



**ASSOCIAZIONE  
OTORINOLARINGOLOGI  
OSPEDALIERI  
ITALIANI**  
Presidente: **GIUSEPPE SPRIANO**

# IMPIANTI COCLEARI

a cura di

**DOMENICO CUDA**



**QUADERNI MONOGRAFICI DI AGGIORNAMENTO**



ASSOCIAZIONE  
OTORINOLARINGOLOGI  
OSPEDALIERI  
ITALIANI  
Presidente: GIUSEPPE SPRIANO

# IMPIANTI COCLEARI

a cura di  
**Domenico Cuda**

**QUADERNI MONOGRAFICI DI AGGIORNAMENTO**

© Quaderni Monografici di Aggiornamento A.O.O.I.

# IMPIANTI COCLEARI

a cura di

**Domenico CUDA**

U.O. ORL Ospedale "Guglielmo da Saliceto" - Piacenza



La riproduzione di questo volume o di parte di esso e la sua diffusione in qualsiasi forma o con qualsiasi mezzo, elettronico, meccanico, per mezzo di fotocopie, microfilm, registrazioni od altro, sono proibite senza il permesso scritto della A.O.O.I. (Associazione Otorinolaringologi Ospedalieri Italiani).

*Realizzazione editoriale e stampa:*

**TorGraf**

S.P. 362 km. 15.300

73013 Galatina (Le)

Telefono 0836.561417

Fax 0836.569901

e-mail: stampa@torgraf.it

## PRESENTAZIONE

*L'impianto cocleare è entrato definitivamente nell'armamentario clinico dell'otologo e viene praticato correntemente in un gran numero di centri. I risultati ottenuti con questo organo di senso artificiale sono molto favorevoli tanto che un numero crescente di adulti e di bambini con sordità profonda è stato pienamente recuperato alla normale vita di relazione. Parallelamente si è accresciuto in maniera esponenziale il corpo delle conoscenze scientifiche. Ogni anno si tengono numerosi convegni internazionali e workshop specifici sull'impianto cocleare. Le riviste 'peer reviewed' ospitano un gran numero di articoli di interesse implantologico; una di esse, 'Cochlear implant international', è interamente dedicata a queste tematiche. Vi sono poi alcuni database istituzionali come il MAUD della FDA relativo agli eventi avversi ed infine le note informative periodicamente diramate dalle case produttrici. Questo volume non ha l'ambizione di essere un trattato esaustivo di un argomento tanto ampio ma vuole rappresentare semplicemente la sintesi degli aspetti clinici più significativi dell'impianto cocleare. Come spesso si verifica quando vi è abbondanza di informazione ciò che manca infatti è la sintesi delle conoscenze. I vari capitoli sono stati in parte sviluppati nell'ambito del gruppo impianti cocleari di Piacenza ed in parte affidati a colleghi italiani e stranieri di grande valore; ragioni di spazio mi hanno impedito di coinvolgerne altri di altrettanta esperienza. L'esperienza infatti è la parola-chiave, il filtro fondamentale con cui passare al setaccio la conoscenza scientifica per non cadere nella sterile accademia. Con questo spirito sono stati sviluppati i differenti argomenti. L'obiettivo è stato quello di informare lo specialista sullo stato dell'arte e sulle nuove indicazioni oltre che sui risultati oggi ottenibili con questo straordinario dispositivo. Ringrazio innanzitutto gli organismi direttivi dell'AOOI per avermi onorato dell'incarico di curare questo quaderno monografico di aggiornamento. Ringrazio quindi gli amici e colleghi che pazientemente hanno contribuito alla realizzazione del volume. Un ringraziamento particolare va ai miei collaboratori del gruppo impianti cocleari di Piacenza per l'abnegazione e l'entusiasmo con cui affrontano le fatiche cliniche quotidiane di questa attività. Un ringraziamento va infine alla Direzione dell'Azienda USL di Piacenza che ha sempre sostenuto ed incentivato l'attività implantologica del nostro gruppo.*

Domenico Cuda

## **AUTORI**

**Millo Achille Beltrame**

UO ORL Ospedale “Santa Maria del Carmine”, Rovereto.

