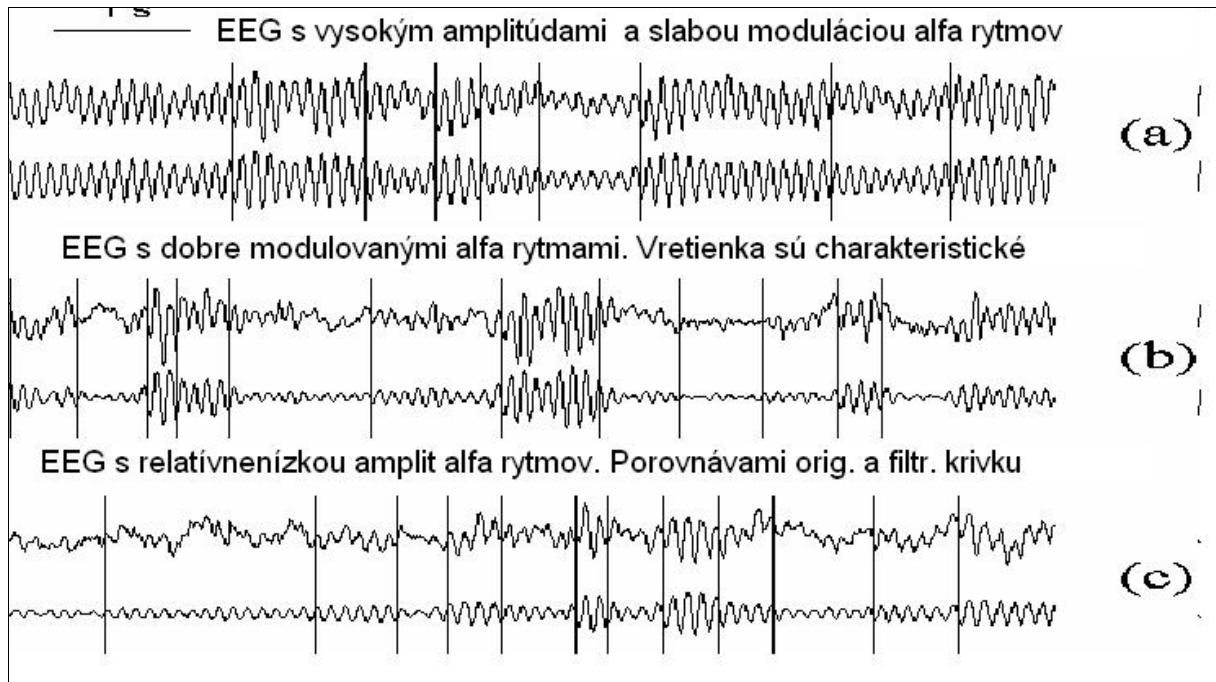
Základná štúdia zisťujúca redukciiu patologickej úzkosti po EEG alfa biofeedbacku bola v tejto oblasti prelomová nielen preto, že bola publikovaná v prestížnom Science, ale aj preto, že ukázala účinnosť alfa biofeedbacku na redukciiu vyšších hladín anxiety (Hardt JV, Kamiya J, 1978), pričom pri nižších úrovniach anxiety sa nevyskytli žiadne významné zmeny.

- 7) Gruzelier (2009) poukazuje na neurofyziológické súvislosti účinkov AT tréningu v širokom aplikačnom spektre. A/T tréning sa ukázal ako efektívny pri zlepšovaní parametrov tanca, v muzikálnych výkonoch, ale aj pri zlepšení nálady a to zvýšením pomeru theta/alfa rytmov pri tréningu so zatvorenými očami. Zatiaľ čo protokol bol pôvodne navrhnutý na navodenie hypnagógie, spájal sa s kreativitou a bola ním dosahovaná lepšia psychologická integrácia. Gruzelier podrobne analyzuje výsledky dosiahnuté A/T tréningom na zlepšenie hudobných výkonov s poukázaním na to, že AT tréning bol v parametroch techniky, muzikálnosti a komunikatívosti hudobného výkonu účinnejší ako SMR tréning, pričom za zlepšenie nebola zodpovedná redukcia výkonovej úzkosti.
- 8) *Individuálna alfa frekvencia (IAF)*. Klimesch so spolupracovníkmi vyvinuli jednoduchú metódu na analyzovanie dominantnej frekvencie v EEG zázname. Identifikuje sa dominantný vrchol frekvencie pre každého jednotlivca a alfa a theta rozsah sa potom stanoví zvlhľadom k tomuto vrcholu. Alfa pásmo je definované ako individuálna alfa frekvencia s rozsahom plus a mínus 2,5 Hz. Alfa a theta potom môžu byť vyjadrené ako percento IAF (Doppelmayer, Klimesch et al, 1998; in Kaiser DA, 2001). Väčšina dominantných frekvencií (>95%) sa vyskytuje medzi 8-12 Hz. Alfa rytmus nie je rovnomerný a vykazuje v dominantnej frekvencii značnú interindividuálnu variabilitu.



Graf 1. Incidencia vrcholovej alfa frekvencie pri zatvorených očiach v klude pre N=124 dospelých. Individuálne hodnoty vo frekvenčnom pásme sú priemerom všetkých posteriorných dominantných frekvencií (podľa Kaiser DA, 2001)

Kaiser dodáva, že tento výber sa skladá z normálnych jedincov a napriek tomu sa ukazujú veľké rozdiely vo frekvencii IAF aj v ich distribúcii. Výpočet IAF je triviálny a možno ho jednoducho zobrazit' pri jedno aj dvojkánalovom EEG zázname. V BioExploreri možno do reťazca spracovania signálu (tzv. signálového diagramu), zaradiť modul pre výpočet dominantnej frekvencie a priamo zobrazit' výslednú hodnotu. U niektorých osôb sa IAF môže meniť na rôznych miestach hlavy. Kaiser sa domnieva, že stanovenie IAF by mohol byť dobrý prvý krok k zachyteniu individuálnych rozdielov v psychofyziológii a dosiahnuť tak väčšiu reprodukovateľnosť našich klinických nálezov.



Obr. 2 EEG záznam z O2 pri ZO v podmienkach klúdu. Vertikálne čiary sú body zmeny vyznačené počas základného diagnostického hodnotenia krivky.

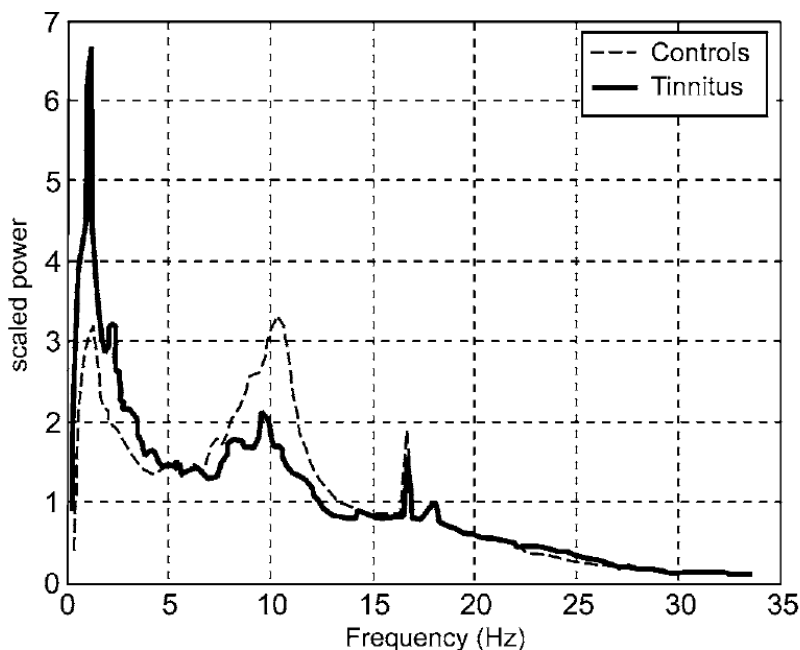
- EEG krivky s vysokými amplitúdami, ale slabou moduláciou alfa rytmov
- Horná krivka páru (b) je originálna EEG krivky, dolná je po filtrácii 7,5 – 12,5 Hz.
- Hore hrubá EEG a dole filtrovaná krivka s relatívne nízkou amplitúdu.

Horizontálna linka hore: 1 s. (Shishkin & Kaplan, in press).

- 9) Konkrétnym premietnutím poznatkov uvedených v bode 8) je vývin NF protokolu pre zlepšenie kognitívneho fungovania s starších klientov, keďže EEG dominantná alfa frekvencia (peak alpha frequency - PAF), koreluje s kognitívnym výkonom a záporne s detským vekom. Angelakis et al (2007) vyvinuli protokol pre tréning PAF (PAF NF) a v dvojitej slepej štúdií preukázali, že zlepšil rýchlosť kognitívnych operácií a výkonové funkcie, PAF NF však nemal žiadny jasný účinok na pamäťové funkcie. Autori považujú PAF NF za sľubnú techniku pre zlepšovanie vybraných kognitívnych funkcií. Výskum preukázal, že znižovanie PAF s vekom, signalizuje nástup kognitívnych deficitov, čo je z hľadiska možností NF, inšpiráciou pre neuroterapeutov najmä pre preventívne aplikácie u rizikových populácií. Dôležitým poznatkom je, že znižovanie PAF predchádza klinicky manifestným kognitívnym deficitom. Aj výsledky jednej z posledných štúdií podporili hypotézu, že neurodegeneratívne procesy sú aktívne roky pred tým, ako u pacienta dôjde ku klinickým manifestáciám demencie. Tieto zmeny boli vyjadrené posunom EEG spektra do pásma subalfa (7,5 – 10 Hz) u starších osôb so stredným kognitívnym poškodením v porovnaní s normou, na úrovni talamo-kortikálneho obvodov (Cantero LJ et al, 2009).
- 10) Výskyt EEG alfa rytmov u chronickej bolesti bol predmetom viacerých výskumov. Vo vzťahu k neuroterapii je dôležité, že chronická bolesť sa odráža v šírke pásma EEG. Zistilo sa, že redukcia chronickej bolesti je spojená so zvýšením alfa aktivity súbežne s poklesom v beta pásme. Ukázalo sa tiež, že niektoré chronické neuropatické bolesti sú spojené s theta aktivitou. Nasledujúci prehľad vychádza zo štúdie Jensen et al (2009), ktorí upozornili, že konvenčný neurofeedback sa u chronickej bolesti môže zamerať na lokalizáciu Fz, alebo na dvojkanálové referenčné zapojenie F1 a F2. Cieľom tréningu je zvýšiť pomer intenzity alfa rytmov pri súčasnom znížení výskytu bety v oblasti ACC (anteriorný cingulárny kortex). U týchto protokolov je nutné neustále sledovanie pacienta, aby terapeut mohol identifikovať stav komfortu pacienta dosiahnutého počas tréningu. Autori upozorňujú, že aj keď je cieľom tohto tréningu zvýšiť alfu a znížiť beta rytmy pri kontrole bolesti, existuje potenciálne riziko zväčšenia celkových bazálnych alfa rytmov a zníženia bety, čo by mohlo viesť ku kognitívnemu deficitu (Chabot, Serfontein, 2006, cit Jensen et al, 2009). Napriek tomu autori doporučujú opatrné využitie tejto možnosti neuroterapie u pacientov trpiacich chronickou bolesťou. U pacientov s chronickými bolesťami pri poškodení miechy je známy pokles alfa rytmov a vrchol frekvenčného spektra sa posunie k theta rytmom. Pre týchto pacientov potenciálnym cieľom liečby je posun vrcholovej frekvencie od theta pásma smerom k alfa frekvenčnému pásmu. Neurofeedback tréningom možno dosiahnuť posun dominantnej frekvencie vo frekvenčnom spektre, nech už sledujeme akékoľvek terapeutické ciele. Jensen so spolupracovníkmi (2009) pripomínajú klasickú štúdiu Gannon, Sternbach z roku 1971, v ktorej sa autori zamerali na okcipitálnu oblasť. Identifikovali dominantnú frekvenciu v obidvoch základných podmienkach (pri otvorených a zatvorených očiach). Podľa klinických skúsenosti prezentovaných Jensenom et al (tamtiež) najefektívnejšia lokalizácia elektród je na strednej línii parietálne a okcipitálne (typicky PzO) s referenciou na uchu (pri otvorených očiach). Pri zatvorených očiach autori lokalizujú na Oz, alebo používajú dvojkanálovú referenčnú montáž elektród na O1 a O2. Aj tu je cieľom zvýšiť alfa rytmy, ale inhibuje sa theta aj beta pásmo. Chronická bolesť je závažný zdravotný problém pre mnohých pacientov a často ju nemožno zmierniť dostupnými terapiami. Účinná farmakologická liečba chronickej bolesti sa často spája s negatívnymi vedľajšími efektmi. Preto je potrebné,

