

**Biofeedback HRV. Biofeedback tréning rezonančnej frekvencie****Text k workshopu (kurz 2004)**

PhDr. Pavel Krivulka

- A. Nácvik dýchania pri biofeedbacku HRV a BTRF a niektoré teoretické zdôvodnenia postupu 2
- B. Efekt inštrukcie, pozície pri sedení a úlohy pri biofeedback tréningu HRV 10
- C. Základné tréningové protokoly biofeedbacku HRV 11
- D. Závery a odporúčania. Excerptá k téme 15

**Študijný text SABN**  
**akreditované Ministerstvom školstva SR a Slovenskou komorou psychológov**

---

*Copyright©Krivulka2004*

**A. Nácvik dýchania pri biofeedbacku HRV a BTRF a niektoré teoretické zdôvodnenia postupu. Terapeutické protokoly.**

*„... celé telo, nie len mozog, je orgánom myslenia“  
(P. Litchfield)*

Vo väčšine terapeutických protokolov (Smetankin, Vaschillo, Lehrer, Gevirtz), je nácvik dýchania pri biofeedbacku HRV podstatnou súčasťou tréningu. Metodike nácviku dýchania je potrebné venovať zvláštnu pozornosť, pretože v terapeutickej praxi sa často možno stretnúť s pacientmi, ktorí boli rôznymi terapeutmi a trénermi vedení k technike „predýchavania“ alebo „hlbokého dýchania“, či už samostatne, alebo v spojení s rôznymi relaxačnými metódami (väčšinou ide o pacientov s úzkostnými a panickými poruchami s väčšou alebo menšou komorbiditou). Ide o chybnú metodiku, vychádzajúcu zo starších predstáv o mechanike a fyziológii dýchania, ktorá vedie k opačným a nežiadúcim efektom, s možnosťou poškodenia pacienta.

P. Litchfield (2003) odhaduje, že najmenej 50% terapeutov a trénerov dereguluje dýchanie a navodzuje vzorec nadmerného dýchania („overbreathing“ , „predýchavanie“), ktorý môže viesť k fyziologickej kríze navodením hypokapnie a deficitu oxidu uhličitého. Pri relaxácii je, napríklad, akékoľvek hlboké dýchanie kontraindikované. U často citovaných 40% pacientov zažívajúcich úzkosť počas relaxačných tréningov, je vo väčšine prípadov spojená práve s deregulovaným a nadmerným dýchaním. V rôznych technikách dychových cvičení, sa často používajú chybné presvedčenia a mýty. Na niektoré z nich upozorňuje Litchfield:

Dobré dýchanie znamená relaxáciu.

**Nie.**

*Dobré dýchanie je dôležité v každej situácii, či už spojenej s relaxáciou alebo nie.*

Naučiť sa optimálnemu dýchaniu si vyžaduje relaxáciu.

**Nie.**

*To by znamenalo, že vo väčšine životných situácií, je dýchanie dysfunkčné.*

Diafragmatické dýchanie je synonymum optimálneho dýchania.

**Nie.**

*V mnohých prípadoch môže dôjsť k hyperventilácii ako výsledku pri prechode od hrudného k bráničnému dýchaniu.*

Optimálne dýchanie je založené na mechanike dýchania.

**Nie.**

*Optimálne funkčné dýchanie znamená ventiláciu v súlade s metabolickými požiadavkami organizmu. Tie sú, napríklad pri autogénnom tréningu, minimálne.*

Diafragmatické, hlboké, pomalé dýchanie sprostredkuje lepšiu distribúciu kyslíka.

**Nie.**

*Mechanika dýchania môže vyzerat' dokonale, ale distribúcia kyslíka môže byť chudobná.*

Výsledkom slabého dýchania je všeobecne kyslíkový deficit.

**Nie.**

*Naopak, kyslíkový deficit vzniká pri predýchavaní a hlbokom dýchaní v kľude.*

Dýchať optimálne, neznamená dýchať hlboko, pomaly a diafragmaticky, ako je to obvyklé pri relaxačných tréningoch. Optimalizovanie respiračnej fyziológie v kontexte biofeedbacku HRV sa deje cez kontrolu a reguláciu parametrov HRV krivky a jej spektrálnej charakteristiky. Aj tu však platí, že dosahovanie vysokých amplitúd v pásme rezonančnej frekvencie sa musí diať pri *pomalom dýchaní* (4-7 brpm) s predĺženým výdychom, bez nadmerného nádychu. Pri takejto pomalej dychovej frekvencii je tiež možné dysfunkčné dýchanie s hyperventilačným efektom. Iným typom tréningu je posun dychovej frekvencie do pásma HF s tým istým cieľom – dosiahnuť synchronný kardiorespiračný vzor s čo najvyššími amplitúdami, čo podporuje optimalizáciu parasympatického tonusu. Tento vzor možno dosiahnuť „hladkým, plynulým, celkom prirodzeným dýchaním, bez prudkých prechodov a prerušení, keď ľahko vydychujete dlhšie, ako sa nadychujete“ pri sediacej polohe, so skrátenou inštrukciou: „dýchajte jemne, pomaly a plynulo“.

*Samotná optimalizácia dychovej krivky na biofeedback monitore (napríklad podľa Hillsmanovej BIS metódy), nie je postačujúcou podmienkou pre nácvik optimálneho dýchania. Ukazuje sa, že mechanika dýchania musí byť podriadená chémii dýchania, podľa aktuálnych metabolických požiadaviek organizmu. Jednoducho povedané, sú to hodnoty a distribúcia CO<sub>2</sub> v krvnom riečišti, ktoré rozhodujú o efektívnosti dychového tréningu, ale, samozrejme, aj o negatívnom vplyve na rôzne orgánové systémy pri dysfunkčnom dýchaní. Posledné výskumy potvrdzujú, že aj pri nepatrnom posune v chémii CO<sub>2</sub> spôsobenom nadmerným dýchaním môže dôjsť k takým fyziologickým zmenám, ako je hypoxia (kyslíkový deficit), cerebrálna vazokonstrikcia (mozog, pozri obr. 69), koronárna konstrikcia (srdce), krvná a extracelulárna alkalóza (zvýšenie pH), glukózový deficit v mozgu, ischemia (lokálna anémia), konstrikcia bronchov, stiahnutie žalúdka, kalciová nerovnováha, magnéziová nedostačivosť, svalová únava, spazmy (tetanické krče) a rôzne bolesti.*

*Vplyv nadmerného dýchania a hyperventilácie na percepčné a kognitívne procesy, na emócie, na výkon a pozornosť je masívny a podrobnejšie vysvetlenia sú mimo rámca tejto kapitoly. Vyplývajú však z viacerých kontextov.*

*Pre neurofeedback terapeutov je potrebné opakovane zdôvodňovať, že normalizácia dýchania pred neurofeedback tréningom je dôležitou podmienkou*

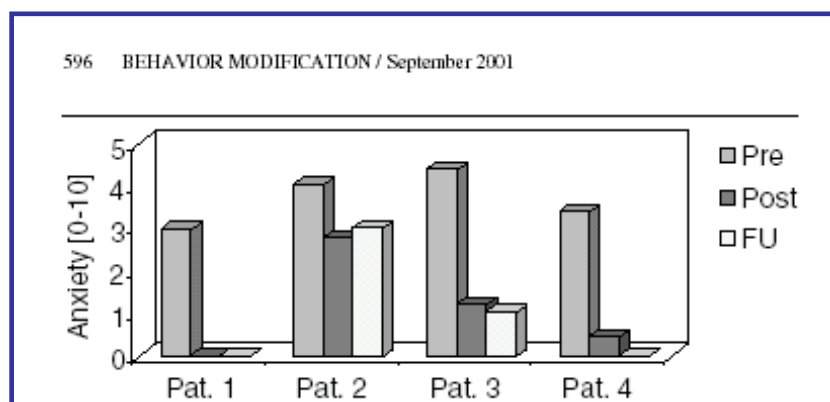
redukovania pomalých theta vln. Nadmerné dýchanie vedie k zníženiu cerebrálneho  $CO_2$ , čo posunie EEG spektrum k pomalým theta vlnám (česká EEG štúdia z roku 1965 dokázala, že zrýchlené dýchanie podľa metronómu signifikantne zvýši výskyt thety). Napríklad u detí s ADHD sa dysfunkčné dychové vzory s excesívne deregulovaným dýchaním vyskytujú veľmi často. Je preto potrebné dychovými tréningom (či už s biofeedbackom alebo bez neho), optimalizovať priebeh dýchania. Niet sa čo čudovať, keď informovaní biofeedback terapeuti apikujú biofeedback HRV u detí s ADD/ADHD, referujúc dobré efekty multimodálneho postupu.

Aj tu možno vidieť, že striktné oddelovanie „centrálneho“ a „autonómneho“ biofeedbacku stráca na opodstatnenosti, čo sa potvrdzuje aj vo svetle Porgesovej polyvagálnej teórie, ktorá umožňuje lepšie rozumieť odpovediam autonómnej regulácie na sociálne podnety. Podľa nej primárne emócie, začlenené do kardiopulmonálnej regulácie, majú pravoemisférové reprezentácie, čo koreluje s účinkami neurofeedbacku a vysvetľuje potrebu aplikovať kardiorespiračný biofeedback popri NFT. Biofeedback HRV rutinne robia pred neurofeedback tréningom Thompson a Thompson (2004). Len určitá pracnosť a náročnosť na inštrumentáciu a výcvik, je prekážkou rozšírenia tejto multimodálnej psychofyziologickej terapie. John Nash nevidí ostré hranice medzi autonómnym a centrálnym (EEG) biofeedbackom.

Účinky zrýchleného (alebo nadmerného) dýchania sú zosilnené pozitívnu interoceptívnou odozvovou slučkou, v zmysle kognitívno-behaviorálnej teórie paniky. Nárast ventilácie, ktorá sa spúšťa emocionálnou aktiváciou, spôsobuje pokles  $CO_2$ , končiaci sa zvýšením pH krvi, ale aj inými nežiaducimi biochemickými zmenami. Tieto procesy nie sú vedomé a pacient si uvedomuje len nárast súvisiacich príznakov a lavínovité spúšťanie panického útoku. Biofeedback terapia má viesť - posunom citlivosti vnímania - k zážitku okamžitej kontroly nad vznikajúcimi symptómami a teda k poznaniu, že ovládanie paniky je možné. Podľa Wolpeho a Rowana (1988) pocit okamžitej kontroly nad symptómami všeobecne zabraňuje vzniku úzkosti a paniky. Vidíme, že skĺbenie kognitívno-behaviorálnych postupov a biofeedback techník je podmienkou dosahovania terapeutických afektov.

