

## Az életkor szerepe a praelingualis süket gyermekek cochleáris implantáció utáni halláshabilitációjában

### Meta-analízis

Rezes Szilárd dr., Gerhard O'Donoghue dr.\*, Sziklai István dr.

**ÖSSZEFOGLALÁS:** A praelingualis süket gyermekek cochleáris implantációt követő beszédfejlődését befolyásoló egyik legfontosabb prognosztikai faktor az implantációkor elért életkor. Vizsgálatunkkal két kérdésre kerestünk választ: 1. hogyan befolyásolja a cochleáris implantáción átesett praelingualis süket gyermekek posztimplantációs beszédteszt eredményeit az implantáció idején elért életkor, 2. van-e a cochleáris implantáció elvégzése szempontjából ideális életkor? Az elmúlt 10 év irodalmi adatainak meta-analízisét végeztük el. A beszédértés fejlődését vizsgálva az 57 elemzésre használható publikáció 19 alkalmazott beszédértés tesztjének 1376 eredményét a Geers és Moog szerinti 1–6-ig terjedő beszédértési skála értékeire konvertáltuk. A beszédalképzés fejlődését vizsgálva 14 publikáció 468 beszédérthetőségi teszteredményét az O'Donoghue szerinti ötfokozatú beszédérthetőségi skála szerint konvertálva elemeztük. Azt tapasztaltuk, hogy az implantációt követően a beszédteszt eredményei a 6 évnél idősebbek kivételével minden korcsoportban plató elérése nélkül folyamatosan emelkedtek. Minél fiatalabb életkorban történt az implantáció, annál jobbak lettek a beszédértés és beszédteljesítmény eredményei. Megállapítottuk, hogy a cochleáris implantáció idején elért életkor és a későbbi funkcionális eredmények fordítottan arányosak egymással. A fiatalabb gyermekek jobb funkcionális eredményei azzal magyarázhatók, hogy a beszédfejlődés szempontjából kritikus életszakaszban a fejlődő hallópálya idegelemei elegendő impulzust kapnak a normális strukturalódáshoz. A praelingualis süket gyermekek kellő időben történő kiszűrése és implantációs programba való vétele biztosítja cochleáris implantátummal való korai ellátásukat. Az idősebb praelingualis süket gyermekeknél cochleáris implantációt követően tapasztalt beszédjavulás miatt 8 éves korig szükségesnek tartjuk ezen gyermekek implantátummal való ellátását.

**KULCSSZAVAK:** beszédértés, beszédalképzés, cochleáris implantáció, életkor, funkcionális eredmények, meta-analízis, praelingualis süket gyermekek

**SUMMARY:** Age at implantation is one of the most important prognostic factor on speech acquisition after cochlear implantation at prelingually deaf children. The aim of this study was to evaluate 1) how the age at implantation influences the postimplantation speech test results in prelingually profoundly deaf children, 2) what is the ideal age for cochlear implantation. We performed a meta-analysis of data on cochlear implantation published in the past ten years. To evaluate improvement in speech perception we converted 1376 test result of 19 different speech perception tests, from 57 selected articles into speech perception categories ranging from a1 to 6 published by Geers and Moog scale. To evaluate improvement in speech production we translated 468 results of speech intelligibility tests from 14 selected articles into a five-grade speech intelligibility rating scale published by O'Donoghue. We found that after implantation the speech test scores increased without reaching a plateau in every age group except for the age group of over 6 years. The younger the child at the time of implantation, the better the results of speech perception and production after implantation. We concluded that there was an inverse correlation between the age at implantation and the postimplant functional results. The better functional results of young children can be explained by the fact, that their developing neural auditory system receive appropriate information for normal structural development. Detection of prelingually deaf children in time, and selecting them into an implant programme in order to perform the implantation early on. An improvement in speech after implantation is also observed in older prelingually deaf children. We therefore suggest that it is necessary to provide cochlear implantation to children up to the age of 8 years.

**KEYWORDS:** age at implantation, cochlear implantation, functional results, meta-analysis, prelingual deafness, speech perception, speech production

Közlésre érkezett: 2003. 07. 11.

Debreceni Egyetem Orvos és Egészségtudományi Centrum, Fül-Orr-Gégészeti és Fej-nyaksebészeti Klinika

4028 Debrecen, Nagyterdei krt. 98.

Tel: (52) 418-189,

Email: szrezes@gizi.dote.hu

## Bevezetés

Több mint húsz évvel ezelőtt *William House* végzett a világon először gyermekeken cochleáris implantációs műtétet, s ezzel új távlatot nyitott a congenitális és szerzett praelingualis süket gyermekek hallás(re)habilitációjának történetében. A teljesen süket, illetve az igen nagyfokban hallássérült (és a hagyományos hallókészülékkel a beszédfejlődés terén eredményt nem mutató) gyermekek gyógyításának egyetlen módja a hiányzó, vagy elpusztult receptor-sejtek kiesett funkcióját a belső fülbe vezetett elektródával áthidaló, és ezáltal hallásélményt kiváltó eszköz, a cochleáris implantátum alkalmazása. Igen nagyfokban hallássérült gyermek cochleáris implantáció és kellő halláshabilitáció után beszédértésében és nyelvi fejlődésében eléri, sőt meghaladja nagyfokban csökkent hallású, hagyományos hallókészüléket használó társa eredményeit (11). Fiatal gyermekkorban cochleáris implantáción átesett congenitális süket gyermekek hasonló ütemű nyelvi fejlődést tudnak felmutatni a készülék használatával, mint normál hallású társaik (13). A Nottinghamben kidolgozott Telephone Profile Test eredményei szerint egy praelingualis süket gyermek az ötödik posztimplantációs év végére képes olyan nyelvi fejlettségi szintet is elérni, hogy a beszélgetés folytonosságának megszakadása nélkül – ismert személlyel – telefonon keresztül beszélgetést folytasson (39).

Napjainkra a cochleáris implantáción világszerte átesett gyermekek száma meghaladja a 25 ezret (35). Többségük sokcsatornás, modern kódolási stratégiájú beszédprocesszorokkal felszerelt intracochleáris implantátumot használ. Az egészségügy finanszírozói növekvő összegeket különítenek el az implantátumot viselő gyermekek sürgősségi, illetve hosszú távú kezelésére (27). Az elmúlt évtizedben a hallásmaradvánnyal bíró gyermekek, illetve az egyre fiatalabb életkor felé tolódtak a cochleáris implantáció indikációinak határai (17, 30).

