proLékaře.cz | 13.11.2026

Elektrotaktilní stimulace jazyka: nová možnost rehabilitace posturální stability – kazuistika

Electrotactile Stimulation of the Tongue: a New Option in the Rehabilitation of Postural Stability – a Case Report

Souhrn

Zcela novou metodou v rehabilitaci pacientů s poruchami rovnováhy je využití biologické zpětné vazby pomocí elektrotaktilní stimulace – systém BrainPort®. Prostřednictvím elektrotaktilní stimulace jazyka je pacient informován o aktuální poloze hlavy. Základem přístroje je akcelerometr převádějící informace o změně polohy hlavy na elektrické impulzy, které pacient vnímá na jazyku. Metodika se uplatňuje především u periferních postižení labyrintu, u kterých se nepodaří dosáhnout uspokojivé kompenzace standardními postupy. Perspektivní využití má metodika i u centrálních poruch stability. Předložená práce demonstruje dobrý efekt tohoto rehabilitačního postupu u pacienta s paleocerebelárním postižením.

Abstract

A completely new technique in the rehabilitation of patients suffering from balance disorders is the use of biological feedback by way of electrotactile stimulation – the BrainPort® system. Thanks to electrotactile stimulation of the tongue, the patient is informed of the actual position of his head. The principle part of the equipment is an accelerometer, which transmits information concerning changes in head positions to electrical impulses, which the patient feels on their tongue. The technique is predominantly used in peripheral disorders of the labyrinth where satisfactory compensation has not been achieved with standard processes. The technique is also promising in patients with central stability disorders. This paper demonstrates the promising effect of this rehabilitative approach in patients with palleocerebellar disorders.

O. Čakrt[1], P. Kolář[1], R. Černý[2], T. Funda[3], J. Jeřábek[2,3]

[1] Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství 2. LF UK a FN v Motole, Praha
[2] Neurologická klinika dospělých 2. LF UK a FN v Motole, Praha
[3] ČVUT FBMI, Společné pracoviště biomedicínského inženýrství FBMI a 1. LF UK v Praze

✉
Mgr. Ondřej Čakrt
Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství
2. LF UK a FN v Motole
V Úvalu 84
150 06 Praha 5-Motol
e-mail:
ondrej.cakrt@lfmotol.cuni.cz

Přijato k recenzi: 10. 3. 2009
Přijato do tisku: 4. 5. 2009

Klíčová slova

biologická zpětná vazba – posturální stabilita – rehabilitace – paleocerebelární syndrom

Key words

biofeedback – postural balance – rehabilitation – cerebellar syndrome

Práce byla podpořena z výzkumného záměru MSM 6840770012.

proLékaře.cz | 13.11.2026

Úvod

Častým problémem neurologických pacientů je porucha posturální stability. U těchto pacientů je narušena schopnost udržení vzpřímeného postoje. Příčinou bývá onemocnění vestibulárního systému, postižení mozečku či neuropatie. Rehabilitace představuje nedílnou součást léčby těchto pacientů.

Mezi moderní technické prostředky, které využíváme v rehabilitaci poruch stability, patří metody s biologickou zpětnou vazbou. Biologická zpětná vazba je terapeutický postup, který zahrnuje měření osobních fyziologických veličin a jejich prezentaci v reálném čase a vhodné podobě pacientovi. Těchto systémů byla vyvinuta celá řada, od cvičení na stabilometrické plošině s vizuální zpětnou vazbou až po zařízení kombinující akcelerometry s vibrační stimulací na těle pacienta. Zcela novou možnost rehabilitace poruch rovnováhy představuje systém BrainPort® (BP), který využívá jako biologickou zpětnou vazbu elektrotaktilní stimulaci jazyka [1,2]. Cílem této práce je představit tento systém a prostřednictvím kazuistiky demonstrovat jeho efektivitu u pacienta s centrálně podmíněnou poruchou stability – paleocerebelárním syndromem.