Meureth, Wilhelm, Roth (2002) zo Stanfordskej univerzity celkom presvedčivo ukázali, že kapnometrický biofeedback v liečbe panickej poruchy je účinnou metódou práve preto, že presné meranie a kontrola  $PCO_2$  pri dychovom tréningu, je pre hodnotenie optimálneho dýchania dôležitejšie, ako kontrola iných parametrov. Redukcie úzkosti po kapnometrickom biofeedbacku sú graficky znázornené na obr. 61.

Pacienti často s úzkostným očakávaním predvídajú nové útoky, pretože prvé príznaky sú považované za neovládateľné. Výsledkom je, že riziko nových útokov rastie, pretože úzkostné očakávanie zvýši fyziologickú aktiváciu.



**Obr. 61. Individuálne skóre úzkosti počas hyperventilačného testu pred terapiou, po terapii a po 8 týždňoch (FU) u štyroch pacientov po kapnometrickom biofeedbacku (Meureth, Wilhelm, Roth, 2001).**

Pri biofeedbacku HRV vidíme, že nárast amplitúd možno dosiahnuť prehĺbením dýchania, ktoré je však *nežiaduce z hľadiska rizika hypokapnie*. Preto sa neustále zdôrazňuje „hladké, jemné, plynulé dýchanie s predĺženým výdychom proti odporu“ (zošpúlené pery). Toto nemusí byť nutne diafragmatické, pretože pri nácviaku prechodu z hrudného dýchania na abdominálne, môže dôjsť k zvyšovaniu objemu vzduchu pri dýchaní, k nadmernému dýchaniu a hypokapnii. Nástup paroxyzmálnej tachykardie spojenej s panikou počas tréningu sa môže rozvinúť po dvoch hlbších nádychoch (pozri str.95, obr.60).

Metóda BTRF je zameraná na dosahovanie maximálnych amplitúd R-R tachogramu pri rezonančnej frekvencii okolo 0,1 Hz. V pôvodnej Vaschillovej metóde však nebola obsiahnutá žiadna špecifická inštrukcia o dýchaní. Pokusné osoby *napriek tomu* dosahovali vysoké amplitúdy v pásme baroreceptorovej regulácie LF (0,05 – 0,11 Hz – pásmo rezonančnej frekvencie).

Nadmerné dýchanie (predýchavanie, hyperventilácia) patri svojimi následkami medzi najväznejší typ dychovej deregulácie. Je nebezpečné preto, lebo je mimovedomé a ťažko zistiteľné. Môže byť ľahko spúšťané rôznymi emocionálnymi situáciami v priebehu dňa, môže byť chronické, a môže byť spúšťané aj počas tréningu diafragmatického dýchania, keď sa terapeut pokúša meniť fixovanú mechaniku dýchania (najčastejšie hrudného). Preto sa v metodike BTRF (Krivulka, 2003), netrvá na splnení tejto podmienky a skôr sa trvá na kontrole hĺbky dýchania, aby sa znížilo riziko hypokapnie. *Prvou zásadou pri BTRF, ako je popísaná v manuáli metodiky, je preto zabránenie nadmernému dýchaniu typu „predýchavania“, ktoré sa nemusí viazať len na zrýchlené dýchanie (ktoré sa často stotožňuje s hyperventiláciou).* Ako bolo uvedené vo viacerých súvislostiach, aj mierny posun v chémii CO<sub>2</sub> spojený s nadmerným dýchaním, môže byť príčinou vážnych fyziologických zmien. Prirodzené dýchanie blízke „prevádzkovej“ frekvencii okolo kludových 10 brpm možno trénovať v pásme 0,2 Hz spektra s cieľom dosiahnuť synchronnú krivku (je tendencia k spomaľovaniu).

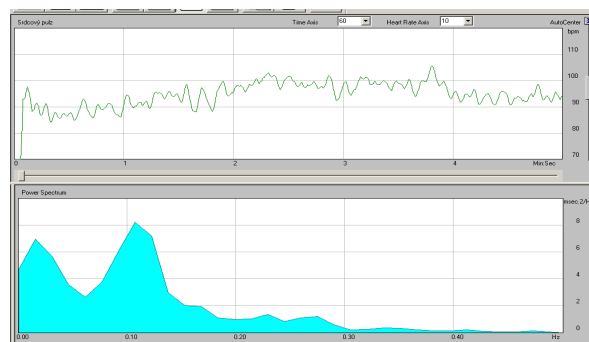
Objektívne kontinuálne sledovanie hodnôt vydychovaného PCO<sub>2</sub> je možné len digitálnym kapnometrom. V súčasnosti nie je k dispozícii cenovo dostupný

kapnometer pre klinické použitie. Preto sme odkázaní na vizuálne hodnotenie dýchania pacienta, jeho subjektívne referencie a hodnotenie HRV krivky. Riziko hypokapnie môžeme len odhadnúť. Je potrebné zabudovať tieto poznatky do edukácie pacienta a vedieť o komplikovanom vzťahu medzi mechanikou a chémiou dýchania.

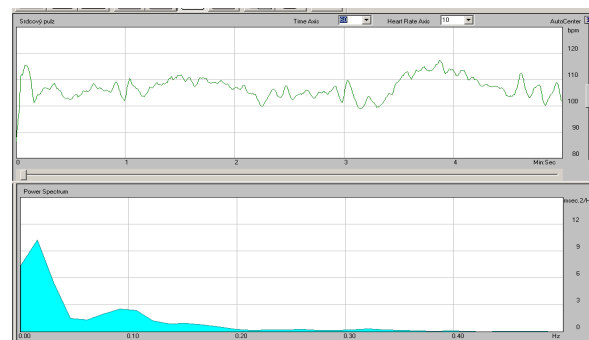
Na obr. 62a vidíme pokojový R-R tachogram 25-ročnej pacientky H. A. s panickou poruchou spojenou s hyperventiláciou a tachykardiami, ktorej internista ordinoval betablokátor, „aj keď je srdiečko zdravé“. Táto pacientka nemala 5 rokov pri pomerne vysokej pracovnej záťaži v zahraničí žiadne zdravotné ťažkosti. Po návrate domov sa rozvinul spomínaný obraz. Pacientka mala pri osvojovaní si žiadaného dychového vzoru problémy. Dlhé roky, od adolescencie, sa fixoval zvyk vťahovať brucho. Dysfunkčné, hrudné a vzdychavé dýchanie korelovalo s zvýšenou úzkostnou tenziou s autonómnou dysreguláciou.

Stresový záznam (obr. 62b) sa vyznačuje posunom spektra do pásma LF a VLF, pri nedostatku parasympatickej regulácie. Aj v situácii kludu vidno tendenciu k zvyšovaniu SF až ku 100 bpm. Pri ľahkej kognitívnej záťaži (odpočítavanie 1000-7) došlo k redukovaniu HRV a výraznému posunu spektra do pásma VLF. V odozve na záťaž sa podieľa kognitívna úzkosť aj autonómna zložka úzkostnej tenzie, čo je ukazovateľ zvýšenej stresovej vulnerability pacientky aj akútneho stavu s úbytkom energetickej rezervy.

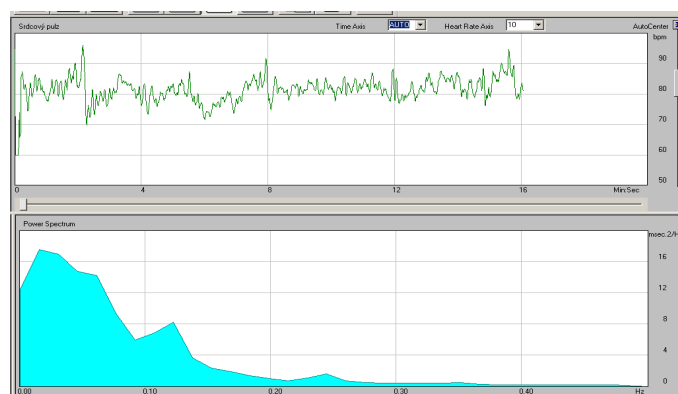
V prvom sedení BTRF (obr. 62c) pri riadenom dýchaní s 8 sec. cyklom a pomerom 1: 2 pretrvával u pacientky dysfunkčný dychový vzor a prvých 8 minút aj nestabilná SF. V SCL 90 pacientka vyprodukovala vysoko patognomický profil s prevahou symptómov v škále anxiety, somatizácií a depresie.



Obr. 62a. Kludový záznam pacientky H.A.



Obr. 62b. Pac. H.A. Tachogram a spektrum pri ľahkej kognitívnej záťaži „1000-7“

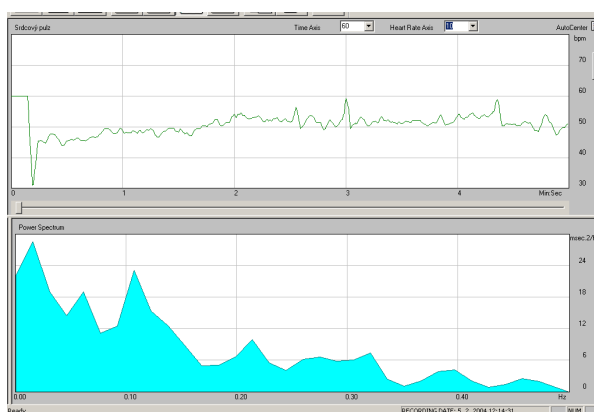


**Obr. 62c. Záznam z prvého BTRF tréningu pacientky H.A.**

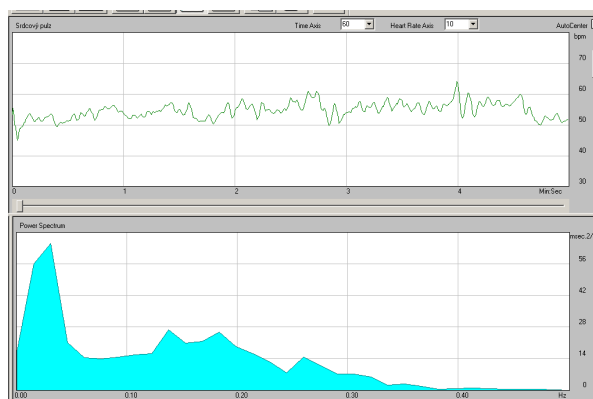
Terapeutické zvládnutie panickej poruchy biofeedbackom HRV, je vysoko efektívne ekonomicky, ako nefarmakologická terapia, je účinnou terapiou redukujúcou pacientove ťažkosti a je motivujúcou satisfakciou pre terapeuta.

