

Fiatalkori hallásrehabilitáció Baha® Attract implantátumrendszerrel

Posta Bálint dr.¹ ■ Jarabin János András dr.¹ ■ Perényi Ádám dr.¹
Bere Zsófia dr.¹ ■ Adriana Neagos dr.² ■ Tóth Ferenc dr.¹
Kiss József Géza dr.¹ ■ Rovó László dr.¹

¹Szegedi Tudományegyetem, Általános Orvostudományi Kar,
Fül-Orr-Gégészeti és Fej-Nyaksebészeti Klinika, Szeged

²Department of Otorhinolaryngology, University of Medicine and Pharmacy of Tirgu Mures, Romania

Bevezetés: A Baha® Attract egy új, implantálható transcutan csontvezetési hallásjavító rendszer, amely fiatalokban is előnyösebb lehet a klasszikus percutan eszközökkel szemben. **Célkitűzés:** Az eszköz alkalmazási lehetőségeinek bemutatása a fiatalkori hallásrehabilitációs műtéteknél. **Módszer:** Klinikánkon ez idáig nyolc esetben végeztünk fiatalokban implantációt (átlag $13,2 \pm 3,2$ év) az általunk módosított „posterosuperior” feltárási technikával, 5 mm-es implantátummal. Az életkori sajátosságok indokolták, hogy kiegészítő tanulmányként 72 fő, 1–8 éves gyermek koponya-CT-felvételét elemezve megmérjük a koponyacsont vastagságát az implantátum beültetésének ideális lokalizációjában. **Eredmények:** Az implantációk átlag 30 perces műteti idővel történtek. Intra- és posztoperatív szövődmenyt nem észleltünk. A beszédprocesszorokat a negyedik héten illesztettük. Audiológiai eredményekben $51,58 \pm 11,22$ SD dBHL hallásteljesítmény, valamint $43,3 \pm 16,02$ SD dB beszédhallásküszöb-javulást értünk el. A koponyacsont-vastagság átlagosan $3,39 \pm 1,05$ SDmm-nek adódott. **Következtetés:** A Baha® Attract új lehetőség a fiatalkori hallásrehabilitációban. Az implantációt megelőzően javasolt a koponyáról CT-vizsgálatot végezni, amellyel megállapítható a csont vastagsága és megtervezhető az implantátum beültetésének optimális helye. Orv. Hetil., 2017, 158(8), 304–310.

Kulcsszavak: Baha® Attract, csontvezetés, transcutan, gyermekkori alkalmazás

Pediatric hearing rehabilitation with the Baha® Attract implant system

Introduction: Baha® Attract is a new transcutaneous bone-conduction hearing aid, which is more preferable in childhood than the conventional percutaneous systems. **Aim:** Our aim was to demonstrate the possibilities of application in childhood. **Method:** Eight children have undergone surgeries (mean age of $13,2 \pm 3,2$ years; “posterosuperior” incision technique, 5 mm implants). The thickness of the skull bone was determined in 72 children (1–8 years old) at the recommended implant site, based on CT scans. **Results:** The average duration of surgeries was 30 minutes. There were no intra- and postoperative complications observed. Sound processors were fitted at the postoperative 4th week. Hearing measurements proved 51.58 ± 11.22 SD dBHL gain in warble tone thresholds, and $43,3 \pm 16,02$ SD dB in speech discrimination thresholds. The skull bone thickness was measured as $3,39 \pm 1,05$ SD mm. **Conclusion:** The Baha Attract system is a new tool for hearing rehabilitation in pediatric population. Preoperative CT provides valuable knowledge about skull bone thickness.

Keywords: Baha® Attract, bone conduction, transcutaneous, childhood application

Posta, B., Jarabin, J. A., Perényi, Á., Bere, Zs., Neagos, A., Tóth, F., Kiss, J. G., Rovó, L. [Pediatric hearing rehabilitation with the Baha® Attract implant system]. Orv. Hetil., 2017, 158(8), 304–310.

(Beérkezett: 2016. november 25.; elfogadva: 2017. január 2.)

A külső és középfül veleszületett, valamint szerzett, vezetékes, illetve kevert halláscsökkenéssel járó kórképeknek modern fülsebészeti megközelítése az esetek döntő többségében jó eredményt adhat, azonban a hallás mű-

téti javítása nem mindig biztosítja az elvárt eredményt. Ezen esetek egy részében a hagyományos légvezetési hallásjavító készülékek sem alkalmazhatóak. Ekkor merül fel a csontvezetési hallásjavító készülékek alkalmazása,

amelyek klasszikus képviselői a szemüvegszárba épített készülékek. A később bekövetkezett paradigmaváltás alapját, azaz, hogy a csontvibrátor közvetlenül a koponyához horgonyozva továbbítson rezgési energiát, *Per Ingvar Brånemark* professzor titániumimplantátum osseointegrációról tett megfigyelései adták az 1950-es években [1]. Az első direkt csontvezetési hallókészülék (Baha® Connect implantátum) beültetése óta, amelyet 1977-ben *Tjellström* professzor végzett el, már több mint 150 000 implantáció történt világszerte [2]. Nemzetközi viszonylatban az első gyermekkori implantáció 1983-ban történt, míg az első magyarországi Baha-implantációt 2003 nyarán *Katona Gábor* professzor végezte Budapesten a Heim Pál Gyermekkorházban [3].