**Paola Benincasa**

UO ORL Ospedale “B. Ramazzini”, Carpi (MO).

**Michela Benvenuti**

UO ORL Ospedale “Guglielmo da Saliceto”, Piacenza.

**Francesca Bonfioli**

UO ORL Ospedale “Santa Maria del Carmine”, Rovereto.

**Elisa Briccola**

UO ORL Ospedale “Guglielmo da Saliceto”, Piacenza.

**Sandro Burdo**

Servizio di Audiovestibologia, Ospedale di Circolo e Fondazione “Macchi”, Varese.

**Vittorio Colletti**

Clinica ORL, Università degli studi di Verona.

**Patrizia Consolino**

UO ORL Ospedale “Martini”, Torino.

**Domenico Cuda**

UO ORL Ospedale “Guglielmo da Saliceto”, Piacenza.

**Diego Di Lisi**

UO ORL Ospedale “Martini”, Torino.

**Patrizia Formigoni**

UO ORL Ospedale “Santa Maria Novella”, Reggio Emilia.

**Giuseppe Frau**

UO ORL Ospedale “Santa Maria del Carmine”, Rovereto.

**Patrizia Frontera**

UO ORL Ospedale “Guglielmo da Saliceto”, Piacenza.

**Stefano Galli**

UO ORL Ospedale “B. Ramazzini”, Carpi (MO).

**Letizia Guerzoni**

UO ORL Ospedale “Guglielmo da Saliceto”, Piacenza.

**Giorgio Guidetti**

Servizio di Audio-Vestibologia e Rieducazione Vestibolare, UO ORL AUSL Modena.

**Arthur Lorens**

Istituto di Fisiologia e Patologia dell’Udito; Varsavia, Polonia.

**Francesca Maronato**

UO ORL Ospedale “Santa Maria del Carmine”, Rovereto.

**Paolo Mochi**

UO ORL Ospedale “Guglielmo da Saliceto”, Piacenza.

**Carla Morando**

UOS di Audiologia Pediatrica  
Otorinolaringoiatria-Otochirurgia e Dipartimento di Pediatria  
Complesso Ospedale-Università, Azienda Ospedaliera di Padova.

**Alessandra Murri**

UO ORL Ospedale “Guglielmo da Saliceto”, Piacenza.

**Maurizio Negri**

UO ORL Ospedale “B. Ramazzini”, Carpi (MO).

**Eva Orzan**

U.O.S. di Audiologia Pediatrica  
Otorinolaringoiatria-Otochirurgia e Dipartimento di Pediatria  
Complesso Ospedale-Università, Azienda Ospedaliera di Padova.

**Henryk Skarżyński**

Istituto di Fisiologia e Patologia dell’Udito; Varsavia, Polonia.

**Tommaso Solenghi**

UO ORL Ospedale “Guglielmo da Saliceto”, Piacenza.

**Giovanni Succo**

UO ORL Ospedale “Martini”, Torino.