A cochleáris implantáció sikerei és kudarcai, valamint az anyagi és tárgyi lehetőségek véges volta az utóbbi években felértékelte azoknak a vizsgálatoknak a jelentőségét, amelyek a beszédhabilitációt követő funkcionális eredményeket befolyásoló prognosztikai faktorok szerepét elemzik. A vizsgálok többsége egybehangzóan állítja, hogy a praelingualis süket gyermekek későbbi beszédfejlődésére legnagyobb hatással két prognosztikai faktor van: az implantáció idején elért életkor, valamint az implantációt megelőzően használt kommunikációs forma (csak audioverbális, vagy összetett kommunikáció, amelynek során a gyermek az audioverbális kommunikációt

és a süketnéma jelbeszédet keverve használja) (9, 11, 12, 13, 14, 15, 21). *Richter és mtsai* az implantáció előtti beszédképesség, a teszteléskor elért életkor, valamint egyéb fogyatékoság megléte/hiánya prognosztikai szerepét is kiemeli (32). Más vizsgált lehetséges változók, úgymint a süketiséget kiváltó etiológiai tényező, az életkor a süketiség kialakulásakor, a süketiség fennállásának időtartama, a konvencionális hallókészülékkel való ellátás ideje és használatának időtartama, a cochleába ültetett elektródák száma, a használt készülék típusa és kódolási stratégiája, a gyermek szociális háttere, stb., későbbi funkcionális eredményekre gyakorolt hatása kevésbé bizonyult jelentősnek (13, 15, 21). A már ismert prognosztikai faktorok szerepének pontosabb megismerése fontos abból a szempontból, hogy az implantációra váró jelöltek közül a várható legjobb későbbi funkcionális eredményt ígérő gyermekeket ki tudjuk választani, illetve, hogy a szülőkből reális elképzeléseket és elvárásokat alakíthassunk ki a várható sikereket illetően.

Munkánk során annak a több szerző által igazolt hipotézisnek a vizsgálatát tűztük ki célul, amely szerint az implantációkor elért életkor fordítottan arányos a későbbi funkcionális eredményekkel, más szavakkal: minél korábbi életkorban végezzük el egy süket gyermek cochleáris implantációját, annál jobb funkcionális eredmények várhatók a halláshabilitáció után.

## Anyagok, módszer

### A vizsgálati módszer

Hipotézisünk vizsgálatára az elmúlt tíz év releváns irodalmi adatainak meta-analízisét végeztük el. A meta-analízis alkalmazásával kihasználtuk a módszernek azt az előnyét, hogy egy bizonyos betegség (illetve annak kezelése) kapcsán a nemzetközi irodalomban közölt adatokat összegyűjtve az egyes közlemények esetszámai összegezhetőek, s így egy jóval nagyobb és reprezentatívabb minta adatait feldolgozva a kezelés hatásosságáról illetve a hatásosságot befolyásoló faktorokról megbízhatóbb következtetéseket vonhatunk le.

### Az adatok gyűjtése

A PUBMED adatbázist használva az elmúlt 10 évben (1993 és 2003 között) 2729 cochleáris implantációról szóló publikációt találtunk, melyből 1115 (40,9%) gyermekkorban végzett beavatkozás adatait közli. A gyermekkorban végzett beavatkozást követő funkcionális eredmények vizsgálatával 658 (24,1%) közlemény foglalkozik. A keresést tovább szűkítve azzal a

## Egyedi beszédértési adatokat közlő 14 publikáció jellemző adatai

Szerző, város	Publikáció éve	Betegek életkora	Betegszám
Osberger M.J., Sylmar (30)	2002	<2; 2-3; 3<	90
Kirk K.I., Indianapolis (15)	2002	<3; 3-5	73
Hammes D.M., Urbana (13)	2002	<1,5; 1,5-2,5; 2,5-3,5; 3,5-4	47
Boothroyd A., San Diego (5)	2002	5,8 átlag	8
Fukushima K., Okayama (10)	2002	4,6 átlag	6
Kileny P.R., Ann Arbor (14)	2001	2-4; 4-6; 7-10; 11-15	53
Lachs L., Bloomington (16)	2001	4,52 átlag	27
Miyamoto R. T., Indianapolis (19)	1999	<3; 3-4; 4-5	33
Lohle E., Freiburg (18)	1999	2-4; 5-8; 9-14	33
Moog J. S., St. Louis (23)	1999	4,7 átlag	22
O'Donoghue G.M., Nottingham (28)	1999	4,2 átlag	20
Lenarz T., Hannover (17)	1999	<2	4
Mondain M., Montpellier (22)	1997	3 év	16
Tucci D. L., NC (42)	1995	3,5 illetve 4	4

megszorítással, hogy a közlemény absztraktjában szerepeljen, hogy mely életkorban történt az implantáció („age at implantation”), 229 (8,4%) cikk maradt. Az utóbbi limitáció azt a célt szolgálta, hogy megnöveljük a keresés találati biztonságát azokra a közleményekre vonatkozóan, amelyek a műtét időpontjában elért életkor függvényében egyéni adatokat tartalmaznak. A meta-analízishez a 229 cikkből 134 (4,9%) beszédértéssel („speech perception” kulcsszót használva), illetve 34 (1,3%) beszéd-teljesítménnyel („speech production” kulcsszót használva) kapcsolatos közleményt használtuk fel.

A beszédértéssel kapcsolatos 134 cikkből nyolcat nem angol nyelven publikáltak (hármát németül, kettőt spanyolul, egyet japánul, egyet törökül és egyet oroszul), melyek feldolgozásától eltekintünk. További 32 közleményt azért zártunk ki a feldolgozásból, mert más nézőpontból végzett elemzés kapcsán (elektrofizika, pedagógia, stb.) jelent meg az életkor és funkcionális eredmény közlése, amit felhasználni nem tudtunk. Harminchét cikk nem tartalmazott feldolgozásra alkalmas adatot.