A (részben) implantálható csontvezetési hallásjavító rendszerek *audiológiai indikációi a következők* [4]:

1. *tisztán vezetékes jellegű* halláscsökkenések, ahol a csont-lég köz meghaladja a 30 dBHL-t;
2. *dominálan vezetékes karakterű*, de percepció komponenssel is rendelkező, *kevert típusú hallásvesztések*, ahol a csont-lég köz szintén meghaladja a 30 dBHL-t, de a percepció küszöb is érintett.

A beszédfrekvenciák (500–1000–2000–3000 Hz) általában mért percepció küszöbnek megfelelően különböző erősítésű beszédprocesszorok közül választhatunk:

- a) ≤ 45 dBHL csontvezetési küszöb – Baha 4-es/5-ös beszédprocesszor;
 - b) ≤ 55 dBHL csontvezetési küszöb – Baha BP110/Baha Power;
 - c) ≤ 65 dBHL csontvezetési küszöb – Baha Cordelle II/Baha Super Power.
3. *féloldali hallásvesztés*: A féloldali hallásvesztés patológiai állapot, amelyben az egyik oldali fül halláscsökkenése *funkcionális szempontból nem javítható* a hagyományos erősítési módszerekkel, míg az ellenoldali fül hallásteljesítménye ép, azaz a vizsgált 0,25–0,5–1–2–3 kHz tartományban a hallásküszöb nem haladja meg a 20 dBHL küszöbszintet.

Klinikopatológiai szempontok

Az előbbi beosztást követve az *1-es és 2-es csoportba* sorolhatóak a hagyományos mikrosebészeti eljárásokkal nem rekonstruálható krónikus otitisek, illetve végstádiumaik, valamint a különböző veleszületett, szerzett külső- és középfül-malformációk, köztük számos szindrómás eredetű, csupán részben audiológiai rehabilitációt igénylő kórkép (például Treacher–Collins-szindróma) [5].

Számos kórfolyamat szerepelhet a nagy-, súlyos fokú féloldali sensorineuralis halláscsökkenés hátterében: (1) hirtelen kialakult; (2) ismeretlen eredet; (3) malignus folyamat; (4) jóindulatú kisagy-híd szögleti térfoglaló folyamat (úgy mint vestibularis schwannoma); (5) demyelinisációs kórképek (például sclerosis multiplex); (6) vertebrobasilaris stroke; (7) akusztikus trauma; (8) koponyasérülés (például temporális csont harántirányú fracturái); (9) perilymphafistula; (10) ototoxicus

gyógyszerhatás; (11) labyrinthitis; (12) Menière-betegség; (13) autoimmun kórfolyamat (például Cogan-szindróma, Wegener-granulomatosis, lupus, Takayasu-arteritis, szisztémás sclerosis, valamint egyéb autoimmun reumatológiai betegségek stb.) [6].

Rehabilitációs szempontok

Az *1-es csoport* esetében a terápiás cél a hangvezető rendszer zavarából adódó vezetékes komponens megkerülése, azaz funkcionálisan a csont-lég köz zárása.

A minimális hangerősítést igénylő *2-es csoporthoz* tartozó esetekben a percepció komponens korrekciója szintén fontos feladatunk, amelyet a különböző beszédprocesszorok megválasztásával optimalizálhatunk.

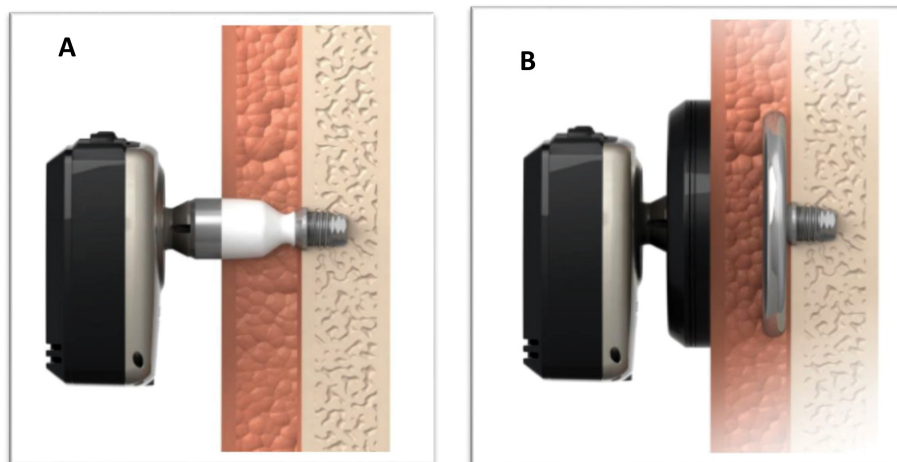
Mivel a beszéd információtartalma jelentős mértékben a felharmonikusokban kódolt, így a fejet megkerülő és eközben gyengülő magas frekvenciájú domén érintettsége jól érzékelhető beszédmegértés-romláshoz vezet féloldali hallásvesztésben. A hasznos auditoros jelek továbbítása a fej fizikailag ellentétes oldalára (Baha által biztosított csontvezetési áthallás útján) nem rehabilitálja a beteg térbeli hallását, hanglokalizációs képességét, csupán a fej árnyékolóhatását igyekszik kiküszöbölni. Éppen ezért ez utóbbi indikációs körben jelenleg szintén koncepcióváltás zajlik, egyre hangsúlyozva a cochlearis implantátumok valódi binauralis hallást visszaadó szerepének fontosságát.