Biologická zpětná vazba v rehabilitaci pacientů s poruchami rovnováhy

V rehabilitaci pacientů s poruchami rovnováhy je zpětná vazba k nácviku stability využívána již řadu let. Obecně se předpokládá, že biologická zpětná vazba facilituje multisenzorickou (zrakovou, proprioceptivní a vestibulární) stimulaci, a tím urychluje kompenzační proces spočívající v reorganizaci neurálních okruhů, které se podílejí na řízení rovnováhy. V praxi se dnes využívá několik systémů, jedním z nich je vizuální zpětná vazba. Zde je změna polohy těla pacienta snímána pomocí stabilometrické plošiny. Ta je schopna prostřednictvím tenzometrů umístěných v rozích plošiny měřit jednotlivé složky tlakových sil stojícího člověka a jejich momenty. Z naměřených hodnot je možné vypočítat polohu působiště výsledné tlakové síly (CoP) pacienta [3]. Poloha CoP je určena souřadnicemi x (antero-posteriorní směr) a y (latero-laterální směr), pohyb CoP můžeme v reálném čase zobrazit na monitoru. Poloha CoP na monitoru před pacientem představuje zpětnovazebný signál, který ho informuje o aktuální poloze těla. Pomocí tohoto signálu je pacient schopen lépe regulovat posturální reakce, a tím udržet stabilní stoj [4].

Na jiném principu pracují systémy, které snímají změnu polohy těla prostřednictvím akcelerometrů. Akcelerometry jsou nejčastěji umístěny na trupu, blízko reálné polohy těžiště těla, nebo na hlavě pacienta, tedy v blízkosti vestibulárního labyrintu [5]. Tyto systémy používají jako zpětnovazebný signál vibrační stimulaci mechanoreceptorů na povrchu těla. Vibrátory informují pacienta ve chvíli, kdy poloha senzoru překročí určitou mez a hrozí riziko pádu [5].



Obr. 1. BrainPort – akcelerometr se stimulačními elektrodami a řídící jednotka.