A fennmaradó 57 közleményből az implantációkor elért életkor, valamint az implantációt követően meghatározott idő elteltével végzett beszédértési tesztek eredményei kiolvashatóak voltak; 14 esetben az ismert anamnézisű gyermekek egyedi beszédértési eredményei (1. táblázat), míg 43 cikkben csak az egyéni eredményekből származtatott statisztikai adatok (pl. átlagos életkor implantációkor, az implantátum használatának átlagos időtartama a teszt elvégzéséig, a csoportot jellemző teljesítményátlagok).

A 14 egyedi adatokat publikáló közleményből 6 esetben korcsoport szerinti bontásban találtuk az adatokat, s a különböző szerzők által megadott korcsoportok átfedést mutattak. Nyolc esetben alacso-

nyabb esetszám mellett individuális adatokat közöltek a szerzők.

A beszédteljesítményt tárgyaló 34 cikkből kettőt német nyelven közöltek, melyek elemzésétől eltekintettünk. További 18 közleményt feldolgozásra alkalmas adatok hiánya miatt zártunk ki az elemzésből. A fennmaradó 14 közlemény közül 2 részletes egyéni adatokat, 2 korcsoport szerinti bontásban megjelenített adatokat, 10 pedig származtatott statisztikai adatokat közöl.

#### Az adatok feldolgozása

A publikált eredmények összehasonlítását számtalan változó faktor szükségszerű figyelembevétele nehezíti. A gyermekeket jellemző adatok (pl. a sükettség oka, a sükettség kialakulásának illetve felismerésének életkora, az implantációt megelőző hallókészülék viselésének időtartama) valamint a készülékkel kapcsolatos jellemzők (pl. a készülék típusa, a cochleába inzertált elektródák száma, az alkalmazott kódolási stratégia) diverzitása akadályozza a betegek homogén csoportokba osztását. Tovább nehezíti a feldolgozást, hogy az egyes szerzők által alkalmazott funkcionális tesztek a verbális kommunikáció más-más jellemzőit vizsgálják (pl. beszédértés, beszéd-készség, nyelvhasználat) illetve, hogy az alkalmazott tesztek az implantációt követően eltérő életkorban, eltérő gyakorisággal végzik, s esetenként az értékelésük is eltér egymástól.

**Beszédértés.** A praelingualis süket gyermekek halláshabilitációjának eredményességét a szerzők 19 különféle beszédértés teszttel vizsgálták. (Ezen életkor specifikus tesztek megfelelnek a gyermek mentális és verbális fejlettségének.) Ahhoz, hogy a publikált adatokat összesíteni tudjuk, előbb a beszédértés tesztek százalékos értékben megadott eredményeit a

Geers és Moog (12) által leírt, majd Cheng és Niparko (6) által módosított lineáris 1–6-ig terjedő beszédértési skálának megfelelően konvertáltuk. A skála az auditoros funkció (szűkebb értelemben véve a beszédértés) egymást követő fejlettségi szintjeit reprezentálja a következők szerint: 1. a hangok észlelésének képessége; 2. a hang minták azonosítási képessége; 3. fejlődő „kiválasztáson alapuló szófelismerési képesség”<sup>1</sup>; 4. kialakult „kiválasztáson alapuló szófelismerési képesség”, 5. és 6. fejlődő és kialakult „megértésen alapuló szófelismerési képesség”<sup>2</sup>. A skálán elért magasabb érték értelemszerűen jobb beszédértést jelent. Ha például egy gyermek a WIPI teszten 50%-ot teljesít, akkor ez a Geers és Moog féle beszédértési skálán az 5-ös értékkel reprezentálható. A skála alapján konvertált százalékos beszédteszt értékek összesíthetővé válnak.

Azon beszédértés tesztek eredményeit, amelyek a klasszikus Geers és Moog-féle beosztásban nem szerepeltek (pl. Mr. Potato Head Task, Category of Auditory Performance Test, stb.) a skála értékeinek értelmezését figyelembe véve konvertáltuk.

**Beszédkésztség.** A cochleáris implantáción átesett gyermekek beszédteljesítményének fejlődését a szerzők egyrészt a kiejtett hangok akusztikai analízisével, másrészt a mindennapi kommunikáció során sokkal nagyobb jelentőséggel bíró beszédérthetőség elemzésével jellemzik. A beszédérthetőség tesztjei százalékos értékben fejezik ki a gyermek által kimondott/felolvasott, és a hallássérültek beszédének felismerésében járatlan hallgató által helyesen felismert szavak/mondatok arányát. Ezen százalékos értékeket az O'Donoghue és mtsai (2) által leírt ötfokozatú beszédérthetőségi skála (Speech Intelligibility Rating) szerint konvertáltuk. A skála a beszédérthetőség fokozatait reprezentálja a „teljesen érthetetlen beszéd” (1-es érték) a „mindenki számára jól érthető beszéd” (5-ös érték), ahol a 2-es fokozat „a beszéd egésze érthetetlen, csak egyes szavak érthetőek”, a 3-as fokozat „a beszéd sajtóról olvasás és koncentráció útján érthető”, és a 4-es fokozat „a hallássérültek beszédének megértésében gyakorlott egyén számára jól érthető beszéd” jelentéssel bír.

## Az adatok elemzése, statisztikai analízis

A fentiek szerint konvertált beszédértési és beszédérthetőségi teszteredményeket az implantációkor elért életkor illetve az implantációtól a teszt elvégzéséig eltelt idő alapján összegeztük és átlagoltuk. Az átlagértékeket diagrammon ábrázoltuk.

A statisztikai feldolgozást az SPSS for Windows 9.0 analitikai szoftver segítségével végeztük. A non-parametrikus Kolmogorov-Smirnov tesztet alkalmaztuk a 2-4 éves és a 4-6 éves korcsoport beszédfunkciós eredményeinek összehasonlítására.

## Eredmények

**Beszédértés.** A feldolgozott 57 közleményben használt 19 különböző beszédértési teszt összesen 1376 vizsgálati eredményét összegeztük (2. táblázat). Az egyszerűbb, kiválasztáson alapuló módszer (704 adat, 51,2%), és a fejlettebb hallást igénylő, felismerésen alapuló vizsgálómódszer (625 adat, 45,4%) hasonló arányban került alkalmazásra. Az implantációt követően fél évvel 158 (11,5%) esetben végezték el a teszteket; míg az 1, másfél, 2, 3, 4 és 5 éves adatok feldolgozásához 238 (17,3%), 79 (5,7%), 253 (18,4%), 539 (39,2%), 44 (3,2%) és 65 (4,7%) vizsgálati eredményei álltak rendelkezésünkre (3. táblázat). Az implantátum beültetésekor a második életévüket még be nem töltött gyermekeknél csak fél, egy és másfél évvel a műtétet követően vannak beszédértési eredményeink.