1977-ben történt bevezetése óta a direkt csontvezetést alkalmazó rendszerek különböző, módosított percutan abutment kapcsolaton keresztül valósították meg az implantátumcsavar és a beszédprocesszor kapcsolatát (úgynevezett Baha Connect rendszerek) (*1. A) ábra*).

A klasszikus, jól megalapozott implantációs sebészeti technikákat a lágyrész-redukció mellett különböző bőrlebe nyek alkalmazása jellemezte. A lágyrész-redukció egy stabil, immobilis epidermisszel fedett csontfelszín kialakítását tette lehetővé az implantátum körüli területen, amelynek célja a posztoperatív szövödmények csökkentése volt [7].

Ezen lágyrész-szövödmények előfordulási gyakoriságának csökkentését tűzték ki célul a későbbi technikai fejlesztések, amelyek egyaránt jelentették az implantátumcsavar felszínének módosítását, valamint az abutment fizikai formájának újratervezését [8]. Ezek következtében lerövidült az implantátum első megterhelésének lehetséges ideje, valamint csökkent a posztoperatív időszakban előforduló lágyrész-szövödmények előfordulása.

A későbbi, nagy esetszámon elvégzett, független felmérések változó incidenciájú, különböző súlyosságú periimplant szövödmények előfordulását tárták fel, amelyek közül kiemelendő az implantátum körüli szövetek gyulladása, illetve a környező bőr/lágyrész túlnövése [9]. Emellett a percutan rendszerek esetében alkalmazott abutmentet ért oldalirányú fizikai erőbehatás a relatíve nagy erőkar miatt az implantátum csontos rögzülé-



1. ábra | Baha Connect (A) és Attract (B) rendszerek (Copyright © 2016 Cochlear Ltd. Minden jog fenntartva. Engedéllyel átvéve)

sének fracturájához vezethet, amely az implantátum elvesztését okozhatja. Mindezek miatt a páciensek, főleg gyerekkorúak esetében, gyakoribb ápolást és szorosabb obszervációt igényelnek. A Connect rendszerek további hátrányát az esztétikai szempontok jelentették [10].

A koncepcióváltást a lágyszöveteken át, mágneses úton megvalósuló vibrációs energiatovábbítás jelentette, amely megszüntette a bőrt permanensen penetráló, titániumabutment jelenlétét, minimalizálta, csaknem kiküszöbölte a lágyszövet-komplikációk és az azokból eredő járulékos hátrányok előfordulását.

Számos úttörő kísérlet, majd további fejlesztés előzte meg a legújabb, immáron transcutan rendszer, a Baha® Attract megjelenését. Ez, hasonlóan a korábbiakhoz, a BI300 implant komponensre épült, ugyanakkor az abutment funkcióját egy mágneses korong helyettesíti, amely az implantátumcsavarhoz egy pontban rögzül a bőr alatt [11]. Ezen tulajdonságai miatt gyerekkori alkalmazása jelentős előnyökkel bírhat. *Reinfeldt és mtsai*

összefoglalója alapján ezek az új rendszerek feloszthatók úgynevezett aktív (transzducer implantálva) és passzív (mágnes implantálva) transcutan implantátumokra [1]. Előbbi aktív típusúak közé tartozik a MED-EL® Bonebridge™, amelynek serdülőkorú alkalmazásáról és eredményeiről hazai viszonylatban részletesen beszámolt *Katona Gábor professzor* [12, 13]. A passzív implantátumok közé sorolható a Sophono® (Sophono Inc. owned by Medtronic, Amerikai Egyesült Államok) készülék, illetve a Baha Attract (Cochlear Ltd., Ausztrália) implantátum. Az utóbbi bemutatására 2013-ban került sor (1. B) ábra).

Az implantátumok gyerekkori alkalmazásának kritériumai, egyes országoként változva, a minimum ötéves életkor és/vagy 3 millimétert meghaladó koponyacsontvastagság [14]. Hazai és nemzetközi viszonylatban is nagy örömről számolt, hogy a Baha Attract „closed-market release” bevezetésére klinikánkon kerülhetett sor. Jelen tanulmányunk célja, hogy bemutassuk a Baha Attract rendszerrel fiatalokban szerzett sebészi, valamint audiológiai tapasztalatainkat.