aby sa čoraz viac klinikov oboznamovalo s možnosťami neuroterapie pri redukcii chronickej bolesti. Aj znižovanie zvýšeného arousalu u bolesti inými biofeedback modalitami (najmä sEMG biofeedback, elektrodermálny a termálny biofeedback), má svoje významné miesto v psychofyziologickej terapii bolesti.

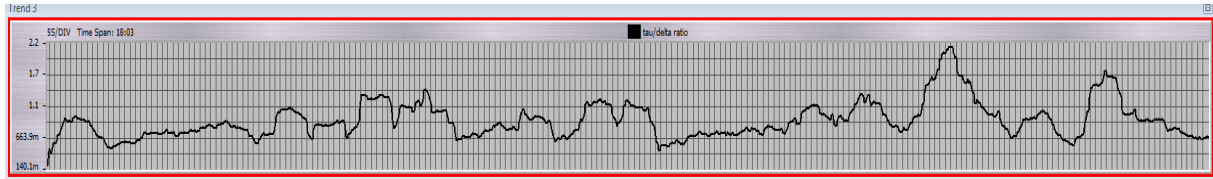
- 11) Dosť podrobne je rozpracovaný neuroterapeutický protokol u tinnitu, ktorý vo svojich intenzívnych formách často predstavuje neľahký terapeutický problém odolný tradičným medicínskym postupom. Neuroterapiu tinnitu sem zaraďujeme preto, lebo kľúčovou frekvenciou protokolu sú alfa rytmy. Viaceré štúdie nemeckých autorov, najmä práce z Univerzity v Konstanz ukázali, že charakteristický posun v EEG frekvenčnom pásme u tinnitu je zvýšenie výskytu delta rytmov a pokles v alfa pásme v porovnaní s normou (pozri obr. 3)



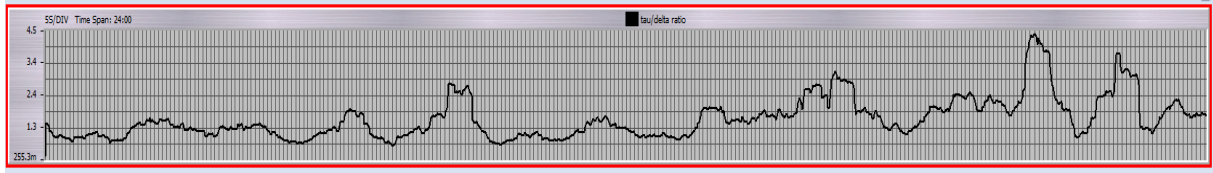
Obr. 3 Zastúpenie delta a alfa rytmov vo frekvenčnom spektre. Abnormálne zvýšenia v delta pásme a zníženia v alfa pásme sú u pacientov s tinnitom štatisticky významné v porovnaní s kontrolnou skupinou (Weisz et al, 2005).

Zvyšovanie tau/delta pomeru (tau=8-12 Hz, delta=1 Hz) na C3, C4 a Fc1, Fc2 a Fc2 sa ukázalo ako najefektívnejšie v neuroterapii tinnitu a to aj v porovnaní s frekvenčno-diskriminačným tréningom podľa Jastreboffa (Dohrman et al, 2007). Z iných autorov preukázali pozitívny efekt neurofeedbacku v liečbe tinnitu Gosepath et al (2001) a Schenk et al, 2004) s odlišnými neurofeedback protokolmi. Hodno podotknúť, že v Nemecku je neuroterapia treťou najčastejšiu indikáciou práve u tinnitu. Chronický dekompenzovaný tinnitus patrí medzi závažné medicínske problémy, prinášajúce pacientom veľké utrpenie.

Na našom pracovisku sme aplikovali Dohrmanovej protokol s veľmi dobrými výsledkami. Tau/delta pomer sa počas jednotlivých tréningov zvyšoval, ako ilustrujeme na obr. 4a a 4b. BioExplorer s EEG PN jednotkou umožňuje všetky tréningové alternatívy a priamy tréning zvyšovania tau/delta pomeru ako jednej premennej (Dohrman K, 2007)



a



b

Obr. 4a, b. Zmeny tau/delta pomeru pri inhibícii 1-4 Hz a posilňovaní 8-12 Hz u pacientky s chronickým tinnitom z dvoch 27 minútových tréningov. Tinnitus bol redukovaný vo frekvencii aj v intenzite po 26 tréningových sedeniach (archív P.K.)

12) Zvyšovanie kreativity navodením hypnagogického stavu alfa/theta tréningom skúmal Boynton (2001). Štúdiu spomíname pre úplnosť, lebo vymedzuje problematiku, ktorej sa venovali v týchto súvislostiach J. a E. Greenovci, A. Maslow aj K. Rogers, predpokladajúc nejaké korelácie medzi tvorivými schopnosťami a tým, čo sa v anglickej literatúre označuje ako „well-being“. Dosiachnutie hypnagogie bolo definované prevahou alfa a theta aktivity v spektre. Kreativita bola definovaná ako súhrn fluencie, flexibility a originality, meraných známymi dostazníkovými metódami. Výsledky štúdie ukázali, že navodzovanie hypnagogie A/T tréningom skutočne zvýšilo skóre kreativity a „well-being“ v dotazníkoch. Boynton (tamtiež) okrem toho konštatoval aj zlepšenie sebauvedomovania, citovej vyrovnanosti a zlepšenie pracovného výkonu.

13) Prehľad neurofeedback štúdií zameraných na efektivitu neuroterapie úzkosti priniesli Moor (2000) a Hammond (2005a, 2005b) podporujúc efektivitu alfa tréningu v redukcii úzkosti. Moor našiel sedem štúdií, v ktoré potvrdili, že zvyšovanie alfy viedlo k redukcii úzkosti. Moor v citovanej štúdií uzavrel metanalýzu konštatovaním, že „EEG biofeedback prináša zlepšenie v celkovej úzkosti (GAD), u panickej poruchy, obsedantno-kompulzívnej poruchy a PTSD“. Rice et al (1993) mali štyri skupiny dobrovoľníkov s 3,8 priemernou ročnou anamnézou úzkosti, ktorá podľa DSM-III spĺňala kritéria pre GAD. Rozdelil ich do štyroch skupín – po výbere bolo v každej 9 klientov, v ktorých aplikoval frontálny EMG biofeedback, Potlačanie alfa rytmov, zvyšovanie alfa rytmov a skupiny absolvujúcej pseudo-meditáciu. Probandi absolvovali 4 sedenia po dvoch hodinových tréningoch týždenne, pričom každé tréning trval len 20 minút pri zatvorených očiach. Len skupiny s frontálnym EMG tréning a tréningom zvyšovania alfa rytmov vykázali signifikantné zlepšenie v dotazníku úzkosti. V skupine zvyšujúcej alfa sa znížila aj srdcová frekvencia. Zlepšenia boli potvrdené aj 6 týždňov po liečbe.

Passini et al (1977) si položil otázku, či alfa biofeedback tréning môže redukovať úzkosť u alkoholikov. Porovnal 25 úzkostných alkoholikov vyrovnaných s kontrolnou skupinou pred a po 10 hodinovom alfa biofeedback tréningu v trojtýždňovom programe. Alfa tréning produkoval významné zmeny v oboch komponentoch úzkosti v STAI v porovnaní s kontrolnou skupinou. Alfa skupina zvýšila po tréningu pri zatvorených očiach výskyt alfa rytmu o 38 – 55%, zatiaľ čo u kontrolnej skupiny došlo k miernemu

poklesu alfa rytmov. Po 18-mesačnej katamnéze Watson, Herder, Passini (1978) potvrdili pretrvávanie efektu. Prehľad štúdií podľa Price et al (2009, in: Budzynski et al, 2009)

Zvyšovanie amplitúd alfa a theta rytmov účinne zvyšuje lokálnu synchroniu. Othmer (2009) upozorňuje, že zvyšovanie synchronie charakterizuje rôzne ťažké patologické stavy a dysregulácie mozgu, s ktorými sa stretávame v klinickej praxi. Posilňovaním alfa a theta frekvenčného pásma sa aj preto dostávame na dosť riskantný terén, najmä u nejakých dysregulovaných mozgov. Preto sa odporúča ešte pred A/T tréningom urobiť niekoľko bipolárnych tréningov, ktoré desynchronizujú EEG. Othmer (tamtiež) uvádza, že po bipolárnom tréningu aj zraniteľní klienti lepšie tolerujú A/T tréning.

Od A/T tréningu je potrebné odlíšiť tréning synchronie alfa rytmov, ako ho definuje L. Fehmi. Viackanálový tréning alfa synchronie podporuje globálnu synchroniu, ktorá je pomerne ťažkou výzvou pre dysfunkčný mozog. Na strane druhej je veľmi efektívny pri redukcii stresovej záťaže a zlepšovaní modulácií typov pozornosti, ich flexibilného „prepínania“ (Fehmiho koncept „open focus“).

