proLékaře.cz | 2.7.2025

Baha jako řešení jednostranné hluchoty po operaci vestibulárního schwannomu

Baha as a Solution for Single-Sided Deafness after Vestibular Schwannoma Surgery

J. Bouček[1], M. Chovanec[1], J. Vokřál[2], L. Černý[2], J. Kluh[1], Z. Čada[1], O. Profant[1,4], M. Zábrodský[1], M. Kuchař[1], E. Zvěřina[1], J. Betka[1], O. Fanta[3], J. Skřivan[1]

[1] Klinika otorinolaryngologie a chirurgie hlavy a krku 1. LF UK a FN v Motole, Praha
[2] Foniatrická klinika 1. LF UK a VFN v Praze
[3] Katedra anatomie a biomechaniky, Fakulta tělesné výchovy a sportu UK v Praze
[4] Oddělení neurofyziologie sluchu, Ústav experimentální medicíny AV ČR, v.v.i., Praha

as. MUDr. Jan Bouček, Ph.D.
Klinika otorinolaryngologie a chirurgie hlavy a krku
1. LF UK a FN v Motole
V Úvalu 84
150 06 Praha 5
e-mail: Jan.Boucek@fnmotol.cz

Přijato k recenzi: 5. 1. 2012
Přijato do tisku: 8. 3. 2012

Souhrn

Jednostranná hluchota často ovlivňuje kvalitu života pacientů po operacích vestibulárního schwannomu. Nejvíce hendikepující je zejména neschopnost rozlišit směr přicházejícího zvuku a ztráta diskriminace zvuků přicházejících z postižené strany, projevující se zejména zhoršením rozumění řeči v hluku. Implantát Baha (Bone-Anchored Hearing Aid) je nejefektivnější způsob rehabilitace sluchu na postižené straně. Jedná se o zařízení, které zachycuje a zpracovává zvuk a ve formě vibrací ho přenáší přímo do kostí lebky pomocí titanového implantátu. Díky pevnému spojení implantátu a kosti (procesem osseointegrace) se energie šíří až do kochley a na tekutiny vnitřního ucha. V případě jednostranné hluchoty je takto zachycen zvuk z hluché strany a přenesen na druhostrannou, slyšící kochleu. V období od září 2010 do prosince 2011 bylo implantováno devět jednostranně hluchých pacientů po operaci vestibulárního schwannomu. Pomocí dotazníkových studií bylo prokázáno zlepšení kvality života, 89 % pacientů používá Baha každý den, v rozmezí 8–12 hodin. Baha je jediné efektivní řešení jednostranné hluchoty.

Abstract

Single-sided deafness (SSD) impairs quality of life in vestibular schwannoma surgery (VS) patients. The SSD patients suffer from multiple audiological difficulties, inability to identify a direction of a sound and to discriminate sounds coming from the affected side, presenting particularly as an impairment of speech recognition in noisy environments, are the most disabling. The Bone-Anchored Hearing Aid (Baha) represents the most effective option for rehabilitation of hearing in SSD patients. This device transforms sound into vibrations that are directly conducted to the cranial bones using a titanium implant. Thanks to a firm anchoring of the implant to the bone by a process of osseointegration, vibration energy is conveyed into the fluid of the inner ear. In SSD patients, the sound is transferred from the impaired side into the functioning contralateral cochlea. Nine SSD patients after VS surgery had been implanted between September 2010 and December 2011. The quality of life in SSD patients was evaluated with a questionnaire. 89% of our patients use Baha every day for 8 to 12 hours. Baha is the only known effective solution for SSD patients.

