

Implantálható hallókészülékek – hol tartunk 2016-ban?

DR. NÉMETH ADRIENN, DR. GERLINGER IMRE, DR. TÓTH TAMÁS

A légvezetési hallókészülékek és a hagyományos fülműtői technikák által elérhető hallásrehabilitáció korlátozott mértékű. A kutatások ezért más megoldásokat is kerestek, az egyik fontos kutatási irány a beültethető készülékek fejlesztése. A csontba, középfülbe, belsőfülbe vagy agytörzsbe implantálható hallókészülékek lehetőséget nyújtanak a hallás rehabilitációjára olyan esetekben, amikor a hagyományos légvezetési hallókészülék, illetve a fejlett középfülsebészeti eljárások alkalmazása már nem biztosít kielégítő hallásrehabilitációt.

A légvezetési, ún. hagyományos hallókészülékek hátrányai és korlátai terelték a kutatásokat a közép- és belsőfülbe implantálható hallókészülékek kifejlesztése felé, melyek típusai a beültetés helye és a készülékek műszaki megoldásai szerint az 1. ábrán láthatók.

Az implantálható hallókészülékeknek három nagy csoportját különböztetjük meg:

- akusztikus implantátumok (aktív középül-implantátumok és direkt akusztikus kochleáris stimuláció),
- elektromos implantátumok (kochleáris implantátum, illetve elektroakusztikus implantátum, agytörzsi implantátum),
- csontvezetési implantátumok.

Az aktív középül-implantátumok esetében az erősítés a középül valamely struktúráján keresztül továbbítódik a belsőfül irányába. A direkt akusztikus stimuláció során a perilymphán keresztül direkt módon történik meg az átalakított hangenergia átadása. Az elektromos implantátumok

a hallóidegen, illetve az agytörzsi magokon keresztül erősítenek, míg a csontvezetési implantátumok közvetlenül a koponyacsonton keresztül, a középfület mintegy megkerülve juttatják el a rezgésre átalakított hangenergiát a belső fülbe.

Az elmúlt évtizedekben a technika fejlődésével új lehetőségek nyíltak a műtéti- leg beültethető hallókészülékek területén. Ezek a készülékek közepes és nagyfokú idegi, vezetési és kevert halláscsökkenés esetén a koponyacsontba vagy a középfülbe implantálandók. Tulajdonképpen a hallókészülékek alternatíváinak is tekinthetők, ha a hagyományos készüléket a beteg valamilyen okból nem tudja viselni. Süketséggel határos belsőfül eredetű halláscsökkenés esetén a cochleába történik a beültetés. Abban az esetben, amikor a hallóideg sérül – pl. kétoldali neurofibromatózis nyomása miatt vagy kisagy-híd szögleti tumorok eltávolítása kapcsán –, agytörzsi implantátum a lehetséges megoldás.

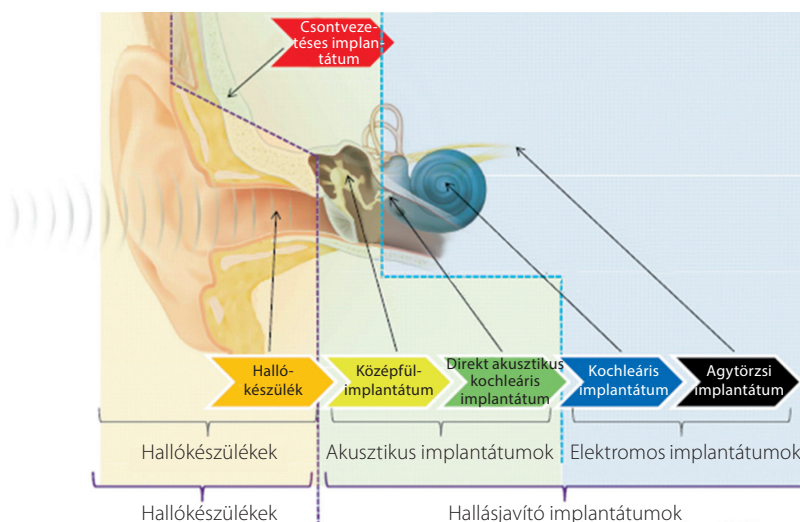


DR. NÉMETH ADRIENN

PhD, egyetemi adjunktus,
Pécsi Tudományegyetem, Fül-Orr-
Gégészeti és Fej-Nyaksebészeti Klinika

01. ÁBRA

A különböző hallásjavító implantátumok elhelyezkedése a beültetés helyének megfelelően



A fenti megoldások tehát akkor indokoltak, ha a hagyományos légvezetéses hallókészülékkel már nem lehet elérni érdemi hallásjavulást, további középfül-sebészeti beavatkozásnak pedig már

nincs értelme a korábbi számos műtéti próbálkozás kudarca miatt. A légvezetéses hallókészülékek főbb hátrányai közül az egyik, hogy korlátozott az erősítés mértéke, ami azt jelenti, hogy 80 dB feletti

átlagos idegi halláscsökkenést már nem lehet velük kielégítően rehabilitálni. Egy másik nagyon lényeges hátrány, hogy ún. akusztikus feedback alakulhat ki, amin azt értjük, hogy a hallójáratot nem tökéletesen elzáró illeszték mellett a felerősített hang a hallójáratból „elszökik”, és a hallókészülék által újra felerősödik. Minél nagyobb erősítésre van szükség – pl. a magas hangok felé meredeken lejtő halláscsökkenés esetén –, annál nagyobb valószínűséggel lép fel az akusztikus feedback.