## INDICE

<b>Presentazione</b>	
<i>D. Cuda</i> .....	pag. 3
<b>Autori</b> .....	“ 5
<b>Indice</b>	
<b>L'impianto cocleare: dalla selezione al follow-up</b>	
<i>A. Murri, E. Briccola, D. Cuda</i> .....	“ 9
<b>Caratteristiche tecniche degli impianti cocleari</b>	
<i>D. Di Lisi, P. Consolino, G. Succo, A. Murri</i> .....	“ 29
<b>Recenti tendenze nella chirurgia dell'impianto cocleare</b>	
<i>D. Cuda, P. Mochi, A. Murri, G. Succo</i> .....	“ 43
<b>L'impianto cocleare nelle malformazioni dell'orecchio interno ed in altre situazioni complesse</b>	
<i>G. Frau, F. Bonfioli, F. Maronato, M. Beltrame</i> .....	“ 61
<b>Complicanze ed insuccessi degli Impianti Cocleari</b>	
<i>D. Cuda</i> .....	“ 83
<b>La stimolazione uditiva bimodale</b>	
<i>D. Cuda, P. Frontera, A. Murri, T. Solenghi</i> .....	“ 119
<b>Impianto cocleare binaurale</b>	
<i>S. Burdo</i> .....	“ 129
<b>L'impianto cocleare nella sordità parziale</b>	
<i>H. Skarżyński, A. Lorens</i> .....	“ 151
<b>L'impianto cocleare nel primo anno di vita</b>	
<i>D. Cuda, M. Benvenuti, L. Guerzoni, A. Murri</i> .....	“ 159
<b>L'impianto cocleare nell'adolescente e nell'adulto con sordità preverbale</b>	
<i>L. Guerzoni, A. Murri, P. Formigoni, D. Cuda</i> .....	“ 173

<b>La funzione vestibolare nell'impianto cocleare</b> <i>M. Negri, G. Guidetti, P. Benincasa, S. Galli</i> .....	<i>pag.</i> 183
<b>Gli aspetti clinici della neuropatia uditiva</b> <i>E. Orzan, C. Morando</i> .....	" 193
<b>Progressi nella riabilitazione uditiva con impianto al troncoencefalo</b> <i>V. Colletti</i> .....	" 205



## **L'IMPIANTO COCLEARE NELLA SORDITÀ PARZIALE**

*H. Skarżyński, A. Lorens*

### **Introduzione**

Sordità e disabilità uditiva sono fra i disordini più comuni e devastanti. In Europa 22.5 milioni di individui sono affetti da disabilità uditiva ed ammontano a circa 2 milioni quelli affetti da sordità profonda. La perdita uditiva ha un effetto avverso sulla vita sociale e lavorativa compromettendo molte funzioni come la capacità comunicativa, l'apprezzamento della musica, la localizzazione dei suoni. Il costo del danno uditivo è stato stimato in 78 miliardi di euro per anno (basato sulla media di 3,500 euro per paziente di costi annuali per istruzione speciale, terapia riabilitativa, protesi acustiche, parcelle mediche ed altre spese). Si tratta di un costo superiore rispetto a quello cumulativo sostenuto per epilessia, sclerosi multipla, lesioni spinali, stroke e malattia di Parkinson. Per di più verosimilmente questa stima è destinata a crescere nel tempo per via dell'inquinamento acustico e dell'invecchiamento della popolazione. La sordità è la terza più comune causa di disabilità cronica dopo artrite ed ipertensione arteriosa.

Negli ultimi trent'anni si sono verificati notevoli progressi nel trattamento della disabilità uditiva severa. La maggior parte di questi successi sono il risultato dei progressi tecnologici e medici nel campo degli impianti cocleari (IC) e dell'uso della tecnologia digitale per le protesi acustiche.

L'impianto cocleare è oggi uno strumento di comprovata efficacia per il trattamento di adulti e bambini con sordità di entità grave-profonda. In considerazione dell'esperienza clinica e dei progressi tecnologici i criteri di selezione dell'IC si sono notevolmente estesi. Attualmente infatti vengono impiantati bambini molto piccoli in conseguenza dell'aumentata confidenza nel trattamento di una fascia di età così particolare e per l'introduzione di programmi di screening uditivo neonatale della sordità. I progressi tecnologici hanno prodotto lo sviluppo di strategie di codifica del parlato e di parametri di regolazione più raffinati. Le esperienze positive con l'IC e le ricerche nel campo delle protesi acustiche hanno prodotto un ricorso crescente all'impianto bilaterale.