Vhodné kombinácie tréningu synchronie alfa rytmov s klasickými bipolárnymi protokolmi, podporujúce desynchronizáciu, môžu významne optimalizovať fungovanie mozgu a sebaregulačné schopnosti klienta. Na strane druhej, klasická alfa-theta terapia, konkrétne Peniston-Kulkolského protokol a jeho modifikácie, sami o sebe poskytujú silný terapeutický prostriedok, ktorý je chápaný rámci neurobehaviorálneho konceptu terapie, ako ho navrhli White a Richards (2009)

*Z neklinických experimentov stojí za zmienku štúdia dokazujúca, že biofeedback zmena EEG frekvencie v pásme alfa ovplyvňuje reakčný čas. Keď pokusné osoby biofeedbackom produkovali rýchlejšie EEG vlny, ich reakčný čas bol významne kratší, ako keď znižovali frekvenciu v EEG alfa pásme. I keď vzťah medzi biofeedbackom kontrolovanou EEG aktivitou a reakčným časom bol jasne preukázaný, korelácia medzi periódou mozgových vln a reakčným časom bola nízka (Woodruff, 2007).*

*Aplikačne významné a inšpiratívne boli prvé štúdie priekopníka alfa biofeedbacku J.V. Hardta. V jednom z prvých dôležitých výskumov pomocou MMPI skúmal zmeny osobnosti po EEG alfa biofeedback tréningu. Jeho závery naznačovali, že alfa biofeedback intervencie môžu byť účinné pri špecifických poruchách osobnosti, ako to vyplývalo z krížovej korelačnej analýzy – napríklad nárast centrálnej alfy bol sprevádzaný redukciiu skóre v škále paranoidity v MMPI; zvýšenie okcipitálnej alfy naproti tomu korelovalo so znížením skóre v škále schizofrénie. Autor uzavrel, že intenzívny alfa tréning môže byť efektívny v redukcii špecifickej psychopatalógie (Hardt JV, 1978).*

*V štúdiu skúmajúcej vplyv intenzívneho sedemdňového programu alfa biofeedback tréningu sa dosiahlo vysoko významné zlepšenie ideačnej fluencie po tréningu v porovnaní s kontrolnou skupinou. Dôležitým nálezom v tejto štúdiu bola aj redukcia stresu v alfa skupine v porovnaní s kontrolou, pričom alfa skupina vykazovala deklináciu elektrodermálnej aktivity, zatiaľ čo v kontrolnej skupine došlo k zvýšeniu elektrodermálnej odpovede (Hardt JV, [www.biocybernaut.com](http://www.biocybernaut.com)).*

*V bode 8) sme spomenuli Klimeschov koncept individuálnej alfa frekvencie (IAF). V dôkladnej štúdiu skúmajúcej možnosti využitia neurofeedbacku a biofeedbacku HRV u pacientov po mozgových príhodách Pecherstorfer, Fink, Doppelmayr (2009), podrobne potvrdili, že alfa frekvencia je v úzkom vzťahu s kognitívnym výkonom a rýchlosťou spracovania informácií. Dlhodobé zlepšenia IAF, korelujúce so zlepšením pozornosti autori pozorovali len po alfa tréningu.*

*Dosť dôrazne treba poukázať na protirečivé interpretácie alfa rytmov. Populárne, ale aj v odborných kruhoch rozšírené hodnotenia alfa rytmov, ako fyziologického ukazovateľa relaxácie, vyšších stavov vedomia, meditácie, „alfa stavov“ a pod., patria väčšinou do sféry*

alfa-mytológie. Ich fundamentálny psychofyziologický a neurofyziologický význam je, že pri zatvorených očiach sú známkou inhibície spracovania vonkajších vizuálnych podnetov (Bergerova reakcia) a synchronizácie EEG. Alfa1(8-10 Hz) a alfa2 (10-12/13 Hz) sa dostávajú podstatne líšia svojim aj psychofyziologickým významom. Kľudový záznam EEG je záznam pri zatvorených očiach a vtedy frekvenčnému spektru dominuje alfa frekvencia. Inak je všeobecne spájaná s pozornosťou, ostražitou bdelosťou, záťažou v úlohovej situácii (Klimesch, 1999). Vyskytuje sa napríklad pri vyšších úrovniach úzkostného napätia, dokonca pri panických útokoch. Jej trvalejšie zvýšené úrovne (nad 15-20  $\mu$ V) sú často známkou nepohody a difúzneho nepokoja rôzneho stupňa. Čiže, podobne ako sa zvykne rozlišovať „zlá“ a „dobrá“ theta, môžeme rozlišovať „dobrú“ a „zlú“ alfu. Odlíšovanie reaktívnej alfy od interaktívnej odporúča pre neuroterapeutov napríklad Bill Scott (1997). Efekt tréningu interhemisferálnej alfa synchronizácie dobre poznajú najmä A. Crane, J. Hardt, L. Fehmi a iní autori, ktorí sú skôr orientovaní na optimalizáciu výkonov, pozornosti a psychofyziologických stavov.

Alfa amplitúda je v 75% normálnych dospelých v rozsahu 15-45  $\mu$ V pri bipolárnom snímaní na P4-O2 (vzdialenosť medzi elektródami je 6,5 cm). Alfy nie sú len posteriozne. Frontálne alfa rytmy priemernej amplitúdy sú vyskytujú u zdravých uvoľnených klientov so zavretými očami (Nunez, Srinivasan, 2006).

Maturácia alfa rytmov je charakterizovaná zvyšovaním alfa frekvencie a koherencie medzi 3. a 10. rokom (Tatcher, 1996). Na strane druhej, znížovanie alfa rytmov v staršom veku, najmä dominantnej alfa frekvencie, koreluje so začínajúcimi kognitívnymi deficitmi.

Literatúra o alfa a theta rytmoch je rozsiahla a pre neurofeedback terapeutov vymedzuje celkom inú aplikačnú oblasť („pod 13 Hz“), ako je tomu u neurofeedbacku „nad 13 Hz“. Na tomto konci psychofyziologického aktivačného kontinua sú elektrofyziologické deje menej závislé na vonkajších podnetoch a viac závislé na neurónovej sieti, čo je vyjadrené prechodmi od rýchlejších desynchronizovaných, k pomalším synchronizovaným zmenám EEG krivky. Alfa aj theta rytmy sú viazané tak na kognitívne, ako aj emocionálne deje a najskôr aj na ich vzájomné modulácie a vice versa.

Čo ešte dodať k týmto úvodným poznámkam? Literatúra pojednávajúca o neurologickom EEG, klasické EEG neurofyziologické texty, sú dosť odlišné od popisov, terminológie aj niektorých základných konceptov EEG neurofeedbacku. Niekedy môžeme nadobudnúť dojem, akoby to boli dva odlišné svety EEG. Klasické texty o EEG nepoznajú, napríklad, senzomotorický rytmus (koniec koncom odvodený od EEG mačky, v ktorom je dominantná frekvencia 14 Hz). Samotný koncept neurofeedbacku, sebaregulácie, operačného podmienovania vo vzťahu k EEG, vôbec nie sú zaintegrované do ich poznatkového rámca. Autori ako David Kaiser, Jay Gunkelman, Nancy White, Johnstone, Siegfried Othmer, Martijn Arns sa síce pokúšajú integrovať tieto dva svety, je to však zjavne neľahká úloha s ešte nejasným príslubom, že kvantitatívne EEG prinesie jednotiace poznatky. Normatívny smer najdôslednejšie integrujúci QEEG a neurofeedback, reprezentovaný Robertom Tatcherom zostáva pre nás aplikačne vzdialený.

V komplexných systémoch, akými sú neurónové siete, viac ako v iných systémoch platí, že slabé spojenia stabilizujú ich fungovanie. Princíp feedbacku v komplexných systémoch (neurónových sieťach), podľa ktorého aj malá zmena „na vstupe“ spúšťa lavínové deje na neurónových rozbočovačoch, vysvetľuje pozitívne aj negatívne účinky neurofeedbacku. Teda nie nejaké signálové amplifikácie, podmienovanie, či posilňovanie, ale selektívna a špecifická informácia (podnet) na rozbočovačoch („hubs“) môže spustiť a vyvolať zmeny, ktoré v konečnom dôsledku majú merateľné behaviorálne a kognitívne koreláty. Poodhalenie „tajomnejších“ kútov neurofeedbacku nás možno ochráni pred ilúziou, že je to jednoduchý proces a jednoduchá metóda, čo platí najmä o klinických aplikáciách alfa a alfa/theta tréningu. Je tiež potrebné vedieť, že okolo 20% „normálnej“ populácie produkuje abnormálne EEG bez nejakých klinicky relevantných príznakov, čo zvyšuje pravdepodobnosť komplikácií v klinickej praxi v podobe falošne pozitívnych diagnóz a chybných indikácií neurofeedbacku. Táto skutočnosť spolu s relatívne vysokým zaťažením EEG artefaktami, dosť problematizuje hodnotenia zmien EEG pri neurofeedback intervencii. V poslednej dobe sa poukazuje aj na vysokú citlivosť EEG na situačné a chemické vplyvy

akými su *nutrícia, denná doba, vplyv liekov, úroveň osvetlenia, a iné málo kontrolované vplyvy na EEG. L-teanin zvýši produkciu alfa rytmu takisto ako expozícia eterického oleja Ylang ylang; hlboká relaxácia zvýši produkciu alfa rytmu takisto, ako nadmerný výskyt voľne flotujúcej úzkosti.*

*David Kaiser (2009) prezentoval dva modely pre normatívne EEG platné v klinickej praxi aj v teoretických kontextoch. V prvom modeli mozgu rozumie v podmienkach maturácie, keď funkčné a štrukturálne mozgové poruchy odrážajú regresiu k nižším úrovňam mozgovej činnosti, čo je totožné s ontogenetickou resp. fylogenetickou nezrelosťou. EEG indikátory nezrelosti sa prejavujú v nadmernom výskyte delta rytmov, v nedostatku konektivity, nedostatku funkčnej diferencovanosti v prefrontálnej mozgovej kôre, znížením hemisférovej špecializácie a nedostatkom koordinácie medzi anteriornými a posteriornými oblasťami mozgu.*

*Druhý model rozumie mozgu ako systému „hľadajúcemu odmenu“ („reward seeking machine“), v ktorom sa všetky psychické procesy snažia maximalizovať odmenu z limitovaného systému zdrojov. Ich rozdeľovanie si vyžaduje hydraulické spojenie medzi mozgovými oblasťami alebo systémami. D. Kaiser tento mechanizmus popisuje tak, že kedykoľvek sú zdroje využívané jednou mozgovou oblasťou alebo systémom, sú odobraté z iných. Je to poňatie blízke homeostatickému modelu.*

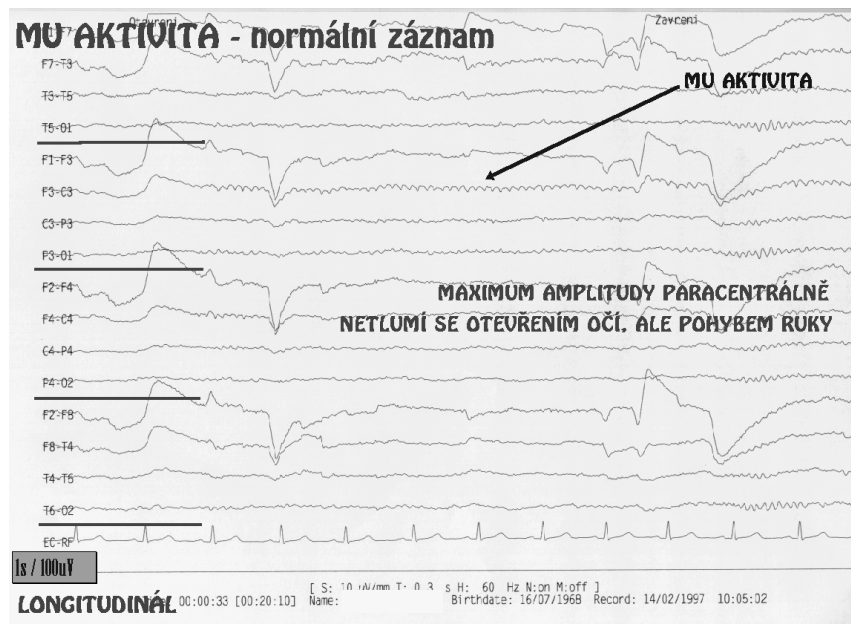
*Prvý dôkaz o možnosti operačného podmieňovania alfa rytmov u nonhumánnych primátov (opice marmoset), priniesli nedávno Philippens I, Vanwersch R (2010), replikujúc Stermanove pokusy s mačkami. Napodmieňovanie alfa rytmov dosiahli po piatich 30 minútových tréningoch. Autori používajú pojem SMR (11-14 Hz) a alfa rytmy alternatívne.*