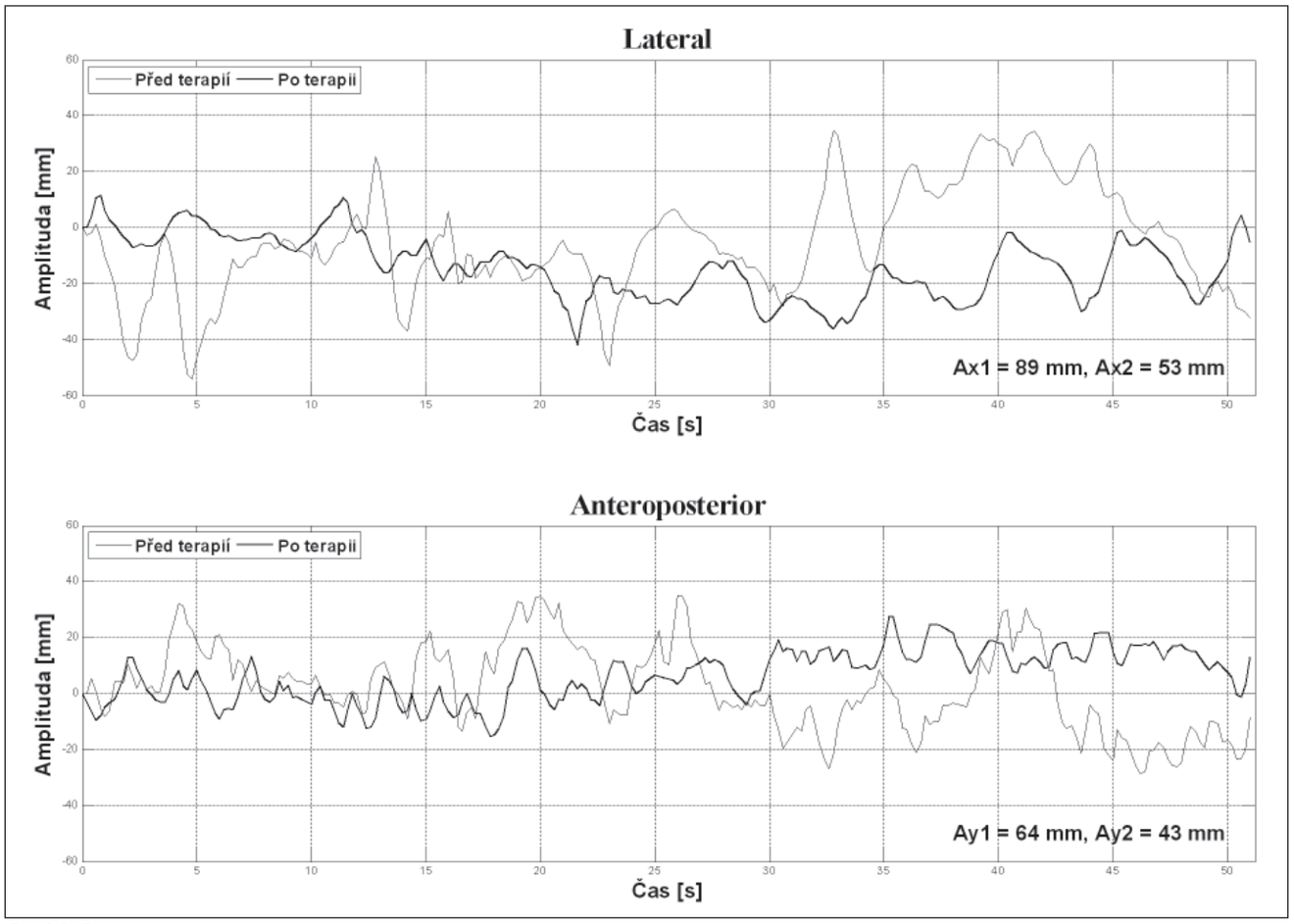
Brain Port

Inovativní technologii v rehabilitaci poruch rovnováhy představuje systém BP, který využívá zpětné vazby prostřednictvím elektrotaktilní stimulace jazyka [1,2]. Toto zařízení bylo vyvinuto především pro pacienty s oboustrannou ztrátou funkce labyrintu a osoby trpící chronickou nestabilitou [6]. Zde byl BP také úspěšně využit při léčbě [6,7]. Základem přístroje je velmi citlivý akcelerometr, který má pacient umístěn na jazyku. Informace z akcelerometru jsou zpracovány a převedeny na elektrické impulzy nízké intenzity, které pacient vnímá jako taktilní signál na jazyku. Tento signál je zprostředkován pomocí pole 10 × 10 drobných elektrod, jež jsou umístěny ve spodní části akcelerometru (obr. 1). Taktilními receptory jazyka je pacient schopen rozeznat polohu elektrického signálu, popřípadě i směr a velikost jeho vychýlení ze střední polohy. Poloha signálu koresponduje s aktuální polohou hlavy pacienta v daném okamžiku. V průběhu terapie učíme pacienta na tento signál reagovat. Cílem snahy je během tréninku stabilizovat signál ve střední části stimulačního pole – tedy ve střední části jazyka [2]. Toho se snažíme dosáhnout pomocí vhodné posturální reakce. Náročnost trénovaných pozic se progresivně zvyšuje od stoje na pevné podložce přes tandemový stoj (chodidla jsou za sebou a špička se dotýká paty) až po stoj na pěnové podložce. BP se využívá také při nácviku chůze. Trénink se provádí vždy s vyloučením zrakové kontroly. Pacient je tedy při kontrole stability odkázán na informace ze stimulátoru a somatosenzorického systému. Elektrická stimulace jazyka aplikovaná současně se somatosenzorickým vstupem vede k vytvoření správné prostorové konstanty, která je v souladu s fyzikálním prostorem. Somatosenzorická aferentace je pak využívána pro udržení stability i v reálném životě, přestože díky vestibulární hypofunkci pacient správnou informaci o poloze v prostoru nemá [8]. Jde o kompenzaci, nikoliv podporu reparace – vestibulární smysl se nahradí jiným podnětem.

Kazuistika

BP jsme použili u 64letého pacienta s těžkou instabilitou stoje a chůze na podkladě ischemické CMP ve vertebrobazilárním povodí, kterou prodělal v roce 2005. Na MR prokázány infratentoriálně v levé mozečkové hemisféře a levé polovině prodloužené míchy ložiska změněného sig-

proLékaře.cz | 13.11.2026



Graf 1. Porovnání stabilogramů před terapií a po jejím skončení.
Ax: amplituda stabilogramu v latero-laterálním směru, Ay: amplituda stabilogramu v antero-posteriorním směru. 1: před terapií, 2: po jejím skončení.

nálu na vaskulárním podkladě. Původní laterální oblongátový syndrom se upravil, až na reziduální paleocerebelární postižení. V roce 2006–2007 opakovaně rehabilitován. Rehabilitace, která využívala standardní postupy zaměřené na reedukaci stoje a chůze, nevedla ke zlepšení posturální stability. V červnu 2008 byla zahájena rehabilitace s BP. V objektivním nálezu bylo reziduální kvadrupyramidové postižení, bez motorického deficitu a těžká paleocerebelární ataxie. Chůze byla o široké bázi nejistá, v pulzním testu pád na znak.

