proLékaře.cz | 8.2.2026

Biofeedback – význam pri terapeutickom manažmente obezity

Biofeedback – importance in therapeutic management of obesity

Zuzana Višňovcová[1], Ingrid Tonhajzerová[2], Ivana Ságová[3], Tomáš Bolek[3], Nikola Ferencová[1,2]

[1]Martinské centrum pre biomedicínu JLF UK – BioMed Martin
[2]Ústav fyziológie JLF UK, Martin
[3]I. interná klinika JLF UK a UNM, Martin

✉ **prof. MUDr. Ingrid Tonhajzerová, PhD.** | ingrid.tonhajzerova@uniba.sk | www.jfmed.uniba.sk

Doručené do redakcie | Received 17. 8. 2025
Prijaté po recenzii | Accepted 30. 9. 2025

Abstrakt
Mozog predstavuje fascinujúci orgán s výnimočnými funkciami z hľadiska prijímania, analýzy, spracovania podnetu a následnej odpovede, ktorá za fyziologických okolností je briskná a dokonalá pre okamžitú adaptáciu a flexibilitu organizmu. Na základe tejto komplexnej súhry funkcií možno zjednodušene povedať, že činnosť mozgu dokáže ovplyvniť fungovanie periférnych orgánov s cieľom zabezpečenia homeostázy organizmu, a to už v pokojových podmienkach. Inými slovami, sofistikovanosť a určitá vulnerabilita komplexných regulačných mechanizmov interakcie „mozog-orgány" prostredníctvom autonómneho nervového systému predstavuje výzvu pre hľadanie možností nefarmakologických intervencií v liečbe obezity ako ochorenia, v ktorej patogenéze a progresii stres zohráva dôležitú úlohu.

Kľúčové slová: biofeedback – obezita – variabilita frekvencie srdca – dýchanie

Abstract
The brain is a fascinating organ with exceptional functions in terms of receiving, analyzing, processing stimuli, and responding, which under physiological conditions is rapid and perfect for the immediate adaptation and flexibility of the organism. Based on this complex interplay of functions, it can be simplified to say that brain activity can influence the functioning of peripheral organs in order to ensure homeostasis of the organism, even under resting conditions. In other words, the sophistication and certain vulnerability of the complex regulatory mechanisms of "brain-organ" interaction through the autonomic nervous system presents a challenge for finding non-pharmacological interventions in the treatment of obesity as a disease in which stress plays an important role in its pathogenesis and progression.

Key words: biofeedback – breathing – heart rate variability – obesity

Biologická spätná väzba – biofeedback

Biologická spätná väzba, tzv. biofeedback, predstavuje moderný liečebný nefarmakologický postup, pomocou ktorého je možné vôľovo ovplyvňovať vlastné fyziologické funkcie a cieleným tréningom viesť k ich zlepšeniu. Inými slovami, z hľadiska vnímania je možné uvedomovať si procesy, ktoré zmyslami nie je možné detegovať. Príkladom je snímanie elektrickej aktivity ochrnutého svalu bez viditeľného pohybu, ktorú možno na základe biofeedbackových tréningov zvyšovať, čo vedie k zlepšeniu svalovej sily [1].

Proces učenia pri biofeedbacku je založený na princípe podmieňovania, t. j. vytvorenia **podmieneného reflexu**, ktorý je základom **učenia**. Konkrétne, typ operantného podmieňovania je sústredený na účinky a dôsledky správania, pričom k modifikácii správania dochádza na základe **odmeny a trestu**. To znamená, že **pozitívne posilnenie**, t. j. odmena vo forme úspechu alebo pochvaly zvyšuje pravdepodobnosť opakovaného výskytu žiaduceho správania v budúcnosti a naopak, **negatívne posilnenie**, t. j. trest vo forme kritiky má za následok pokles nežiaduceho správania. Výsledné správa-