Na strane druhej, často už pri prvom tréningu možno rozpoznať prognosticky menej priaznivé priebehy sebaregulácie, ako to bolo aj u pacientky H.A. neschopnej osvojiť si nejaký pravidelný vzor dýchania.

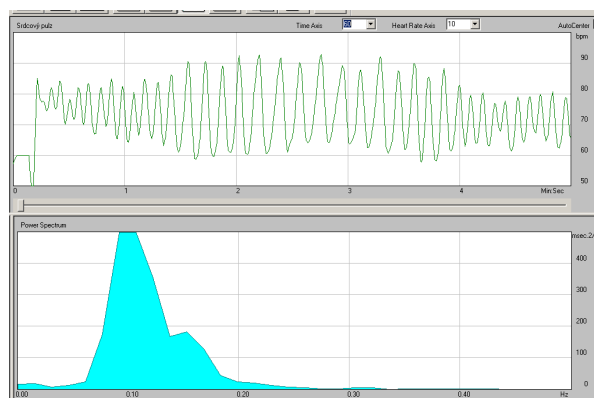
Na obr. 63a je kľudový záznam 26-ročného pacienta P.N. s úzkostnou poruchou a somatizáciami, ktorá sa vyvinula súbežne s poruchou osobnosti citovo nestálej, nevzretej psychosexuálne, s typickým konverzným obrazom v MMPI, čo korelovalo s množstvom autonómnej symptomatológie (búšenie srdca, tlaky na hrudi), **popri konverzných príznakoch**. Nápadne redukovaná HRV. Pri kognitívnej záťaži (obr. 63b) badateľný posun spektra do pásma VLF, s poklesom



**Obr. 63a. Kľudový tachogram s spektrum pacienta P.N.**



**Obr. 63b. Tachogram a spektrum u pacienta P.N. počas kognitívnej záťaž.**

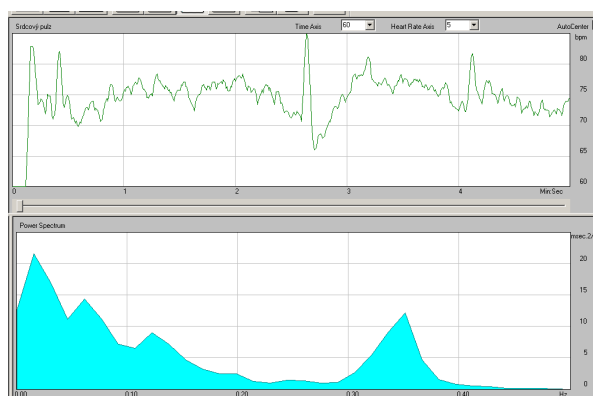


**Obr 63c. Kľudový záznam so spontánnou prezentáciou naučeného vzoru dýchania bez biofeedback signalizácie u pacienta P.N. po šiestich tréningoch.**

baroreceptorovej a parasympatickej zložky regulácie. Pri jednom sedení spontánne prezentuje naučený vzor dýchania a zvyšovania amplitúd HRV krivky bez biofeedbacku. Dôležité je, že pacient využíva postup mimo ambulancie, „keď je už úzkosť nepríjemná“ a vcelku účinne redukuje svoje úzkostné tenzie, sprevádzané tlakom na hrudi.

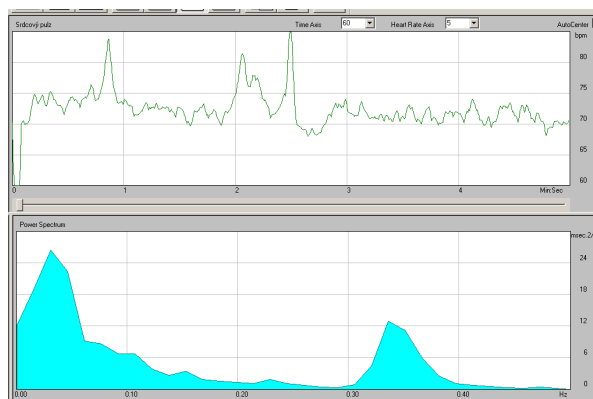
Pacient P.N. bol dôkladne edukovaný o pôvode príznakov a o fyziológii dýchania. Ako účinná sa ukázala vizualizácia optimálnej dychovej krivky so spojením „jemné, hladké dýchanie s uvoľňujúcim výdychom“. Z BTRF, ktorý bol pôvodne indikovaný ako adjuvančná terapia, popri psychoterapii a farmakoterapii absolvoval 7 tréningov.

52-ročná pacientka Š.E. Vleklá depresia so somatizáciami, rozvíjajúca sa disociatívna porucha, psychastenická osobnosť. Na začiatku bola významná psychotraumatizácia psychopatickým šéfom, s dlho doznievajúcim pocitom poníženia a urazenosti na hodnotovo kľúčovom mieste osobnosti. Terapeuticky rezistentná konštelácia príznakov. Pri vyšetrení ťažkosti s dýchaním, vnútorný tras, pokles dynamogénie, pocit clony v hlave, zabúdanie.



**Obr. 64a. Kľudový záznam pacientky Š.E.**

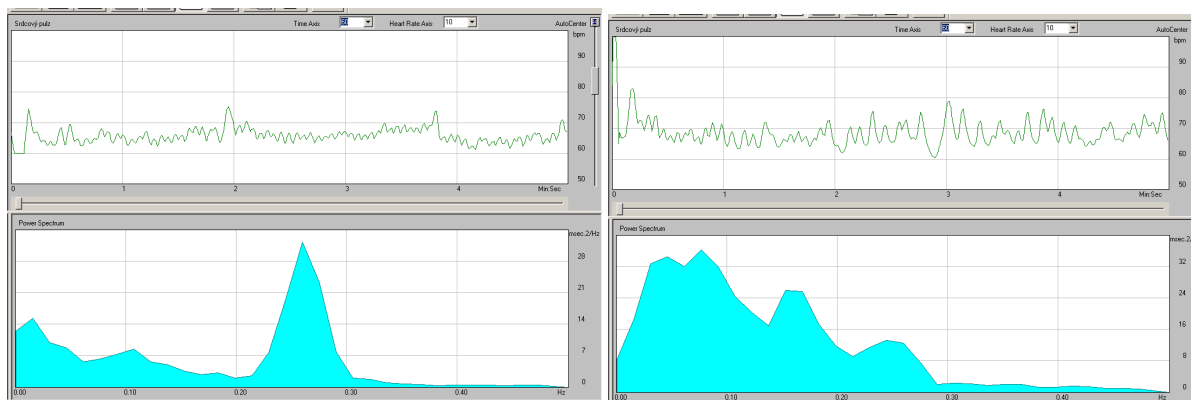
Pri porovnaní spektrálnych výkonov v kľude a počas kognitívnej záťaže vidíme len malý posun smerom k VLF. Profil spektra sa pri záťaži podstatne nezmenil, čo je v zhode s poznatkom, že u postraumatickej stresovej poruchy záťaž a stres nevedú k významnej zmene HRV parametrov, na rozdiel od netraumatizovaných jedincov. Parasymptická zložka je vyjadrením udržiavania „rovnováhy“ fyziologického stavu, pri nahromadenom strese. Celkove nízka reaktivita ANS.



**Obr. 64b. Záznam HRV pacientky Š.E. pri kognitívnej záťaži.**

Pokus zmierniť symptómy autonómnej dysregulácie narazil u pacientky Š.E. na konzervatívne postoje k aktívnej liečbe, na nedostatok náhľadu a sústredenia.

Poslednou ukážkou sú nálezy 32-ročnej pacientky E.S. so senzitívnou úzkosťou a sociálnou fóbiou, sebaneistej a večne egocentricky ruminujúcej svoje problémy, ku ktorej pribudli kardiálne obtiaže bez organického nálezu. Jej kľudové a záťažové krivky sú na obr. 65ab. V kľude prevaha vagového tonusu, s ktorým kontrastuje dosť redukovaná HRV pri pravidelnom plytkom dýchaní. Zmeny v tachograme a posun vo frekvenčnom spektre pri kognitívnej záťaži v porovnaní s kľudovou krivkou, je príkladom výrazného centrálneho vplyvu ľahkej kognitívnej záťaže na kardiorespiračný systém. V autonómnom „stroji“ sa aktivuje sympatická regulácia a klesá podiel aktivity parasymptatika pri nezmenenej SF. Mobilizačný efekt úlohy je zjavný aj vo zvýšení amplitúd HRV krivky.



**Obr. 65 ab. Pacientka E.S. Popis v texte.**

Kardiorespiračný biofeedback HRV má jednu veľkú výhodu, o ktorej sa treba zmieniť. Skúsenosť ukazuje, že pri prvom, najneskôr druhom tréningu, možno dosť presne stanoviť prognózu priebehu a úspešnosti terapie. Napríklad, u pacientky H. A. už pri prvom tréningu boli zjavné ťažkosti pri sebaregulácii (obr. 62c). Prakticky nebola schopná pravidelnejšie dýchať a jej HRV krivka odrážala plytké a nepravidelné dýchanie s veľmi labilnou SF. Mala strach z toho, že začne hyperventilovať tak, ako pri predchádzajúcich panických útokoch, sprevádzaných tachykardiou a končiacich urgentnou návštevou lekára. Negatívne nálezy odborných vyšetrení – od kardiologického až po endokrinologické – síce vylúčili orgánové ochorenia, pôvodné atribúcie však zostali fixované. V takýchto prípadoch terapeut počíta aj s inou - symptóm udržiavacou – psychopatológiou. Prognóza komplikovaného priebehu terapie sa ukázala správna.

Prognostická úvaha pri prvých tréningoch má význam aj pre čo najrýchlejšie presmerovanie terapie, ak sa vyskytnú nepriaznivé ukazovatele, prípadné psychodiagnostické prehodnotenie pôvodného názoru. Opiera sa o psychofyziologické hodnotenie kardiorespiračnej krivky, schopnosť pacienta dosiahnuť synchronnú krivku a, samozrejme, o výsledky testových metód a psychodiagnostickú úvahu. V klinickej praxi sa zriedka stretávame s jednoosovými diagnózami a symptómy autonómnej deregulácie sa vyskytujú prakticky u akejkolvek diagnózy. Indikácie je potrebné zvažovať a neusilovať sa o aplikácie biofeedbacku HRV za každú cenu.