A beszédértés a teljes beteganyag illetve a 6 évnél idősebbek kivételével minden korcsoport esetén az implantációt követően folyamatosan javult, amit az egyes évekhez tartozó beszédértési skála eredményeinek emelkedése mutat. (A 6 évnél idősebbek esetén az első és az ötödik posztimplantációs évben kapott alacsonyabb érték az alacsony esetszámmal (mindkét esetben  $n = 4$ ) magyarázható.) Az első posztoperatív öt évben, a posztlingualis süket felnőtteknél leírtakkal ellentétben, a beszédjavulás nem érte el maximumát, nem alakult ki plató szakasz (1. ábra). A 2–4 éves valamint a 4–6 éves korcsoport beszédértését

<sup>1</sup> Kiválasztáson alapuló szófelismerési képesség: Az angol terminológiában closed-set word recognition. A vizsgált személy azon beszédértési képességet mutatja meg, hogy mennyire képes a vizuálisan felkínált választási lehetőségek közül a csak verbálisan közölt információnak megfelelően helyesen választani. A teszt elrendezése zárt, a vizsgált személy véges számú lehetőségből választhat. Széles körben alkalmazott formája az Iowa Matrix Sentence Test, amelynél a gyermeknek egy 4x4 képet tartalmazó táblát mutatnak, majd négy szóból álló mondatokat hall, s rá kell mutatnia a meghallott és felismert szavakat ábrázoló képekre. Mivel négy lehetőségből kell kiválasztania az egyetlen helyeset, 25%-os találati esélye van.

<sup>2</sup> Megértésen alapuló szófelismerési képesség: Az angol terminológiában open-set word recognition. A kiválasztáson alapuló szófelismerési képességnél magasabb szintű beszédértési képességet jelent. Népszerű a De Filippo féle CDT teszt, ahol a gyermek egy képeskönyvet lapozgat, miközben a vizsgáló pár szavas mondatokban elmeséli a látott történetet. A gyermeknek a hallott mondatokat, szavakat kell megismételnie, s a felismert és helyesen visszamondott szavak aránya alapján értékelhető a vizsgálat.

**Az alkalmazott beszédértés tesztek és jellemzőik.**  
**O: felismerésen alapuló beszédértési teszt, C: kiválasztáson alapuló beszédértési teszt**

Teszt megnevezése	Alkalmazásának száma (n)	Típusa
Mr. Potato Head – word	328	O
Glendonald Auditory Screening Procedure (GASP) – sentence	98	O
Monosyllabic-Trochee-Spondee (MTS) – stress	89	C
Monosyllabic-Trochee-Spondee (MTS) – word	98	C
Glendonald Auditory Screening Procedure (GASP) – word	98	O
Word Intelligibility by Picture Identification (WIPI)	104	C
Phonetically Balanced-Kindergarten (PBK) word list	86	C
Northwestern University Children's Perception of Speech (NU-CHIPS) Test	65	C
Mr. Potato Head – sentence	85	O
The Grammatical Analysis of Elicited Language: Presentence Level (GAEL-P)	45	C
ESP monosyllable	39	C
Monosyllable word recognition	42	C
Categories of Auditory Performance (CAP)	47	Általános
Minimal Pairs Test	37	C
Pattern Perception	28	C
Test of Auditory Perception and Speech (TAPS)	28	C
Two-syllable word recognition	28	C
Imitative Test of Speech Pattern Contrast Perception	16	O
Screening Inventory of Perceptual Skills	15	C
Összesen	1376	

3. táblázat

**A beszédértési skálának megfelelően konvertált eredmények korcsoport szerinti bontásban az implantációtól hónapokban eltelt idő függvényében (NA = nincs adat)**

Életkor	6 hó	12 hó	18 hó	24 hó	36 hó	48 hó	60 hó
<2 év	2,25	2,875	3,125	NA	NA	NA	NA
2-4 év	NA	3,896	NA	4,83	5,052	5,129	5,2
4-6 év	3,33	4	NA	4,469	4,769	4,65	4,9
6 év<	3,9	4,167	NA	4,167	4,412	4	4
Összes:	2,846	3,579	NA	4,389	4,587	5,0	4,714

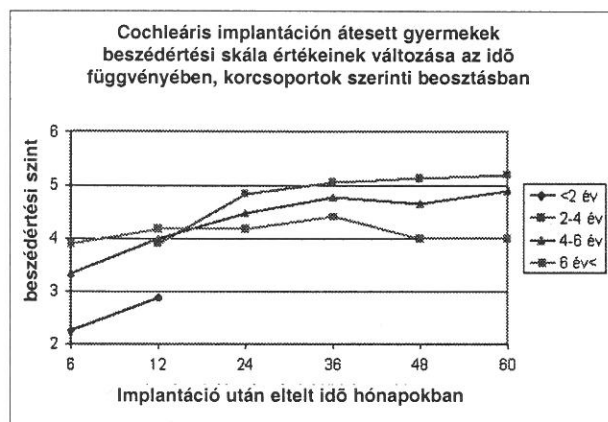
4. táblázat

**A beszédérthetőségi skálának megfelelően konvertált eredmények korcsoport szerinti bontásban az implantációtól hónapokban eltelt idő függvényében (NA = nincs adat)**

Életkor	12 hó	24 hó	36 hó	48 hó	60 hó
2-4 év	1	2,42	3,46	3,91	4,27
4-6 év	1,74	2,22	2,47	3,24	3,27
6 év<	2,33	2,5	3	NA	NA
Összes	1,76	2,32	2,82	3,41	3,61

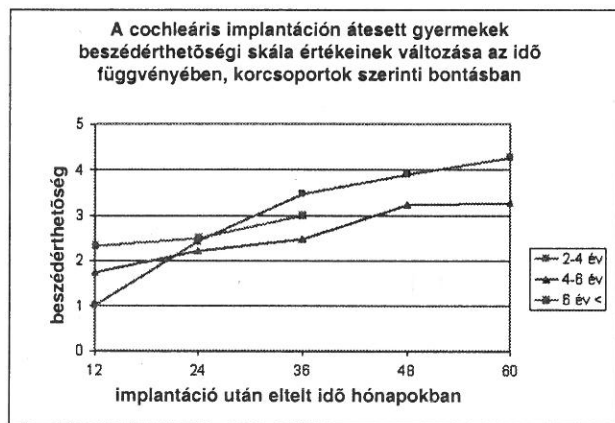
jellemző értékek közötti különbség egyik posztimplantációs évben sem volt statisztikailag szignifikáns.