### **Problémy a kontraindikácie alfa a alfa/theta tréningu.**

Frekvenčné prekryvanie alfa frekvencie (najmä alfy2) s MU rytmi a SMR spôsobuje niekedy problém rozhodnúť, čo vlastne trénujeme, najmä keď hodnotíme EEG aktivitu cez frekvenčné spektrum. Hodnotenie EEG pred indikáciou alfa a A/T tréningu je potrebné v okcipitálnych aj parietálnych lokalizáciách. Ak sa tu vyskytuje nadmerná alfa alebo theta, frekvenčné asymetrie (väčší frekvenčný rozdiel ako 1 Hz medzi ľavou a pravou hemisférou), tréning nie je indikovaný. Vysoká okcipitálna alfa môže mať viacero príčin - spánková deprivácia (obvykle aj spomalenie frekvencie), fajčenie marihuany a podľa viacerých štúdií sa vyskytuje u jednotlivcov často sa venujúcich meditácií. Vysoké amplitudy alfa rytmov sa však môžu vyskytovať aj u traumatického mozgového poškodenia (J. Anderson). C. Hammond upozorňuje, že pravoruký majú obvykle trochu vyššiu alfa na pravej hemisfére. Keď je alfa frekvencie na jednej hemisfére pomalšia viac ako 1,5 Hz jedná sa podľa C. Hammonda o fokálnu abnormitu. Takisto, aj rozdiel v amplitúde medzi dvoma hemisférami o viac ako 50% je významný, pretože v norme je obvykle vyššia amplitúda na pravej hemisfére, pričom zníženie o 35% na PH je významný.

Treba upozorniť na rýchle varianty alfa rytmov (14-20 Hz), ktorá sa blokuje vizuálnymi podnetmi, ako aj na pomalú alfa variantu (4-5 Hz – polovica alfa rytmu), ktorá sa takisto blokuje vizuálnou stimuláciou. Tieto varianty sa vyskytujú asi u 1% populácie.

Prechodové frekvencie od alfy k thete sa vidia byť kritické pre navodenie meditatívnych stavov. Frontálne theta rytmy sú tiež kritické pre produkciu meditatívnych stavov (Bajjal S, Srinivasan N, 2009), čo pri pri posteriorných lokalizáciách pri alfa/theta tréningu sotva možno dosiahnuť. Zvýšenie frontálnej thety počas meditácie bolo sprevádzané parietookcipitálnou deaktiváciou, čo sa interpretuje ako redukcia spracúvania asociácií súvisiacich so self, s časom a priestorom.



Obr. 5 MU aktivita v EEG (Moráň, Elektroencefalografie, CD 2000), ktorú treba odlíšiť od alfa rytmov. Zatiaľ čo alfa je blokována otvorením očí, MU rytmus je blokový pohybom ruky (test: dlaň – päšť).

Výskyt fokálnej alfy, či už intermitentný alebo nie, znamená, že táto oblasť mozgu je menej aktivovaná, „zaháľajúca“ („idling“) a neschopná fungovať efektívne. Pre hodnotenie alfa rytmov je dôležité kontinuálne vizuálne sledovanie hrubej EEG krivky a frekvenčného spektra. BioExplorer dovoľuje aj digitálne zobrazenie dominantnej alfa frekvencie a podrobné hodnotenie celého alfa spektra. Marvin Sams hovorí, že pomalá alfa aktivita na pravej hemisfére súvisí so špecifickými depresívnymi pocitmi nedostatku vnútornej energie, podobnými anhedónii. V takomto prípade doporučuje Marvin Sams tréning zameraný na dosiahnutie rovnováhy alfa rytmov medzi pravou a ľavou hemisférou. Alfa rytmy majú normálne nižšiu amplitúdu v dominantnej, obvykle ľavej hemisfére. Amplitúdovú asymetriu vpravo do 50% v klinickom hodnotení EEG možno považovať za normálnu.

V bode 5) sme uviedli, že vysoké skóre v DES (celkové alebo parciálne v príslušných škálach) je kontraindikáciou pre alfa a A/T tréning. Ak sú v anamnéze disociatívne alebo psychotické epizódy alfa a A/T tréning treba citlivo zvažovať aj pri normálnych hodnotách v DES. Spontánne uvoľnenie nevedomého alebo traumatického materiálu môže signalizovať prienik primárnejších procesov do vedomia (v psychoanalytickom poňatí) a uvoľnenie latentne prítomných psychotických dynamizmov osobnosti. Treba dodať, že to nie sú nejaké z literatúry vyplývajúce dohady, ale reálne možnosti výskytu takýchto reakcií a konkrétne skúsenosti z klinickej praxe. U niektorých sociopatických jedincov sme sa stretli s erupciami takejto imaginácie a ideácie pôvodne neprístupnej vedomiu. Samozrejme išlo o emocionálne negatívne skúsenosti s nebezpečnými ventiláciami v aktuálnom správaní. Terapeuti pracujúci s A/T protokolmi, ale aj alfa tréningom, musia byť pripravení na spracovanie takého materiálu. Ako sme povedali, pri alfa resp. alfa/theta tréningu nezriedka dochádza k abreaktívnym priebehom najmä u pacientov s traumatickou anamnézou. Niektorí terapeuti sa snažia zabrániť abreakcii, niektorí ju považujú za žiadúcu. Terapeut však musí byť trénovaný na zvládanie abreakcie a pre prácu s traumatickým materiálom. Alfa/theta tréning viac, len alfa tréning samotný menej, je veľmi efektívny pri redukcii symptomatiky PTSD.

Výbornú prehľadovú štúdiu o využití alfa neurofeedbacku v terapii úzkosti publikoval Moor NC (2005). I keď metaanalýza vyústila do viacerých metodologických otázok žiadajúcich ďalší výskum, využitie alfa neurofeedbacku v tejto oblasti, je aj v tomto štádiu poznania indikované u úzkostných porúch.

V poslednom čísle *Journal of Neurotherapy* Vernon et al (2009) podrobne analyzovali metodologické problémy spojené s neurofeedback tréningom zameraným na zvyšovanie výkonnosti (peak performance). Snaha identifikovať optimálne tréningové parametre je motivovaná faktom, že 20 – 30 minútovým alfa tréningom možno vyvolať krátkodobé zmeny v EEG aj v správaní. Autori sa domnievajú, že obojsmerný alfa NFT („bidirectional NFT“ je tréning keď sa alfy rytmy v jednej fáze tréningu inhibujú, v duhej posilňujú), môže byť efektívnejší v porovnaní s jednosmerným tréningom. Upozorňujú na skutočnosť, že alfa frekvenčné pásmo sa môže meniť od klienta ku klientovi a preto NFT vychádzajúce z IAF môžu byť efektívnejšie v porovnaní s tradičným fixným nastavením alfa kmitočtového rozsahu.

Všeobecne treba odlíšiť jednoduchý alfa tréning, od A/T tréningu a v rámci alfa tréningu aj alfa tréning dominantnej frekvencie („alpha peak frequency training“). Sú to hodnotné tréningové protokoly pre klinickú aj neklinickú prax. Tréning alfa synchronie je viackanálový protokol, v ktorom sa odmeňuje samotná alfa na dvoch kontralaterálnych lokalizáciach. Protokol známy ako tréning vrcholového výkonu („peak performance training“) rozpracovali Mc Knight a Fehmi (2001). L. Fehmi päťkanálový tréning alfa synchronie vyvinul v rámci svojho konceptu tréningu flexibilnej zmeny pozornosti „open focus“.

Ako zvýšiť amplitúdu a dominantnú frekvenciu alfa rytmov? Van Deusen doporučuje tréning na P4 s inhibíciou 2-9 Hz a odmeňovaním 10-13 pri ZO s cieľom zrýchliť alfa rytmus. Problémom je časté súbežné zvýšenie beta rytmov spolu s alfa rytmi. Pri alfa tréningu je vždy potrebná kontrola celého spektra beta frekvencií, ktoré sú indikátorom tenzií, vzrušenosti a úzkosti. Z literatúry vyplýva, že je potrebné sledovať pri alfa tréningu aj frontálne EEG. Doppelmayr et al. 1998 zistil, že veľká kľudová alfa aktivita pri ZO podporuje desynchronizáciu, zatiaľ čo nižšia alfa pri zatvorených očiach znižuje aj desynchronizáciu. Hammond týmto vysvetľuje dobrý efekt alfa tréningu na centrálnych lokalizáciach u detí s ADHD (Hammond, 2002).

Tréning zvyšovania theta rytmov s cieľom optimalizovať (znižiť) nadmernú kortikálnu aktiváciu, je komplikovanejšie, ako alfa tréning. Už Sittenfeld, Budzynski, and Stoyva (1976) ukázali, že zvyšovanie theta rytmov tréningom je ťažko dosiahnuť. Predpokladom je minimalizácia EMG. Až potom, pri zvyšovaní thety významne poklesne EMG aktivita a srdcová frekvencia.

Neuroterapeutov môže prekvapiť, že doteraz nebol v texte podrobnejšie popísaný klasický Peniston-Kulkolského alfa/theta protokol, známy v odbornej literatúre pod skratkou ATBWNT („Alpha-Theta Brainwave Neurofeedback Therapy“). Peniston, Kulkolský (1989, prehľad pozri Peniston, 1998), vo viacerých štúdiách konštatovali sľubné dôkazy demonštrujúce terapeutický efekt metódy v stredne dlhodobej prevencii závislosti od alkoholu a PTSD. Na inom mieste som už spomenul, že efektívnosť Peniston-Kulkolského protokolu ako monoterapie nie je preukázaná, ale jeho podiel v kontexte popísanej procedúry (relaxácia, riadená imaginácia, vybudovanie obrazu seba, nácvik diafragmatického dýchania, teplotný a EMG biofeedback), na celkovom terapeutickom efekte je rozhodujúci. Vysoké očakávania terapeutického efektu od aplikácie ATBWNT ako monoterapie u závislostí a PTSD je potrebné v tomto zmysle korigovať (pozri aj Krivulka, 2006).