## ***B. Efekt inštrukcie, pozície pri sedení a úlohy pri biofeedback tréningu HRV.***

Takmer v každom pojednaní o meraní HRV je vysvetlený veľký vplyv telesnej polohy na miery HRV. Polohy ležmo, stojmo, v sede - výrazne menia HRV a využívajú sa ako aktívny ortostatický test pri testovaní reaktivity ANS. Dodržiavanie určitých štandardných podmienok počas biofeedback tréningov je nevyhnutné, pretože patria k metodickým základom v aplikovanej psychofyziológii.

Schaffer so spolupracovníkmi podrobne skúmali vplyv rôznych premenných na periférne fyziologické modality. Aspoň stručne preberieme základné poznatky.

Zistilo sa, že inštrukcie pracujúce s rôznymi úrovňami aktívnej alebo pasívnej vôľovej sebaregulácie (nezávisle na špecifickosti inštrukcie - „kludne sedieť“ vs. „snažte sa kludne a bez pohybu sedieť, nekašlite, nerobte žiadne prudké pohyby a uvoľnite sa“), môžu vplývať na výsledné hodnoty EMG, dýchové miery, EDA a iné (Schaffer, et. al. 1997).

Vynucovanie si nejakého výkonu počas psychofyziologických meraní je dosť problematickou záležitosťou. Napríklad požiadavka dýchať diafragmaticky sa javí ako nesprávna pri určitom uhle sedenia, ktorý produkuje hrudné dýchanie, na čo upozornil Lewis (1992). Kolmé sedenie zjavne sťažuje tréning diafragmatického dýchania. Preto sú kvalitné polohovateľné kreslá pre biofeedback terapiu potrebné najmä pri BTRF a relaxačné techniky.

Pri riadenom dýchaní sa môže vyskytnúť viacero komplikácií. V jednej štúdií sa ukázalo, že úsilie dýchať podľa určitého vzoru (riadené tempo dýchania), prerušuje diafragmatické dýchanie, (Schaffer, et.al. 1997). Zladienie frekvencie dýchania, dychového vzoru a diafragmatickej mechaniky nie je nijako jednoduchý výkon, ak ho žiadame od pacienta s deregulovaným dýchaním.

Schaffer, et. al. (2002) zistili, že detailnosť edukácie počas merania psychofyziologických parametrov, neovplyvňuje významne výsledné hodnoty. Autori skúmali vplyv dvoch základných polôh (stoj, ležmo) pri dvoch podmienkach (klud a stresor) na srdcovú frekvenciu a dychovú frekvenciu u skupiny vysokoškolských študentiek (N=63). Niektoré dôležité výsledky tejto štúdie sú uvedené v tabuľkách 1. a 2.

Condition	N	Mean	SD
Upright baseline	63	11.93	4.34
Reclining baseline	63	12.96	3.81
Upright stressor	63	14.12	4.38
Reclining stressor	63	14.33	4.47

Condition	N	Mean	SD
Upright baseline	63	73.28	9.84
Reclining baseline	63	72.32	9.83
Upright stressor	63	75.62	11.79
Reclining stressor	63	73.59	12.31

**Tab. 1. a 2.** V 1. tabuľke sú zmeny dychovej frekvencie v spriamenej polohe (upright) a v polohe ležmo (reclining) v podmienkach kl'udu (baseline) a pri odpočítavaní (stressor). V druhej tabuľke tie isté podmienky pri meraní srdcovej frekvencie (Schaffer, et.al. 2002)

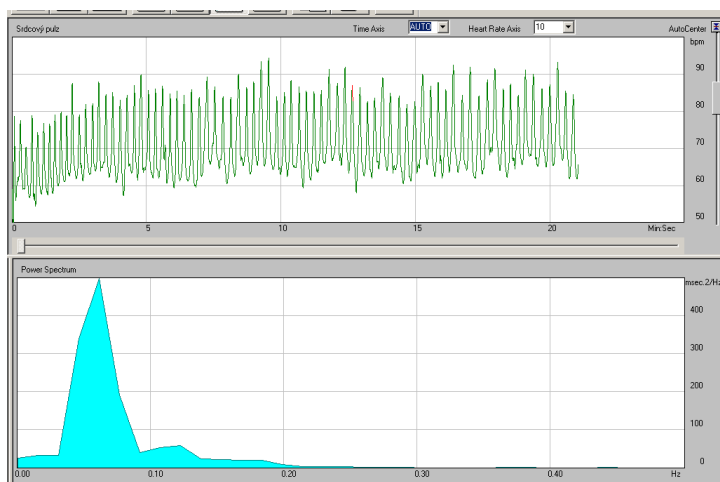
Biofeedback HRV (RSA, BTRF) v terapii rôznych autonómnych dysfunkcií a porúch sa opiera o množstvo poznatkov respiračnej psychofyziológie. I keď panuje názorová nejednosť v porozumení napríklad hypereventilácie pri vzniku panickkej poruchy, biofeedbackové metódy nám aj tu pomáhajú rozumieť hyperventilácii skôr ako súčasťou panickkej poruchy, ako jej príčine.

### **C. Základné tréningové protokoly biofeedbacku HRV.**

#### **1. Základný protokol BTRF.**

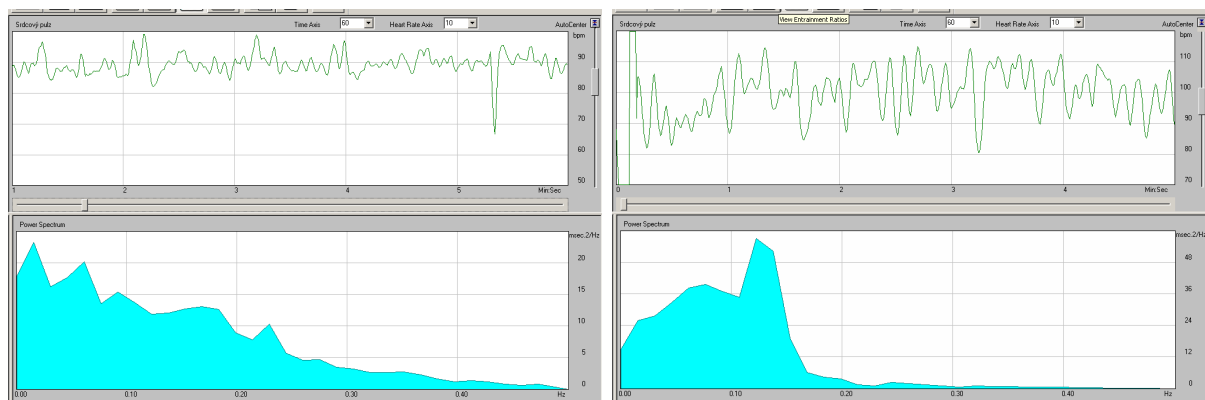
Metoda biofeedbacku HRV je v základnej verzii BTRF zameraná na osvojenie nácviku kardiorespiračného vzoru dýchania v pásme okolo 0,1 Hz frekvenčného spektra pri hladkom, pomalom dýchaní 4 až 7 brpm, kde je pri

zvyšovaní amplitúd HRV hlavným cieľom tréning baroreceptorovej regulácie pri dosahovaní rezonančnej frekvencie. Podrobne bol protokol popísaný na inom mieste (Krivulka, 2003, skriptá a manuál).



**Obr. 66a. Model tréningového protokolu BTRF. Klientka G. T. Pri dosahovaní RF klientka znížila dychovú frekvenciu z počiatočných 5 brpm na 3 – 3,5 brpm, pri ktorej dosahovala najvyššie oscilácie HRV. Rezonančná frekvencia je v pásme 0,06 Hz. Porovnajme frekvenciu na začiatku a konci tréningu, jej postupné znižovanie.**

Tu si len pripomenieme, že pri tomto protokole je bezpodmienečné nutné zabrániť či už manifestnej, alebo skrytej hyperventilácii a predýchavaniu. Niektoré dôvody boli uvedené v prvej časti textu.



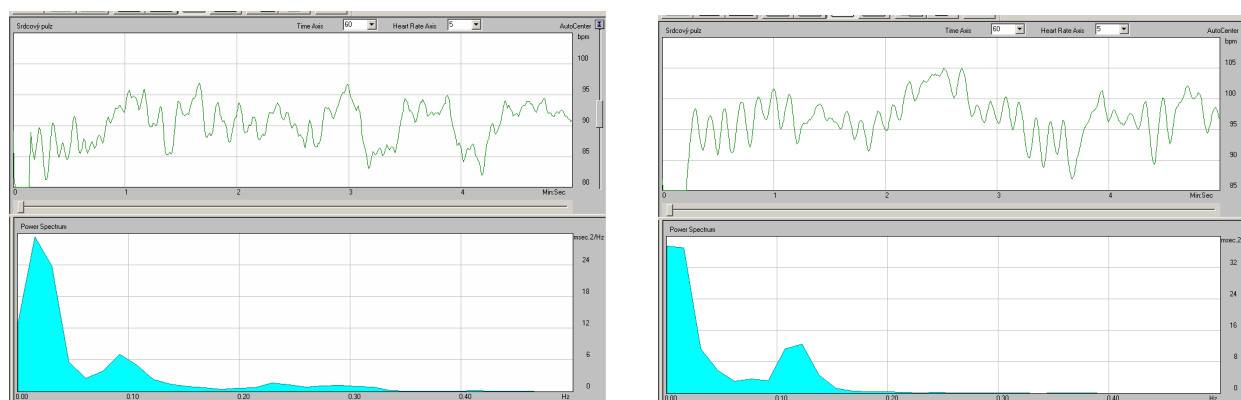
**Obr. 66bc. Kľudový záznam pacientky R.E. ukazuje neobvyklý spektrálny výkon s nepravidelnosťami vo variabilite a s častými kompenzačnými nádychmi pri zvýšenej kľudovej SF=90. Vpravo je záznam počas kognitívnej záťaže. Vidno pokles parasympatickej aktivity a vrchol v oblasti LF, pri celkovom zvýšení spektrálneho výkonu. Úlohová situácia navodila nadmerné dýchanie a pacientka skryto hyperventilovala, čo bol spolu s panickou poruchou a nábehmi k tachykardii jej hlavný zdravotný problém.**

Pacientku R.E. odosiela ku klinickému psychológovi neurológ s diagnózou, cefalea a vertigo, bez pozitívnych somatických nálezov. Diagnostikovaná panická porucha s hyperventiláciou, závraťou a tachykardiami.