**Beszédképesség.** Az elemzéshez 14 publikációban közölt 468 beszédérthetőségi teszteredményt használtunk fel (1, 3, 18, 19, 20, 22, 23, 25, 28, 33, 36, 40, 43). Az implantáció után 1 évvel 75 (16,0%), 2, 3, 4 és 5 évvel 68 (14,5%), 92 (19,6%), 118 (25,2%) és 115 (24,6%) adat állt rendelkezésünkre. Alacsony számban a későbbi posztimplantációs évekből is találtunk adatot (a 6. évben 2, a 7. évben 5, a 8. évben 1 és a 9. évben 2 adat), melyeket azonban az alacsony adatszám torzító hatása miatt az elemzéshez nem használtunk fel (4. táblázat).



1. ábra

A teljes gyermek populáció, valamint a 2–4 éves illetve a 4–6 éves korcsoport esetén a beszédérthetőségi skálán elért értékek a posztimplantációs évek számának emelkedésével folyamatos javulást mutatnak. A 6 évnél idősebbek korcsoportjánál a posztimplantációs negyedik és ötödik évnél szerepeltetett alacsony beszédérthetőségi érték az alacsony esetszámmal magyarázható (mindkét esetben  $n=1$ ). A beszédérthetőségi skálán elért értékek folyamatos emelkedésük során az első posztoperatív öt évben nem értek el maximumot, plató szakasz kialakulása itt sem észlelhető (2. ábra). Az implantációt követő harmadik és ötödik év beszédérthetőségi értékei a 2–4 éves illetve a 4–6 éves korcsoport vonatkozásában szignifikánsan különböznek egymástól, a többi vizsgálati időpontban az eltérés nem volt szignifikáns.



2. ábra

## Megbeszélés

Az implantációs életkor jelentős hatással van a későbbi funkcionális eredményekre. Fordított arányban állnak egymással: minél fiatalabb korban esik át a gyermek az implantátum beültetésén, annál gyorsabb a beszédértés kialakulása, az érthető beszéd megjelenése és az erre épülő nyelvi funkciók fejlődése.

A megjelent közlemények nagy része olyan adatokat ismertet, amelyekből általános érvényű következtetéseket biztonsággal nem lehet levonni, pl. alacsony esetszám, vagy rövid követési idő. Előfordult, hogy praelingualis és posztlingualis süketek, vagy kisdetek és serdülők adatai keverten kerültek elemzésre (7, 38). Osberger és mtsai közleményében a vizsgált betegcsoport heterogenitását az adta, hogy nem különítette el a 12 egycsatornás implantátumot használó gyermek adatait a modern sokcsatornás készüléket használókéktól (29). Esetenként nem megbízhatóak a

kiértékelt adatok, mert a készüléket használó és nem használó gyermekek adatai keverednek (21).

A NPCIC (Nottingham Paediatric Cochlear Implant Centre) publikált adatai ellenben a szigorú kritériumaik miatt relevánsnak tekinthetők. Csak azon praelingualis süket (congenitális vagy hallását a 3. életév betöltése előtt elveszett) gyermekek kerülnek be a vizsgálati csoportokba, akik mindegyike 7 éves kora előtt esett át sokcsatornás cochleáris implantátum beültetésén. A gyermekek három éves halláshabilitációs tréningen estek át, majd a szerzők az évente gyűjtött beszédteszt eredményeket átlagban 5 éves nyomon követés után tették közzé. Vizsgálataik szerint mind a beszédértés, mind a beszédteljesítmény szempontjából jelentős negatív befolyásoló faktor az implantáció idején elért életkor (26).

A publikációs hiányosságokat a meta-analízis módszerének alkalmazásával nagyobb esetszámú, és homogénebb betegcsoportok létrehozásával korrigáltuk. A klinikai gyakorlat folyamatos fejlődése miatt (fiatalabb életkor az implantáció idején, új technológiai fejlesztések a készülékben, tesztelés standardizálása stb.) a régebbi publikációk eredményei megváltoztathatják a frissebb közlemények naprakész adatait (6), így a 10 évnél régebben publikált közleményeket nem vettük be a feldolgozásba.

A fiatalabb korban implantált gyermekek jobb funkcionális eredményei, illetve a műtéti beavatkozás egyre korábbi életkorra való tolodása felvet néhány kérdést. Van-e ideális életkor a veleszületett praelingualis süket gyermekek cochleáris implantációja szempontjából? Hol van a biztonságos diagnosztika, a komplikációmentes műtéti beavatkozás, az észszerű halláshabilitáció legalacsonyabb életkori határa? Szükségszerű-e ennek a határnak az elérésére törekednünk? Mi az a legmagasabb életkor, amely még kielégítő beszédfejlődést tesz lehetővé az implantáció után?

A minél fiatalabb életkorban történő implantáció fontosságát neurobiológiai kutatások eredményei támasztják alá. A hallás – anatómiai alapjainak (a hallószervnek, a hallóideg pályáknak, az alacsonyabb hallóközpontoknak és a hallókéregnek) a kialakulásával és strukturálódásával párhuzamosan – már a magzati korban fejlődésnek indul, és a késői serdülőkorig fejlődésben marad. Egy hat hónapos magzat már képes a környezet bizonyos zajainak észlelésére (4). Az újszülött különbséget tud tenni a számára ismert vagy ismeretlen, fontos vagy közömbös zajok, hangok között. Gyermekkorban a hang- és beszéd felfogás (a hallás) képessége az idegi struktúrák további fejlődése révén teljessé válik. A kielégítő hallás teremti meg a beszéd megjelenésének és tökéletes-

désének, illetve a nyelvhasználat fejlődésének alapját, amely feltétele a normális pszichoszociális fejlődésnek, és a későbbi társadalmi beilleszkedésnek is (5).