I miglioramenti considerevoli nella tecnologia dell'IC hanno determinato l'allargamento dei criteri di selezione (Lenarz 1998). La documentazione di risultati più favorevoli ha prodotto un considerevole interesse verso l'IC in caso di soggetti non totalmente sordi o con residui uditivi alle basse fre-

quenze (Rizer 1998, Brimacombe et al 1994). Inoltre recenti studi hanno dimostrato che l'udito residuo può essere preservato dopo il posizionamento dell'impianto cocleare (Lorens et al. 2000, Skarżyński et al 2002). Un'ulteriore estensione dei criteri di selezione è stata proposta da von Ilberg et al (1999). Questi Autori hanno dimostrato che una protesi acustica e l'IC applicati nello stesso orecchio possono migliorare la percezione uditiva e verbale rispetto a quanto ottenuto con un solo ausilio protesico. Questo concetto viene definito EAS o stimolazione elettro-acustica (von Ilberg et al 1999, Gantz & Turner 2004, Gstoettner et al 2004, Kiefer et al 2005).

### **La Sordità Parziale**

Un consistente gruppo di pazienti presenta perdita uditiva peculiare con soglia normale o lievemente elevata alle basse frequenze ed ipoacusia quasi totale a quelle alte. Noi proponiamo di descrivere questo tipo di perdita uditiva come "sordità parziale" (SP). I pazienti con SP saranno in grado di percepire la maggior parte delle vocali ma probabilmente poche o nessuna consonante. Il buon udito residuo alle basse frequenze può supportare la labiolettura e la produzione verbale mentre l'apprezzamento dei rumori ambientali determina un beneficio emotivo. Tuttavia questa modalità uditiva non permette al paziente di comunicare efficacemente durante la vita di ogni giorno specie in ambienti rumorosi. Spesso questi pazienti non traggono significativi benefici dagli apparecchi acustici dato che l'amplificazione alle frequenze superiori a quelle dell'udito preservato risulta inefficace per via della gravità della perdita (audiogrammi in ripida caduta). Questi pazienti non sono stati considerati candidati all'IC perché si temeva che questo intervento potesse danneggiare la parte funzionante della coclea, causando una completa perdita uditiva. I pazienti con SP avevano un profilo di perdita che non rientrava nei criteri codificati per l'IC e neppure in quelli per la stimolazione elettroacustica così come praticata nelle prime esperienze cliniche.

### **L'impianto Cocleare in un caso di sordità parziale**

Sulla base dei risultati incoraggianti ottenuti associando la stimolazione elettrica a quella acustica, nel 2002 il nostro Centro decise di impiantare una giovane donna parzialmente sorda eseguendo un'inserzione parziale dell'elettrodo nella coclea (Skarżyński et al 2003). L'orecchio sinistro della paziente fu impiantato con un sistema Med-El Combi 40+, utilizzando un elettrodo standard. Per evitare la perdita dell'udito alle basse frequenze l'elettrodo fu inserito solo parzialmente con un approccio alla scala timpanica direttamente attraverso la membrana della finestra rotonda. La profondità approssimativa di inserzione fu di 20 mm (furono inseriti solo

otto dei 12 elettrodi). L'array fu fissato nella sua posizione finale con colla di fibrina nella nicchia della finestra rotonda. La membrana della finestra rotonda fu lasciata parzialmente scoperta per preservarne la mobilità. Il dispositivo fu fissato nell'alloggiamento scolpito nell'osso temporale durante l'atto chirurgico.

Il residuo uditivo alle basse frequenze fu in gran parte preservato come dimostrato dalla valutazione audiometrica ed ABR. La soglia audiometrica postoperatoria a 125 e 250 Hz era la stessa di quella preoperatoria. Modeste riduzioni di sensibilità furono osservate a 500 e 1000 Hz. Complessivamente il deterioramento uditivo medio postoperatorio della soglia era pari a 15 dB. I cambiamenti nella soglia audiometrica, in particolar modo oltre i 1000 Hz, potevano essere dovuti alla presenza dell'elettrodo nella coclea.