Pri danej symptomatológii a kardiorespiračnej odozve (obr. 66bc), bola terapia zahájená dôkladnou edukáciou a vysvetlením nálezov. Tak ako väčšina pacientov, aj R.E. bola prekvapená súvislosťou medzi nadmerným dýchaním („stále keď mi je zle, dýcham takto“) a jej zdravotnými problémami. Ako prvý cieľ terapie bol stanovený nácvik optimálneho dychového vzoru – posilňovaním parasympatickej regulácie v pásme HF a dosiahnutím sinusoidnej pravidelnej kardiorespiračnej krivky cvikom „kludná myseľ“. Náhľad a korekcia dychového vzoru a redukcia panických útokov boli dosiahnuté v priebehu 6 tréningov.

## 2.Tréningový protokol zameraný na rozlišovanie emocionálnych stavov.

Tento protokol aplikujeme pri zvýšenej reaktivite v pásme VLF, ktorá je indikátorom emocionálnej tenzie a úzkosti, všeobecne autonómnej dysregulácie, na ktorej sa podieľajú centrálné vplyvy. Pri tréningu pacient sleduje zmeny a posuny stĺpcov v pásme VLF a súvislosť s vlastným emocionálnym stavom a myšlienkami. Negatívne myšlienky, ak evokujú emóciu, posúvajú spektrum do pásma VLF. Sledovanie pohybu stĺpcového grafu umožňuje pacientovi alebo klientovi nahliadnuť a lepšie porozumieť vplyvu myslenia a emócií na telesné procesy, kontrolovať ich a ovládať.



**Obr. 67ab. Pacientka U. E. Východiskový profil spektra pre tréning parasympatického posunu HRV. Všimnime si zvýšené hodnoty SF.**

32-ročná pacientka U. E. s úzkosťou a častými tachykardiami, bez kardiologického nálezu, ordinované malé dávky betablokátora. Často máva pocit, že odpadne, pocit vnútorného trasu. Vytrvalo popiera nejaké stresujúce okolnosti, je alexitymická, bagatelizuje neurotické príznaky, nevie relaxovať. Zjavný represívny štýl. Stále chladné ruky. Začiatok jedného z prvých tréningov vidno na obr. 67a a bol zaznamenaný pri interview o postupe v zamestnaní pacientky, keď obsadila pomerne náročnú pozíciu. Po dvoch mesiacoch nepravidelných tréningov dosiahla len parciálny náhľad a dokázala redukovať tachykardie. Napriek tomu, že biofeedback terapiu hodnotila pozitívne a došlo k úbytku vysokých skóre v neurotických škálach SCL 90, posun k VLF, zostáva celková autonómna

dysregulácia, (obr. 67b vpravo), s miernym posunom do pásma LF a nedostatok relaxačnej odozvy, ktorý bol viac či menej výrazný počas celej terapie.

Spektrálny profil aj u pacientky U.E. potvrdzuje veľkú citlivosť pásma VLF na aktuálny emocionálny stav a to aj v prípade, ak je obrannými dynamizmami vytlačený z vedomia, alebo je reflektovaný len veľmi parciálne, ako somatický symptóm. Tento fixovaný neurotický vzor sa opakovane premietal do kardiorespiračného vzoru pacientky. Terapeut pobáda pacienta, aby sa učil technikám, ako rozoznať emocionálne napätia a pomenovať ich. Edukácia je zameraná persuzívne, na dosiahnutie náhľadu a poznania, že sú to emocionálne stavy a myšlienky, ktoré ovplyvňujú telesné funkcie a určujú formovanie symptómu. Pri hodnotení HRV krivky je potrebné zohľadniť, že beta blokátory *zvyšujú* amplitúdovú moduláciu krivky.

Kazuistika U.E. ukazuje, že aj keď je prvá indikácia biofeedbacku HRV správna, priebeh môže odhaliť fixovanosť neurotických obranných dynamizmov, ktoré bránia efektívnejšej biofeedbackovej sebaregulácii. Zaujímavé zostáva pozitívne hodnotenie terapie pacientkou, najmä redukovanie výskytu tachykardie. Objektívne sme mohli hodnotiť len parciálny úspech.

### **3. Tréning posilňovania parasymptickej regulácie v pásme HF.**

Má najbližšie k relaxačným postupom, nie je však nimi s totožný. Tréning je zameraný na udržiavanie pravidelnej sinusoidálnej krivky pri prirodzenom dýchaní pravidelným individuálnym tempom (zvyčajne je to medzi 9 –12 brpm). Vzhľadom k tomu, že medzi dýchaním a pásmom HF je vysoká korelácia, priebeh je dobrým indikátorom kvality autonómnej rovnováhy. Sebamenší posun k LF alebo k VLF signalizuje znižovanie aktivity parasympatika. HRV pravdepodobne aj v tomto pásme citlivo odráža emocionálne zmeny, výkyvy v tonuse, ale napríklad aj mikropanické ataky.

Cieľom tréningu je dosiahnuť pravidelnú sinusoidnú krivku s vrcholom zodpovedajúcim dychovej frekvencii, teda s posunom do pásma HF a udržiavať parasymptickú rovnováhu bez prechodov do pásma LF, ale pri eupnoe - *bez riadeného dýchania*. Pri kľudovej dychovej frekvencii okolo 12 brpm je 5 sekundový dychový cyklus, čo znamená, že stĺpcový graf bude mať vrcholy v pásme 0,2 Hz (1/5). Pravidelná RSA odzrkadľuje prevahu parasymptickej regulácie v pásme HF v stave relaxácie. Udržanie synchronicity medzi srdcovou frekvenciou a dýchaním si vyžaduje sebaregulačný výkon pri prirodzenom, neriadenom dýchaní. Indikátorom uvoľneného, rovnovážneho stavu je pravidelný sinusový tvar krivky. Z fyziologického hľadiska sa tento tréning výrazne odlišuje od BTRF, pretože posilňuje parasymptickú odozvu a má prevažne trofotropický účinok.

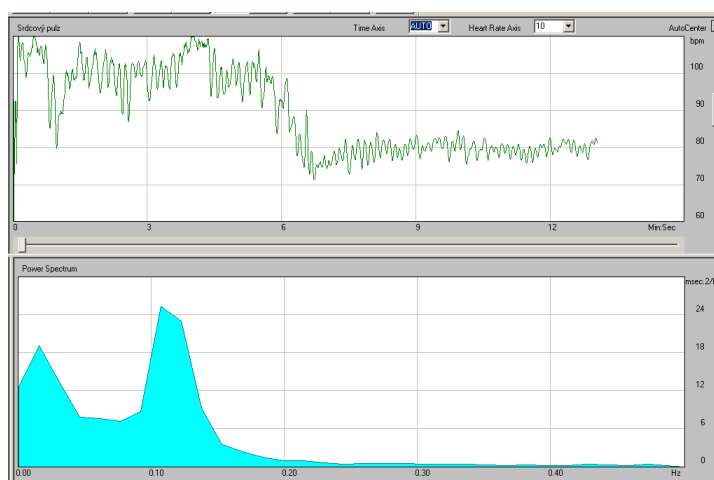
Konvenčne je rozsah HRV frekvencií spájaný s parasymptickým tonusom (RSA ) v pásme HF (9-24 brpm) Aj keď môže byť tento predpoklad niekedy klamlivý, HF pásmo je napriek tomu považované za kmitočtový rozsah pre dýchanie a preto sa táto časť spektra posilňuje. Parasymptická HRV je lepším ukazovateľom

relaxácie, ako pokles SF, alebo iné miery. Inými slovami, cieľom biofeedbacku HRV je bránenie hyperventilácii a periodickému dýchaniu (s viac či menej pravidelným výskytom vzdychov), pri pravidelných kardiorespiračných osciláciách (RSA) a tréning stabilnej prítomnosti čo najvyšších amplitúd.

#### 4. Tréning znižovania (zvyšovania) srdcovej frekvencie.

*Engel (2002) v sérii štúdií zo sedemdesiatych rokov ukázal, že normálni ľudia sa mohli tréningom naučiť spomaľovať SF, zrýchliť SF a striedavo spomaľovať a zrýchľovať SF. Demonštroval prípad pacientky s predčasnou ventrikulárnou kontrakciou (PVC), ktorá sa tréningom zvyšovania a znižovania SF naučila celkom kontrolovať (teda potláčať aj produkovať) predčasné ventrikulárne kontrakcie. Engel potom hovoril o PVC závislej na frekvencii. U ďalšej pacientky úspešne tréningom redukoval Wolfe-Parkinson-White syndróm (WPW), čo je arytmia podmienená chybným vedením vzruchu spojením obchádzajúcim normálne ventrikulárne dráhy. Aj táto pacientka sa naučila produkovať a potláčať aberantné rytmy spoľahlivo a konzistentne.*

Pri tendencii pacienta reagovať na záťaž a stres zvýšením SF, pri neurotických tachykardiách a úzkostnom fokusovaní pozornosti na srdcovú akciu je terapeuticky prínosné trénovať znižovanie SF. Pre konečný efekt je však najúčinnější postup trénovanie znižovania a potom zvyšovania SF. Pri tomto tréningu sa nepracuje s riadeným dýchaním, ale využíva sa aktívna a pasívna vôľová regulácia, relaxačné procedúry, cvik „kludná myseľ“, a sugestívne formulky, práca s predstavou a pod. Bimodálny tréning je všeobecne prínosnejší pre dosiahnutie sebaregulačného efektu. I keď software nie je špecializované na tento typ biofeedbacku, možno využiť dve základné okná ako tréningové. Kontrolu SF mnohí terapeuti považujú spolu s teplotným a EDA biofeedbackom za základné terapeutické protokoly.



**Obr. 68. Model tréningu znižovania SF. Pacientka E. M. v piatej minúte začala znižovať SF až dosiahla zníženie z pôvodných 100 – 105 bpm na 80. Posun od prevažujúcej sympatickej regulácie (VLF) smerom k parasymatickému skľudneniu (LF) je v tomto prípade významný.**

## **5. Rosenbergov BVP (blood volume per pulse) tréningový protokol.**

Pre biofeedback tréning sa využíva bohatá informácia o vaskulárnom (a kapilárnom) riečišti obsiahnutá v PPG pulzovej vlne (Rosenberg, 2000). Jej tvar, amplitúda a ovplyviteľnosť dýchaním, citlivo odráža pružnosť a adaptabilitu vaskulárneho systému.