proLékaře.cz | 8.2.2026

nie je tak podmienené princípom vyhľadávania odmeny a vyhýbania sa trestu [2]. Z neurofyziologického hľadiska, **mozgový systém trestu** je tvorený oblasťami, ktoré sú zodpovedné za odmietavú odpoveď. Dané oblasti sú lokalizované do laterálneho a zadného hypotalamu, dorzálnej časti stredného mozgu a oblastí entorinálneho kortexu. **Mozgový systém odmeny** predstavujú oblasti, ktorých dráždenie vyvoláva pozitívnu odpoveď a sú lokalizované v oblastiach prefrontálnej kôry, nucleus accumbens septi, zadného mozgového kmeňa, mediálneho zväzku telencephala, ako aj do oblastí ventrálneho tegmentum mesencephali [3].

Typy biofeedbacku

Fyziologický biofeedback je založený na princípe snímania a vyhodnocovania autonómnych a somatických parametrov, ako sú **frekvencia srdca, tlak krvi, hrudné a brušné dýchanie, teplota kože, kožná vodivosť, svalové napätie** a ďalšie. Registrácia parametrov je kontinuálna v pripravenom časovom okne (napr. kontinuálne monitorovanie počas 20 minút tréningu), čo umožňuje probandovi poznať svoje fyziologické funkcie a reakcie na základe okamžitého sledovania parametrov na obrazovke s následnou moduláciou odpovedí v súlade adaptačných stratégií. Jednotlivé modality biofeedbackového tréningu sú zhrnuté v tab.

Samostatnou kapitolou je biofeedback na základe elektroencefalografie (EEG) – tzv. neurofeedback, biomechanický biofeedback zameraný na pohyb a priestorovú orientáciu, v súčasnosti sa v biofeedbackových tréningoch vyskytuje aj možnosť využitia virtuálnej reality [4].

Klinická implikácia

Využitie biofeedbacku v klinickej praxi v súlade s princípmi medicíny dôkazov (**Evidence-Based Medicine** – EBM) sa spája predovšetkým s ochoreniami, ktorých v etiopatogenéze významnú úlohu zohráva chronický stres. Práve chronický stres spolu s fyzickou inaktivitou a nesprávnou životosprávou patrí medzi exogénne faktory nezdravého životného štýlu spojené s nárastom obezity. Dané faktory sa zároveň zaraďujú medzi tzv. **modifikovateľné faktory**, to znamená, že zmeny vo fyziologických funkciách môžu byť funkčné, a teda reverzibilné [5]. Naše predošlé štúdie dokázali, že skupina adolescentov s nadváhou a obezitou bola charakterizovaná reverzibilitou zmien kardiovaskulárnej regulácie. Po absolvovaní 3-mesačnej nefarmakologickej terapie s cieľom modifikácie nezdravého životného štýlu (vrátane aplikácie relaxačných psychofyziologických metód) sme zaznamenali posun dynamickej sympatiko-parasympatikovej rovnováhy smerom ku zvýšeniu parasympatikovej časti ako protektívneho faktora [6].

Pre porozumenie vzťahu „obezita-stres" je potrebné uvedomiť si viacero faktorov. Obezita, t. j. nahromadenie telesného tuku o viac ako 20 % nad normálnu hmotnosť, je často spojená s nezdravým životným štýlom vrátane nevhodných stravovacích návykov a zníženej fyzickej aktivity, čo vedie k progresii obezity. Avšak, samotná „stigma" pacienta ako obézneho predstavuje chronický stres v kontexte samotného vnímania telesnej schémy, sebavedomia a sebauvedomovania, kognitívnych a behaviorálnych zmien, čo môže viesť okrem iného k ovplyvneniu stravovacieho režimu v kontexte tzv. emočného prejedania sa. Vzniká začarovaný kruh – circu-