## Súvislosť alfa a A/T tréningu a beta2 rytmi.

Neuroterapeuti sa často stretávajú s potrebou redukovať nadmerný výskyt beta2 frekvencií (nad 20 Hz), ktorá je považovaná za indikátor anxiety, zvýšenej aktivácie spojenej s napätím, stresom, hypervigiliou a pod. J. Walker (2009) sa vo svojej poslednej štúdií domnieva, že za redukcii anxiety u pacientov s PTSD je skôr zodpovedné práve inhibovanie beta2 frekvencií, ako zvyšovanie alfa rytmov. U nadmerne úzkostných subjektov sa beta2 vyskytovala skôr frontálne, centrálné a parietálne, veľmi zriedka okcipitálne. V jeho tréningových protokoloch boli častými práve frontálne a parietálne lokalizácie elektród, pričom inhiboval pásmo 21-30 Hz a odmeňoval 10 Hz (najčastejšie na F4, P3, P4, T5, T7). Išlo o QEEG asistovanú voľbu protokolov pri počte tréningov 5 až 7 pre každú hemisféru. Walker sa preto domnieva, že za redukcii anxiety u pacientov s PTSD je zodpovedná skôr inhibícia beta2 rytmov, ako odmeňovanie alfa rytmov. Treba dodať, že potláčanie a kontrola beta rytmov je takmer štandardnou súčasťou väčšiny tréningových protokolov zameraných na elimináciu úzkostnej symptomatológie. Reziiduálna úzkosť u PTSD pacientov je patogeneticky odlišná od úzkosti akú vidíme u GAD, panickej poruchy alebo OCD. U väčšiny alfa a A/T tréningových protokolov sa potláča beta2. Je pravdepodobné, že potláčanie beta2 znižuje nejakým mechanizmom práve hyperkonektivitu amygdaly najmä pri frontálnych lokalizáciách, čo platí pre generalizovanú úzkosť. Mimochodom, aktivačné schéma – vrátane hyperkonektivity – u pacientov s GAD je na tých istých miestach mozgu, ktoré zodpovedajú za funkcie pozornosti.

V neuroterapii je subalfa (8-10 Hz) charakteristická pre globálnu pozornosť, čo znamená, že je fokusovaná dovnútra a nie je objektovo zameraná navonok. Tento stav zhruba zodpovedá termínu „idling speed“. Je to akýsi „frekvenčný neutrál“, ak použijeme analógiu s chodom motora auta. Ak teda J. Walker súčasne odmeňoval 10 Hz, podporoval inhibičný efekt tréningu. Tu pripomenieme B. Stermanovu zásadu, že nikdy nestačí odmeňovať nejakú frekvenciu, ale súčasne musíme potláčať inú (Sterman odmeňoval 11-14 Hz a potláčal 4-8 Hz), aby sme dosiahli žiadúci efekt neurofeedback tréningu.

Úvodné poznámky k problematike neuroterapie využívajúcej pomalé EEG spektrum, samozrejme, len vymedzujú pracovný priestor pre tieto aplikácie a jej teoretické a experimentálne pozadie. Ani zďaleka nie sú úplné a ich cieľom je skôr poskytnúť teoretické a aplikačné východiská pre klinickú a neklinickú prax. Pri hodnotení a interepatácii alfa rytmov, vždy treba mať na mysli, čo povedal Niedermeyer (2005): „Existujúce neurofyziologické alebo psychofyziologické teórie alfa rytmu nie sú všeobecne prijímané a stále pretrvávajú neistoty o pôvode a psychofyziologickom význame tohto pozoruhodného javu. Napriek tomu sa naše porozumenie pôvodu alfa rytmov prehľbuje“. Mnoho autorov tu má na mysli ich možný talamokortikálny, kortikálny resp. kortikotalamický pôvod, čo je otázka, ktorá stráca význam vtedy, kedy akceptujeme, že sú generované v spätnoväzbových slučkách pričom sú to oscilácie, ktoré majú rezonančné vlastnosti. Potom je otázka po nejakých „primárnych“ generátoroch alebo „pacemakeroch“ alfa rytmov druhoradá. Neurofeedback mytológia EEG alfa rytmov je značne rozšírená v súvislosti s ich spájaním so stavmi relaxácie, zmenených stavov vedomia, rôznych „alfa stavov“ a pod. Neuroterapeuti by sa mali vyvarovať takýmto zúženým a simplifikujúcim interpretáciám.

*Zásadný dôkaz, po ktorom tak volali mnohí skeptici o efektívite neurofeedbacku a David Trudeau (2001) formuloval prečo je potrebné predložiť ho s plnou vedeckou platnosťou, zdá sa, je na svete. Ros et al (2010) ukázali, že laickí probandi sebareguláciou EEG rytmov počas tichého sedenia, môžu významne zmeniť následnú kortikomotorickú odozvu na*

*traskraniálnu magnetickú stimuláciu, vyprodukovať trvácne a korelujúce zmeny neurotransmisie. Špecifickým nálezom výskumu bolo najmä zistenie, že potlačenie kortikálnych alfa rytmov môže vyvolať veľký nárast kortikospinálnej vzrušivosti a znížiť intrakortikálnu inhibíciu o viac ako 150 % po dobu najmenej 20 minút. Tieto poznatky môžu mať významné dôsledky pre terapiu mozgových porúch spojených s abnormálnymi kortikálnymi rytmi a podporujú EEG neurofeedback ako neinvazívny nástroj pre vytvorenie kauzálneho spojenia medzi rytmickými kortikálnymi aktivitami a ich funkciami. David Trudeau (tamtiež) sa pýtal, či príde deň, keď výskum neurofeedbacku bude môcť dokázať vplyv na dentritické funkcie a architektúru? Odpovedal, že pravdepodobne nebude možný nejaký priamy dôkaz u ľudí.*

### **Neurofeedback inštrumentácia pre pásma alfa a theta**

Systém, ktorý ďalej predstavíme je určený pre špecializované neurofeedback tréningy v pásme alfa a theta rytmov pri zatvorených očiach (v niektorých špecifických indikáciách aj pri otvorených očiach). Je navrhnutý ako malá flexibilná zostava s akustickou signalizáciou malými vonkajšími reproduktormi a slúchadlami zaručujúcimi vysokú kvalitu zvuku a a v prípade potreby odrušenie od vonkajšieho prostredia. Základom je kvalitný netbook LENOVO Ideapad, operačný systém Windows XP, v ktorom pracuje multimediálny software BioExplorer, umožňujúci kompletný manažment zvukovej spätnej väzby cez MIDI, continuous MIDI a AUDIO PLAYER. Ako EEG zosilňovač bola zvolená inovovaná dvojkanálová jednotka EEG PN® firmy Minder Labs. Aj u tohto systému je samozrejmom požiadavkou pre úspešnú prácu so systémom zvládnutie základov neurofeedbacku, aplikácie BioExploreru a pokročilej práce s PC .

Tréningové protokoly, ktoré sú súčasťou zostavy, sú jednocanálové aj dvojkanálové, sú k dispozícii protokoly tréningu alfa synchronie, tréning dominantnej alfa frekvencie (čoraz populárnejší „peak alfa frequency training“). Vyžaduje sa znalosť Kamiyových a Hardtových prác o indikácii alfa tréningu u úzkosti, štúdií o NF aplikovaného u dependencií (Peniston, Kulkolsky, 1991), znalosť neurofeedbacku v pásmach alfa a theta z rôznych teoretických pozícií (N. Wight, L. Fehmi, W. Klimesch, J. Kamiya ).

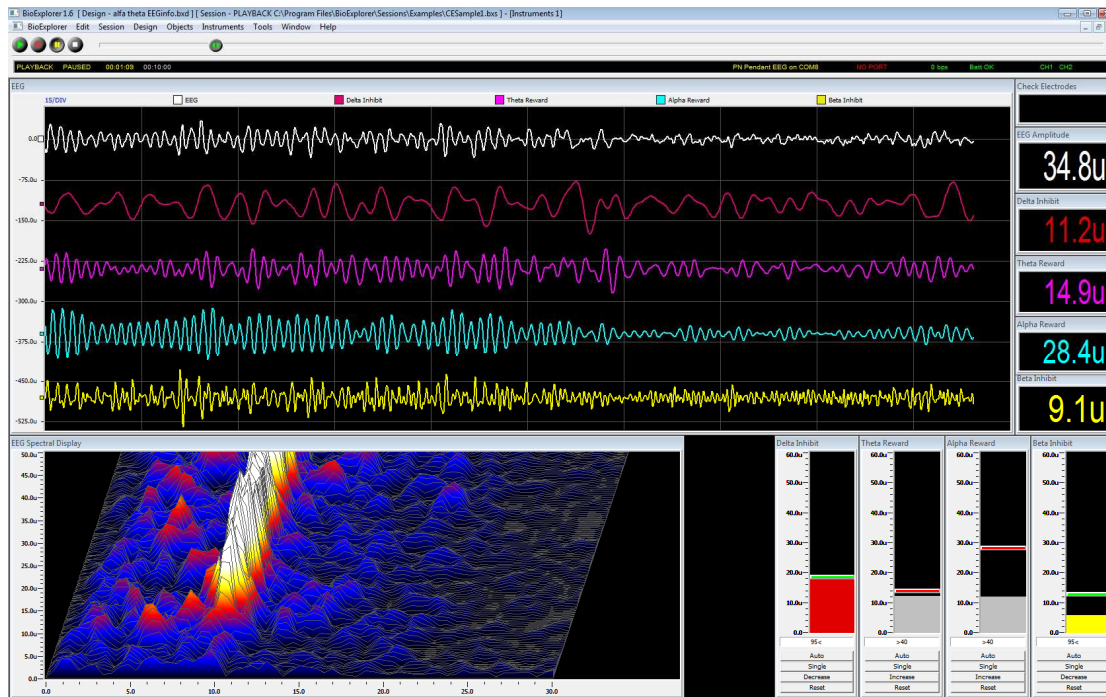
Analógová (proporčná) akustická signalizácia dáva spätnú väzbu nielen o prítomnosti alfa rytmov nad stanoveným kritériom, ale aj o ich intenzite. V porovnaní s ON-OFF signalizáciou (prítomnosť resp. neprítomnosť alfa rytmov nad stanoveným prahom), je proporčná signalizácia považovaná za účinnejšiu.

Zostava je určená pre terapeutov pracujúcich s posttraumatickými stresovými poruchami, s patologickou úzkosťou a závislosťami, komplikovanými poruchami osobnosti, depresiami, terapeutom orientovaným skôr dynamicky na osobný rast a zmeny osobnosti. Neklinické aplikácie alfa tréningov sledujú predovšetkým L. Fehmiho koncept „open focus“ zameraný na optimalizáciu pozornosti vo vzťahu k úrovni arousal. Jeho tréning alfa synchronie sa v súčasnosti považuje za jednu z najefektívnejších neurofeedback techník. Medzi 11 fenotypovými variantami EEG aktivity, ktoré popísali Johnston, Gunkelman, Lunt (2005) sú 4 alfa varianty, ktorých ovplyvnenie patrí medzi ťažšie úlohy neurofeedbacku.

Neuroterapeutom nedoporučujeme hneď začínať prax s alfa a A/T protokolmi. Potrebná je najmenej ročná skúsenosť s klasickými neurofeedback protokolmi v celom EEG frekvenčnom spektre pri otvorených aj zatvorených očiach a získanie praxe s klasickými biofeedback modalitami (najmä HRV, EDA, teplota a dýchanie). V rámci supervízií sa od neuroterapeuta

aplikujúceho alfa a A/T tréning očakáva dlhodobý vlastný tréning v rozsahu minimálne 70 - 90 tréningov od 30 do 90 minút, nácvik diafragmatického dýchania a absolvovanie HRV biofeedbacku.