Klíčová slova

vestibulární schwannom – jednostranná hluchota – osseointegrace – implantát Baha

Key words

vestibular schwannoma – single-sided deafness – osseointegration – Baha implant

Tato práce byla podpořena grantem IGA MZČR NT/11543-6 a projektem Specifického vysokoškolského výzkumu č. 262510.

proLékaře.cz | 2.7.2025

Úvod

Vestibulární schwannom (VS) je nejčastější tumor postihující mostomozečkový kout, s incidencí přibližně 1/100 000 obyvatel a rok. Přestože se jedná svou povahou o nezhoubný nádor, může v důsledku svého pomalého růstu vést k řadě zdravotních obtíží, zejména ke ztrátě sluchu, tinnitu a poruchám rovnováhy. Ve výjimečných případech může tlak na mozkový kmen způsobit až smrt pacienta.

Vzhledem ke zvyšující se dostupnosti kvalitních zobrazovacích metod, zejména magnetické rezonance (MR), stoupá počet diagnostikovaných vestibulárních schwannomů. Názory na optimální léčebnou strategii se stále vyvíjí a liší se v závislosti na místních podmínkách a zkušenostech. Přehledný článek shrnující naše zkušenosti byl publikován v roce 2011 [1]. Pro většinu situací je základní strategií „wait and re-scan", v případě progrese velikosti nádoru je indikován terapeutický zásah, mikrochirurgické odstranění [1,2] či radioterapie, zpravidla stereotaktická radioterapie Leksellovým gamma nožem [3].

V rámci operačního řešení je možné volit přístup translabyrintický, přes střední jámu lební nebo retrosigmoidní. Každý z přístupů má své výhody a nevýhody, své kritiky i zastánce. Pravděpodobnost zachování sluchu se u jednotlivých přístupů liší. Proto je sluch v rámci indikace hodnocen a je volen optimální operační postup i s ohledem na pravděpodobnost jeho zachování. První zmínky o možnosti zachování sluchu pocházejí již z 80. let 20. století [4], nicméně v současné době je i přes veškerou snahu operačních týmů užitečný sluch, v závislosti na velikosti tumoru a předoperační sluchové ztrátě, zachován pouze v 10–70 % [5–7]. Kvalita života pacientů po velkých operačních výkonech, k nimž operace vestibulárního schwannomu nepochybně patří, je kompromitována řadou pooperačních následků. Porucha nebo ztráta sluchu je společně s poruchou rovnováhy hodnocena jako jeden z nejtěžších hendikepů.

Poškození sluchu, nezávisle na příčině, je komunikační porucha negativně ovlivňující přibližně 10 % populace Evropy a USA. Přestože se u pacientů po léčbě vestibulárního schwannomu jedná většinou o jednostranné postižení, zásadním způsobem ovlivňuje pracovní schopnosti, výkonnost, sociální integraci, a tím výrazně zhoršuje kvalitu života postiženého jedince.

Poruchy sluchu je možné rozdělit podle různých parametrů. Klasickým kritériem je dělení podle lokalizace postižení, a to na poruchy převodní a poruchy percepční neboli senzorineurální. Nejtěžším stupněm percepčního postižení vnitřního ucha je úplná ztráta funkce – hluchota. K senzorineurální hluchotě zároveň může vést retrokochleární patologie, tedy porušení sluchového nervu v jeho průběhu od kochley až k mozkovému kmeni. Je-li hluché jedno ucho, nazývá se tento stav jednostranná hluchota – Single-Sided Deafness (SSD). Tato situace se týká značného procenta pacientů po operaci vestibulárního schwannomu, u nichž dojde k poškození sluchového nervu, a v důsledku toho k hluchotě či velmi výraznému vzestupu sluchového prahu na operované straně; naopak funkce druhého ucha zůstává nezměněna.

Podstata hendikepu monoaurálního slyšení spočívá ve ztrátě schopnosti stranové diskriminace přicházejících zvuků a ve zhoršení rozumění v hlučném prostředí. Má-li řeč stejnou intenzitu jako hluk, je jedinec s jednostrannou hluchotou schopen porozumět pouze 30–35 % z obsahu konverzace [8]. Komunikace je tedy mnohem náročnější a stojí daleko více úsilí než pro normálně (binaurálně) slyšícího jedince. Jediným způsobem, jak se s takovou situací vyrovnat, je změna pozice vůči mluvčímu, což je velmi obtížné v případě skupinové konverzace či v případě dynamicky se měnících poslechových situací [9].