Tab | Typy biofeedbacku

fyziologická modalita	biofeedbackový tréning	význam
EKG	tréning na základe snímania EKG (RR-intervaly ako okamžitá frekvencia srdca) – zameraný na parasympatikovú reguláciu, ktorá úzko súvisí s emočnou reguláciou, flexibilitou a adaptabilitou organizmu	hodnotenie krátkodobej variability frekvencie srdca (VFS) – parasympatikový index chronotropnej činnosti srdca hodnotenie vplyvu dýchania na frekvenciu srdca – respiračná sínusová arytmia (RSA-tréning) – kardiovagová a emočná regulácia
EDA	EDA-tréning – zameraný na znižovanie sympatikovej regulácie a stavu „hyperarousal" spojený s úzkostným prežívaním a stresom	hodnotenie EDA – sympatikový index, emočný/kognitívny a fyziologický arousal
PT	PT-tréning v koherencii EDA tréningu – miera relaxácie, zvyšovanie teploty odráža mieru relaxácie – v ojedinelých prípadoch nadmerne vysoká teplota môže byť indikátorom chronického stresu	hodnotenie PT – sympatikový index v súvislosti s termoregulačnou vazodilatáciou a vazokonstrikciou
PP	PP-tréning – zameraný na sympatikový tonus	hodnotenie PP: sympatikové regulačné mechanizmy ovplyvňujúce tonus hladkého svalstva ciev frekvencia srdca z pulzných intervalov na základe princípu pletyzmografie
dýchanie	brušné (abdominálne) a hrudné (torakálne) dýchanie – tréning dychového vzoru v kontexte nácviku pomalého a hlbokého dýchania v rezonančnej frekvencii (optimálne 0,1 Hz, t. j. 6 dychov/min – určovaná individuálne)	hodnotenie dychového vzoru: plytké a rýchle dýchanie – spojené so stresovou aktiváciou hlboké a pomalé dýchanie – zvýraznenie RSA – spojené s upokojením, zlepšením kardiovagovej a emočnej regulácie
EMG	EMG – tréning povrchového svalového napätia počas svalovej kontrakcie a relaxácie	EMG – hodnotenie somatických relaxačných metód s cieľom zmiernenia úzkostných stavov a zníženia hyperarousal

EDA – elektrodermálna aktivita **EKG** – elektrokardiografia **EMG** – elektromyografia **PT** – povrchová teplota **PP** – periférny prietok **RSA** – respiračná sínusová arytmia **VFS** – variabilita frekvencie srdca

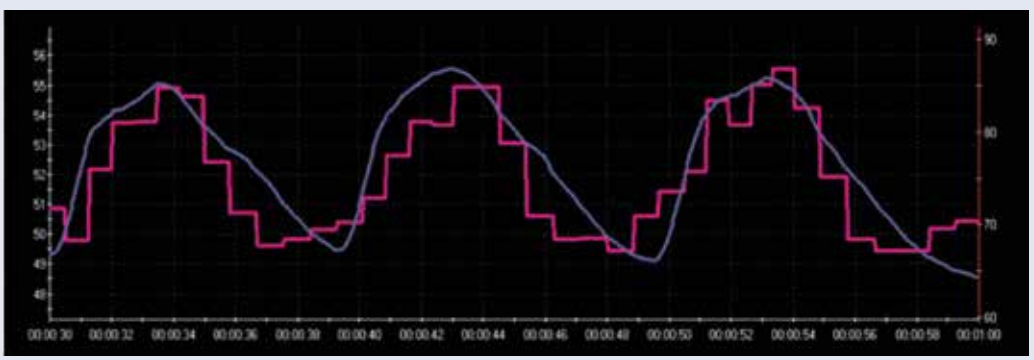
proLékaře.cz | 8.2.2026

lus vitiosus, v ktorom stres vedie k obezite, a naopak obezita k stresu [7]. Keďže stresová odpoveď organizmu je podmienená integrovanou funkciou centrálneho nervového systému, autonómneho nervového systému, ako aj koordináciou endokrinného a imunitného systému, výsledný efekt regulačných zmien vplyvom chronického stresu sa prejaví zmenami efektorových orgánov zabezpečených predovšetkým neuro-endokrinno-imunitnou integritou, čo vedie k narušeniu homeostázy organizmu.