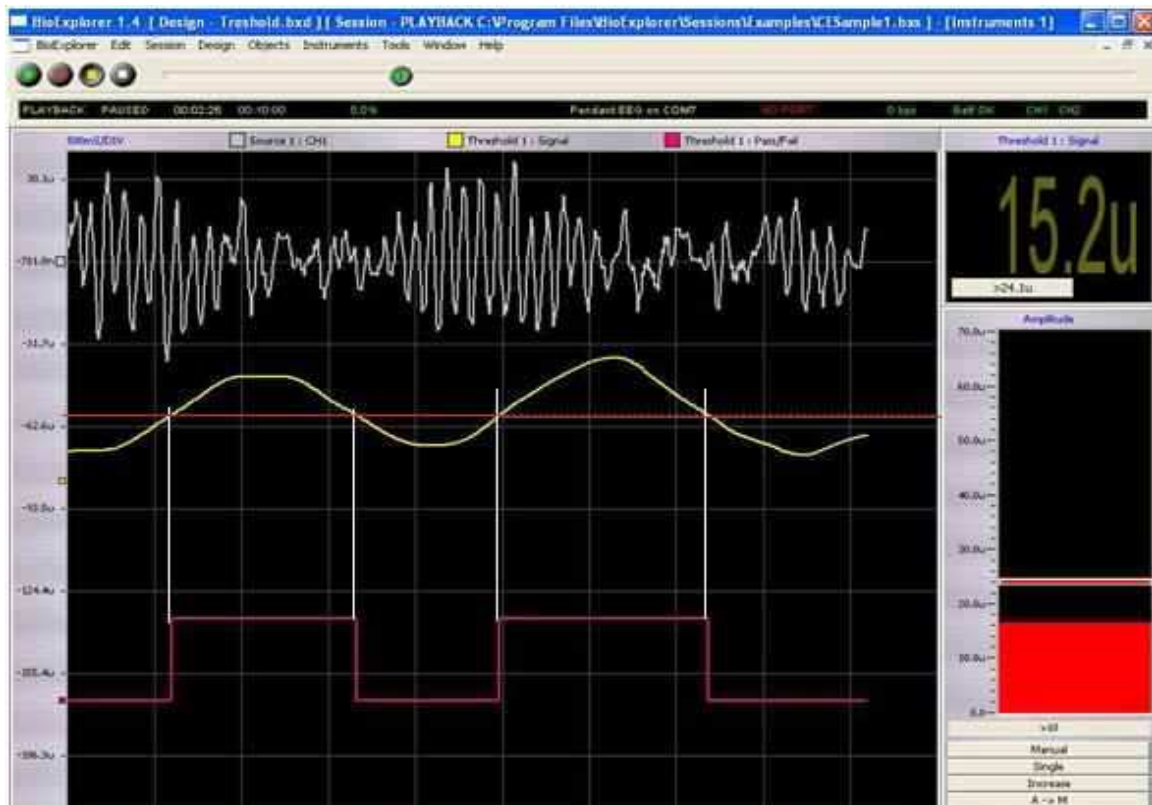
Zostava po úprave SMR/beta protokolov určených pre tréning s otvorenými očami (je nutné editovanie pracovných okien terapeutových obrazoviek), umožňuje po pripojení duálneho monitoru aj klasické tréningy pri otvorených očiach.



Na obr. 6 je monitor jednoduchého protokolu pre A/T tréning. Filtre nastavené na 2-5 Hz (delta), 5,50—8,50 (theta), 8-50-11,50 (alfa), 15-30 Hz (beta). Frekvenčné spektrum je v BioExploreri nastavené na 0 – 30 Hz, osciloskop 500 ms/div, pre lepšie čítanie alfa rytmov. vrchol spektra je okolo 10 Hz. V samostatnom (skrýtom) okne sú znázornené trendové krivky pre všetky frekvenčné pásma.

Zvládnutie neuroterapeutických stratégií s alfa rytmi, najmä s prechodom k theta rytmu, či už ich zvyšovanie, znižovanie v parametroch amplitúdy, intenzity a za rôznych podmienok (otvorené oči, zatvorené oči, situácia úlohy, imaginácia, direktívne exponovanie predstavy), na rôznych miestach - od posteriorných po frontálne lokalizácie – nepatrí medzi najľahšie úlohy neuroterapie. Osvojenie si týchto protokolov však v terapeutickú praxi prináša spravidla vysokú efektívnosť u rôznych diagnostických skupín. BioExplorer uľahčuje tieto úlohy tým, že umožňuje individualizovať protokol pre terapeuta a parametre feedbacku pre klienta či pacienta. Na obr. 7 vidíme porovnanie analógového (proporčného k priemernej amplitúde) feedback signálu so zvukovým signálom typu ON-OFF.

Hardt (1978) od začiatku svojich výskumov efektov EEG alfa biofeedbacku upozornil na dôkazy o vyššej efektívnosti integrovanej amplitúdovej metódy (feedback tón je proporcionálne modulovaný podľa zmien intenzity alfa rytmov), v porovnaní s feedbackom podľa percentuálneho kritéria (prahová metóda). Napriek tomu je odmeňovanie metódou nastavenia prahov najrozšírenejšie. Rozdiel medzi integrovanou amplitúdovou metódou a metódou prahov (ON-OFF signalizácia), vidíme na monitore BioExplorera (obr. 7), ktorý dovoľuje takéto nastavenia. Analógový charakter zvukovej signalizácie v porovnaní so signalizáciou typu ON/OFF je pre väčšinu klientov príjemnejší.

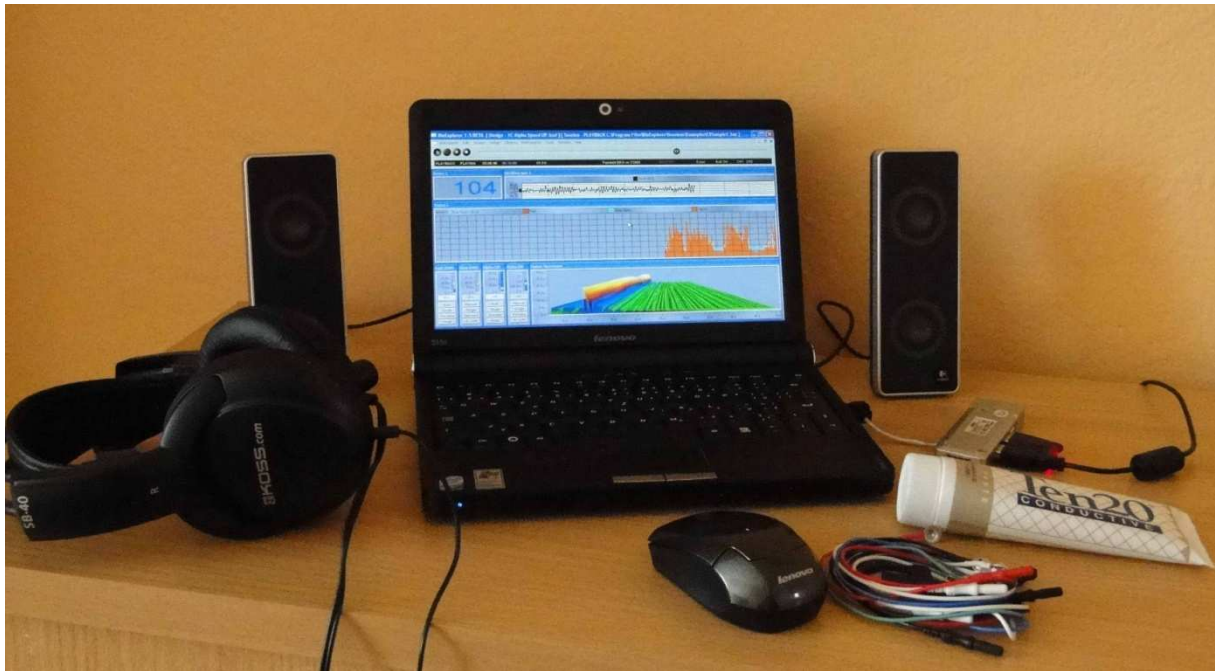


Obr. 7 Porovnanie ON-OFF (fialová krivka dole) a integrovanej proporčnej amplitúdovej metódy feedback signalizácie alfa rytmov (stredná sinusoidná krivka). Prah je nastavený na 24,1 uV a je kritériom pre ON (zapnutie zvukového signálu). Pre alfa rytmy bol nastavený filter: 8-12 Hz, Butterworth IIR filter radu 3. Nastavenia parametrov filtrov sa robia tak, aby oneskorenie feedback signálu bolo čo najmenšie. Červená čiara je prah pre proporčný feedback signál. Na monitore vidieť asi 500 ms oneskorenie začiatku zmeny feedback signálu v porovnaní s priebehom alfa vretienka. (Krivulka, 2007)

Pre alfa a A/T neuroterapiu preferujeme jednoduchú inštrumentáciu s bluetooth pripojením EEG PN® jednotky, s krátkymi elektródovými káblíkmi. Klient alebo pacient leží v pololežiacej polohe v polohovateľnom relaxačnom kresle. Feedback signál je dávaný buď cez slúchadlá alebo kvalitné reproduktory. Niektorí pacienti majú nepríjemný pocit izolovanosti pri dlhšom nasadení slúchadiel a preferujú reproduktorovú signalizáciu. Preto musia byť k dispozícii obidve možnosti. V miestnosti má byť prítomie a zabezpečený nerušený priebeh sedenia. Tréningový manažment by mal obsahovať minimálne 25-30 alfa, resp. A/T tréningov, ktorým predchádza buď teplotný, alebo HRV biofeedback a nácvik relaxovaného diafragmatického dýchania. Predchádza mu dôkladná edukácia o alfa tréningu obsahujúca popisy meditatívnych, hlboko relaxovaných a hypnagogických stavov, zmien úrovni vedomia a pozornosti vo vzťahu k EEG. Klientovi má byť jasný rozdiel medzi pasívnou a aktívnou vôľovou reguláciou. Sledovanie elektrodermálnej aktivity pri alfa a A/T tréningu je dôležité z hľadiska posúdenia priebehu, obranných reakcií, prítomnosti emocionálnej tenzie alebo úzkosti.

Lokalizáciu volíme individuálne podľa frekvenčných a amplitúdových charakteristík v alfa pásme. Často volené lokalizácie sú 1 cm nad O1 (referenčne), Oz so spojenými ušami, často používané P4. Fehmi preferuje len referenčnú montáž elektród. Iní autori používajú

bipolárne zapojenia, i keď sme spomínali, že majú desynchronizačný vplyv. Pri bipolárnom zapojení P4 – O2 je u 75% normálnej dospeléj populácie alfa amplitúda v rozsahu 15 – 45  $\mu$ V (pri vzdialenosti elektród 6,5 cm).