Ha az egyéni illeszték teljesen kitölti a hallójárat bemenetét, akkor az ún. okklúziós effektus léphet fel: a betegnek a csontvezetés által a saját hallójáratába jutó saját hangja „csapdába esik” a dobhártya és az illeszték között. Ilyenkor a beteg torzán hallja a saját hangját, a mély hangok (500 Hz alatt) akár 15–20 dB-lel is felerősödhetnek. Amennyiben ventilációs furattal rendelkező illesztéket alkalmazunk, akkor csökken az okklúziós effektus, viszont az akusztikus feedback megjelenésének lehetősége nő.

A középfül- és belsefül-implantátumokkal, valamint a csontvezetéses implantátumokkal a fent említett hátrányok kiküszöbölhetők. Alkalmazásukkal csökken a diszkomfortérzés, a torzítás mértéke, hatékonyabb energiaátvitelt, jobb hangminőséget biztosítanak, valamint nem okoznak hallójárat-gyulladást, cerumenfelszaporodást.

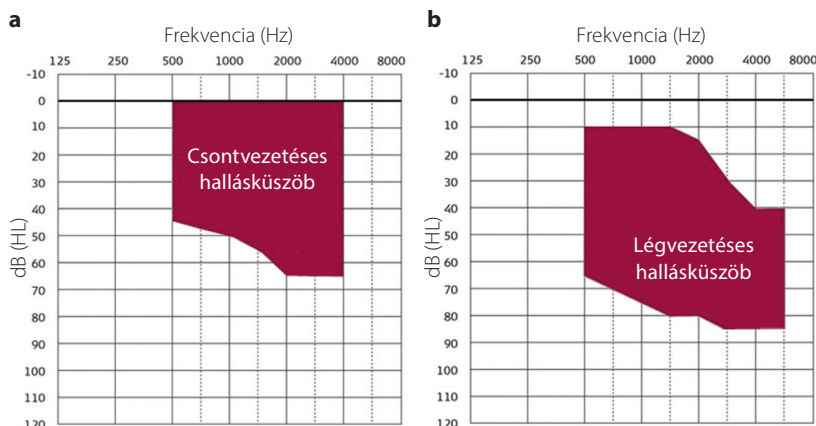
A középfül-implantátumoknak három típusát különböztetjük meg, annak alapján, hogy az akusztikus jeleket elektromágneses, piezoelektromos vagy elektromechanikus energiává alakítják-e át.

AKUSZTIKUS IMPLANTÁTUMOK ELEKTROMÁGNESES ELVEN MŰKÖDŐ KÖZÉPFÜL-IMPLANTÁTUMOK

Az elektromágneses implantátum, pl. a Vibrant Soundbridge (VSB) esetében a vévőtekerccs által generált mágneses mező következtében a hangszignállal egyidejűleg rezegni kezd a középfül valamelyik

02. ÁBRA

A Vibrant Soundbridge (VSB) audiológiai indikációja idegi halláscsökkenés esetén (a), illetve vezetési és kevert típusú halláscsökkenésben (b)



struktúrájához rögzített apró mágnes. (A piezoelektromosság elvén működő implantátumok esetében a feszültségkülönbség hatására a középfülben lévő egység deformálódik, megmozgatva így a vele érintkező hallócsontot. Erre példa az Esteem nevű, teljesen implantálható készülék, mely hazánkban nincs forgalomban, ezért ezzel a kategóriával a továbbiakban nem foglalkozunk.)

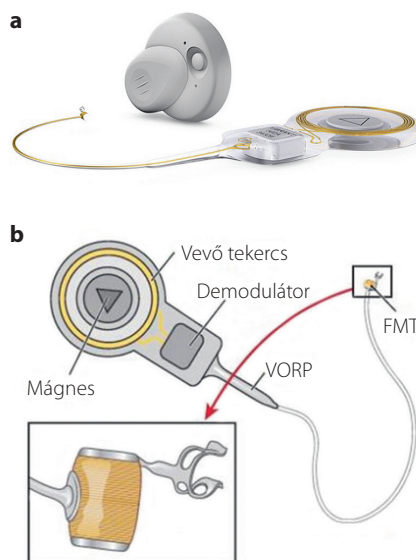
A VSB tehát aktív középfül-implantátum, részlegesen beültethető készülék, melynek első műtétjére Zürichben került sor 1996-ban, az operátor Ugo Fisch volt. A műtét során a klasszikus „vibroplasty” operációnak megfelelően az eszköz mechanikus energiát közlő részét (floating mass transducer, FMT) kis karmocskákkal rögzítette az incus hosszú szárához, ezáltal mintegy erőteljesebb mozgásra ösztökélve a hallócsontláncolatot.² Ez a klasszikus alkalmazás alternatíva lehet bármely, idegi halláscsökkenésben szenvedő egyén számára, aki valamilyen, korábban említett oknál fogva elégedetlen a hagyományos hallókészülékkel.

Az audiológiai kritériumok szerint 500 Hz-en 65 dB, 6000 Hz-en 85 dB légvezetési küszöbérték idegi halláscsökkenés esetén még VSB-indikációt jelenthet (2. ábra). Később aztán Coletti ötletére az FMT-t kevert típusú és vezetési halláscsökkenésben a kerek ablakba helyezve is eredményesen alkalmazták.³ (Ilyenkor az FMT lényegileg egy miniatűr csontvezetési implantátumnak felel meg.) Kevert típusú és tisztán vezetési halláscsökkenések esetében az audiológiai indikáció: 500 Hz-en 45 dB-es, 2000–4000 Hz-en 65 dB-es csontvezetés. Az FMT a különböző helyeken való rögzítésének köszönhetően kielégítő hallásrehabilitációt biztosíthat.