Stav, kdy dojde k oboustranné ztrátě funkce vnitřního ucha, je možné řešit kochleární implantací (CI) [10]. Situaci, kdy není zachován ani jeden sluchový nerv, je za určitých okolností a po zvážení složitosti celého případu, možné řešit kmenovou neuroprotézou (ABI) [11–14]. Pro pacienty s jednostrannou hluchotou však žádná z těchto možností není vhodná. V případě kochleárního implantátu je indikace u jednostranné hluchoty nicméně otázkou dalšího vývoje, neboť ve světě již probíhají studie zaměřené na zhodnocení efektivity CI právě u této skupiny pacientů [15,16].

Nezávisle na etiologii – zda ke ztrátě sluchu došlo na podkladě operace, prodělaného traumatu, cévní nebo infekční příčině anebo je-li hluchota vrozená [2,17] – existuje v současné době prokazatelně účinná a bezpečná [18,19] možnost rehabilitace sluchu pacientů s jednostrannou hluchotou implantátem Baha (Bone-Anchored Hearing Aid).

Implantát Baha

Schopnost vnímat zvuky prostřednictvím kostního vedení byla pozorována již v období antiky. Na začátku 16. století italský renesanční lékař a matematik Girolamo Cardano prezentoval přenos zvuku prostřednictvím tyče nebo kopí opřených mezi zuby [20]. Přes všechny následující popisy tohoto jevu nastalo významnější využití až ve 20. století, kdy v 50. letech bylo sestrojeno první vibrační brýlové sluchadlo a v 70. letech provedena první Baha implantace. Inspirace k vytvoření implantátu Baha vznikla téměř náhodou; počátkem 70. let chtěl Brånemark [21] využít zvuk k měření stability zubního implantátu, a když na implantát v horní čelisti připojil vibrátor audiometru, pacienti udávali poměrně intenzivní a hlasité vnímání zvuku. Stabilitu implantátu tím ověřit nedokázal, ale odstartoval tak vývoj v implantátu Baha. V roce 1977 Tjellström [22] poprvé implantoval Baha u pacientky s chronickou otitidou. V následujících letech došlo k rychlému rozšíření technologie a v současné době celosvětově užívá implantát Baha více než 90 tisíc pacientů (údaj ze září 2011).

V současné době se Baha skládá ze tří hlavních částí. Základem je titanový implantát, který je umístěn v kosti lebky v retroaurikulární krajině. Na implantát nasedá mezičlen, nazývaný abutment (nástavec), jenž prochází kůží a jeho horní okraj o několik milimetrů přesahuje úroveň kůže. Na abutment se zevně nasazuje samotný procesor, který je možné snadno kdykoliv sundat, podle toho jak uživatel potřebuje (obr. 1). Princip Baha spočívá v přenosu zvuku na vibrace přenášené přímo do kostí lebky. Mikrofon zachytí přicházející zvuky, ty jsou zpracovány v řečovém procesoru a v podobě vibrační energie přeneseny na implantát. Díky pevnému spojení implantátu s kostí procesem osseointegrace je energie dále přenesena kostmi lebky do kochley a na tekutiny vnitřního ucha. Princip osseointegrace spočívá v pevném spojení titanu a kosti, v jehož průběhu jednotlivé osteocyty pevně přilnou k povrchu titanového implantátu, a tím umožní pevné spojení

proLékaře.cz | 2.7.2025

Obr. 1. Schéma systému Baha BP100 (převzato se souhlasem firmy Cochlear).

s kostní tkání [21]. Řadou technologických vylepšení (design tvaru jednotlivých částí, charakter povrchové úpravy – například zdrsnění povrchu pomocí částic TiO2 (TiOblast) [23]), je v dnešní době dosaženo velmi výrazného zvýšení pevnosti spojení mezi kovem a kostí [24]. V závislosti na charakteru onemocnění je tímto způsobem buď překlenuto vzdušné vedení na ipsilaterální straně anebo – v případě jednostranné hluchoty – je zachycen a zpracován zvuk z hluché strany a přenesen do slyšícího ucha na druhé straně.