Dopo un breve periodo successivo all'attivazione dell'impianto cocleare fu osservato un incremento notevole ed altamente significativo nel riconoscimento di parole monosillabiche. Dopo tre mesi di utilizzo dell'IC i punteggi di riconoscimento aumentavano infatti dal 23% al 90% in condizioni di quiete e da 0 a 65% in presenza di rumore. Questo incremento era il risultato della combinazione della stimolazione elettrica con quella acustica in quanto il punteggio di riconoscimento con il solo IC era pari al 23%. Punteggi così elevati con la stimolazione combinata erano molto incoraggianti se si pensa che il test con parole monosillabiche è fra i più difficili fra quelli utilizzati nella pratica clinica audiologica. Inoltre, i punteggi erano compatibili con un recupero pressoché completo delle abilità comunicative nella vita di tutti i giorni. La paziente era in grado di capire con facilità la maggior parte delle cose che le venivano dette in sola modalità uditiva.

L'udito alle basse frequenze era stato preservato, e la combinazione delle stimolazioni elettrica ed acustica consentiva elevati livelli di riconoscimento del parlato. I risultati del primo caso supportavano ulteriori applicazioni dell'IC per persone con audiogrammi in rapida caduta sugli acuti e buon residuo uditivo alle basse frequenze (Skarżyński et al 2003).

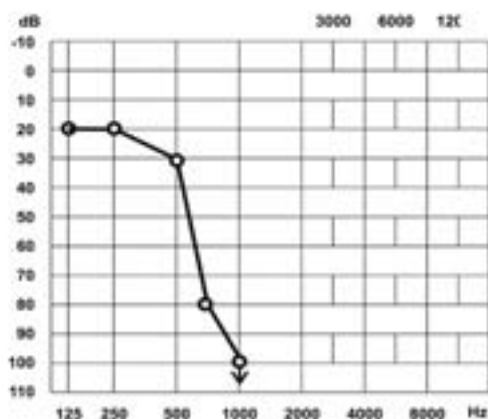
### **Un nuovo metodo di impianto cocleare nella sordità parziale**

I risultati ottenuti nel caso precedente hanno rappresentato il primo passo dell'applicazione di un nuovo metodo per il trattamento della sordità parziale definito PDCI (Partial deafened Cochlear Implantation). La PDCI comporta una procedura in tre stadi con una parte pre-, intra- e postoperatoria (Skarżyński et al 2003).

Il PDCI comprende essenzialmente tre aspetti impegnativi: 1) un'attenta selezione del candidato che possa trarre sostanziali benefici dalla procedura; 2) tecniche chirurgiche che consentano la preservazione uditiva;

3) il trasferimento del maggior numero possibile di informazioni uditive al paziente utilizzando una configurazione di stimolazione elettrica ottimale combinata con l'informazione acustica.

La parte pre-operatoria del metodo PDCI comporta una valutazione clinica ed audiologica per verificare che siano soddisfatti i criteri di selezione, ossia una soglia non superiore a 55 dB HL a 125, 250 e 500 Hz, ed una soglia di 70 dB HL o più a tutte le frequenze superiori del campo tonale [fig. 1]. Il soggetto inoltre dovrebbe ricavare un limitato beneficio con la migliore configurazione possibile di apparecchi acustici, con punteggi di riconoscimento per monosillabi non superiori al 55% in condizioni di quiete per intensità di 60 dB SPL (Skarżyński et al 2003).