Mivel az FMT a középfülbe helyezhető, hallójárat- és fülkagylófejlődési rendellenességek esetén a középfül mintegy söntölhető, tehát elkerülhetővé váltak a bonyolult és gyakran minimális eredményt hozó hallójárat-kialakító és

03. ÁBRA ▼

A Vibrant Soundbridge (MED-EL, Innsbruck, Ausztria) készülék külső egysége (a), illetve és belső egysége és annak felépítése (b). FMT: floating mass transducer, VORP (vibrating ossicular prosthesis): rezgő hallócsonti protézis



fülkagyló-rekonstrukciós műtétek. Fülkagyló-rekonstrukció természetesen végezhető kerekablakos VSB műtéttel, de a fülkagyló napjainkban már pótolható testszínű, szilikonból készült építésekkel is. A lényeg tehát az, hogy az elektromos jellé átalakított hangenergia az FMT segítségével direkt mechanikus rezgésként átvihető a belsőfül folyadéktartalmába a kerek vagy ovális ablakon keresztül, vagy esetleg hallócsontmaradványhoz történő rögzítéssel.

A beszédprocesszor a beérkező akusztikus jelet átalakítja, és a bőrön keresztül az információ a rezgő hallócsonti protézishez (vibrating ossicular prosthesis, VORP) jut. A VORP vevőegysége megszűri és demodulálja az elektromágneses szignált,

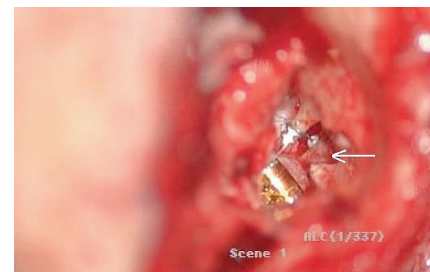
végeredményképpen a vezetőkábelben keresztül már vibrációs energia formájában érzékeli meg az információ az FMT-hez. Ezt sebészi úton kell rögzíteni valamelyik hallócsontszárhoz (incus, stapes szára), a kerek, vagy az ovális ablakba, ennek következtében a belsőfül folyadéktartalma az eszköz működése során megmozdul.

A Vibrant Soundbridge készüléknek (3. ábra) két része van: a külső egység magába foglalja a mikrofont, a beszédprocesszort mágnessel, az elemtartót elemmel. A belső egység az implantációra kerülő része az eszköznek, alkotóelemei a vevőtekercs – a koponyacsontba rögzített „receiving coil”, mely körbefog egy mágnes –, a demodulátor, valamint a közvetlenül hozzá csatlakozó vibráló hallócsonti protézis és egy összekötő vezeték (conductor link), a végén az FMT-vel.

Előrehaladott stapes-fixáció esetén, amikor a kevert típusú halláscsökkenésnek az idegi komponense már átlagosan 30–45 dB, akkor sztapidotómiát követően a hallócsontláncolatban bárhol rögzíthető a VSB, így a vezetési komponens a hagyományos stapes-műtéttel, az idegi

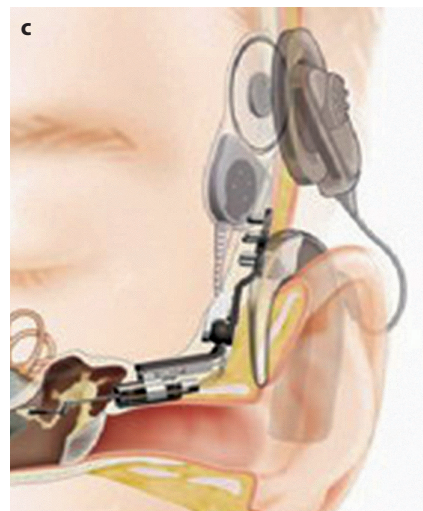
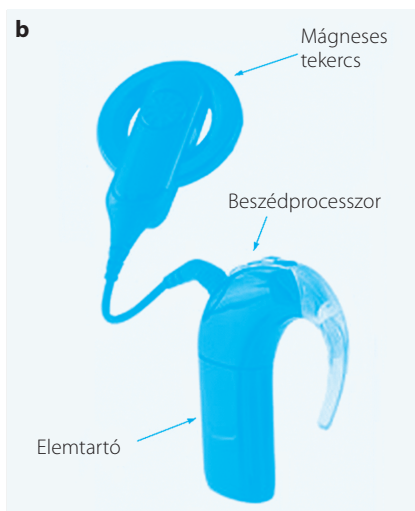
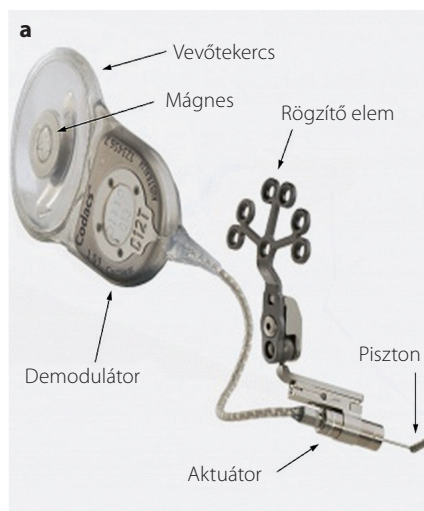
04. ÁBRA ▼

Intraoperatív kép a power stapesről. A fehér nyíl a sztapidotómiá kapcsán behelyezett pisztonra mutat, alatta az incusra rögzített FMT (floating mass transducer) látható



05.
ÁBRA

A CODACS (Cochlear's direct-acoustic cochlear stimulator; Cochlear, Sidney, Ausztrália) készülék belső (a) és külső egysége (b), valamint a beültetett készülék sematikus rajza (c)



komponens pedig VSB-vel korrigálható. Ennek a műtéti megoldásnak az elnevezése: power stapes⁴ (4. ábra).