Použití implantátu Baha je indikováno u převodních či smíšených vad sluchu, kdy není možné nebo účinné použít konvenční sluchadlo, a to především u vrozených vad zevního a středního ucha (atrézie) nebo u chronické otitidy s výtokem a u recidivujících zánětů. Pouze implantát Baha umožní v těchto případech dostatečnou ventilaci zvukovodu nebo trepanační dutiny. Další indikací (jež zatím není v ČR hrazena z veřejného zdravotního pojištění) jsou pacienti s jednostrannou hluchotou, kterým umožňuje implantát Baha slyšet zvuky z hluché strany, a tak rozumět řeči i v hlučném prostředí (více zvuků, více mluvících lidí v okolí, např. restaurace, schůze, porady, rodinné sešlosti, veřejná shromáždění.

Technika operace

Operační výkon se provádí v celkové nebo místní anestezii a trvá necelou jednu hodinu. Nejprve je nutné za pomoci makety identifikovat budoucí pozici Baha, která by měla být ve vzdálenosti 50 až 55 mm od okraje zevního zvukovodu dorzálním směrem, přibližně 2–5 mm nad linea temporalis. V minulosti byla popsána celá řada chirurgických přístupů, v současné době se používají zejména dva. Při prvním je za použití dermatomu nadzdvihnut velmi tenký kožní lalok o velikost cca 4 × 3,5 cm. Pod ním ležící podkožní vrstva je zeširoka snesena, až na periost.

V druhém případě je proveden pouze jeden řez, přibližně paralelně s osou těla a podkoží je odstraněno vytvořením hluboké kapsy. Další postup je shodný. Křížovým řezem je ostře protnut a odklopen periost k vytvoření otvoru pro implantát. K vytvoření otvoru pro implantát a pro jeho upevnění je nutný speciální postup a instrumentárium z důvodu ochrany okolních osteocytů, které nepřežijí teplotu vyšší než 42 °C. Po ukotvení implantátu s abutmentem je vhodná adaptace periostu, někdy i stehem. Následně je překlopena ztenčená kůže a provedena sutura. Kůže je pevně přitlačena a v místě, kde prominuje abutment, je za pomoci perforátoru vytvořen otvor pro krček abutmentu. Je nasazena kompresní čepička (healing cap) a pomocí tkalounu s antibiotickou mastí je provedena komprese ztenčené kůže. Krytí je ponecháváno obvykle týden.

Interval mezi operací a prvním použitím procesoru se na základě nových poznatků neustále zkracuje, z původních 12 týdnů se dnes doporučují tři a vzhledem k vysoké primární stabilitě implantátu se dá očekávat další zkrácení této doby.

Vlastní soubor

V rozmezí od září 2010 do prosince 2011 byl implantát Baha použit u devíti pacientů s jednostrannou pooperační hluchotou vzniklou po operaci vestibulárního schwannomu. Odstup od operace byl v průměru 17 měsíců (rozmezí 3–56 měsíců). Jednalo se o čtyři ženy a pět mužů, průměrný věk byl 37 let (rozmezí 19 až 65 let). Všichni byli podrobně edukováni, seznámeni s podmínkami účasti, poučeni o výhodách i rizicích spojených s účastí ve studii. Všichni podstoupili vstupní audiometrické vyšetření, absolvovali test Baha zařízení pomocí „softbandu" v délce jednoho týdne, tuto zkušenost zhodnotili pomocí BBSS dotazníku (Bern Benefit in Single-Sided Deafness Questionnaire) [25]. Z dosavadní 6- až 12měsíční zkušenosti je možné konstatovat, že nedošlo k žádné komplikaci v průběhu operace či pooperačního období, nedošlo k žádnému vyloučení implantátu, u jednoho pacienta byla nutná revizní operace v odstupu šesti měsíců ke ztenčení kůže přerůstající přes implantát. Všichni pacienti Baha užívají, 89 % pacientů užívá Baha 6–7 dní v týdnu, 8–12 hodin denní aktivity.