**Fig. 1.** Ipoacusia parziale

La procedura chirurgica del PDCI proposta da Skarżyński et al (2007a) comporta i seguenti tempi:

1. Antrotomia
2. Timpanotomia posteriore per consentire la visualizzazione della nicchia della finestra rotonda
3. Puntura della membrana della finestra rotonda
4. Approccio alla scala timpanica direttamente attraverso la membrana della finestra rotonda (con parziale inserimento del multielettrodo)
5. Stabilizzazione dell'elettrodo nella nicchia della finestra rotonda con colla di fibrina (la membrana deve essere parzialmente scoperta per preservarne la mobilità)
6. Stabilizzazione del dispositivo nell'alloggiamento creato nell'osso temporale

Dapprima, come in tutti gli interventi chirurgici di impianto, si esegue una

antromastoidectomia, seguita da una atticotomia e dalla timpanotomia posteriore per visualizzare la nicchia della finestra rotonda. La timpanotomia posteriore è solitamente più ampia di quella eseguita per una inserzione standard di IC; si avrà così una visuale migliore ed un più corretto angolo di inserzione nella scala timpanica. In alcuni casi è necessaria anche una timpanotomia anteriore per migliorare la visualizzazione. Questo approccio combinato viene usato per visualizzare la membrana della finestra rotonda ed unitamente ad una minima puntura della membrana, consente di creare le condizioni ottimali per l'inserimento dell'elettrodo nella scala timpanica con uno o due movimenti. Può essere necessario rimuovere una sporgenza ossea allo scopo di ottenere una chiara visione della membrana della finestra rotonda, ponendo attenzione alle strutture dell'orecchio medio. La finestra rotonda è delicatamente punta nella sua porzione inferiore. Non dovrebbe esservi alcuna aspirazione di fluidi nel sito di puntura della finestra rotonda. A questo punto un elettrodo lungo 20 mm dev'essere inserito delicatamente con un angolo di inserzione di circa 75 gradi. L'inserzione deve seguire una singola direzione e l'elettrodo chiude ermeticamente il foro praticato nella membrana durante l'inserimento. La visualizzazione dell'area attraverso il condotto uditivo esterno può aiutare ad ottenere la necessaria precisione. Il tempo intercorso tra la puntura della membrana della finestra rotonda e l'inserimento dell'elettrodo deve essere molto limitato. L'elettrodo viene quindi fissato alla nicchia della finestra rotonda con colla di Fibrina che una volta riassorbita, a distanza di qualche giorno, non influenza la mobilità della rimanente parte della membrana della finestra rotonda. La membrana dev'essere infatti parzialmente scoperta per mantenersi mobile. Infine, l'impianto viene fissato nell'alloggiamento dell'osso temporale e la ferita viene suturata. Allo scopo di preservare l'udito alle basse frequenze e prevenire il rischio di infezioni si prescrive un ciclo postoperatorio di steroidi per circa un mese. Inoltre vengono somministrati antibiotici al momento dell'incisione cutanea e per una settimana dopo l'intervento chirurgico (Skarzynski et al 2007a).

La tecnica della finestra rotonda, utilizzata in origine nell'IC, fu abbandonata perchè l'angolo di inserzione poteva produrre un trauma alla lamina spirale ossea per la rigidità degli elettrodi a quel tempo disponibili. Il nostro Centro ha deciso di utilizzare l'approccio chirurgico alla finestra rotonda nel tentativo di limitare la perdita dell'udito residuo che può essere causato dalla creazione della cocleostomia. La cocleostomia può infatti potenzialmente determinare perdita di perilinfa e trauma acustico dovuto alla fresatura, specialmente nella porzione più spessa del promontorio. Si può anche verificare la penetrazione di polvere d'osso con conseguente formazione di osso neoformato nella coclea.

C'è la possibilità di causare una lesione della lamina spirale ossea, poiché la perilinfia è tossica per le cellule ciliate e vi può essere un danno dovuto all'infezione, in quanto la ferita si rimargina con tessuto fibroso. Abbiamo anche deciso per un approccio alla finestra rotonda poiché questo è tecnicamente più semplice fornendo buoni punti di reperi al chirurgo e il chirurgo può essere sicuro del corretto inserimento dell'elettrodo nella scala timpanica (Skarzynski et al 2007a).