A zavartalan beszéd- és nyelvfelődés szempontjából az ún. kritikus életszakaszok idején elengedhetetlenül fontos a hallópályákon keresztül a hallóközpontokba állandó ingerület érkezése, történjék ez akár az élettani hanginger-átalakítás, akár az implantátumon keresztül érkező elektromos ingerek által (34). Az egyes nyelvi funkciók megjelenése a beszédfejlődés során az idegi elemek strukturálódásának bizonyos szakaszaihoz kötött. Moore neuroanatómiai vizsgálatai alapján a hallókéreg érése során három fejlődési szakaszt ír le, melyek mindegyikét más axonális rendszer kiépülése jellemzi. Vizsgálatai alapján 12 éves korra lezajlik azoknak a kommunikáló idegrost-kötegeknek a kiépülése, amelyek a hallókéreg egyes részei között teremtenek kapcsolatot (24). Sharma corticális potenciálok P1 hullámának latenciáját vizsgálva süket és ép hallású gyermekeknél megállapítja, hogy 3 és fél éves kortól az agyi plaszticitás fokozatosan szűkül, majd 7 éves korra teljesen megszűnik (37). Vizsgálatai alapján a 3,5 éves kor előtti cochleáris implantációt javasolja.

Hammes és mtsai (13) a kritikus életszakaszok elmélete mellett további két tényezőre hívják fel a figyelmet, amelyek a fiatalabb korban implantációra került gyermekek jobb funkcionális eredményeit magyarázhatják. Az egyik, hogy az elérhető eredmények ismeretében az elmúlt években implantációra került (s a beavatkozás elvégzésének korábbi életkorok felé való tolodása miatt valószínűleg fiatalabb) gyermekekkel szemben magasabb elvárások alakultak ki, s intenzívebb rehabilitáció után ténylegesen jobb eredményeket produkálnak. A másik tényező a technológiai fejlődésben rejlik, hiszen a jelenleg használt sokcsatornás készülékek többféle beszéd-átalakítási stratégiát alkalmazhatnak, így a programozásuk nagyobb flexibilitása jobb használatot, és jobb funkcionális eredményeket hoz.

Szükségszerű-e minél fiatalabb csecsemőkorban elvégezni az implantációt? Az Amerikai Egyesült Államok Food and Drug Administration teljes kétoldali sükettség esetén már 12 hónapos korban engedélyezi a beavatkozás elvégzését, míg nagyfokú halláscsökkenés és kicsiny reziduális hallás esetén a 2 éves kort jelöli ki határnak (14). A fiatal (18 hónap vagy annál fiatalabb) életkor a gyermek kezelésében több specifikus nehézséget vet fel; úgymint a halláscsökkenés és a hallásmaradvány pontos mértéke meghatározásának bizonytalanságát; a műtéti beavatkozás fokozott kockázatát; a recidiv purulens otitisek miatt

ti megnövekedett szövődményveszélyt; a programozás és az életkor-specifikus halláshabilitációs programok megvalósításának nehézségeit. Mindezek a nehézségek mérsékelhetők, ha igazolttá válik, hogy a korai implantáció olyan előnnyel bír a beszédfejlődésre, amely meghaladja az esetlegesen fokozott rizikót. Osberger és mtsai. 90 gyermekén végzett vizsgálati alapján megállapítják, hogy a 2 éves kor előtt implantációra átesett gyermekek jobb funkcionális eredményeket mutattak a beavatkozást követő harmadik hónapban, mint azok a társaik, akik az implantáció idején 2 és 3 év közöttiek voltak. (30) Lenarz a 2 éves kor előtt implantációra került gyermekekkel elért eredményeit biztatónak írja, de további hosszú távú vizsgálatokat tart szükségesnek általános érvényű következtetések levonása előtt (17).

Az irodalom több olyan esetet ismertet, amikor idősebb gyermekeknél kiváló beszédértés alakult ki implantációt követően (8). Snik (38) kongeniális süket gyermekek (4–8 év), serdülők (11–13 év) és felnőttek (13–33 év) posztimplantációs funkcionális eredményeit vizsgálva megállapítja, hogy a gyermekekkel ellentétben, akiknél a beszédfejlődés során nem alakul ki plató szakasz, a felnőttek kezdeti javuló eredményei másfél–két év elteltével egy maximumot érnek el, s a későbbiekben már nem mutatnak további fejlődést. Snik a 12 éves kort jelöli meg a cochleáris implantáció felső életkori határának, ami egybevág Moore korábban ismertetett neuroanatómiai vizsgálatai eredményével.

Habár az irodalmi adatok és az általunk végzett meta-analízis alapján megállapítható, hogy a legjobb beszédfejlődéssel a minél fiatalabb életkorban végzett cochleáris implantáció esetén számolhatunk, nem szabad megfeledkeznünk arról, hogy az életkor mellett számos prediktív faktor létezik, amelyek a befolyásolják az implantáció sikerét. A műtetre váró betegek kiválasztásakor ezeket a faktorokat is figyelembe kell venni. S bár elemzésünkben a cochleáris implantáció eredményességét a beszédértés és beszédteljesítmény fejlődése alapján mértük, mindig tudatában kell lennünk annak is, hogy a beszédfejlődésében mutatott gyenge eredmények mellett is számtalan olyan előnyt hordozhat az implantátummal való ellátás, ami javítja a gyermekek életének minőségét: pl. a veszélyt jelentő hangok észlelése révén nagyobb biztonság megszerzése, vagy a szájról olvasás könnyebbé válása (27).

## Következtetés, ajánlás

A praelingualis süket gyermekek minél korábbi életkorban cochleáris implantátummal történő ellá-

tása, majd az adekvát halláshabilitáció esélyt biztosít számukra az audioverbális kommunikáció elsajátítására, és a társadalomba való beilleszkedésre. Ahhoz, hogy ezek a gyermekek minél hamarabb műtétre kerülhessenek, eredményes újszülöttkori hallásszűrésre, és a kiszűrt gyermekek kellő időben konvencionális hallókészülékkel való ellátására valamint cochleáris implantációs programba való felvételére van szükség.