Módszer

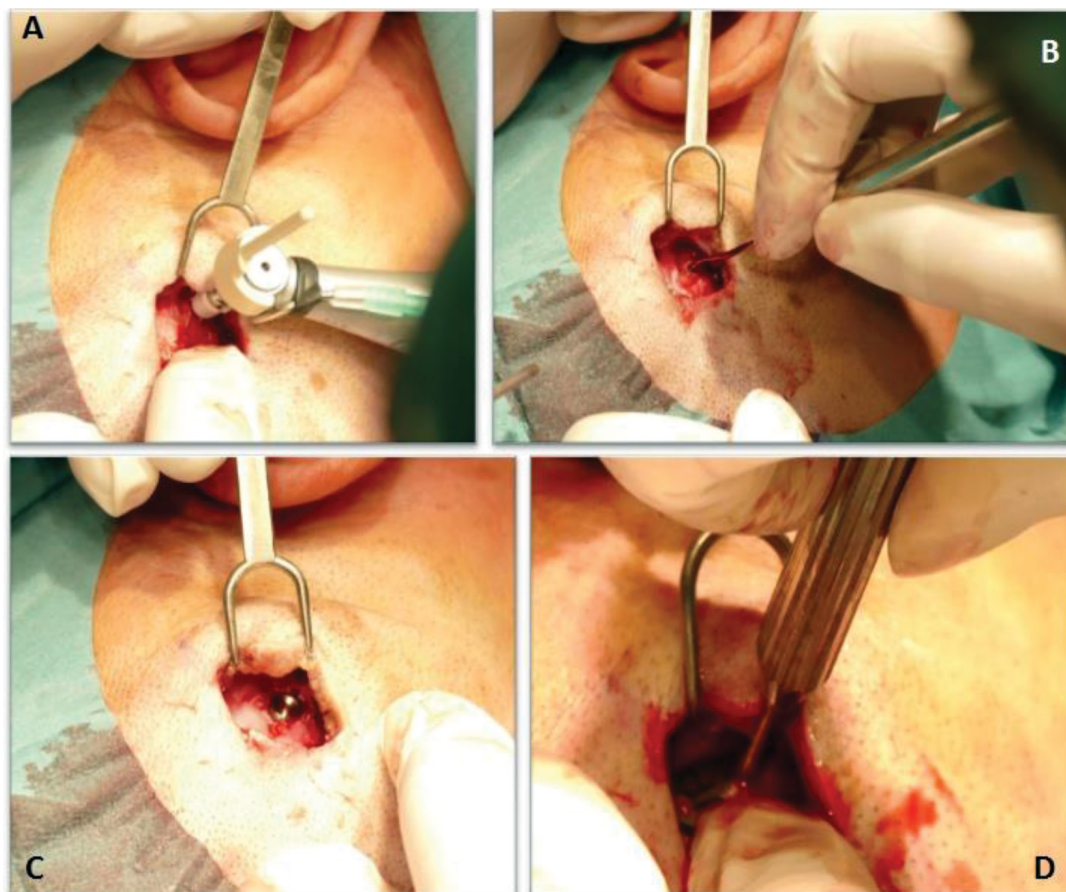
Klinikánkon összesen 35 fő Baha Attract implantációját végeztük el, amelyből nyolc esetben a páciens fiatalos volt (1. táblázat). A betegek átlagéletkora $13,2 \pm 3,2$ év volt (7 és 17 év között), a fiú és lány arány 6:2 volt. Részletes betegadatainkat az 1. táblázatban tüntettük fel. A vizsgálatba bevontak közül egy beteg műtétjét (8. beteg) külföldi centrumban, szakmai együttműködés keretén belül végezték.

A műtéteket a betegek életkora miatt kivétel nélkül intratrachealis narkózisban végeztük. A hivatalosan ajánlott, 8–9 cm hosszúságú, „C alakú” retrosupraauricularis metszés [15] helyett minden műtét esetében a klinikánkon megtervezett, 3–4 cm-re lerövidített, „módosított posterosuperior” metszést alkalmaztuk (2. ábra). Előze-

1. táblázat | Implantált betegeink részletes adatai

Beteg	Életkor (év)	Diagnózis	Implantált oldal	Beszédprocesszor
1.	15,1	Atresia et microtia l. s.	Bal	BP100
2.	17,1	SSD l. s.	Bal	BP100
3.	15,4	Treacher–Collins-szindróma	Bal	BP100
4.	11,5	Atresia l. s.	Bal	BP100
5.	11,6	SSD l. s.	Bal	Baha4
6.	13,2	COM	Bal	Baha5
7.	14,8	COM	Jobb	Baha5
8.	7,0	Atresia et microtia l. s.	Jobb	BP100

COM = otitis media chronica; SSD = (single-sided deafness) féloldali siketség.



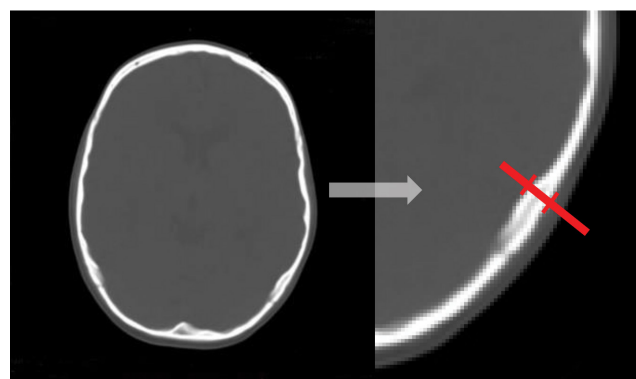
2. ábra

Baha Attract implantáció műtéti képei. A) Implantátumágy kialakítása fúróval. B) A kialakított implantátumágy mélységének ellenőrzése. C) Az implantátum behelyezése. D) Rögzítjük a belső mágneskorongot az implantátum felszínén

tes anatómiai, cadaverszektoranalízis-vizsgálataink alapján a fontosabb ér- és idegképletek sérülése így a legnagyobb valószínűséggel elkerülhetővé válik [16]. A műtétet 5 mm-es implantátummal végeztük. A betegek követési ideje minimum hat hónap volt. A beszédprocesszorokat a posztoperatív negyedik héten illesztettük. A rehabilitációt biztosító beszédprocesszorok megoszlása az 1. táblázatban látható.

Audiometriai vizsgálatok készültek mind a preoperatív, mind a posztoperatív időszakban, nem rehabilitált, illetve rehabilitált státuszban. A vizsgálatba bevont alanyok mindegyike jól kooperált a tisztahang-küszöb, valamint a szabad hangtérben elvégzett úgynevezett „warble tone” vizsgálatokhoz. Az 1. táblázat 8. betege életkorából adódóan nem adott megbízható válaszokat a beszéd-audiometriai vizsgálatok számpróbáihoz.