### **D. Závery a odporúčania. Excerptá k téme.**

Pre úplnosť treba dodať, že hyperventilácia je nielen bránou do psychofyziologickej patológie, ale aj bránou do iných stavov vedomia, kde sa možno „odpojiť“, izolovať, disociovať, regredovať, zažiť extázu, úniky z reálneho sveta, ale vždy za cenu behaviorálno-fyziologickej deregulácie. Napríklad Grofovo holotropné dýchanie vedie k odisteniu emocionálnej pamäti a k zníženiu prahov pre citové prejavy. Navodením hypokapnie možno vyvolať pestrú a vážnu patológiu, zmeny na EEG, zvýšiť záchvatovú pohotovosť a zažiť psychofyziologickú dereguláciu sprevádzanú emocionálnou regresiou. Hyperventilácia v tomto poňatí je na druhom konci nášho terapeutického záujmu.

Sprístupňovanie spojenia tela a mysle vedomiu, mimo ich dichotómie - to je veľký a často neľahký cieľ biofeedbacku. Klinický kardiorespiračný biofeedback cez meranie jednej modality umožňuje nahliadnuť do dynamiky ANS v rôznych podmienkach (kľud, riadené dýchanie, kognitívna záťaž, biofeedback, stresové interview), a u rôznych dysfunkcií a porúch, pričom si uvedomujeme, že:

1. Dychová frekvencia ovplyvňuje lineárne posuny spektrálnych frekvencií viazaných na dýchanie, pričom frekvenčný posun činí 0,017 Hz na 1 dychový cyklus. Čiže respiračne viazanú srdcovú frekvenciu a jej amplitúdovú moduláciu v pásme 6 – 12 dychov možno považovať za aktivitu parasympatika, čo naposledy potvrdili Kolisko, Jandová, Salinger (2004). Táto presahuje do pásma baroreceptorovej regulácie, ktorá sa však aktivuje len pri rezonančnej frekvencii (Vaschillo).
2. Z hľadiska adaptívnej a flexibilnej autonómnej regulácie je terapeuticky najcennejšie dosahovanie maximálnych amplitúd kardiorespiračnej krivky, či už pri riadenom alebo neriadenom dýchaní, bez skrytej alebo manifestnej hyperventilácie alebo nadmerného dýchania.
3. Prehĺbené dýchanie zvyšuje amplitúdu HRV aj spektrálny výkon v príslušnom pásme. Preto je potrebné pri kardiorespiračnom tréningu optimalizovať hĺbku a frekvenciu dýchania tak, aby nedošlo k hypokapnii a nežiadúcim efektom (závrať, trpnutie, a pod.). Dotazníkom dysfunkčného

dýchania je potrebné vyšetriť deregulované vzory dýchania, najmä hyperventiláciu. U pacientov so zvýšením skóre (23 a viac) je obzvlášť potrebné venovať pozornosť dychovým vzorom počas celej terapie.

4. Kardiorespiračný biofeedback môže byť situáciou, v ktorej je pacient motivovaný dosahovať vysoké amplitúdové výkony hlbokým dýchaním. Takáto motivácia by mohla posilňovať nežiadúco hlboké dýchanie a viesť k hyperventilácii. Preto treba individuálne uvážiť, kedy začínať biofeedback HRV bez riadeného dýchania.

5. U kardiovaskulárnych pacientov by mal byť tréning optimálneho dýchania zaradený ako štandardná súčasť biofeedback tréningu a biofeedback RSA ako štandardná súčasť ich rehabilitačného programu.

6. Metabolické a energetické požiadavky sú pri biofeedback tréningu posediačky nízke. V takejto situácii sú dysfunkčné vzory dýchania zvlášť nápadné a odrážajú sa aj v tachograme. Pred vyšetrením kľudovej HRV a pri kognitívnej záťaži sa terapeut nezmieňuje o súvislostiach s dýchaním.

7. Dysfunkčné dychové vzory a nadmerné dýchanie sú nevedomé. Vždy sú to symptómy vyskytujúce sa a fungujúce v „bludnom kruhu“ v naučených behaviorálno-fyziologických vzoroch. Pravidelne sú prítomné neadaptívne emocionálne tenzie alebo inhibície, ktoré sú súčasťou rôznych aktivačných alebo obranných mechanizmov (odvodených od „flight or fight“). Nadmerné dýchanie alebo hyperventilácia sa môže vyskytovať v obranných aj v aktivačných vzorcoch správania.

8. Zvláštne miesto pri indikovaní niektorého z protokolov biofeedbacku HRV, má diagnostická úvaha. Napríklad únava združená s hyperventiláciou môže byť chybné diagnostikovaná ako depresia. Kompenzačná (vyrovnávací) hyperventilácia sa vyskytuje u rôznych úrovni exhauscíí, od akútnych, až po chronické formy na stresovom kontinuu. Emócie sú akoby zabudované do dysfunkčných kardiorespiračných vzorov, ako obranné, kompenzačné alebo pohotovostné mechanizmy. Nahromadený a nespracovaný stres má svoje koreláty v kardiorespiračnom vzore.

9. Kardiorespiračné rytmy predstavujú veľmi zložitú formu behaviorálno-fyziologickej regulácie. Okrem toho, že sú ovplyvňované emóciami, sú zložito koordinované s rečovým prejavom. Protokol BTRF je uvedený ako vzorový pre kardiorespiračnú psychofyziológiu. V skutočnosti v terapeutickej praxi pre BTRF (s riadeným dýchaním, alebo bez neho), neexistuje nejaký univerzálny protokol, alebo program platný pre všetky prípady. Je rozpracované veľké množstvo rôznych postupov tréningu dýchania. Len niekoľko z nich však spĺňa kritériá, ktoré neopúšťajú exaktnejšie prístupy aplikovanej psychofyziológie.

10. Ako rozpoznať dysfunkčné, nadmerné dýchanie? Bez kapnometrického merania prakticky neexistuje presný spôsob, ako zistiť úroveň koncového CO<sub>2</sub>. Bez kapnometru sa môžeme spoliehať len na nepriame ukazovatele hyperventilácie a dysfunkčných vzorov dýchania: a) exploráciu, b) posudzovaciu škálu, c) pozorovanie počas biofeedback tréningu, d) variabilitu kardiorespiračnej krivky (vysoké amplitúdy, frekvencia). Klinickí psychológovia môžu zaradiť kontrolovanú hyperventiláciu ako zažitkovú techniku pre pacientov v terapii. Možno doplniť diagnostickú časť o krátky hyperventilačný test. Začlenenie uvedených tréningových protokolov do vlastnej praxe závisí od profesionálnej orientácie, kvalifikácie, klinických skúsenostiach a zážitku na sebe.

11. Implikácie z nadmerného dýchania a jeho nápravu, sú pre prácu deťmi a dospelými, ktorí trpia ADD/ADHD, významné. Biofeedback HRV je neurofeedback tréningu najbližšou adjuvantnou metódou. M. Thompson a L. Thompson (2003) vo svojej *The Neurofeedback book* popisujú indikácie techniky „6 dychov diafragmaticky“ aj s biofeedbackom HRV, u väčšiny svojich pacientov s rôznymi diagnózami.

12. Najnovšie laboratórne dôkazy potvrdzujú, že aj diskkrétne poruchy dýchania (nestály objem nádychu, vzdychanie), prispievajú k chronickej hypokapnii, ktorú často nachádzame u pacientov s panickou poruchou. Hypokapnia je tiež súčasťou funkčných srdcových a chronických bolestivých porúch. Výskum potvrdzuje, že prinajmenšom sprostredkuje časť ich symptomatológie. V zhode s úlohou deregulovaného dýchania u týchto porúch, prvé štúdie priniesli dôkazy o efektívite na dýchanie fokusovanej liečby (Wilhelm, Gevirtz, Roth, 2001).

13. Dost' dramatické dopady hyperventilácie a deregulovaného dýchania s poruchou rovnováhy CO<sub>2</sub> na kognitívne výkony, pozornosť, emócie, celkovú výkonnosť a odolnosť voči záťaži, sú rozpracované v odbornej literatúre (u pilotov, operátorov, potápačov, pracovníkov s IT, umelcov, športovcov) a v patológii u celej škály neuropsychických porúch. O negatívnom vplyvy na zdravie vypovedá výsledok jedného výskumu v hlavných mestách USA. 60% ambulantných pacientov malo ťažkosti súvisiace s hyperventiláciou! Odhaduje sa, že 10-25% populácie trpí chronickou hyperventiláciou a u viac ako 50% sa vyskytuje často v rôznych situáciách (cit. Litchfield, 2003).

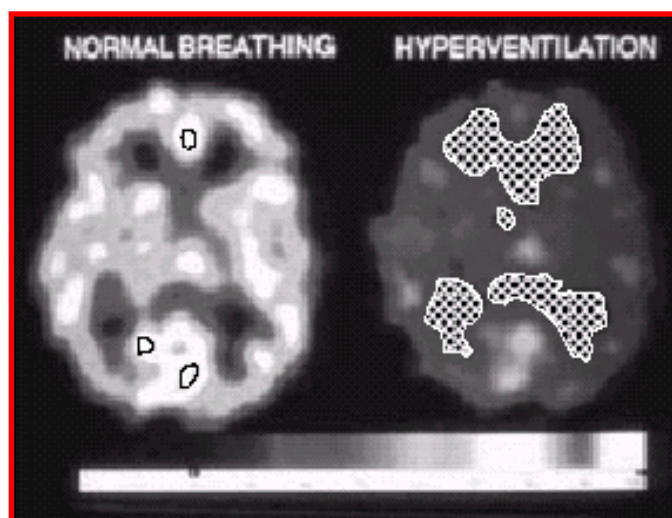
14. Klinická skúsenosť sa zhoduje so záverom, ktorý vyslovil Ley (1991), že je nemožné naučiť pacientov novým vzorom dýchania, bez dôkladnej edukácie a rozumejúceho modelovania žiadúceho dychového vzoru. Pretrénovanie dysfunkčného dychového vzoru si vyžaduje motivujúcu edukáciu. Na strane druhej, je uvádzaný argument, že len kognitívna terapia u úzkostných a panických porúch sú úspešné preto, lebo pacienti nevedome menia svoje dýchanie, ako dôsledok kognitívnej reštrukturalizácie. Wilhelm, Gevirtz, Roth (2001) poukazujú na to, že v súčasnosti kognitívno-behaviorálni terapeuti

takmer vždy zanedbávajú hodnotenie fyziologických výsledkových mier terapie.