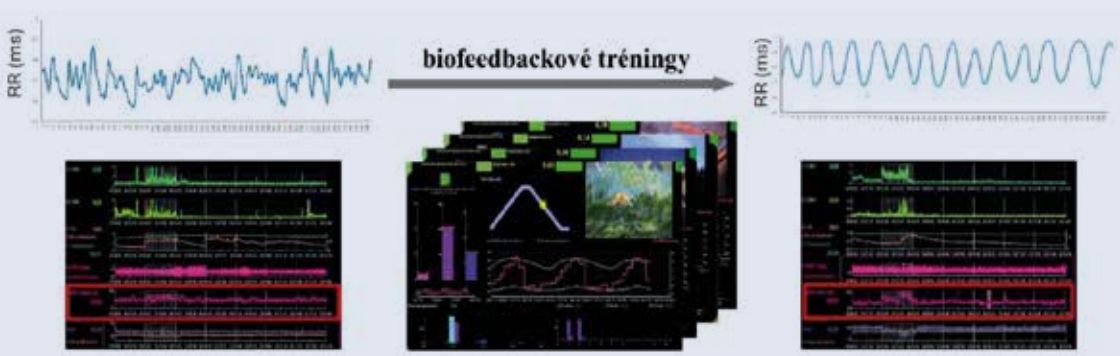
Dôležité je poznamenať, že významným mediátorom reakcií stresovej odpovede je parasympatiková časť autonómneho nervového systému (ANS), ktorá je kľúčová pre zabezpečenie vegetatívnych funkcií, uvoľnenie stavu „hyperarousal" (t. j. zvýšeného nabudenia organizmu), relaxáciu a zapojenie do sociálneho komunikačného systému [8]. Z hľadiska psychofyziológie sa pozornosť sústreďuje práve na parasympatikový nervový systém, ktorý je možno terapeuticky ovplyvňovať z hľadiska nefarmakologických intervencií [9]. Porgesova polyvagová teória definuje homeostázu ako autonómny stav charakterizovaný zvýšenou vagovou aktivitou, pričom fylogeneticky novší myelinizovaný vagový systém (nucleus ambiguus) je označovaný aj ako sociálny komunikačný systém významný pre sociálnu interakciu s prostredím (zmeny hlasu, výrazu tváre a pod) a zároveň inhibíciu sympatikoadrenálneho systému a osi hypotalamus-hypofýza-nadoblička (Hypothalamic–Pituitary–Adrenal – HPA). Inými slovami, pri chronickom strese má parasympatiková stimulácia viacero protektívnych účinkov – znižuje efekt nadmernej aktivity sympatikoadrenálnej a HPA osi, zlepšuje celkovú adaptabilitu a flexibilitu organizmu, čo vedie k návratu fyziologickej a psychologickej homeostázy. Navyše, vagový tonus sa berie ako senzitívny ukazovateľ stresovej vulnerability a biofeedback predstavuje neinvazívny nefarmakologický terapeutický prístup optimálny pre stresový manažment obézneho pacienta [8,10,11].

Biofeedbackový tréning s cieľom zvýšenia vagových regulačných vplyvov je založený na modulácii dychového vzoru v smere hlbokého a pomalého dýchania,

Obr. 1 | Rezonančné efekty medzi dýchaním a srdcovou frekvenciou. Dychový cyklus priamo ovplyvňuje frekvenciu srdca. Pri pomalom a hlbokom dýchaní (modrá krivka) dochádza k synchronizácii dýchania s frekvenciou srdca (ružová krivka), čo vedie k zvýšeniu celkovej VFS.