Pomocí počítačové posturografie jsme analyzovali stabilitu pacienta ve stoji při otevřených a zavřených očích před zahájením rehabilitace a po jejím skončení. K posturografickému vyšetření jsme použili systém SPS Synapsys s tenzometrickou plošinou se třemi tlakovými snímači. Doba vyšetření byla 52 sekund pro každou z testovaných situací (nahrávací frekvence 40 Hz). Vyšetření prokázalo těžkou poruchu stability stoje s titubacemi o velké amplitudě a zvýšeným rizikem pádu. Subjektivně pacienta nejvíce obtěžovala nejistota a pády.

Následně pacient absolvoval rehabilitační program s BP – cvičil 35 minut denně po dobu pěti dní. Během tréninku se progresivně zvyšovala náročnost tréninkových pozic ze stoje o široké bázi až po tandemový stoj. Po skončení rehabilitace jsme provedli kontrolní měření. V průběhu obou posturografických vyšetření neměl pacient BP. Z námi získaných dat je patrné, že u referovaného pacienta došlo ke klinicky významnému zlepšení objektivních parametrů posturální stability. Pro hodnocení posturální stability jsme použili parametry amplitudy stabilogramu v latero-laterálním směru, antero-posteriorním směru (graf 1), střední kvadratické odchylky statokineziogramu a délky trajektorie statokineziogramu (graf 2). Stabilogram je grafický záznam jednotlivých amplitud CoP v čase, jeho znázornění ve vektorové formě nazýváme statokineziogram [9].

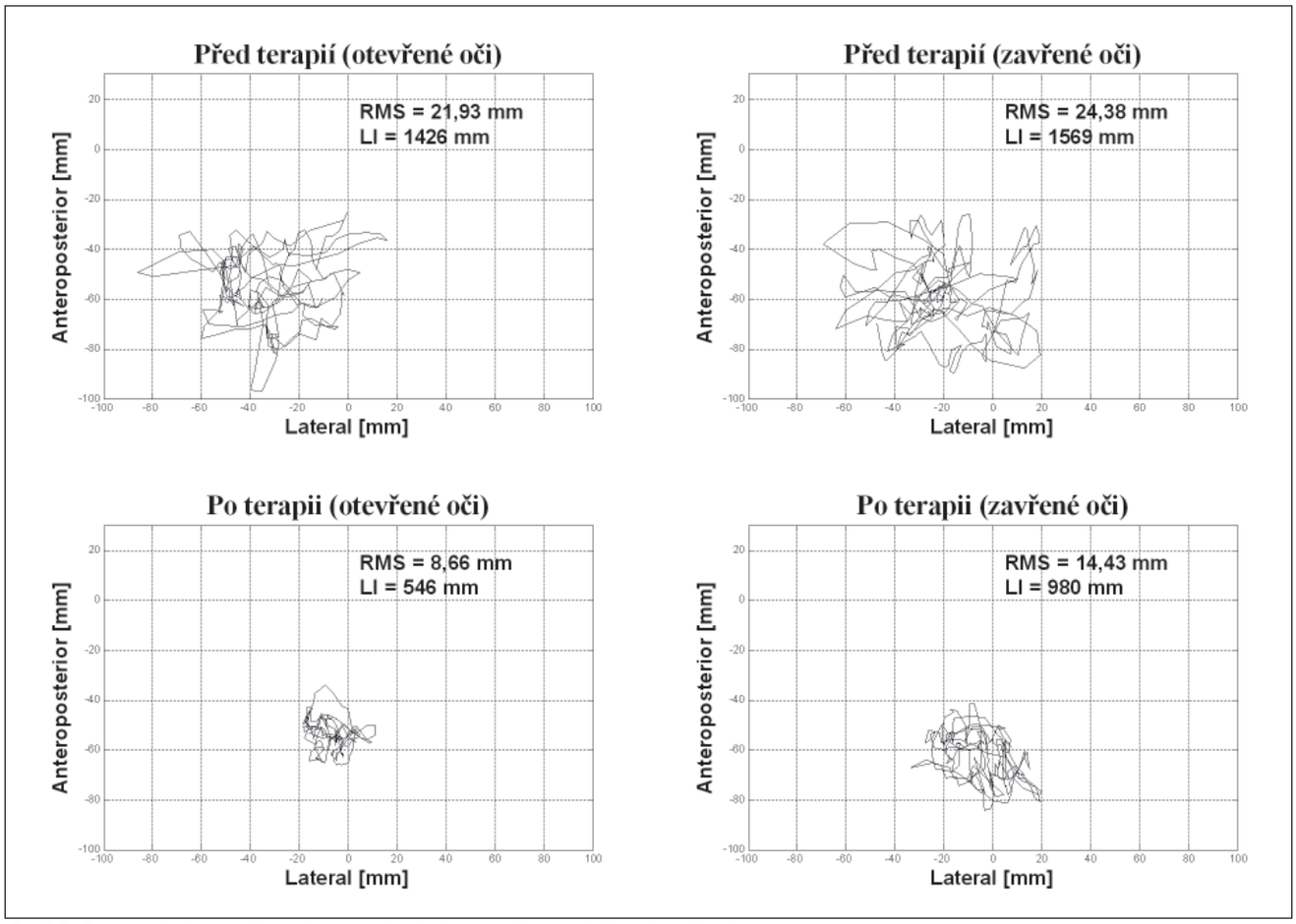
Subjektivně pacient udával zlepšení, měl větší pocit jistoty ve stoji i chůzi, ustoupila obava z pádu.