Hazánkban 1985 óta a budapesti és szegedi klinikákon több, mint 200 beteg esett át cochleáris implantáción (31, 41). 2003-ban a pécsi és a debreceni cochleáris implantációs munkacsoport is megkezdte implantációs tevékenységét. Az évente beültethető készülékek alacsony keretszáma, és az implantációra kerülő betegek heterogenitása miatt ahhoz, hogy a késői funkcionális eredmények feldolgozására és összehasonlítására már alkalmas nagyobb betegcsoportokat hozhassunk létre, standardizált hallás- és beszédtesztek alkalmazására és a cochleáris munkacsoportok szoros kooperációjára van szükség.

## Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretnék köszönetet mondani a HU/01/P1309 project azonosítójú gyakorlati programot koordináló LEONÁRDO Iroda munkatársainak, akik a nottinghami tapasztalatszerzés megszervezésével megalapozták munkám létrejöttét. A közlemény az ETT 252/2003 számú és az OTKA T-037255 számú támogatásával készült.

## Irodalomjegyzék

- Allen C.M., Nikolopoulos T.P., Dyar D., O'Donoghue G.M.: Reliability of a rating scale for measuring speech intelligibility after pediatric cochlear implantation. *Otol Neurotol* 22, 5, 631-633, 2001.
- Allen C.M., Nikolopoulos T.P., O'Donoghue G.M.: Speech intelligibility in children following cochlear implantation. *Am J of Otol.* 19, 742-746, 1998.
- Archbold S. M., Nikolopoulos T. P., Tait M., O'Donoghue G. M., Lutman M. E., Gregory S.: Approach to communication, speech perception and intelligibility after pediatric cochlear implantation. *Br J Audiol.* 34, 4, 257-264, 2000.
- Birholz J. C., Benacerraf B. R.: The development of human foetal hearing. *Science.* 222, 516-518, 1983.
- Boothroyd A., Boothroyd-Turner D.: Postimplantation audition and educational attainment in children with prelingually acquired profound deafness. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 111, 79-84, 2002.
- Cheng A. K., Grant G. D., Niparko J. K.: Meta-analysis of pediatric cochlear implant literature. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 108, 124-128, 1999.
- Dawson P. W., Blamey P. J., Dettman S. J., Barker E. J., Clark G. M.: A clinical report on receptive vocabulary skills in cochlear implant users. *Ear Hear.* 16, 3, 287-294, 1995.
- Dowell R. C., Dettman S. J., Hill K., Winton E., Barker E. J., Clark G. M.: Speech perception outcomes in older children who use multichannel cochlear implants: Older is not always poorer. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 111, 97-101, 2002.
- El-Hakim H., Abdolell M., Mount R. J., Papsin B. C., Harrison R. V.: Influence of age at implantation and of residual hearing on speech outcome measures after cochlear implantation: binary partitioning analysis. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 111, 102-109, 2002.
- Fukushima K., Sugata K., Kasai N., Fukuda S., Nagayasu R., Toida N., Kimura N., Takashita T., Gunguz M., Nishizaki K.: Better speech performance in cochlear implant patients with GJB2-related deafness. *Int J Pediatr Otolaryngol* 62, 2, 151-157, 2002.
- Geers A., Brenner C., Nicholas J., Uchanski R., Tye-Murray N., Tobey E.: Rehabilitation factors contributing to implant benefit in children. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 111, 127-130, 2002.
- Geers A. E., Moog J. S.: Predicting spoken language acquisition of profoundly hearing impaired children. *J Speech Hear Disord* 52, 84-94, 1987.
- Hammes D. M., Novak M. A., Rotz L. A., Willis M., Edmondson D. M., Thomas J. F.: Early identification and cochlear implantation: critical factors for spoken language development. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 111, 74-78, 2002.
- Kileny P. R., Zwolan T. A., Ashbaugh C.: The influence of age at implantation on performance with a cochlear implant in children. *Otol Neurotol* 22, 42-46, 2001.
- Kirk K. I., Miyamoto R. T., Lento C. L., Ying E., O'Neill T., Fears B.: Effects of age at implantation in young children. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 111, 69-73, 2002.
- Lachs L., Pisoni D. B., Kirk K. I.: Use of audiovisual information in speech perception by prelingually deaf children with cochlear implants: a first report. *Ear Hear* 22, 3, 236-251, 2001.
- Lenarz T., Lesinski-Schiedat A., Haar-Heise S., Illg A., Bertram B., Battmer R. D.: Cochlear implantation in children under the age of two: the MHH experience with the CLARION® cochlear implant. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 108, 44-50, 1999.
- Lohle E., Frischmuth S., Holm M., Becker L., Flamm K., Laszig R., Beck C., Lehnhardt E.: Speech recognition, speech production and speech intelligibility in children with hearing aids versus implanted children. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 47, 2, 165-169, 1999.
- Miyamoto R. T., Kirk K. I., Svirsky M. A., Seghal S. T.: Communication skills in pediatric cochlear implant recipients. *Acta Otolaryngol* 119, 219-224, 1999.
- Miyamoto R. T., Kirk K. I., Robbins A. M., Todd S., Riley A.: Speech perception and speech production skills of children with multichannel cochlear implants. *Acta Otolaryngol* 116, 2, 240-243, 1996.
- Miyamoto R. T., Osberger M. J., Todd S. L., Robbins A. M., Stroer B. S., Zimmerman-Phillips S., Carney A. E.: Variables affecting implant performance in children. *Laryngoscope* 104, 1120-1124, 1994.
- Mondain M., Sillon M., Vieu A., Lanvin M., Reuillard-Artieres F., Tobey E., Uziel A.: Speech perception skills and speech production intelligibility in French children with prelingual deafness and cochlear implants. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 123, 2, 181-184, 1997.
- Moog J. S., Geers A. E.: Speech and language acquisition in young children after cochlear implantation. *Otolaryngol Clin Nort Am* 32, 6, 1127-1141, 1999.
- Moore J. K.: Maturation of human auditory cortex: implications for speech perception. *Ann Otol Rhinol Laryngol Suppl.*