A beteganyag életkori sajátosságából adódik, hogy meghatározó szemponttá válik a koponyacsont vastagsága. Tanulmányunkat így egy klinikoradiológiai mérőszorozattal egészítettük ki, amelyben 72 fő, 1–8 éves gyermek koponyacsont-vastagságát mértük meg a Baha implantátumcsavar javasolt beültetési helyének megfelelő lokalizációjában. Vizsgálatainkhoz natív koponya-CT-felvételeket használtunk, a lágyrész- és csontvastagságokat GEPACS értékelő/elemező radiológiai szoftverrel mértük meg (3. ábra).



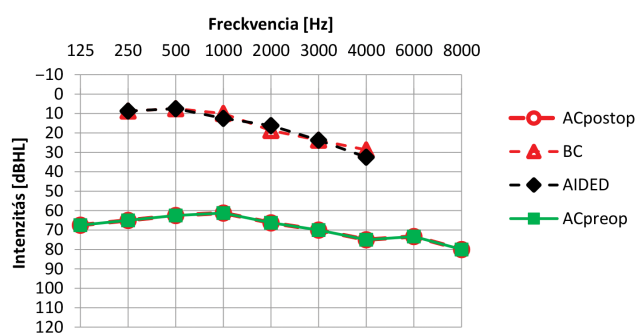
3. ábra

Natív koponya-CT-felvételen GEPACS szoftver alkalmazásával megmérjük a lágyrész- és csontvastagságokat

Eredmények

A műtétet két esetben jobb, míg hat esetben bal oldalon végeztük. Az implantátumcsavar és a belső mágneses interface behelyezésére minden egyes esetben egy lépésben került sor. A műtéti idő átlagosan 30 perc volt. Lágyrész-redukció, valamint a corticalis csont elvékonyítása egy esetben sem vált szükségessé. A kis mennyiségű intraoperatív vérzéseket bipoláris eszközzel szüntettük meg. A hétéves páciens (1. táblázat, 8. beteg) esetében

IMPLANTÁLT OLDAL



4. ábra

Az I. csoport audiológiai eredményei

AC = légvezetési hallásküszöb; BC = csontvezetési hallásküszöb; AIDED = Baha hallásjavító rendszert viselve.

A preoperatív (ACpreop) és a posztoperatív (ACpostop) légvezetési hallásküszöb megegyezik, ezért az ábrán egymást átfedően ábrázolódnak.

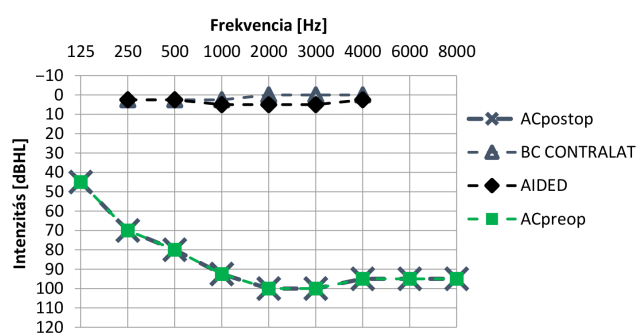
A műtét előtti csontvezetési küszöb és a Baha implantátum rendszerrel mért posztoperatív hallásküszöb szintén egymást átfedően ábrázolódnak, amely igazolja a műtét során megvalósult teljes csont-lég köz záródást, azaz a terápiás hatásosságot

az implantátumfurat kialakítása során a dura mater látóterbe került, így az implantátumot csak részlegesen helyeztük be, elkerülve a dura mater-implantátumcsavar direkt kontaktusát. Az intra- és posztoperatív időszak minden esetben eseménytelenül zajlott. Szövődményt, sebgyógyulási zavart nem észleltünk.

Audiológiai eredmények

Az audiometriai eredményeket a műtétek eltérő indikációi alapján külön-külön értékeltük. Az I. csoportba ($n = 6$) soroltuk az egy- ($n = 3$) vagy kétoldali ($n = 3$) vezetékes, illetve kevert jellegű halláscsökkenés diagnózissal operált egyéneket. Szabad hangterez vizsgálataik során, féloldali halláscsökkenés esetén, a jól halló contralateralis fület füldugóval, illetve fültokkal maszkoltuk. Az így kapott eredményeket együtt elemeztük a kétolda-

IMPLANTÁLT OLDAL



5. ábra

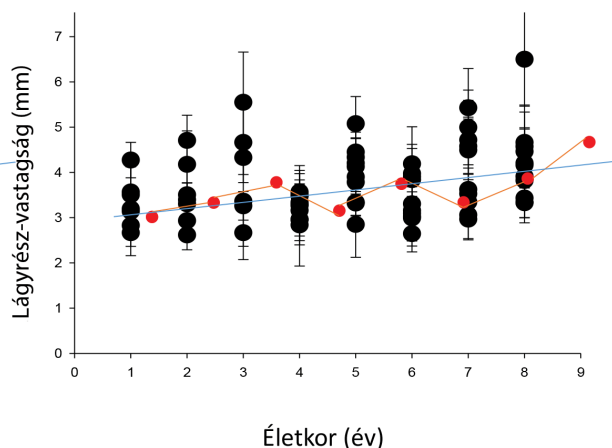
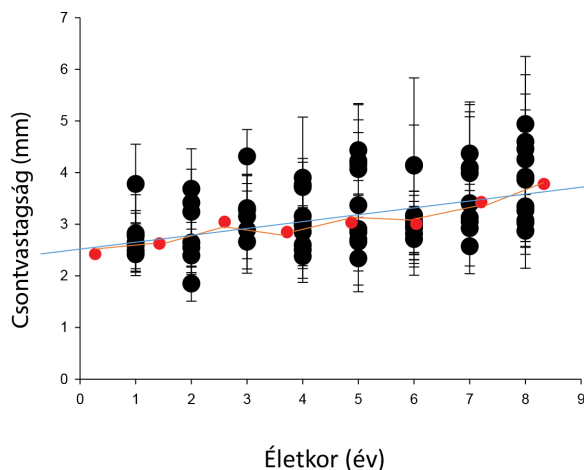
A II. csoport audiológiai eredményei