ELEKTROMECHANIKUS ELVEN MŰKÖDŐ KÖZÉPFÜL-IMPLANTÁTUMOK

E megoldás alkalmazásakor a hallócsontláncolatra direkt módon tevődik át a mechanikus energia. Ilyen készülék például a MET (middle ear transducer), a Carina és a Codacs középfül-implantátum, ez utóbbit részletesen ismertetjük.

Elektromechanikus elven működő, a VSB mellett ugyancsak középfül-implantátumnak tekinthető készülék a CODACS.⁵ Súlyos fokú, kevert típusú halláscsökkenés esetén megfelelő hallásrehabilitációt biztosít. Működési elve, hogy a bőrön kívül, a fülkagyló mögött elhelyezkedő beszédprocesszor az akusztikus jelet elektromos jellé átalakítva azt a koponyacsontba rögzített tekercsbe juttatja, mely az elektromos jelet mechanikai energiává alakítja, és az ún. aktuátorba továbbítja. Ezután sztapidotómiát kell végezni, és az

aktuátoron lévő ún. műincusra rögzített pisztonon keresztül a vibráció közvetlenül jut el a perilympa térhez, igen jelentős energiaátvitelt biztosítva. A készülék sematikus rajza és részei az 5. ábrán láthatók.

ELEKTROMOS IMPLANTÁTUMOK

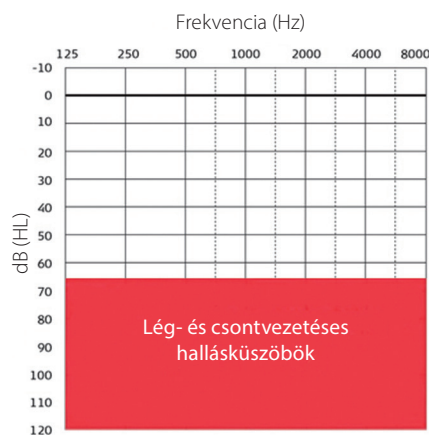
A kochleáris implantátum a belsőfül szőrsejtjeinek működését pótolja, tehát lényegében szőrsejtprotézis.⁶ A süketiséggel határos veleszületett halláscsökkenések, de nagyrészt a szerzetek is a belsőfülből erednek, ezért kochleáris implantációval ezek a betegek kitűnően rehabilitálhatók. A radiológiai diagnosztika fejlődésének köszönhetően az utóbbi 10–15 évben a hallókészülékekkel nem kielégítően rehabilitálható belsőfül-fejlődési rendellenességek is diagnosztizálhatók. A cochlea fejlődési rendellenességével született gyermekeket 10–15 évvel ezelőtt még nem tartották alkalmasnak hallásrehabilitációra.

CT- és MR-felvételek alapján a kochleáris implantáció megtervezhető, kiválaszthatjuk a megfelelő speciális elektródát, figyelem-

be vehetjük a rendellenesség kapcsán jelen lévő anatómiai variációkat.⁷ A mai modern szemlélet értelmében veleszületett süketesség esetén az első két életévben ajánlatos elvégezni a szimultán, bilaterális kochleáris

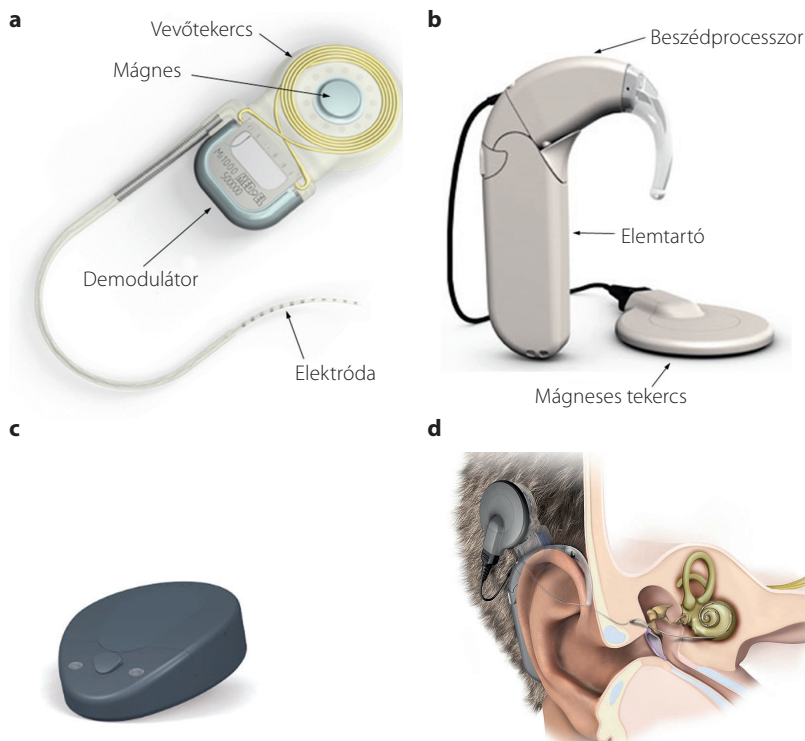
06.
ÁBRA

A kochleáris implantáció audiológiai indikációja



07. ÁBRA

A MED-EL cég (Innsbruck, Ausztria) kochleáris implantátumának belső egysége (a), külső egysége a beszédprocesszorral és a hozzá csatlakozó elemtartóval (b), külső egysége a beszédprocesszorral és az elemtartóval egy külső egységbe szerelve (Rondo, c) és a beültetett MED-EL típusú implantátum sematikus képe (d)



implantációt, hogy a gyermek beszédfejlődése ideális legyen. Ha ez megvalósul, az implantált gyermek integrált iskolába tud járni, élete folyamán lényegesen kevesebb hátránnyal kell szembenéznie, mint ha süketnémán élné le az életét és csak jelbeszéddel tudna kommunikálni másokkal. Természetesen posztlingvális sükettségben, akár időskorban is lehet az implantátum megfelelő rehabilitációs módszer,⁸ ha szükséges, bilaterális beültetéssel is, illetve ha a beteg hallása nem szimmetrikusan romlik, akkor féloldali vagy kétoldali, szekvenciális implantáció is lehetséges.