- 189, 111, 5, 7–10, 2002.
25. Nikolopoulos T. P., Mason S. M., Gibbin K. P., O'Donoghue G. M.: The prognostic value of promontory electric auditory brain stem response in pediatric cochlear implantation. *Ear Hear* 21, 3, 236–241, 2000.
  26. Nikolopoulos T. P., O'Donoghue G. M., Archbold S.: Age at implantation: its importance in pediatric cochlear implantation. *Laryngoscope* 109, 595–599, 1999.
  27. O'Donoghue G., Nikolopoulos T. P., Archbold S. M.: Determinants of speech perception in children after cochlear implantation. *Lancet* 356, 466–468, 2000.
  28. O'Donoghue G. M., Nikolopoulos T. P., Archbold S. M., Tait M.: Cochlear implants in young children: the relationship between speech perception and speech intelligibility. *Ear Hear* 20, 5, 419–425, 1999.
  29. Osberger M. J., Maso M., Sam L. K.: Speech intelligibility of children with cochlear implants, tactile aids, or hearing aids. *J Speech Hear Re* 36, 1, 196–203, 1993.
  30. Osberger M. J., Zimmerman-Phillips S., Koch D. B.: Cochlear implant candidacy and performance trends in children. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 111, 62–65, 2002.
  31. Ribari O., Speer K., Sziklai I., Repassy G.: Hearing improvement achieved by different cochlear implantation techniques on the same and contralateral ears. *Acta Otolaryngol* 112, 2, 225–229, 1992.
  32. Richter B., Eissele S., Laszig R., Lohle E.: Receptive and expressive language skills of 106 children with a minimum of 2 years' experience in hearing with a cochlear implant. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 64, 2, 111–125, 2002.
  33. Robbins A. M., Kirk K. I., Osberger M. J., Ertmer D.: Speech intelligibility of implanted children. *Ann Otol Rhinol Laryngol Suppl.* 166, 399–401, 1995.
  34. Ruben R. J.: A time frame of critical/sensitive periods of language development. *Acta Otolaryngol* 117, 202–205, 1997.
  35. Rubenstein J. T.: Paediatric cochlear implantation: prosthetic hearing and language development. *Lancet* 360, 483–485, 2002.
  36. Seifert E., Oswald M., Bruns U., Vischer M., Kompis M., Haeusler R.: Changes of voice and articulation in children with cochlear implants. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 66, 2, 115–123, 2002.
  37. Sharma A., Dorman M.F., Spahr A.J.: A sensitive period for the development of the central auditory system in children with cochlear implants: implications for age of implantation. *Ear Hear* 23, 532–539, 2002.
  38. Snik A. F., Makhdom M. J., Vermeulen A. M., Brokx J. P., van den Broek P.: The relation between age at the time of cochlear implantation and long-term speech perception abilities in congenitally deaf subjects. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 41, 2, 121–131, 1997.
  39. Tait M., Nikolopoulos T. P., Archbold S., O'Donoghue G. M.: Use of the telephone in prelingually deaf children with multichannel cochlear implant. *Otol Neurotol* 22, 1, 47–52, 2001.
  40. Tobey E. A., Geers A. E., Brenner C., Altuna D., Gabbert G.: Factors associated with development of speech production skills in children implanted by age five. *Ear Hear Suppl*, 24, 36–45, 2003.
  41. Torkos A., Jori J., Toth F., Szamoskozi A., Kiss J. G., Czigner J.: Successful cochlear implantation in a child after recovery from a head and neck malignancy: a case report. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 259, 7, 343–6, 2002.
  42. Tucci D. L., Telian S. A., Zimmerman-Phillips S., Zwolan T. A., Kileny P. R.: Cochlear implantation in patients with cochlear malformations. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 121, 833–838, 1995.
  43. Bell Vieu A., Mondain M., Blanchard K., Sillon M., Reuil-lard-Artieres F., Tobey E., Uziel A., Piron J. P.: Influence of communication mode on speech intelligibility and syntactic structure of sentences in profoundly hearing impaired French children implanted between 5 and 9 years of age. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 44, 1, 15–22, 1998.

**ZUSAMMENFASSUNG:** Mit unseren Untersuchungen erwarteten wir Antwort auf zwei Fragen: 1.) Inwieweit beeinflusst das Lebensalter des prälingual ertaubten Kindes am Zeitpunkt der Implantation die Ergebnisse des Postimplantations-Sprachtests? 2.) Gibt es ein ideales Lebensalter für die kochleare Implantation? Dazu diente die Meta-Analyse der Literaturangaben der vergangenen 10 Jahre. Die Entwicklung des Sprachverstehens wurde anhand von 57 zur Analyse geeigneten Publikationen untersucht. 1376 Ergebnisse aus 19 verwendeten Sprachtests wurden in die Sprachverständnis-Skala nach Geers und Moog in Werte von 1 bis 6 konvertiert. Die Entwicklung der Sprechfähigkeit konnte aus 14 Publikationen untersucht werden, 468 Ergebnisse von Sprachverständlichkeitstests wurden anhand der 5-stufigen Skala nach O'Donoghue analysiert. Wir konnten feststellen, dass sich die Ergebnisse der Sprachtests nach der Implantation bei allen Altersgruppen (ausgenommen Kinder über 6 Jahren) laufend verbessern, ohne ein Plateau zu erreichen. Je jünger das Kind zum Zeitpunkt der Implantation war, desto besser wurden sowohl Sprachverstehen als auch Sprechen. D.h., das Lebensalter bei der Implantation steht in inversem Zusammenhang mit den späteren funktionellen Ergebnissen. Die besseren funktionellen Ergebnisse bei den jüngeren Kindern beruhen wohl darauf, dass die in der Entwicklung befindlichen Neurone der Hörbahn in der für die Sprachentwicklung kritischen Lebensphase genügend Impulse für die normale Strukturierung erhalten. Die rechtzeitige Erkennung der prälingual gehörlosen Kinder und ihre Aufnahme in ein Implantationsprogramm macht die Frühversorgung mit einem Kochlearimplantat möglich. Aufgrund der postoperativen Sprachergebnisse älterer prälingual tauber Kinder halten wir es für notwendig, dass die Kinder bis zum Alter von 8 Jahren versorgt sein müssen.

**SCHLÜSSELWÖRTER:** Funktionelle Ergebnisse, kochleare Implantation, Lebensalter, Meta-Analyse, prälingual ertaubte Kinder, Sprachverstehen, Sprechfähigkeit