15. Majme na pamäti, že cieľom biofeedbackovej sebaregulácie nie je len modifikácia nejakej fyziologickej funkcie, ale podporovanie autonómnych homeostatických reflexov, posilňovanie ich flexibilnejšieho fungovania. Kritériom úspechu je schopnosť zvyšovať variabilitu kardiorespiračných oscilácií a ich amplitúdy.

Obrázkom 69 si pripomenieme vplyv hyperventilácie na kortex. Kyslíková dostupnosť je redukovaná o 40% po jednej minúte nadmerného dýchania (hyperventilácie). Súčasne sa zníži aj hladina glukózy (ktorá je kritická pre normálne fungovanie mozgu), ako dôsledok cerebrálnej vazokonstrikcie.

Sú to chronické dysfunkčné vzory pri panických a úzkostných poruchách, pri nahromadených stresoch, ktoré majú dlhodobější vplyv na kortex, ale aj subkortikálne štruktúry. Môžu sa výrazne podieľať na formovaní kognitívnych deficitoch a emocionálnych symptómov. Tento poznatok by mal terapeutov pobádať k primeranému záujmu o dýchanie pacienta v rámci klinického biofeedbacku HRV.



Obr.69. Na PET sú zobrazené účinky hyperventilácie na cerebrálny  $O_2$  - v porovnaní s normálnym dýchaním - vazokonstrikčné efekty. Redukcia dostupnosti  $O_2$  o 40% (prázdne plochy vľavo= najviac  $O_2$ , štvorčekované plochy vpravo = najmenej  $O_2$ ).

Pri kardiorespiračnom biofeedbacku, ktorý **nenahradzuje kompletný program tréningu dýchania**, je potrebné vychádzať zo vzťahov medzi mechanikou a

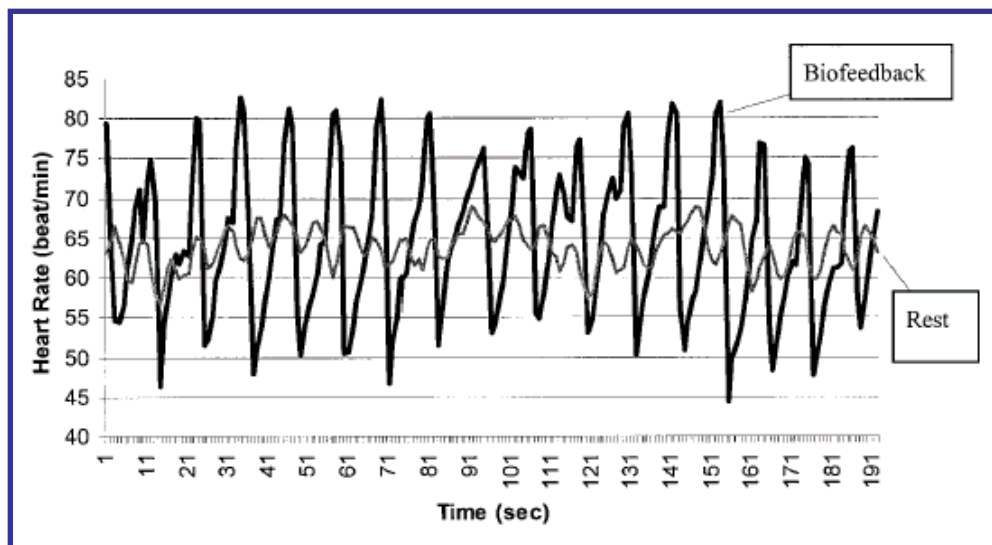
chémiou dýchania u tých tréningových protokolov, v ktorých je riadené dýchanie obsiahnuté. Optimalizovanie mechaniky dýchania sa vzťahuje k nasledovným parametrom:

- 1 ) rytmus dýchania (zadržiavanie, lapanie po vzduchu, vzdychanie)
- 2 ) rýchlosť dýchania
- 3 ) hĺbka dýchania (dychový objem)
- 4 ) ťažisko dýchania (hrudné a bráničné)
- 5 ) odpor pri dýchaní (nos a ústa)
- 6 ) aktivita sekundárnych svalov pri dýchaní (okrem bránice)

Pri nácviku správneho dýchania je cieľom udržiavať alebo obnoviť normálne úrovne CO<sub>2</sub>, osvojiť si normálny rytmus dýchania (redukcia zadržania dychu, lapania dychu, vzdychov), znížiť dychovú frekvenciu a primerane k tomu prehĺbiť nádych (zvýšiť dychový objem), posunúť ťažisko dýchania od hrudného k bráničnému, uprednostňovať nádych nosom, uvoľňovať napätie sekundárnych svalov a dosiahnuť rovnomernú, stabilnú, sínusoidu podobnú kardiorespiračnú krivku (RSA).

Pre udržanie dobrých chemických parametrov ventilácie:

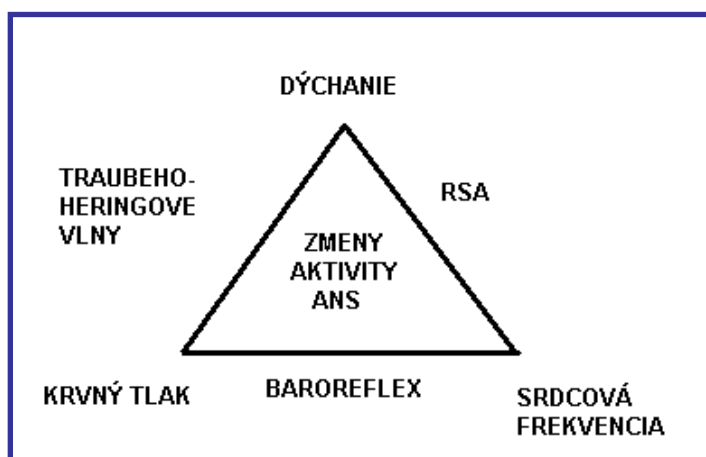
1. Dýchanie hodnotíme v klude a pri rôznych úlohách,
2. Edukácia vo fyziológii a psychológii dýchania.
3. Rozpoznávanie pocitov z nadmerného dýchania a hyperventilácie,
4. Hodnotenie fyziologických zážitkov pri deregulovanom a normálne regulovanom dýchaní.
5. Trénovať mechaniku dýchania (rytmicitu, hĺbku /objem/), frekvenciu, odpor (jemné, hladké dýchanie s nádychom nosom, predĺženým výdychom cez zošpúlené pery), ťažisko kontroly (presúva sa od hrude, k bránici).
6. Nahradenie obranných vzorov dýchania , technikami vedomého uvoľňovania a predchádzania nadmernému dýchaniu.
7. Biofeedback tréning RSA je modelom kardiorespiračnej synchronicity a posilňuje parasympatickú reguláciu a všeobecne homeostatické reflexy ANS (obr.70).
8. Uvoľňovanie svalového napätia (najmä sekundárnych svalových skupín, ktoré sú nefyziologicky v tenzii).
9. Rozšíriť a zovšeobecniť optimálne vzory dýchania na rôzne životné situácie.



**Obr. 70. Typický záznam oscilácií srdcovej frekvencie v kľude a pri biofeedback tréningu. BTRF je pri dlhodobom tréningu účinný pri zlepšovaní baroreflexovej regulácie, krátkodobé tréningy sú efektívne pri optimalizácii hypoaktivity alebo hyperaktivity sympatickej aj parasympatickej regulácie, pričom pre dlhobojší efekt sa požadujú domáce cvičenia (Lehrer, 2003).**

Porovnanie kľudovej a biofeedbackovej kardiorespiračnej krivky na obr. 70 dostatočne jasne ukazuje vplyv tréningu na autonómne homeostatické mechanizmy. Treba si uvedomovať, že za tréningovými osciláciami SF dosahujúcimi maximálne amplitúdy, sa skrývajú aj fluktuácie krvného tlaku fázovo posunuté o 180°. Tréningom sa teda dosahuje nielen adaptačná flexibilita v regulačnom systéme ANS, ale aj synchronizácia týchto troch najdôležitejších oscilátorov. Dynamické vzťahy medzi dýchaním, SF a KT sú znázornené na obr. 71.

V dobre kontrolovanej štúdii Kranitz, et.al. (2002) zistili, že počas BTRF dosahovali zdraví dospelí probandi rezonančnú frekvenciu pri frekvencii dýchania 4,5 – 6,5 brpm, pričom medzi jednotlivými tréningami vykázali mierne výkyvy. Skúsenosti ukazujú, že u neurotických pacientov je niekedy ťažko dosiahnuť posun v dychovej frekvencii k týmto hodnotám, čomu bránia najmä fixované dysfunkčné dychové vzory spojené s emocionálnou tenziou alebo úzkosťou. Dysfunkčný dychový vzor je súčasťou obranných mechanizmov a môže byť veľmi hlboko zabudovaný do symptómovej štruktúry neurózy, alebo psychosomatickej poruchy.



**Obr.71. Dynamické vzťahy medzi dýchaním – srdcovou frekvenciou – krvným tlakom (upravené podľa Souček, Kára, et.al. 2000).**

V terapeutickej praxi treba mať na pamäti niektoré interpohlavné rozdiely pri hodnotení HRV. Ženy majú priemerne signifikantne vyššiu aktivitu sympatiku ako muži, aj v situácii kľudu.

Z prehľadu literárnych zdrojov možno zhrnúť, že nácvik optimálneho (funkčného, reflexného) dýchania, popri biofeedbacku HRV, zlepšuje pamäťové funkcie, myslenie a schopnosť riešenia problému, sústredenia sa, efektívnosť tréningu pozornosti, redukuje úzkosť (pri verejnom prejave, v situácii skúšky), zvládanie stresu, zlosti, redukuje príznaky únavy, zlepšuje bdelú ostražitosť (pripravenosti na výkon), redukuje svalovú napätie, zmierňuje bolesti, uľahčuje relaxáciu, pomáha pri dosahovaní vrcholných výkonov, maximalizuje tréningové efekty, zlepšuje celkovú fyzickú kondíciu (cit. podľa Litchfield, 2003). Tieto poznatky doporučujeme zaradiť do edukácie s poukázaním na skutočnosť, že bez nácviku optimálneho a funkčného dýchania sa nezaobídu mnohé profesie a vrcholné výkony (umelci, športovci, operátori, a iní). D. Moss (2001) široko objasnil význam biofeedbacku HRV v súvislosti s úzkostnými poruchami a súčasne vymedzil jeho miesto vo vzťahu k technikám KBT.