AC = légvezetési hallásküszöb; BC = csontvezetési hallásküszöb; AIDED = Baha hallásjavító rendszert viselve.

A preoperatív (ACpreop) és a posztoperatív (ACpostop) légvezetési hallásküszöb megegyezik, ezért az ábrán egymást átfedően ábrázolódnak

li halláscsökkenésben szenvedő betegek implantált fülének mérési eredményeivel (4. ábra). Ebben a csoportban a beszédfrekvenciákon mért hallásteljesítmény-javulás átlagosan $51,58 \pm 11,22$ SD dBHL volt. A beszédhallásküszöb ennek megfelelően átlagosan $43,3 \pm 16,02$ SD dB-lel javult.

Ezzel szemben külön csoportot alkottak (II. csoport) a féloldali siketség (SSD) speciális indikációjával operált betegek ($n = 2$). Itt a műtét által nyújtott valódi hallásteljesítmény-javulás objektív értékelése nehézkes, hiszen csak egyetlen jól működő cochleával számolhatunk. Így a szabad hangterez vizsgálataik során a jól halló ellenoldali fület nincs értelme maszkolnunk. A hallásküszöb-ben, továbbá a beszédhallásküszöb-ben elért javulás tehát eltúlozza a rehabilitációs eredményt. Helyesebb, ha a beteg szubjektív visszajelzéseit figyelembe véve értékeljük a műtét sikerét, ugyanis az csak a fej fizikai két oldaláról állítja helyre a hangok percepciójának lehetőségét, amelyet jelentősen károsít a fej árnyékolóhatása (úgynevezett head shadow effect) (5. ábra).



6. ábra

Natív koponya-CT-vizsgálat axiális szeletein mért lágyrész- és csontvastagságok

Klinikoradiológiai eredmények

A csontvastagság-vizsgálatba bevont 72 gyermek átlagos koponyacsont-vastagsága a CT-vizsgálat axiális szeletein mérve átlagosan $3,39 \pm 1,05$ SD mm volt (6. ábra). Az eredményeket felnőttkorú betegek anyagával összehasonlítva szignifikáns eltérést találunk ($6,33 \pm 0,64$ SD mm).

Megbeszélés

Tapasztalataink alapján a Baha Attract rendszer biztonságos és jó funkcionális eredményekkel alkalmazható fiatal-, valamint felnőttkorban egyaránt. Audiológiai eredményeink kiemelkedően jó rehabilitációs hatékonyságról adtak tanúbizonyságot. Az általunk elért $51,58 \pm 11,22$ SD dBHL hallásteljesítmény, valamint $43,3 \pm 16,02$ SD dB beszédhallásküszöb átlagos javulása megegyezik a nemzetközi irodalomban fellelhető adatokkal [17, 18].

A csonthoz horgonyzott hallásjavító implantátumrendszerek gyermekkori alkalmazásának feltétele a betöltött minimum ötéves életkor és/vagy a 3 millimétert meghaladó koponyacsont-vastagság. Az életkori sajátosságokat figyelembe véve, mint például a csontszövet magasabb víz- és alacsonyabb ásványanyag-tartalma, ötéves kor alatt bizonytalan, legtöbbször elégtelen az osseointegráció folyamata. Ez szignifikáns mértékben megnöveli az implantátum elvesztésének esélyét, amelyet számos tanulmány igazolt. *Roman és mtsai* összefoglalójukban átlagosan 40%-ra becsülik az implantátumvesztés előfordulását az ötéves kor alatti gyermekek populációjában. Az öt és tíz év közötti gyermekeknél ez az érték már csupán 8%. Tízéves kor felett már a felnőttpopulációban mért 1% körüli értékeket kapjuk [5].

Egyes szerzők úgynevezett „sleeper” Baha implantátumok egyidejű beültetését is javasolják, hogy az esetlegesen bekövetkező osseointegrációs zavar vagy későbbi traumás implantátumvesztés esetén mielőbb biztosítani lehessen a hallás rehabilitációját [19, 20]. Saját beteganyagunkban ezt nem láttuk indokoltnak, mivel az átlagéletkor szerint alakuló szövődmenyráta esetünkben már elérte a felnőttpopulációban várható értéket ($13,2 \pm 3,2$ év; 6 és 17 év között). A vizsgálatba bevont esetek populációs életkorátlagától jelentősen eltérő 8. betegnél (1. táblázat) a műtét közben észlelt jó csontszerkezet miatt nem merült fel sleeper implant behelyezése.