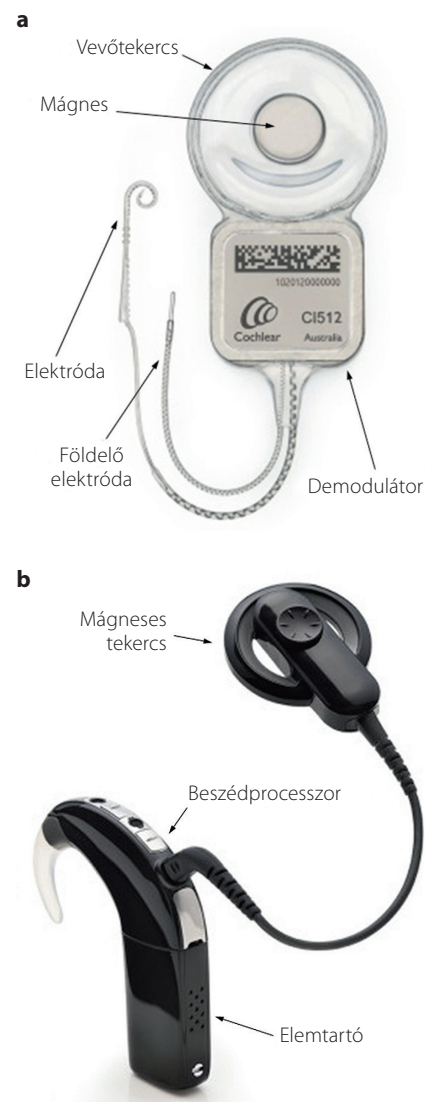
A belsőfül-implantátumok tehát két csoportba oszthatók: a kochleáris im-

plantátumok és az elektroakusztikus implantátumok csoportjába.⁹ Az első műtéti próbálkozások a kochleáris implantátumokkal az 1960-as években kezdődtek az Egyesült Államokban, majd az 1980-as években Európában. Hazánkban 1985-ben Ribári végezte az első műtétet.¹⁰ A kochleáris implantáció (CI) tekinthető a megfelelő rehabilitációs eljárásnak súlyos fokú, süketséggel határos, belsőfül eredetű halláscsökkenés esetén, amikor a beszédértés – optimálisan illesztett hallókészülékkel – 65 dB-en 50% alatt marad 1 méter távolságból. A kochleáris implantáció audiológiai indikációját a 6. ábra mutatja be.

A 7.a ábrán látható az egyik, hazánkban forgalomban lévő kochleáris implantátum belső egysége az elektróddal. A 7.b ábrán a külső egységet, a beszédprocesszort mutatjuk be a hozzá csatlakozó elemtartóval,

08. ÁBRA

A Cochlear cég (Sidney, Ausztrália) kochleáris implantátumának belső (a) és külső egysége (b)



a 7.c ábrán az előzőekben felsoroltakat egy külső egységbe szerelve (Rondo). Végül a 7.d ábrán a beültetett implantátum sematikus képe látható. Az elemtartó és a beszédprocesszor (7.b ábra), mely tartalmaz egy mágneset, a bőrön kívül, a fül mögött és fölött helyezkedik el. A belső egység (7.a ábra) egy vevőtekercs a koponyacsontba rögzítve – ez szintén mágneset tartalmaz –, mely a cochleába bevezetendő elektródában folytatódik. Működési elve: a beszédprocesszor az akusztikus jelet elektromos jellé alakítja, és a belső tekercsen át az elektródába juttatja, a CI a nervus cochleáris rostjait és a ggl. geniculi sejtjeit ingerli.

A 8. ábrán a másik típusú, hazánkban forgalomban lévő cochleáris implantátum belső és külső egysége látható.

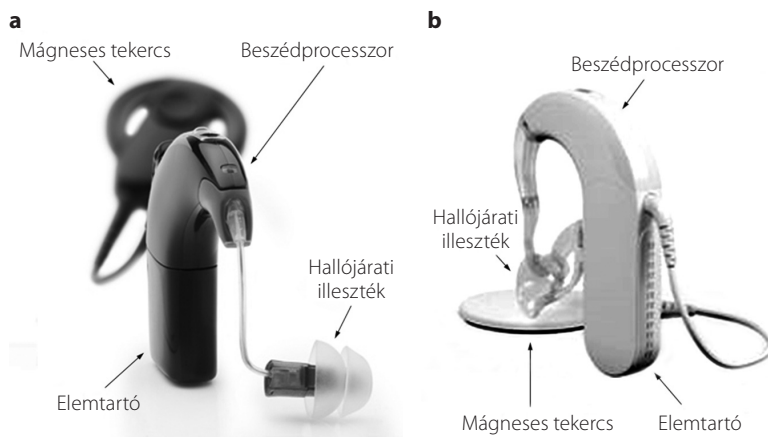
Részleges sükettség esetén, amikor a mély és a beszédfrekvenciák nagy részén csak kisfokú, illetve közepes fokú, de e felett súlyos fokú, süketséggel határos az idegi halláscsökkenés mértéke, akkor az elektro-akusztikus stimuláció (EAS) a megfelelő rehabilitációs megoldás.¹¹ Ilyenkor 1000–1500 Hz-ig a cochleáris implantátum elemtartójába szerelt légvezetési digitális