Obr. 2 | Aplikácia biofeedbackových tréningov u pacientky s obezitou (Ústav fyziológie a Martinské centrum pre biomedicínu, JLF UK). Počas biofeedbackových tréningov pacientka pomocou dychového metronómu a vizualizácie natrénovala regulované abdominálne dýchanie individuálne prispôsobeného optimálneho dychového vzoru (6 dychov/min), čo viedlo ku zvýšeniu VFS v zmysle adaptačných stratégií zvládania stresu.



proLékaře.cz | 8.2.2026

čo má za následok zvýšenie respiračnej sínusovej arytmie (RSA) kvantifikovanej vysokofrekvenčnou oblasťou variability frekvencie srdca (VFS). Inými slovami, RSA je regulovaná predovšetkým parasympatikovou zložkou ANS, ktorá ovplyvňuje variabilitu/oscilácie frekvencie srdca, t. j. počas nádychu sa frekvencia srdca zvyšuje a naopak, počas výdychu sa frekvencia srdca znižuje (obr. 1). Daný fyziologický fenomén RSA je možné hodnotiť použitím spektrálnej analýzy VFS v oblasti vysokej frekvencie (VF-VFS: 0,15–0,4 Hz), ktorá predstavuje neinvazívny a senzitívny biomarker nielen kardiovagovej (parasympatikovej), ale aj emočnej regulácie/dysregulácie [8,9,12,13]. Krátkodobá VFS ako neinvazívny biomarker stresu bola potvrdená aj na základe neurozobrazovacích metód, ktoré poukázali na vzťah VFS a jednotlivých oblasti CNS dôležitých pre kognitívne a emočné spracovanie/vyhodnotenie stresovej situácie (prefrontálny kortex, amygdala) [12].

Navyše, aplikácia biofeedbacku v súvislosti s tréningom zlepšenia kardiovagovej regulácie (VF-VFS) je označovaná aj ako tzv. fyziologický beta-blokátor [14]. Z neurofyziologického hľadiska, funkčné prepojenia medzi špecifickými štruktúrami CNS podmieňujúcimi vôľové ovplyvnenie frekvencie srdca (najmä prefrontálna oblasť) a centrami zapojenými do regulácie emočného stavu a aktivácie CNS predstavujú neurobiologický mechanizmus, prostredníctvom ktorého je možné zmierniť stresovo-podmienenú symptomatológiu pri rôznych ochoreniach vrátane obezity [15,16]. Súčasné práce poukazujú na výrazný terapeutický efekt respiračného biofeedbacku na kvalitu života u obéznych pacientov, ktorá sa zlepšila vo viacerých aspektoch (depresívne symptómy, vnímaný stres, duševná kvalita) už po 3 mesiacoch tréningov [15], ako aj zlepšenie antropometrických a biochemických parametrov po komplexnej nefarmakologickej terapii (úprava stravy, biofeedback) u žien s nadhmotnosťou [16].

Biofeedbackový tréning založený na zmene dychového vzoru, a to v kontexte hlbokého a pomalého brušného (abdominálneho) dýchania podporuje modifikáciu regulačných vplyvov v zmysle zvýšenia kardiovagovej aktivity, čo má za následok posun dynamickej rovnováhy ANS smerom k dominancii parasympatikových regulačných vplyvov zodpovedných za upokojenie, relaxáciu, adaptabilitu a flexibilitu organizmu (obr. 2).

Záver

Biofeedback predstavuje nefarmakologickú a neinvazívnu terapeutickú možnosť zmeny psychofyziologickej integrity organizmu prostredníctvom učenia sa techník na ovplyvnenie vlastných fyziologických funkcií. Inak povedané, tréning modulácie autonómnych odpovedí má za cieľ zmenu dynamickej rovnováhy autonómneho nervového systému smerom k parasympatikovej aktivácii, dôležitej pre relax a obnovenie homeostázy organizmu. Pri biofeedbackovom tréningu je však nevyhnutné dbať na dodržanie zásad medicíny založenej na dôkazoch a tréningové postupy aplikovať lege artis špecialistom – certifikovaným terapeutom v súlade s najmodernejšími poznatkami. Avšak, štúdium obezity aj z hľadiska prizmy poznania ako stresovo-podmienenej poruchy vedie k pochopeniu dôležitosti aplikácie biologickej spätnej väzby (biofeedback) ako dôležitej súčasti nefarmakologického terapeutického manažmentu obézneho pacienta v klinickej praxi.