La parte post-operatoria del metodo PDCI include la valutazione audiologica della sensibilità uditiva preservata alle basse frequenze ed il fitting dell'impianto cocleare che implica la selezione di adeguati parametri di stimolazione elettrica (Skarżyński et al 2003). Abbiamo dimostrato che i soggetti PDCI erano capaci di utilizzare il loro udito naturale alle basse frequenze senza amplificazione insieme con il loro impianto cocleare (CI) per ottenere risultati notevoli nei test di percezione verbale. Poiché c'è solamente una parziale inserzione del multielettrodo è richiesta una attenta programmazione del dispositivo. Solo gli elettrodi inseriti nella coclea vengono attivati e questo viene stabilito sulla base della telemetria e sulle sensazioni uditive riferite. La frequenza assegnata agli elettrodi viene stabilita con l'audiogramma. Lo scopo è quello di programmare l'IC senza alcuna sovrapposizione con la percezione acustica in modo da non interferire con quest'ultima. Questa è di solito tra 500Hz e 1000Hz. La modificazione della frequenza degli elettrodi può essere realizzata con il software di fitting dell'impianto cocleare (Lorens et al 2008).

### **Esperienza dell'IC nella sordità parziale degli adulti**

Ventisei adulti con sordità parziale hanno ricevuto l'impianto cocleare Combi 40+ o Pulsar con inserzione parziale di un elettrodo standard di 30 mm, con elettrodo flex, con elettrodo M 20mm inserito completamente od elettrodo EAS flex usando la tecnica della finestra rotonda per la preservazione uditiva. Nel nostro studio la preservazione uditiva è stata realizzata nell'84% dei soggetti impiantati utilizzando la tecnica chirurgica basata sull'approccio alla finestra rotonda. Il riconoscimento di parole monosillabiche nel gruppo PDCI è aumentato dal 40% all'84% in condizioni di quiete e dal 12% al 65% nel rumore durante il primo anno.

### **Esperienza dell'IC nella sordità parziale dei bambini**

Incoraggiati dai notevoli risultati ottenuti con l'applicazione della stimolazione elettrica ed acustica negli adulti si è deciso di eseguire l'IC in bambini con sordità parziale.

15 bambini con sordità parziale sono stati impiantati utilizzando la tecnica della finestra rotonda. I risultati del nostro studio dimostrano che l'udito può essere conservato parzialmente in tutti i casi. I test di percezione

verbale mostrano nel tempo un incremento in quiete e nel rumore. Abbiamo dimostrato che i bambini con perdita uditiva in rapida caduta verso gli acuti con IC hanno prestazioni migliori di quelle pre-operatorie con protesi acustiche, anche nei casi in cui l'udito non poteva essere preservato completamente.

### **Conclusioni**

I risultati indicano che con un'attenta e delicata chirurgia e una limitata inserzione dell'elettrodo l'udito può essere preservato nella maggior parte dei pazienti con ipoacusia "sky-slope" e limitato beneficio con protesi acustiche (Skarzynski et al 2006, 2007a). La preservazione consente a questi soggetti di mantenere l'ascolto delle basse frequenze migliorando i risultati dell'IC in termini di percezione del parlato. I soggetti PDCI presentano migliori punteggi ai test verbali rispetto ad un gruppo di controllo con impianto cocleare standard (Lorens et al 2008). Ciò suggerisce che l'inserimento di un multielettrodo più corto con udito preservato alle basse frequenze sia un metodo più efficace di trattamento rispetto all'IC senza tecnica di conservazione uditiva per un selezionato gruppo di pazienti. Il nuovo metodo del PDCI costituisce un possibile trattamento per soggetti con buon udito residuo alle basse frequenze ed ipoacusia grave-profonda alle medie ed alte frequenze.