hallókészülék erősíti fel a hangot. A magasabb hangokat a cochleáris implantátum rövidebb elektródja biztosítja, melyet a kerek ablakon át csak a bazális kanyarulatba vezetünk be. Tekintettel az atraumatikus elektródokra és a fejlett műtéti technikára, a cochlea középső és csúcsi részén megmaradt működő szőrsejtek nem károsodnak, a beteg implantáció előtti hallása megőrizhető.¹² A 9. ábra az EAS audiológiai indikációját mutatja be, a 10. ábra pedig az EAS elve szerint működő, hazánkban forgalomban lévő készülékeket.

Kevés esetben fordul elő a részleges sükettségnek az a formája, amikor 2000 Hz-ig a hallás közel ép – nem szorul rehabilitációra –, e felett azonban meredeken csökken, süketséggel határos szintre. Az optimális rehabilitáció lehet ilyenkor a cochleáris implantáció olyan rövid elektródával, mely csak a fent említett frekvenciáknak megfelelően jelent elektromos erősítést.¹³ Az ép szőrsejtek megkímélhetők a korábban említett atraumatikus rövid elektródával és a korszerű atraumatikus műtéti technikával.

10. ÁBRA

Az elektro-akusztikus stimuláció (EAS) elvén működő, hazánkban forgalomban lévő készülékek: a Cochlear (Sidney, Ausztrália, a), illetve a MED-EL (Innsbruck, Ausztria, b) terméke



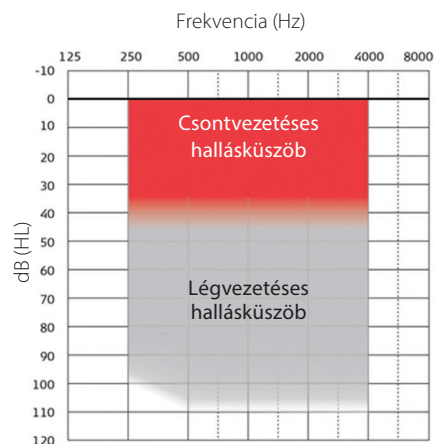
09. ÁBRA

Az elektro-akusztikus stimuláció (EAS) audiológiai indikációja



11. ÁBRA

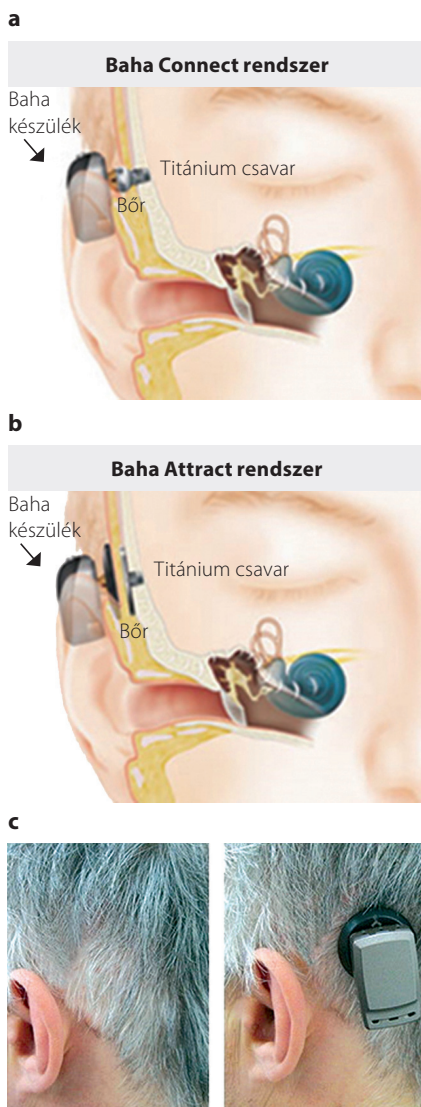
A Baha készülék audiológiai indikációja



csonton át jut a belsőfülbbe. Az első direkt csontvezetési készülék a Baha (Bone Anchored Hearing Aid) volt,¹⁴ mely alkal-

12. ÁBRA ▼

A Baha készülék (Cochlear, Sidney, Ausztrália): sematikus ábra a Baha Connect (a) és a Baha Attract rendszerről (b), illetve fénykép a gyógyult műtéti területről a beültetés után 5 héttel és a felhelyezett készülékről (c)