V klinickej praxi (najmä pre túto oblasť je určený aj kurz biofeedbacku HRV), sledujeme líniu reprezentovanú P. Lehrerom a R. Gevirtzom, ktorí napísali do tretieho vydania monografie „Biofeedback: A Practitioner’s Guide“ (editori M. S. Schwartz, F. Andrasik, 2003), kapitolu *Biofeedback tréning rezonančnej frekvencie*. Pre klinické aplikácie BTRF odporúčajú astmu, chronickú únavu, ochorenie koronárnych ciev, fibromyalgiu, hypertenziu, úzkosť, migrénu, prechodné bolesti brucha, syndróm hrubého čreva. Chýba systematické spracovanie kardiorespiračného biofeedbacku pre manažment kontroly stresu, aj keď je bohato zdokumentované v množstve výskumov, že nahromadenie stresu (emocionálnej a výkonovej záťaže), priamo a nebezpečne mení kardiovaskulárnu odozvu.

V tejto súvislosti spomenieme výsledky štúdie Del Pozo JM, Gevirtz RN et al (2004), ktorej cieľom bolo určiť, či kardiorespiračný biofeedback zväčší variabilitu srdcovej frekvencie (HRV) u pacientov s dokumentovanou koronárnou chorobou (CAD). Redukovaná HRV bola spojená s zvýšeným výskytom srdcových príhod a úmrtnosti. Cieľom tejto štúdie bolo zistiť, či aj biofeedback zväčší HRV u pacientov s koronárnou chorobou srdca (CAD). METÓDY: Pacienti s CAD (n = 63; priemerný vek 67 rokov) boli náhodne priradení k tradičnej terapii alebo k 6 biofeedback tréningom pozostávajúcim z nácviku abdominálneho dýchania, fyziologickej odozvy kardiálnej a respiračnej, denného dychového tréningu. HRV bola meraná smerodajnou odchýlkou QRS komplexu (SDNN) v prvom týždni - pred liečbou a v 6 týždni - po liečbe, a nakoniec 18 týždňov po skončení tréningu. VÝSLEDKY: Základné charakteristiky boli podobné pre skupiny v terapii aj kontrolnú skupinu. SDNN pre biofeedback a kontrolnú skupinu sa neodlišovali v prvom meraní a po 6 týždňoch, ale významne sa líšili po 18 týždňoch. Biofeedback skupina ukazovala významné zvýšenie SDNN od základnej čiary v 6. týždni ( $P < .001$ ) a v 18 týždni ( $P = .003$ ). Kontrolná skupina nevykázala žiadnu zmenu v 6. ( $P = 0,214$ ) a v 18. týždni ( $P = 0,27$ ). Záver štúdie bol, že biofeedback zvýši HRV u pacientov s CAD a preto môže byť zaradený medzi základné metódy znižujúci kardiálnu chorobnosť a úmrtnosť.

### **Poznámka o vzťahu k prevencii a psychoterapii**

*Poznanky, ktoré sme tu dost' útržkovite a nesystematicky spracovali, viac či menej priamo odkryvajú veľký potenciál biofeedbacku HRV, špeciálne v modifikácii BTRF, pre preventívne aplikácie tejto psychofyziologickej modalit'y, a to v klinickom aj neklinickom poňatí. Ak sme sa viackrát zmienili o širokej indikačnej škále biofeedbacku HRV od stresového manažmentu až po stredné a „veľké“ depresie, od astmy, cez hypertenziu, až po syndróm dráždivého čreva, vždy sme mali na mysli skutočnosť, že zúčastnené účinné psychofyziologické mechanizmy, sú platné pre normu aj pre patológiu, že ich preventívnu silu možno priamo odvodiť z ich preukázanej terapeutick'ej efektivity, keď boli aplikované nezávisle od psychoterapie, ako psychofyziologické sebaregulačné postupy par excellence. O stave súčasnej slovenskej psychoterapie vypovedá veľmi veľa, ak aj biofeedback HRV považuje za svoju metódu a uvádza ju ako metódu KBT. Biofeedback HRV, a jeho najefektívnejšia modifikácia BTRF, sú metódami aplikovanej kardiorespiračnej psychofyziológie, ktoré majú svoju edukačnú a inštruktážnu zložku, čo z nich, samozrejme nerobí psychoterapiu. Toto nie je integrácia liečebných metód, ale vedomé zavádzanie odbornej aj patientskej verejnosti o metódach klinickej psychofyziológie. Biofeedback HRV nemá nič spoločné s psychoterapeutickými metódami ani vtedy, keď napríklad BTRF bude robiť psychoterapeut.*

### **Terminologická poznámka**

*Nadmerné dýchanie vedie k fyziologickým zmenám, známym ako hypokapnia (deficit  $CO_2$ ). Zrýchlené dýchanie, aj keď je významovo totožné s hypokapniou vo fyziologickom význame, je často používané ako klinický termín (hyperventilačný syndróm), najmä v spojitosti s panickou poruchou. Mnohí autori považujú tento termín za sporný. Nadmerné dýchanie, teda hypokapnia sa nemusí vyskytovať len pri zrýchlenom dýchaní. Časté je u periodického a kompenzačného dýchania, môže ním byť aj časté zívanie. Nadmerné dýchanie je teda nadradený pojem. U nás sa pod hyperventiláciou má na mysli najmä zrýchlené dýchanie. V anglosaskej odbornej psychofyziologickej literatúre sa už väčšinou používa pojem „overbreathing“ i keď v lekárskech odborných článkoch sa*

ešte používa termín „hyperventilation“. „Predýchávanie“ – vágny pojem vyjadrujúci krátke sústredené prehĺbené dýchanie, ktoré je často chybné aplikované. Môže navodiť, alebo prehĺbiť hypokapniu.

### **Pokus na citlivosť spektrálneho výkonu HRV.**

O citlivosti spektrálnej analýzy HRV sa možno presvedčiť jednoduchým pokusom. Urobíme si 4 minútový záznam HRV pri jednoduchom pomalom rytmickom dýchaní, keď už klient dosahuje rezonančnú frekvenciu okolo 0,1 Hz. Potom klienta vyzveme, aby pri tom istom tempe vydychoval s vokalizáciou (pri výdychu vyslovuje „háááá...“ alebo mantrickú slabiku „óóóó“) a porovnáme záznam s vokalizáciou a bez vokalizácie. Spektrálny výkon pri vokalizovanom výdychu bude mať výrazne vyššiu amplitúdu vrcholu v danom frekvenčnom pásme. Tréning bol robený u pacienta s balbuties, ktorý dosahoval takmer trojnásobné zvýšenie spektrálneho výkonu pri vokalizovanom výdychu. Takáto kumulácia vagového efektu pri vokalizovanom výdychu však nevysvetľuje extrémne zvýšenie spektrálneho výkonu. Je zaujímavé, že v jogových cvičeniach (v hathajoge), je vyslovovanie mantry (slabiky) súčasťou cvičenia.

### **Kazuistiky:**

V krátkych kazuistikách spracovaní pacienti boli odosielaní neurológmi, psychiatrami a v menšej miere praktickými lekármi a internistami. Prvá ponuka zdravotných ťažkostí odoznela na ich ambulanciách a všetci absolvovali rôzne odborné vyšetrenia vylučujúce orgánové ochorenie. Biofeedback HRV bol teda aplikovaný v rámci konzumácie zdravotnej starostlivosti v sieti ambulancií špecialistov. Ak sa nejedná o pacienta, je vyslovene označený ako „klient“.

### **Literatúra:**

Fred Shaffer, Logan Banks, Adam Lipps, Ian Lynam, Susan Jacobsmeyer, and Kathryn Rumora: THE EFFECTS OF INSTRUCTIONS, SITTING POSITION, AND TASK ON BASELINE MEASUREMENTS. Truman University, AAPB conference, 2002.

Peter Litchfield: A Brief overview of the chemistry of respiration and the breathing heart wave, VOL. 19, No. 1, 2003, California Biofeedback

ALICIA E. MEURET, FRANK H. WILHELM, WALTON T. ROTH: Respiratory biofeedback-assisted therapy in panic disorder, BEHAVIOR MODIFICATION, Vol. 25 No. 4, September, 2001, 584-605

Kolisko, P., Jandová, D., Salinger, J.: Vybrané autoregulační techniky a jejich vplyv na aktuální funkční změny autonómního nervového systému (SNS)., in.: J. Salinger (ed.), Variabilita srdeční frekvence a její hodnocení v biomedicínských odborech – od teorie ke klinické praxi, zborník článku a abstrakt, UP Olomouc, 2004.

Lehrer. P: Applied Psychophysiology: Beyond the boundaries of biofeedback (Mending a wall, a brief history of our field, and applications to control of the muscles and cardiorespiratory systems), Applied Psychophysiology and Biofeedback, Vol. 28, No. 4, December 2003

## BULLETIN 23/09

Evgeny Vaschillo, Paul Lehrer, Naphtali Rishé, Mikhail Konstantinov: Heart rate variability biofeedback as a method for assessing baroreflex function: A preliminary study of resonance in the cardiovascular system, *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, Vol. 27, No. 1, March 2002

Linda Kranitz, Dwain Eckberg, Evgeny Vaschillo, Paul Lehrer, Shou-En Lu, Tom Kuusela: RSA biofeedback provides information about cardiovascular system resonance, *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, Vol. 27, No. 4, december 2002, abstrakt

FRANK H. WILHELM, RICHARD GEVIRTZ, WALTON T. ROTH: Respiratory dysregulation in anxiety, functional cardiac, and pain disorders. assessment, phenomenology, and treatment, *BEHAVIOR MODIFICATION*, Vol. 25 No. 4, september 2001, 513-545

Thompson, M., Thompson, L.: *The Neurofeedback Book*, Association of Applied Psychophysiology and Biofeedback, Wheat Ridge, 2003

Donald Moss: *The anxiety disorders: A comprehensive psychophysiological approach to identification and treatment*, Psyserv, 2001

Krivulka, P.: Úvod do kardiorespiračnej psychofyziológie, štúdijný text pre kurz Biofeedback HRV, Biofeedback a neurofeedback centrum, 2003.

Krivulka, P.: Biofeedback tréning rezonančnej frekvencie. Praktická príručka pre terapeuta a manuál k metóde, Biofeedback a neurofeedback centrum, 2003.

Del Pozo JM, Gevirtz RN, Scher B, Guarneri E: Biofeedback treatment increases heart rate variability in patients with known coronary artery disease, *Am Heart J* 2004 Mar. 14(3):E11