Diskuze

Jak již bylo zmíněno, rehabilitace sluchu u pacientů s jednostrannou hluchotou je zatím nejnovější indikace, pro kterou je implantát Baha ve světě používán. Princip spočívá, stejně jako v ostatních případech, v transformaci zvuku na vibrace přenášené přímo do kostí lebky. V případě jednostranné hluchoty se vibrace šíří nikoliv do kochley postižené strany, ale jsou přeneseny na tekutiny vnitřního ucha na protilehlé, nepostižené straně. Díky této unikátní technologii je u naprosté většiny pacientů dokumentováno výrazné zlepšení komunikačních schopností, zejména v hlučném prostředí (eliminace akustického stínu hlavy). Vzhledem k tomu, že detekční orgán je v tomto případě pouze jeden, zvuky z obou stran vnímá pouze jedno vnitřní ucho, nedochází touto metodou k obnovení binaurálního, a tedy ani směrového slyšení, pouze se zlepšuje prostorová orientace.

Vnímání zvuku pomocí Baha lze velmi dobře nasimulovat pomocí takzvaného softbandu. Jedná se o gumový pásek, kterým je Baha procesor přitlačen na kost v oblasti processus mastoideus. Místo nasazení na abutment je na procesor připevněn plastový váleček a jeho přitlačením jsou přes kůži přeneseny vibrace na kost lebky. Dochází sice k částečnému pohlcení vibrační energie kůží, ale přesto je intenzita vnímaného zvuku dostatečná a věrně simuluje situaci následující po implantaci Baha. Pacientovi, který splní úvodní indikační kritéria, je zapůjčen softband na týden a má možnost si v situacích běžného denního života Baha softband vyzkoušet. Po týdnu má celkem přesný obrázek o přínosu Baha a může se odpovědně rozhodnout, zda chce či nechce podstoupit následnou operaci. Pro zhodnocení testu využíváme BBSS dotazník (Bern Benefit in Single-Sided Deafness Questionnaire) [25].

Bohužel ne pro každého pacienta s SSD je implantát Baha přínosný. V literatuře je udáváno rozmezí 20–40 % takto postižených pacientů, kteří se pro implantaci rozhodnou. V celém našem souboru je

proLékaře.cz | 2.7.2025

toto číslo o něco vyšší, zhruba 40–50 % vyšetřených se nakonec pro Baha rozhodlo. Rozdíl je velmi pravděpodobně závislý na složení souboru. Převážná většina pacientů po operaci vestibulárního schwannomu neměla až do období klinických projevů žádné sluchové obtíže. Zároveň je interval ztráty sluchu většinou krátký, v průměru 20 měsíců. Procento pacientů, kteří se pro Baha rozhodnou (a pak ho i skutečně dlouhodobě užívají) musí být pochopitelně vyšší, než pokud je v souboru větší zastoupení buď kongenitálně anebo dlouhodobě jednostranně hluchých, kteří jsou na tento stav dlouhodobě adaptováni [26]. Zatím však nebyl identifikován žádný parametr, který by statisticky významně koreloval s rozhodnutím operaci podstoupit či nepodstoupit.

Závěr

Předložená práce si neklade za cíl shrnout konkrétní výsledky Baha implantací. Má ale čtenáři představit, co Baha implantát znamená, co nabízí a v jakých indikacích ho lze použít. Přehled je podpořen našimi dosavadními zkušenostmi s Baha implantacemi u pacientů po operaci vestibulárního schwannomu (devět implantací od září 2010). V souladu s dostupnými literárními údaji je zřejmé, že naprostá většina pacientů používajících implantát Baha pozitivně hodnotí všeobecné zlepšení komunikačních schopností a výrazné zlepšení kvality života. Tento fakt potvrzuje i velmi vysoký počet trvalých uživatelů Baha implantátu.