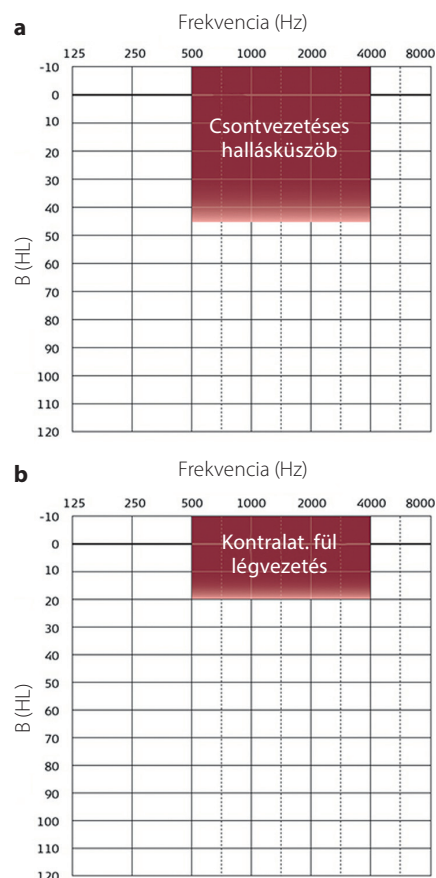


mazható vezetési halláscsökkenéssel járó külsőfül-, hallójárat-, középfülfejlődési rendellenességek, visszatérő vagy krónikus hallójárat-gyulladás, krónikus gennyes középfülgyulladások és hallócsont-láncolati merevség esetén, amikor a beteg nem vállalja az ismételt (korábban többször sikertelen) timpanoplasztikai műtéti megoldást, vagy valamilyen okból műtéti szempontból kétségesnek tekinthető a hallásjavulás elérése. Az audiológiai indikációt illetően a tisztahang-audiogramon a csont-lég résznek legalább 25 dB-nek kell lennie, a csontvezetés átlagának pedig a beszédfrekvenciákon (500–4000 Hz) nem többnek 40–45 dB-nél (11. ábra). Ez azt jelenti, hogy nemcsak tisztán vezetési, hanem kevert típusú halláscsökkenésben is alkalmazható a csontvezetési implantátum a fenti kritériumok figyelembevételével.

A Baha csontvezetési implantátum kifejlesztését az a felfedezés adta, hogy a titániumot a csont integrálni képes.¹⁵ A műtét során a korábbi 5–8 évben egy titánium csavart ültettünk be a koponyacsontba a fül mögé, úgy, hogy a titánium csavar vége kilátszott a bőr alól.¹⁶ Erre a csavarra csatlakoztattuk a beszédprocesszort, mely az akusztikus jeleket vibrációvá alakítja és az a titánium csavaron keresztül a koponyacsontba vezetődik, ahol szinte csillapítatlanul terjed és eljut az azonos oldali, és minimális késéssel az ellenoldali belső fülbe is. Ez tehát az ún. perkután Baha Connect rendszer (12.a ábra). Az első beültetést 1977-ben Prof. A. Tjellström végezte Göteborgban. Az utóbbi 2–3 évben került kifejlesztésre az ún. transzkután Baha Attract rendszer (12.b ábra), ahol a bőr alá kerül beültetésre a titánium csavar egy mágnessel együtt. Később a beszédprocesszort kívülről az említett mágnessel illesztjük a bőr felszínéhez. Ily módon megfelelő mértékű és nagy felületen történő rögzítés jön létre az implantátum és a külső

13. ÁBRA ▼

A Bonebridge készülék audiológiai indikációja vezetési és kevert halláscsökkenés esetén (a), illetve féloldali sükettség esetén (b)

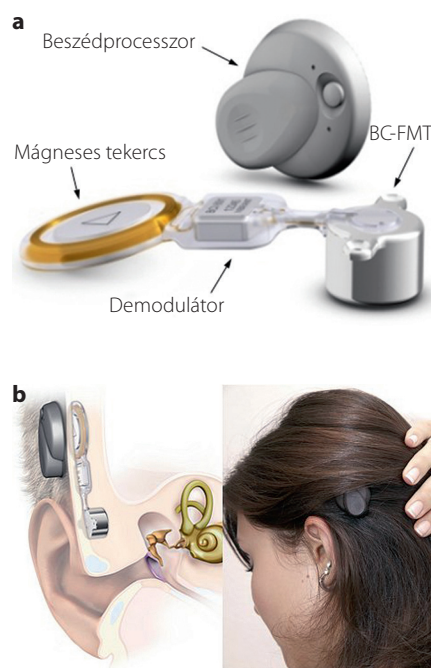


beszédprocesszor között az optimális energiaátvitel érdekében. A transzkután megoldásnak köszönhetően nem alakulhat ki nemkívánatos bőrreakció az implantált titániumcsavar körül (fertőződés, sarjadzás).

A Baha alkalmazásának harmadik jól ismert indikációja a féloldali sükettség, amikor a süket oldalra ültetjük be az implantátumot, melyből aztán az ellenoldali ép belsőfülbbe is eljut a vibráció, és a beérkező

14. ÁBRA ▼

A Bonebridge (MED-EL, Innsbruck, Ausztria) külső és belső egysége (a), illetve a beültetett eszköz sematikus rajzon és fényképen (b). A beszédprocesszor mágnes segítségével a bőrön kívülről csatlakozik az ábrán alatta látható, a bőr alá implantálandó belső részhez. Ennek részei a mágnes is tartalmazó vevőtekercs a koponyacsontba rögzítve, a demodulátor és a BC-FMT (bone conductive floating mass transducer), melyet két csavar rögzít a processus mastoideusban



hallási információk időbeni eltérése alapján az agyban bilaterális hallás jön létre.

A másik, hazánkban is elérhető, csontvezetési készülék a Bonebridge. Ez az első aktív csontvezetési implantátum, beültetésére először 2011 júniusában került sor. Indikációs területe nagyon hasonló a Baha készülékekéhez. Javasolható vezetési és kevert típusú halláscsökkenésekben, olyan esetekben, amikor középfülsebészeti úton már nem érhető el érdemi hallásjavulás: (1)

krónikus középfülgyulladásban, amikor az előzőleg végzett műtétek eredménytelenek, (2) fejlődési rendellenességek fennállásakor, amikor a hallócsontláncolatot nem lehet rekonstruálni, (3) hallójárat-atrénia vagy a külső hallójárat visszatérő gyulladása esetén. Ilyen esetekben a csontvezetés átlaga 500 és 4000 Hz között nem lehet rosszabb, mint 45 dB, és a csont-lég rés ideális esetben >30 dB¹⁷ (13. ábra). Hasonlóan a Baha készülékhez, a Bonebridge is alkalmazható féloldali sükettség esetén, amennyiben a halló fülön a fent említett frekvenciákra a légvezetés átlaga nem haladja meg a 20 dB-t (14. ábra).