Obr.8 Základom neurofeedback zostavy pre alfa a A/T tréning je notepad Lenovo IdeaPad S10e, malé, ale kvalitné reproduktory Logitech napájané priamo s USB portu, kvalitná slúchadlá KOSS. BioExplorer spracúva EEG signál z osvedčeného modulu EEG PN® bluetooth technológiou. Systém dopĺňa laserova wireless myška Lenovo N10, čo zvyšuje komfort obsluhy. Celý systém môže pracovať nezávisle na sieti. Je umiestnený v brašni 29 x 23 x 13 cm.

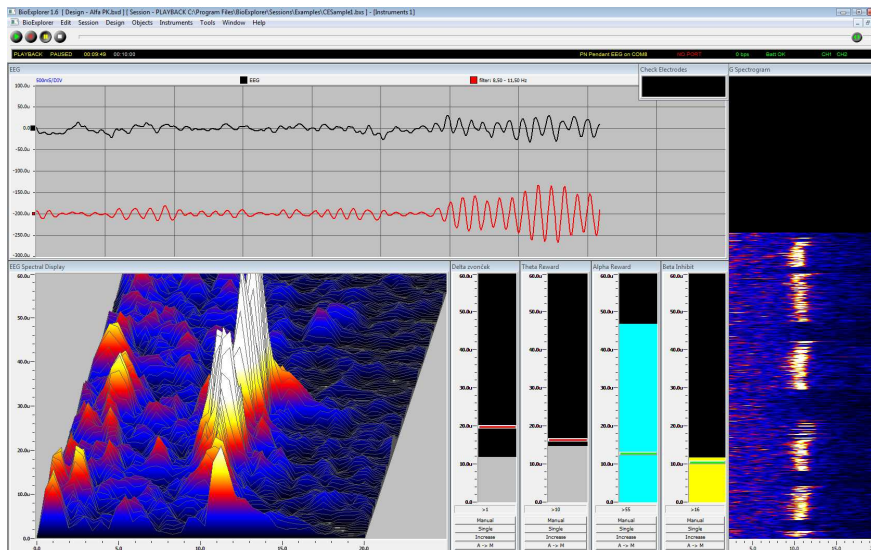
Výber konkrétneho protokolu v klinických aj neklinických podmienkach závisí od problému, ktorý s pacientom alebo klientom riešime a od charakteristík hrubej EEG krivky. Vždy mu predchádza podrobné psychodiagnostické vyšetrenie vrátane aplikácie dotazníkov depresie, úzkosti a inventória MMPI, vyšetrenie pozornosti a reakčného času. Dôležité je použiť DES škálu z dôvodov, ktoré sme už uviedli na stranách 4. a 13. (DES odhalí možné kontraindikácie). ROR test je vhodný najmä preto, lebo ukáže v akom vzťahu sú primárne a sekundárne procesy, čiže riziko preniknutia primárnych obsahov do vedomia pri poklese racionálnej kontroly (ak sa vyjadrujeme v analytickej terminológii). V tomto zmysle je kombinácia DES a ROR veľmi vhodná. Jasné definovanie terapeutických, resp. tréningových cieľov by malo zavŕšiť túto fázu vstupného hodnotenia pacienta.

Ak je klient dobre pripravený na alfa alebo A/T tréning, väčšinou nie sú problémy s inhibíciou beta2 rytmov, preto len kontrolujeme ich amplitúdy. Ak nepoužívame sledovanie elektrodermálnej aktivity môžu byť prechody do pásma nízkej bety a bety2 náhradným indikátorom zvýšenia emocionálnej tenzie, úzkosti, resp. nejakých rušení v priebehu tréningu. Filter nastavujeme od 14 do 31 Hz, alebo použijeme dva filtre 14 – 21 Hz a 20 – 31 Hz. Kritickejšie je nastavenie dolného pásme subalfy, lebo nie je jedno, či, bude, 8,5 Hz alebo 8,0, resp. 7,5 Hz. Z krivky môžeme stanoviť aj presnejšie a citlivejšie nastavenie prechodového pásma do thety, napr 7,8 Hz. V každom prípade nastavenie prechodu alfa-theta patrí medzi najkritickejšie miesta protokolu. Prechody do spánkových rytmov (pod 4,5

Hz) by mali byť signalizované tzv. budiacim zvončekom, ktorý posúva klienta do bdelejšieho stavu a zabezpečuje tiež, aby počas tréningu jednoducho nezaspal.

V základnej ponuke sú nasledovné alfa a alfa/theta protokoly pre BioExplorer:

- 1) Jednoduchý jednokanálový alfa protokol so snímaním na Pz so spojenou ušnou referenciou, alebo na P4, prípadne O1, ktorého monitor je na obr. 9 Klient počúva tón, ktorý indikuje prítomnosť alfa rytmu, zvonček signalizuje pokles frekvencie pod 5 Hz (delta zvonček). Modul *audio player* v BioExploreri umožňuje použiť na indikáciu alfa rytmu ľubovoľné tóny, hudbu, syntetizátory a pod. Prahy možno nastaviť v režime *autotreshold* alebo *manual*. Theta pásmo možno prepnutím tlačidla buď posilňovať, alebo inhibovať prepnutím tlačidla *increase/decrease*. Nastavenie možno meniť v širokom rozsahu. Protokol je prehľadný s jasným algoritmom a zobrazením jednotlivých parametrov. Vhodný pre terapeutov začínajúcich pracovať s alfa NF.

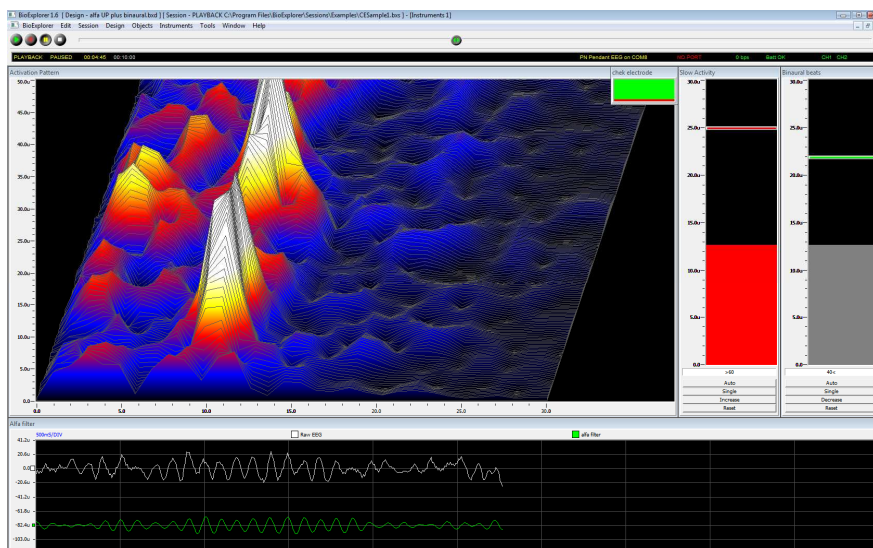


Obr. 9, Pozri text. Vpravo je časové spektrum výskytu alfa rytmov.

- 2) Jednokanálový protokol zameraný na zvyšovanie alfa rytmov s binaurálnou stimuláciou. Keď trénujúci dosiahne alfa rytmus binaurálna stimulácia sa vypína, alfa tón zapína. Monitor terapeuta je na obr. 10

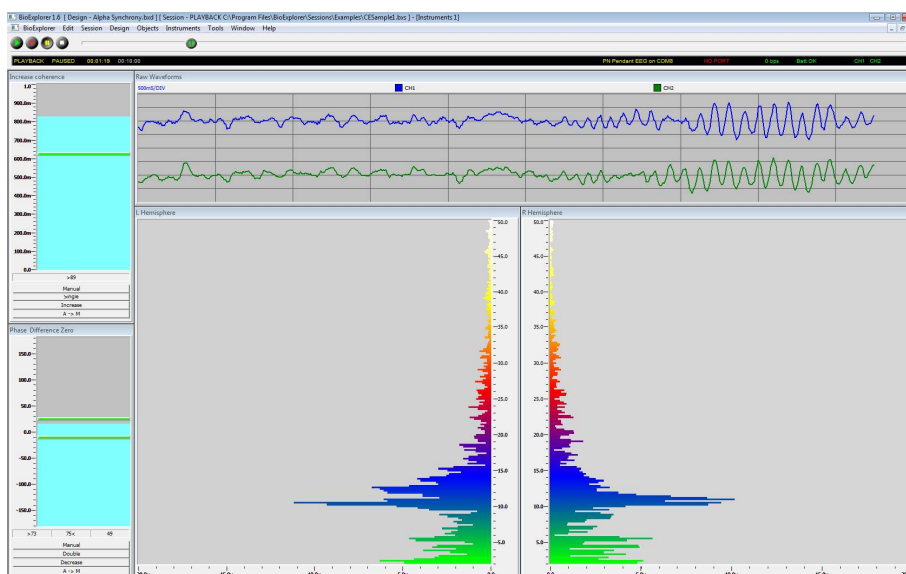
Z pomerne veľkého množstva tréningových protokolov pre BioExplorer sme pre úvodnú prácu v alfa-theta pásme vybrali dizajny vyvinuté Petrom Van Deusenom z The Learning Curve, Inc. preto, lebo majú jasný algoritmus, rýchlu odozvu, prehľadnú obrazovku. Do signálových diagramov boli pridané moduly pre kontrolu kvality EEG signálu a v niektorých prípadoch vstupná filtrácia EEG signálu pre jeho lepšiu čitateľnosť. Zložitejšie signálové diagramy nemožno meniť.

Protokol, ktorého pracovný monitor je na obr. 9, bol vyvinutý S. Othmerom a možno v ňom nastaviť frekvenčné rozsahy cez *tools > filters*. Skrytá obrazovka *Instruments 2* zobrazuje trendové krivky. Prehľadné usporiadanie frekvenčných spektier jasne zobrazujú aktuálnu prítomnosť alfa rytmov (spektrum vľavo dole a dlhodobější vývoj alfa rytmov (pravé spektrum)).



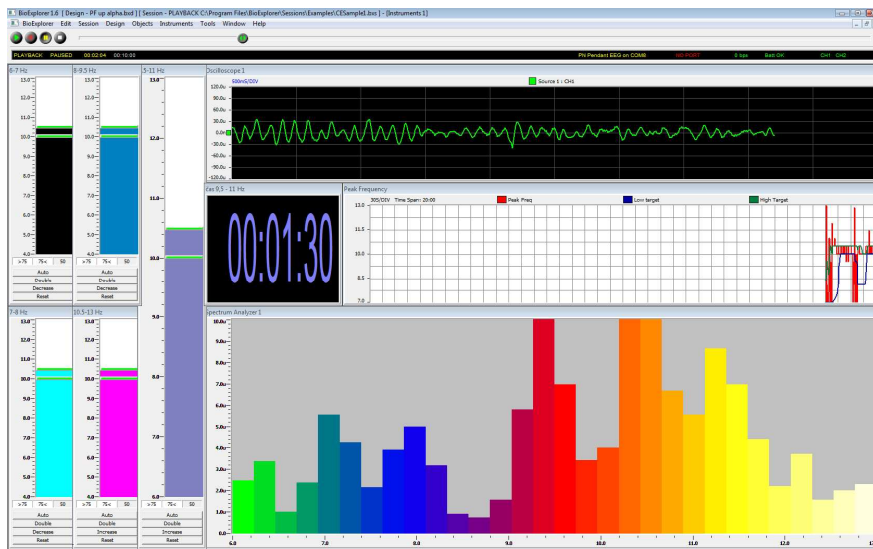
Obr. 10. Monitor jednokanálového alfa protokolu s binaurálnou stimuláciou.