Závěrem je možné konstatovat, že Baha je účinné řešení jednostranné hluchoty nezávisle na etiologii jejího vzniku. Z našich dosavadních zkušeností vyplývá, že u všech pacientů došlo ke zlepšení rozumění v šumu (HINT test) a všichni naši pacienti Baha užívají, minimálně v situacích, kdy očekávají problémy s rozuměním. Naprostá většina používá Baha denně, po celou dobu své denní aktivity. Zvážení indikace k implantaci Baha a eventuální vyzkoušení pomocí softbandu můžeme doporučit všem pacientům s jednostrannou hluchotou, jejichž sluchová vada je stacionární a jejichž celkový zdravotní stav by umožnil podstoupit nenáročnou operaci.

Vzhledem k dosavadním pozitivním výsledkům rehabilitace sluchu pomocí implantátu Baha je vhodné tuto možnost zařadit do indikační rozvahy při plánováním terapeutického postupu jako součást komplexního rehabilitačního přístupu [27,28]. Pravděpodobnost zachování sluchu se u jednotlivých léčebných přístupů výrazně liší, nicméně i v případě ztráty sluchu je možné takto postiženým pacientům nabídnout uspokojivé řešení.

Literatura

1. Zvěřina E. Neurinom akustiku – vestibulární schwannom – osobní pohled na nejmodernější postupy v jeho léčbě. Čas Lék čes 2010; 149(6): 269–276.

2. Skrivan J, Zverina E, Betka J, Kluh J, Kraus J. Our surgical experience with large vestibular schwannomas. Otolaryngol Pol 2004; 58(1): 69–72.

3. Timmer FC, Hanssens PE, van Haren AE, van Overbeeke JJ, Mulder JJ, Cremers CW et al. Follow-up after gamma knife radiosurgery for vestibular schwannomas: volumetric and axial control rates. Laryngoscope 2011; 121(7): 1359–1366.

4. Zvěřina E, Fusek I, Kunc Z, Sobota J, Stejskal L. První zkušenosti s mikrochirurgií nádorů n. VIII. Cesk Slov Neurol N 1983; 46/79(5): 287–292.

5. Mazzoni A, Biroli F, Foresti C, Signorelli A, Sortino C, Zanoletti E. Hearing preservation surgery in acoustic neuroma. Slow progress and new strategies. Acta Otorhinolaryngol Ital 2011; 31(2): 76–84.

6. Rabelo de Freitas M, Russo A, Sequino G, Piccirillo E, Sanna M. Analysis of Hearing Preservation and Facial Nerve Function for Patients Undergoing Vestibular Schwannoma Surgery: The Middle Cranial Fossa Approach versus the Retrosigmoid Approach – Personal Experience and Literature Review. Audiol Neurotol 2011; 17(2): 71–81.

7. Samii M, Matthies C. Management of 1000 vestibular schwannomas (acoustic neuromas): hearing function in 1000 tumor resections. Neurosurgery 1997; 40(2): 248–260.

8. Christensen L, Richter GT, Dornhoffer JL. Update on bone-anchored hearing aids in pediatric patients with profound unilateral sensorineural hearing loss. Arch Otolaryngol Head Neck Surg 2010; 136(2): 175–177.

9. Noble W, Gatehouse S. Interaural asymmetry of hearing loss, Speech, Spatial and Qualities of Hearing Scale (SSQ) disabilities, and handicap. Int J Audiol 2004; 43(2): 100–114.

10. Betka J, Valvoda M, Hruby J, Skrivan J. Surgical procedure and results of implantation of the Czech cochlear neuroprosthesis. Czech Med 1990; 13(2–3): 124–130.