Amonoo-Kuofi és mtsai tanulmányukban 24 fő öt év alatti gyermek adatait közölték, akik Baha Connect implantátumrendszert kaptak. Eredményeik alapján a betegek 50%-ában minor (bőrirritáció, fertőzés), valamint 42%-ában major komplikációk (szöveti túlnövés, trauma) jelentkeztek. Beteganyagukban három fő esetben tapasztaltak implantátumvesztést [21]. *Kraai és mtsai* 44%-ban találtak súlyos szövődmenyt. Három esetben traumás implantátumvesztés történt, míg az abutment

eltávolítása szintén három esetben vált szükségessé ($n = 31$, átlagéletkor 8,2 év, 23 hónap–16,8 év) [22].

A Baha Connect rendszerek esetében, gyerekkorban az osseointegráció mellett, további meghatározó tényező a bőrhigiéncia, amely miatt a szülők részéről folyamatos figyelmet és napi ápolást igényel. Az esetleges trauma kapcsán ható oldalirányú erők forgatónyomatéka a relatíve hosszabb erőkar miatt fokozott kockázatot jelent Connect rendszereknél, amely tükröződik a statisztikai eredményekben is. Ezen szempontokat figyelembe véve, az Attract implantátumrendszerek nem igényelnek posztoperatív gondozást, valamint esetükben a percutan abutmentet helyettesítő mágneses interface rejtett, védett helyzete, a potenciálisan kisebb forgatónyomaték mellett jelentősen csökken a poszttraumás implantátumvesztés esélye.

Az implantáció sikerességében további fontos szempont a koponyacsont és a lágyrészek megfelelő vastagsága. Tanulmányunkban felhasznált CT-felvételek alapján jól látható, hogy a mért koponyacsont- és lágyrészvastagságok egyes esetekben jelentősen elmaradhatnak a populációs átlagtól, akár még ötéves életkor felett is. *Granström* (2000, $n = 129$) jelentős esetszámot vizsgáló tanulmányában 45%-ban találta érintettnek implantáció során a dura matert, a sinus sigmoideust vagy a mastoid cellulákat, amely véleményük szerint 6,2%-ban legalább részben magyarázta az implantáció sikertelenségét [23]. Ezért hasznosnak tartjuk az implantációt megelőző koponya-CT-vizsgálat elvégzését, lehetőleg cone beam CT- (CBCT-) technológiát alkalmazva, amellyel lehetővé válik a röntgensugár dózisének mérséklése. E technikával jól demonstrálható a koponyacsont és a lágyrészek vastagsága, továbbá megtervezhető az implantátum beültetésének optimális helye [24].

Műteti beavatkozásaink során az alkalmazott módosított posterosuperior metszés szignifikáns mértékben csökkentette mind az intraoperatív vérzések előfordulási gyakoriságát, mértékét, továbbá gyorsította, javította a posztoperatív sebgyógyulás folyamatát. Előzetes anatómiai, cadaver-szektoranalízises vizsgálataink alapján így elkerülhetővé vált a fontosabb ér- és idegképletek iatrogén sérülése. Ezáltal az implantátum feletti bőrlebens vitalitása javult, valamint jelentősen csökkent az operált terület bőrének érzéketlensége [16]. Ez összhangban van korábbi megfigyelésünkkel, amelyben a periimplant terület vascularis, illetve neuralis integritásának megőrzését kiemelten fontos tényezőnek találtuk a posztoperatív sebgyógyulás folyamatában. A lágyrészek invazív sebészeti beavatkozásait követően sérül a mikrocirkulációs rezerv kapacitás, amely posztoperatív szövődmények forrása lehet [25].

Következtetés

A Baha Attract rendszer megbízhatóan, jó funkcionális eredménnyel használható gyermekek, illetve fiatalok esetében. Ugyanakkor általa jelentősen csökkenthető a

speciális életkori sajátosságokból adódó szövődmények előfordulása. Kiváló rehabilitációs hatékonysággal, egyre bővülő indikációs területen biztosítja az életminőség javulását fiatal gyermekkorban is.

Anyagi támogatás: A közlemény megírása, illetve a kapcsolódó kutatómunka anyagi támogatásban nem részesült.

Szerzői munkamegosztás: P. B.: A radiológiai elemzések elvégzése, a kézirat megszövegezése. J. J. A.: Az audiológiai vizsgálatok lefolytatása, az eredmények értékelése, a kézirat megszövegezése. P. Á.: A radiológiai elemzések elvégzése. B. Zs.: Műtétek elvégzése, statisztikai elemzés. A. N.: Műtétek elvégzése. T. F.: Beszédprocesszorok pszichoakusztikai programozása. K. J. G.: A hipotézisek kidolgozása, audiológiai elemzés. R. L.: A hipotézisek kidolgozása, műtétek elvégzése. A cikk végleges változatát valamennyi szerző elolvasta és jóváhagyta.

Érdekltségek: A szerzőknek nincsenek érdekltségeik.

Köszönetnyilvánítás

A szerzők köszönetüket fejezik ki a vizsgálatokban részt vevő audiológiai szakasszisztenseknek.