**Bibliografia**

- 1) Brimacombe JA, Arndt PE, Staller, SJ et al. Multichannel cochlear implantation in adults with severe to profound sensori-neural hearing loss. In: Hochmair Desoyer I, Hochmair E, eds. Cochlear Implants. Wien: Manz. 1994; 387-92.
- 2) Gantz BJ, Turner C, Gfeller KE. Acoustic plus electric speech processing: preliminary results of a multicenter clinical trial of the Iowa/Nucleus Hybrid implant. *Audiol Neurootol* 2006; 11(suppl):63-8.
- 3) Gantz BJ, Turner C. Combining acoustic and electrical speech processing: Iowa/Nucleus hybrid implant. *Acta Otolaryngol* 2004; 124:344-7.
- 4) Gstoettner W, Helbig S, Maier N, Kiefer J, Radeloff A, Adunka O. Ipsilateral electric acoustic stimulation of the auditory system: results of a long term hearing preservation. *Audiol Neurootol* 2006; 11(suppl):49-56.
- 5) Gstöttner W, Kiefer J, Baumgartner W, Pok S, Peters S, Adunka O. Hearing preservation in cochlear implantation for Electric Acoustic Stimulation. *Acta Otolaryngol* 2004; 124:348-52.
- 6) Kiefer J, Pok M, Adunka O, Sturzebecher E, Baumgartner W, Schmidt M, Tillein J, Ye Q, Gstoettner W. Combined electric and acoustic stimulation of the auditory system: results of a clinical study. *Audiol Neurootol* 2005; 10:134-44.
- 7) Lenarz T, Stover T, Buechner A, Paasche G, Briggs R, Risi F, Pesch J, Batmer RD. Temporal bone results and hearing preservation with a new straight electrode. *Audiol Neurootol* 2006; 11(suppl):34-41.
- 8) Lenarz T. Cochlear implants: selection criteria and shifting borders. *Acta Otorhinolaryngol belg* 1998; 52:183-99.
- 9) Lorens A, Geremek A, Walkowiak A, Skarżyński H. Residual acoustic hearing in the ear before and after cochlear implantation. In: Jahnke K, Fischer M, eds. 4th European Congress of OtoRhinoLaryngology Head and Neck Surgery. Bologna,(Italia): Monduzzi; 2000; 1:135-8.
- 10) Lorens A, Polak M, Piotrowska A, Skarzynski H. Outcomes of Treatment of Partial Deafness With Cochlear Implantation: A DUET Study. *Laryngoscope* 2008; 118:288-94
- 11) Rizer FM. Post operative audiometric evaluation of cochlear implant patients. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1998; 98:203-6.
- 12) Skarżyński H, Lorens A, D'Haese P, Walkowiak A, Piotrowska A, Sliwa L, Anderson I. Preservation of residual hearing in children and post-lingually deafened adults after cochlear implantation: An initial study. *ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec* 2002;64:247-53.
- 13) Skarzynski H, Lorens A, Piotrowska A, Anderson I. Partial Deafness Cochlear Implantation Provides Benefit to a New Population of Individuals with Hearing Loss. *Acta Otolaryngol* 2006; 126:934-40.
- 14) Skarzynski H, Lorens A, Piotrowska A, Anderson I. Partial deafness cochlear implantation in children. *J Pediatr Otorhinolaryngol* 2007; 71:1407-13.
- 15) Skarzynski H, Lorens A, Piotrowska A, Anderson I. Preservation of low frequency hearing in partial deafness cochlear implantation (PDCI) using the round window surgical approach. *Acta Otolaryngol* 2007; 127:41-48.
- 16) Skarzynski H, Lorens A, Piotrowska A. A new method of partial deafness treatment. *Med Sci Monit* 2003;9:CS20-24.
- 17) von Ilberg C, Kiefer J, Tillien J et al. Electric-Acoustic-Stimulation (EAS) of the Auditory System. New Technology against severe hearing loss. *ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec* 1999; 61:334-40.