11. Skrivan J, Betka J, Zverina E, Vrabec P, Chovanec M, Borsky I. Complicated decisionmaking in indications for auditory brainstem implant (ABI) in a patient with neurofibromatosis 2. Prague Med Rep 2007; 108(3): 256–262.

12. Skřivan J, Zvěřina E, Betka J, Světlík M, Kluh J, Sollmann WP et al. Sluchová kmenová neuroprotéza v České republice. Čas Lék čes 2003; 142(1): 29–33.

13. Zvěrina E, Sollmann WP, Betka J, Skrivan J, Tichy T, Nevison B et al. First auditory brainstem implant in the Czech Republic. J Laryngol Otol Suppl 2000; 27: 54–55.

14. Colletti V, Carner M, Miorelli V, Guida M, Colletti L, Fiorino F. Auditory brainstem implant (ABI): new frontiers in adults and children. Otolaryngol Head Neck Surg 2005; 133(1): 126–138.

15. Jacob R, Stelzig Y, Nopp P, Schleich P. Audiological results with cochlear implants for single-sided deafness. HNO 2011; 59(5): 453–460.

16. Stelzig Y, Jacob R, Mueller J. Preliminary speech recognition results after cochlear implantation in patients with unilateral hearing loss: a case series. J Med Case Reports 2011; 5(1): 343.

17. Skrivan J, Zverina E, Kluh J, Chovanec M, Padr R. Our experience with surgical treatment of tympanojugular pragangliomas. Prague Med Rep 2010; 111(1): 25–34.

18. Schrøder SA, Ravn T, Bonding P. Baha in single-sided deafness: patient compliance and subjective benefit. Otol Neurotol 2010; 31(3): 404–408.

19. de Wolf MJ, Shival ML, Hol MK, Mylanus EA, Cremers CW, Snik AF. Benefit and quality of life in older bone-anchored hearing aid users. Otol Neurotol 2010; 31(5): 766–772.

20. Mudry A, Tjellström A. Historical background of bone conduction hearing devices and bone conduction hearing aids. Adv Otorhinolaryngol 2011; 71: 1–9.

21. Brånemark PI, Adell R, Breine U, Hansson BO, Lindström J, Ohlsson A. Intra-osseous anchorage of dental prostheses. I. Experimental studies. Scand J Plast Reconstr Surg 1969; 3(2): 81–100.

22. Tjellström A, Hakansson B, Lindstrom J, Branemark PI, Hallen O, Rosenhall U et al. Analysis of the mechanical impedance of bone-anchored hearing aids. Acta Otolaryngol 1980; 89(1–2): 85–92.

23. Gottlow J, Sennerby L, Rosengren A, Flynn M. An experimental evaluation of a new craniofacial implant using the rabbit tibia model: part I. Histologic findings. Otol Neurotol 2010; 31(5): 832–839.

24. Sennerby L, Gottlow J, Rosengren A, Flynn M. An experimental evaluation of a new craniofacial implant using the rabbit tibia model: Part II. Biomechanical findings. Otol Neurotol 2010; 31(5): 840–845.

25. Kompis M, Pfiffner F, Krebs M, Caversaccio MD. Factors influencing the decision for Baha in unilateral deafness: the Bern benefit in single-sided deafness questionnaire. Adv Otorhinolaryngol 2011; 71: 103–111.

26. King AJ, Parsons CH, Moore DR. Plasticity in the neural coding of auditory space in the mammalian brain. Proc Natl Acad Sci U S A 2000; 97(22): 11821–11828.

27. Cakrt O, Chovanec M, Funda T, Kalitova P, Betka J, Zverina E et al. Exercise with visual feedback improves postural stability after vestibular schwannoma surgery. Eur Arch Otorhinolaryngol 2010; 267(9): 1355–1360.

28. Vrabec P, Brzezny R. Vývoj adaptace rovnovážného systému po operacích vestibulárního schwannomu. Cesk Slov Neurol N 2008; 71/104(4): 453–457.