- 3) Dvojkanálový alfa synchronný protokol využíva miery koherencie a fázového rozdielu medzi dvoma signálmi – v tomto prípade už po filtrácii 8 – 12 Hz. Pri zvyšovaní koherencie nad stanovený prah a neprekročení fázového rozdielu o 30° sa spúšťa príjemný zvukový feedback signál. Jedná sa o najjednoduchší dvojkanálový tréning synchronie alfa rytmov medzi pravou a ľavou hemisférou. Monitor terapeuta je na obr. 11. Tréningy koherencie si vyžadujú opatrnosť, lebo aj krátky tréning môže ovplyvniť konektivitu.



Obr. 11. Monitor jednoduchého dvojkanálového protokolu pre synchronný alfa tréning.

- 4) Na viacerých miestach sme sa zdieľali o tréningu zvyšovania dominantnej alfa frekvencie. Dominantná alfa frekvencia (alpha peak frequency - APF) je jedna z najdôležitejších mier elektrickej aktivity mozgu. Spomaľovanie APF pod 9,5-9,8 Hz často vidíme u starších klientov u klientov s vysoko stresujúcim životným štýlom alebo traumatickou anamnézou. Spalenie APF môže mať za následok ťažkosti pri nachádzaní slov, poruchy spánku, kognitívne poruchy a iné. Tento tréningový protokol vyvinutý pôvodne Petrom van Deusenom umožňuje tréning APF vo veľmi dobre navrhnutom dizajne, ktorého pracovný monitor vidíme na obr. 12.



Obr. 12. Monitor protokolu pre APF tréning vyvinutý Petrom van Deusenom

Zložitejšie alfa a  $\Delta/T$  neurofeedback protokoly so sledovaním viacerých parametrov a trendov s automatickým nastavovaním prahov, budú k dispozícii v rámci supervízií a workshopov.

Súčasťou SW balíka neurofeedback zostavy je PC verzia DES – ktorú možno používať len pre účely vstupného diagnostického hodnotenia pri indikácii NF pomalých rytmov, alebo priebehu neuroterapie.

*S neurofeedback zostavou v klinických podmienkach môžu pracovať klinický psychológovia, psychoterapeuti a psychiatri s preferovanou dynamickou orientáciou po absolvovaní základného kurzu. Neuroterapeuti s inými špecializáciami by nemali aplikovať alfa resp. alfa/theta neurofeedback. Ak ho použijú, tak s vedomím rizika, že môžu uvoľniť latentnú psychopatológiu, alebo nejaké nepredikovateľné zmeny. Alfa a alfa/theta neurofeedback sa neodporúča používať bez príslušného kurzu a supervízie. U dependencií, úzkostných porúch, PTSD, depresii a iných klinických diagnóz sa aplikácia NF pomalých rytmov viaže na príslušnú špecializáciu a absolvovanie základného kurzu v Neurobiofeedback inštitúte SABN. Aj neklinické aplikácie neurofeedbacku v pásme pomalých EEG rytmov by mali vykonávať len certifikovaní neuroterapeuti.*

*K opatrnosti pri aplikácii NF tréningu v pásme alfa rytmov nabádajú aj výsledky citovaného výskumu dokazujúce signifikantné zmeny v mozgovej plasticite po neurofeedback tréningu supresie alfa rytmu. Ros et al (2010) pozorovali, že kortikálna reakcia, aktivovaná neurofeedback tréningom bola významne sprevádzaná dezinhibíciou intrakortikálnej synaptickej funkcie, a to viac ako o 150%. Tieto zmeny v neuroplasticite pretrvávali najmenej 20 minút po ukončení tréningu a boli dosiahnuté v jednom sedení, čiže je málo pravdepodobné, že sa tu uplatnilo operačné podmieňovanie. Až opakovanie tejto procedúry navodzuje zmeny, ktoré môžu byť dlhodobé. Celý výskum sa konal pod supervíziou profesorov J. Gruzeliera a J. Rothwella a priniesol vôbec prvý dôkaz o zmene neuroplasticity po neurofeedback tréningu supresie alfa rytmov.*

O dostupnosti a cene popísanej neurofeedback zostavy sa možno informovať na [biofeedback@rsnet.sk](mailto:biofeedback@rsnet.sk)

Výber bibliografie

Raymond J et al: The effects of alpha/theta neurofeedback on personality and mood. *Cognitive Brain Research*, 23, 2-3, may 2005, p 287-292

Hardt, J. V., & Kamiya, J. (1978). Anxiety change through electroencephalographic alpha feedback seen only in high anxiety subjects. [Science](#), 201, 79-81.

Cantero JL et al: Functional integrity of thalamocortical circuits differentiates normal aging from mild cognitive impairment. *Human Brain Mapping* 30:3944–3957 (2009)

Weisz, N., Moratti, S., Meinzer, M., Dohrmann, K., Elbert, T., 2005a. Tinnitus perception and distress is related to abnormal spontaneous brain activity as measured by magnetoencephalography. *Public Libr. Sci. Med.* 2, e153.

Boyton T: Applied research using alpha/theta training for enhancing creativity and well-being *Journal of Neurotherapy*, Vol. 5(1/2) 2001 5-17

Hardt JV: Personality change through voluntary control of EEG alpha activity *Proceedings, Biofeedback Society of America*, March 1978, 9, 215-218. [edited for the web]

Moore NC: The neurotherapy of anxiety disorders. *Journal of Adult Development*, Vol. 12, Nos. 2/3, August 2005

Walker JE: Anxiety associated with post traumatic stress disorder - the role of quantitative electroencephalograph in diagnosis and in guiding neurofeedback training to remediate the anxiety. *Biofeedback* Vol 37, Issue 2, pp 67-70, AAPB.

Gruzelier J: A theory of alpha/theta neurofeedback, creative performance enhancement, long distance functional connectivity and psychological integration. *Cogn Process* (2009) 10 (Suppl 1):S101–S109

Sterman B: Story of SMR. The 8th annual conference for the Society for the Advancement of Brain Analysis (SABA), Marineland, Saint Augustine, Florida, May 1 to 5, 2009. Abstract AAPB

Johnstone J., Gunkelman J. Lunt J: (2005) Clinical database development: Characterization of EE Phenotypes. *Clinical EEG and Neuroscience*, 36(2); 99-107

McKnight JT, Fehmi LG: Attention and neurofeedback synchrony training: Clinical results and their significance, *Journal of Neurotherapy*, Vol. 5(1/2) 2001

Albert AO, Andrasik F, Moore JL, Dunn BR. (1998). Theta/beta training for attention, concentration and memory improvement in the geriatric population. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 23(2), 109.

Woodruff DS: Relationships among EEG alpha frequency, reaction time, and age: A Biofeedback Study, *Psychophysiology*, 2007, vol 12, Issue 6, p. 673-681

Rice KM, Blanchard EB, Purcell M: Biofeedback treatments of generalized anxiety disorder: preliminary results. *Biofeedback Self Regul.*, 1993 Jun;18(2):93-105

Hamond DC: The alpha rhythm in EEG. *Journal of Neurotherapy*, Vol. 6(3) 2002, p 89 - 100

Green J, Shellenberger R, 1986: From the ghost in the box to successful biofeedback training, 1986.

Dempster T, Vernon D: Identifying indices of learning for alpha neurofeedback training, *Appl Psychophysiol Biofeedback* (2009) 34:309–318

Philippens I, Vanwersch R: Neurofeedback training on sensorimotor rhythm in marmoset monkeys. *Neuroreport* 2010, in press.

Krivulka P, Sedláček M: Autoregulácia biologickou spätnou väzbou EEG alfa rytmov. *Čs. psychol.* roč. 24, 1980, č. 4

Krivulka P: EEG biofeedback: história, súvislosti a súčasnosť. EEG biofeedback centrum Rimavská Sobota, 2001,  
[http://www.biofeedback.sk/pdf/archiv/historia\\_suvislosti\\_sucasnost.pdf](http://www.biofeedback.sk/pdf/archiv/historia_suvislosti_sucasnost.pdf)

Kerson C, Sherman RA, Kozlowski GP: Alpha suppression and symmetry training for generalized anxiety symptoms. *Journal of Neurotherapy*, 13:146–155, 2009

Peniston, E. G. (1986). EMG biofeedback-assisted desensitization treatment for Vietnam combat veterans posttraumatic stress disorder. *Clinical Biofeedback and Health*, 9(1), 35-41.

Peniston, E. G., & Kulkosky, P. J. (1989). Alpha-theta brainwave training and beta endorphin levels in alcoholics. *Alcoholism: Clinical and Experimental Research*, 13(2), 271-279.

Peniston, E. G., & Kulkosky, P. J. (1990). Alcoholic personality and alpha-theta brainwave training. *Medical Psychotherapy*, 3, 37-55.

Peniston, E. G., & Kulkosky, P. J. (1991). Alpha-theta brainwave neuro-feedback for Vietnam Veterans with combat post-traumatic stress disorder. *Medical Psychotherapy*, 4, 47-60.

Peniston, E. G., Marrinan, D. A., Deming, W. A., & Kulkosky, P. J. (1993). EEG alpha-theta brainwave synchronization in Vietnam theater veterans with combat related posttraumatic stress disorder and alcohol abuse. *Advances in Medical Psychotherapy: An International Journal*, 6, 37-50.

Saxby, E., & Peniston, E. G. (1995). Alpha-theta neurofeedback training: An effective treatment for male and female alcoholics with depressive symptoms. *Journal of Clinical Psychology*, 51(5), 685-693.

Peniston EG: Comments by Peniston. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, vol 23, No 4, 1998, p. 273 – 275.

White N: Alpha-theta neurotherapy as a multi-level matrix of intervention. In: Kall R, Kamiya J: *Textbook of Neurofeedback, EEG Biofeedback, qEEG and Brain Self Regulation*. 2003, Futurehealth, Inc

Plávková M: Alfa/theta tréning. Prezentácia na 4. konferencii SABN, 2005.  
<http://www.biofeedback.sk/pdf/MariaPlavkovaAlfaThetatrening.pdf>

Dohrmann K, Weisz N, Schlee W, Hartmann T, Elbert T: Neurofeedback for treating tinnitus. *Progress in brain research* 166 (2007), 554 pp. 473-485

Price J, Budzynski T, Budzynski MA: Anxiety, EEG patterns, and neurofeedback. In: Budzynski TH, Budzynski HM, Evans JR, Ababanel A: *Introduction to Quantitative EEG and*

Neurofeedback. Advanced Theory and Applications. Second ed. Academic Press, 2009, p 453 – 472

Bajjal S, Srinivasan N: Theta activity and meditative states: spectral changes during concentrative meditation, Cogn Process, 2009.

Ros T, Munneke Moniek AM, Ruge D, Gruzelier JH, Rothwell JC: Endogenous control of waking brain rhythms induces neuroplasticity in humans. European Journal of Neuroscience, 2010; 31 (4), p 770 - 778

Trudeau DL: Plasticity and neurotherapy. Journal of Neurotherapy, Vol. 4(4) 2001 p 1-3.