Závěr

Systém BP byl již dříve úspěšně použit v léčbě pacientů s periferní poruchou labyrintu [6]. My jsme využili BP u pacienta s mozečkovým postižením. Šlo o pacienta, který absolvoval standardní program balančního cvičení bez efektu, proto jsme ho, jako ultimum refugium, zařadili do programu s BP.

Předložená kazuistika demonstruje, že rehabilitace s využitím systému BP může být vhodným prostředkem léčby poruch rovnováhy i u pacientů s centrálně podmíněnými poruchami rovnováhy, u kterých se obecně považuje vestibulární trénink

proLékaře.cz | 13.11.2026



Graf 2. Porovnání statokineziogramů před terapií a po jejím skončení.
RMS: střední kvadratická odchylka statokineziogramu, LI: délka trajektorie statokineziogramu.

za méně účinný vzhledem k předpokládanému omezení možností kompenzace [10].

Zlepšení posturální stability u našeho pacienta si vysvětlujeme tím, že pravidelná senzorická aferentace vyvolaná elektrotaktilní stimulací jazyka facilituje použití náhradních pohybových strategií řízení rovnováhy. Tím může dojít k dosažení maximálního možného stupně kompenzace funkčního deficitu, jinými, méně specifickými metodami rehabilitační léčby obtížně dosažitelného. Na příkladu pacienta s paleocerebelárním syndromem demonstrujeme, že i v těchto případech může rehabilitační léčba přinést podstatné zlepšení jeho funkční výkonnosti.

Literatura

1. Bach-Y-Rita P, Kercel SW. Sensory substitution and the human-machine interface. Trends Cogn Sci 2003; 7(12): 541–546.
2. Danilov Y, Tyler M. Brainport: an alternative input to the brain. J Integr Neurosci 2005; 4(4): 537–550.
3. Winter DA. Human balance and posture control during standing and walking. Gait Posture 1995; 3(4): 193–214.
4. Hamman RG, Mekjavic I, Mallinson AI, Longridge NS. Training effects during repeated therapy sessions of balance training using visual feedback. Arch Phys Med Rehabil 1992; 73(8): 738–744.
5. Singbartl F, Basta D, Toldt I, Seidl R, Ernst A. Elektrische und vibrotaktile Rehabilitation von nicht-kompensierten Vestibulopathien. In: Scherer H (ed). Der Gleichgewichtssinn: Neues aus Forschung und Klinik. New York: Springer 2008: 223–226.
6. Tyler M, Danilov Y, Bach-Y-Rita P. Closing an open-loop control system: vestibular substitution through the tongue. J Integr Neurosci 2003; 2(2): 159–164.
7. Danilov YP, Tyler ME, Skinner KL, Hogle RA, Bach-Y-Rita P. Efficacy of electrotactile vestibular substitution in patients with peripheral and central vestibular loss. J Vestib Res 2007; 17(2–3): 119–130.
8. Brandt T. Vertigo: It's multisensory syndromes. London: Springer-Verlag 1991.
9. Hlavačka F, Kundrát J, Križková M, Bačová E. Fyziologické rozsahy hodnôt parametrov stabilometrického vyšetrenia vzpriameneho postoja, vyhodnocovaného počítačom. Cesk Slov Neurol N 1990; 53/86(2): 107–113.
10. Herdman SJ. Vestibular rehabilitation. In: Baloh RW, Halmagyi GM (eds). Disorders of the vestibular system. Oxford: Oxford University Press 1996: 583–597.