Irodalom

- [1] Reinfeldt, S., Håkansson, B., Taghavi, H., et al.: New developments in bone-conduction hearing implants: a review. *Med. Devices (Auckl.)*, 2015, 8, 79–93.
- [2] Tjellström, A., Granström, G.: Long-term follow-up with the bone-anchored hearing aid: a review of the first 100 patients between 1977 and 1985. *Ear Nose Throat. J.*, 1994, 73(2), 112–114.
- [3] Katona, G., Lektor, B., Z. Szabó, L., et al.: Direct bone anchored hearing aids – BAHAs; Hungarian experiences. [Direkt csontvezetési hallókészülékek – BAHAs: hazai tapasztalatok.] *Fül-Orr-Gégegyógyászat*, 2006, 52(3), 154–158. [Hungarian]
- [4] Cochlear™ Baha® Candidate Selection: Audiological indications for Cochlear Baha System candidacy. Available from: www.cochlear.com/US/Baha/indications
- [5] Roman, S., Nicollas, R., Triglia, J. M.: Practice guidelines for bone-anchored hearing aids in children. *Eur. Ann. Otorhinolaryngol. Head Neck Dis.*, 2011, 128(5), 253–258.
- [6] Voelker, C. C., Chole, R. A.: Unilateral sensorineural hearing loss in adults: Etiology and management. *Seminars in Hearing*, 2010, 31(4), 313–325.
- [7] Tjellström, A., Rosenhall, U., Lindström, J., et al.: Five-year experience with skin-penetrating bone-anchored implants in the temporal bone. *Acta Otolaryngol.*, 1983, 95(5–6), 568–575.
- [8] Monksfield, P., Ho, E. C., Reid, A., et al.: Experience with the longer (8.5 mm) abutment for bone-anchored hearing aid. *Otol. Neurotol.*, 2009, 30(3), 274–276.
- [9] House, J. W., Kutz, J. W. Jr.: Bone-anchored hearing aids: incidence and management of postoperative complications. *Otol. Neurotol.*, 2007, 28(2), 213–217.
- [10] Zawawi, F., Kabbach, G., Lallemand, M., et al.: Bone-anchored hearing aid: why do some patients refuse it? *Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol.*, 2014, 78(2), 232–234.
- [11] Flynn, M. C.: Design concept and technological considerations for the Cochlear Baha 4 Attract System. Report E82744. Cochlear Bone Anchored Solutions AB, Mölnlycke, Sweden, 2013.
- [12] Katona, G.: Bonebridge, Vibrant Soundbridge treatment – experiences in adolescent patients. [Bonebridge, Vibrant Soundbridge – tapasztalatok serdülőkorban végzett implantációkkal.] *Fül-Orr-Gégegyógyászat*, 2016, 62(3), 64–68. [Hungarian]
- [13] Katona, G., Küstel, M.: Hearing restoration with implantable hearing devices in childhood. [Hallásjavítás implantálható hallókészülékekkel gyermekkorban.] *Gyermekegyógyászat*, 2016, 67(2), 113–118. [Hungarian]
- [14] U.S. Food and Drug Administration (FDA): Branemark Bone Anchored Hearing Aid (BAHA®). Summary of Safety and Effectiveness. 510(k) No. K021837. FDA, Rockville, MD, June 1, 2002.
- [15] Cochlear™ Baha® 4 Attract System Surgical Procedure. Available from: www.cochlear.com [accessed: June 30, 2015].
- [16] Perényi, A., Bere, Zs., Jarabin, J., et al.: Vascular mapping of the retroauricular skin – Proposal for a posterior superior surgical incision for transcutaneous bone-conduction hearing implants. *J. Otolaryngol. Head Neck Surg.*, 2017, 46, 6.
- [17] İşeri, M., Orhan, K. S., Kara, A., et al.: A new transcutaneous bone anchored hearing device – the Baha® Attract System: the first experience in Turkey. *Kulak Burun Bogaz İhtis. Derg.*, 2014, 24(2), 59–64.
- [18] Kurz, A., Flynn, M., Caversaccio, M., et al.: Speech understanding with a new implant technology: a comparative study with a new nonskin penetrating Baha system. *Biomed. Res. Int.*, 2014, 2014, 416205.
- [19] Papsin, B. C., Sirimanna, T. K., Albert, D. M., et al.: Surgical experience with bone-anchored hearing aids in children. *Laryngoscope*, 1997, 107(6), 801–806.
- [20] Zeitoun, H., De, R., Thompson, S. D., et al.: Osseointegrated implants in the management of childhood ear abnormalities: with particular emphasis on complications. *J. Laryngol. Otol.*, 2002, 116(2), 87–91.
- [21] Amonoo-Kuofi, K., Kelly, A., Neeff, M., et al.: Experience of bone-anchored hearing aid implantation in children younger than 5 years of age. *Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol.*, 2015, 79(4), 474–480.
- [22] Kraai, T., Brown, C., Neeff, M., et al.: Complications of bone-anchored hearing aids in pediatric patients. *Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol.*, 2011, 75(6), 749–753.
- [23] Granström, G.: Osseointegrated implants in children. *Acta Otolaryngol. Suppl.*, 2000, 543, 118–121.
- [24] Takumi, Y., Suzuki, N., Moteiki, H., et al.: Pre-Baha operation three dimensional computed tomography with markers for determining optimal implant site. *Laryngoscope*, 2008, 118(10), 1824–1826.
- [25] Jarabin, J., Bere, Z., Hartmann, P., et al.: Laser-Doppler microvascular measurements in the peri-implant areas of different osseointegrated bone conductor implant systems. *Eur. Arch. Otorhinolaryngol.*, 2015, 272(12), 3655–3662.

(Posta Bálint dr.,
Szeged, Tisza Lajos krt. 111., 6726
e-mail: drpostabalint@gmail.com)