A műtéti tervezéshez szükség van sziklacsont-CT-re, melyen szoftver segítségével meg lehet állapítani, hogy a BC-FMT befér-e a csecsnyúlvány üregébe. A hang a beszédprocesszoron át a vevőtekercsbe jut, majd a demodulátoron keresztül a BC-FMT-ben vibrációvá alakul, és a csavarokon keresztül vezetődik a csontba, majd a belső fülbe.¹⁸

Hatalmas előnye a Baha és a Bonebridge készülékeknek a hagyományos fejpántos, illetve szemüvegszárbá épített csontvezetési hallókészülékekkel szemben, hogy esztétikailag lényegesen elfogadhatóbb. Létezik még fogba épített csontvezetési implantátum is, de ez a gyakorlatban nem terjedt el.

Összefoglalva tehát az implantálható hallókészülékek lehetőséget nyújtanak a hallásrehabilitációra olyan esetekben, amikor a hagyományos hallókészülék, illetve a fejlett sebészeti technikák alkalmazása nem biztosít kielégítő hallásjavulást.



Levelezési cím:
drnemethadri@gmail.com

A szerzők munkahelye:

Dr. Németh Adrienn,¹ Dr. Gerlinger Imre,² Dr. Tóth Tamás³
¹PhD, egyetemi adjunktus, ²az MTA doktora, klinikaigazgató egyetemi tanár, ³fizikus, Pécsi Tudományegyetem, Fül-Orr-Gégészeti és Fej-Nyaksebészeti Klinika



Irodalom:

1. Maurer J, Savvas E. The Esteem System: a totally implantable hearing device. *Adv Otorhinolaryngol* 2010;69:59–71
2. Snik AF, Mylanus EA, Cremers CW, et al. Multicenter audiometric results with the Vibrant Soundbridge, a semi-implantable hearing device for sensorineural hearing impairment. *Otolaryngol Clin North Am* 2001;34:373Y88
3. Colletti V, Soli SD, Carner M, et al. Treatment of mixed hearing losses via implantation of a vibratory transducer on the round window. *Int J Audiol* 2006;45:600Y8
4. Kontorinis G, Lenarz T, Mojallal H, Hinze AL, Schwab B. Power stapes: an alternative method for treating hearing loss in osteogenesis imperfecta? *Otol Neurotol* 2011;32(4):589–595
5. Lenarz T, Zwanenkot JW, Stieger C, Schwab B, Mylanus EA, Caversaccio M, Kompis M, Snik AF, D'hondt C, Mojallal H. Multicenter study with a direct acoustic cochlear implant. *Otol Neurotol* 2013;34(7):1215–1225
6. Macherey O, Carlyon RP. Cochlear implants. *Curr Biol* 2014;24(18):R878–884
7. Bakó P, Németh A, Tóth T, Kellényi Gy, Harmat K, Lujber L, Pytel J, Gerlinger I. Cochlearis implantáció belsőfülmalformációval született betegekben. *Fül-orr-gégegyógyászat* 2015;61(4):136
8. Tóth F, Szamosközi A, Rovó L, Jarabin J, Nagy LA, Jóri J, Kiss JG. Időskori cochlearis implantáció során felmerülő problémák. *Fül-orr-gégegyógyászat* 2010;56(3):188
9. Irving S, Gillespie L, Richardson R, Rowe D, Fallon JB, Wise AK. Electroacoustic stimulation: now and into the future. *Biomed Res Int* 2014;2014:350504
10. Ribári O. A cochleáris implantáció. *Orv Hetil* 1996;137(24):1291–1298
11. Küstel M, Kiss Zs, Répássy G. A cochleáris implantáció határainak kiterjesztése: az elektroakusztikus stimuláció. *Fül-orr-gégegyógyászat* 2010;56(3):163
12. Szanyi I, Bakó P, Németh A, Gerlinger I. Elektroakusztikus stimulációval szerzett kezdeti tapasztalatok a PTE Fül-Orr-Gégészeti és Fej-Nyaksebészeti Klinikán. *Fül-orr-gégegyógyászat* 2014;60(4):143
13. Skarzynski H, Lorens A, Matusiak M, Porowski M, Skarzynski PH, James CJ. Partial deafness treatment with the nucleus straight research array cochlear implant. *Audiology and Neurotology* 2012;17(2):82–91
14. Håkansson B, Tjellström A, Rosenhall U, Carlsson P. The bone-anchored hearing aid. Principal design and a psychoacoustical evaluation. *Acta Otolaryngol* 1985;100(3-4):229–393
15. Brånemark PI. Osseointegration and its experimental background. *J Prosthet Dent* 1983;50(3):399–410
16. Katona G, Liktó B, Z. Szabó L. Hallásjavítás csontvezetési (BAHA) hallókészülékkel. *Fül-orr-gégegyógyászat* 2005;51(3):172
17. Sprinzl G, Lenarz T, Ernst A, Hagen R, Wolf-Magele A, Mojallal H, Todt I, Mlynski R, Wolfram MD. First European Multicenter Results with a New Transcutaneous Bone Conduction Hearing Implant System: Short-Term Safety and Efficacy. *Otol Neurotol* 2013;34(6):1076–1083
18. Gerlinger I, Bakó P, Tóth T, Németh A, Kellényi Gy, Révész P. BONEBRIDGE-implantáció – új lehetőség a csontvezetési hallásrehabilitáció terén. *Fül-orr-gégegyógyászat* 2015;61(2):42