Podpora: VEGA 1/0048/24

Literatúra

1. Faber J. Úvod do problematiky neurofyziologie. In: Ptáček R, Novotný M et al (ed). Biofeedback v teorii a praxi. GRADA Publishing, Praha 2017: 16–26. ISBN 978–80–247–5694–3.

2. Tonhajzerová I. Psychosomatické poruchy a biofeedback. In: Tonhajzerová I, Mešťaník M. Psychofyziológia: Od stresovej odpovede po biofeedback. JLF UK: Martin 2016: 77–164. ISBN 9788081870095.

3. Ostatníková D (ed). Základy lekárskej fyziológie. Univerzita Komenského v Bratislave: Bratislava 2022. ISBN 9788022354585.

4. Malik K, Dua A. Advancing Patient Care With Biofeedback. In: StatPearls [Internet]. StatPearls Publishing: Treasure Island (FL) 2025. Dostupné z WWW: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK553075/>

5. Thayer JF, Lane RD. The role of vagal function in the risk for cardiovascular disease and mortality. Biol Psychol 2007; 74(2): 224–242. Dostupné z DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.biopsycho.2005.11.013>.

6. Tonhajzerova I, Javorka M, Trunkvalterova Z et al. Comparison of two methods for evaluation of the heart rate control in obese children. Acta Med Martiniana 2006; 6(1): 16–21.

7. Kumar R, Rizvi MR, Saraswat S. Obesity and stress: A contingent paralysis. Int J Prev Med 2022; 13: 95. Dostupné z DOI: <http://dx.doi.org/10.4103/ijpvm.IJPVM_427_20>.

8. Porges SW. Heart Rate Variability: A Personal Journey. Appl Psychophysiol Biofeedback 2022; 47(4): 259–271. Dostupné z DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s10484–022–09559-x>.

9. Porges SW. The polyvagal perspective. Biol Psychol 2007; 74(2): 116–143. Dostupné z DOI: <http://doi/10.1016/j.biopsycho.2006.06.009>.

10. Thayer JF, Lane RD. The role of vagal function in the risk for cardiovascular disease and mortality. Biol Psychol 2007; 74(2): 224–242. Dostupné z DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.biopsycho.2005.11.013>

11. Yu B, Funk M, Hu J et al. Biofeedback for Everyday Stress Management: A Systematic Review. Frontiers in ICT. Frontiers Media S.A. Dostupné z DOI: <https://doi.org/10.3389/fict.2018.00023>.

12. Thayer JF, Ahs F, Fredrikson M et al. A meta-analysis of heart rate variability and neuroimaging studies: implications for heart rate variability as a marker of stress and health. Neurosci Biobehav Rev 2012; 36(2): 747–756. Dostupné z DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.neubiorev.2011.11.009>.

13. Tonhajzerova I, Visnovcova Z, Ondrejka I et al. Major depressive disorder at adolescent age is associated with impaired cardiovascular autonomic regulation and vasculature functioning. Int J Psychophysiol 2022; 181: 14–22. Dostupné z DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2022.08.004>.

14. Moravec CS. Biofeedback therapy in cardiovascular diseases: Rationale and research overview. Cleve Clin J Med 2008; 75(Suppl2): S35-S38. Dostupné z DOI: <http://dx.doi.org/10.3949/ccjm.75.suppl_2.s35>.

15. Meyer PW, Friederich HC, Zastrow A. Breathe to ease – Respiratory biofeedback to improve heart rate variability and coping with stress in obese patients: A pilot study. Mental Health & Prevention 2018; 11: 41–46. Dostupné z DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.mhp.2018.06.001>.

16. Kautzky A, Heneis K, Stengg K et al. Short Term Caloric Restriction and Biofeedback Enhance Psychological Wellbeing and Reduce Overweight in Healthy Women. J Pers Med 2021; 11(11): 1096. Dostupné z DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/jpm11111096>.