

Dispositivi acustici impiantabili

Silvano Vitale
Otorinolaringoiatra

ASL Lecce – Ospedale V. Fazzi – U.O.C. ORL
vitasi@libero.it

Abstract

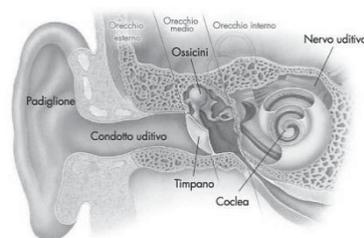
I Dispositivi Acustici Impiantabili (DAI) sono degli ausili per l'udito. Presupposto indispensabile è, pertanto, che il paziente sia affetto da una diminuzione dell'udito. La perdita uditiva (ipoacusia) può essere di diverso tipo (neurosensoriale, trasmissiva, mista) e diversa entità (lieve, media, grave, profonda). Fra i DAI più noti possono essere menzionate due tipologie: 1. Impianti cocleari e 2. BAHA. Gli impianti cocleari trovano indicazione nel caso di ipoacusia neurosensoriale bilaterale di grave-profonda entità. Sia in età pediatrica che in età adulta. Il device viene posizionato (impiantato) all'interno della coclea (recettore dell'udito non più funzionante) e di fatto la sostituisce. Gli stimoli sonori che qui giungono stimolano elettricamente il nervo acustico che parte dalla coclea e che, a sua volta, invia questi impulsi al cervello per la loro interpretazione. Il sistema BAHA è un dispositivo finalizzato al recupero di perdita uditiva di tipo trasmissivo o misto. Ha quindi indicazioni totalmente diverse rispetto ad un impianto cocleare. Questo tipo di dispositivo prevede l'impianto di un pezzo di titanio (cosiddetta vite-pilastro) che viene inserito nella teca cranica dietro l'orecchio. Dopo un adeguato periodo necessario per la osteo-integrazione, viene connesso un processore esterno per la elaborazione dei suoni che vengono trasmessi attraverso il pilastro-vite alle vie acustiche con ripresa della funziona uditiva.

Per Dispositivi Acustici Impiantabili (DAI) si intendono sofisticate apparecchiature, per lo più elettroniche, che sono di ausilio per il ripristino della funzione uditiva danneggiata (ipoacusia). Si definiscono impiantabili perché almeno una loro parte è inserita (impiantata) all'interno del corpo umano e comunque a contatto con le vie acustiche. Sono pertanto dei provvedimenti terapeutici utilizzabili in caso di diminuzione della funzione uditiva (ipoacusia) e rispondono pienamente al concetto di appropriatezza delle cure. Infatti la U.S. Food and Drug Administration (FDA) ha ampiamente approvato il loro utilizzo. In questa circostanza l'autore ha focalizzato l'attenzione su due categorie di questi dispositivi:

1. Impianto Cocleare (IC)

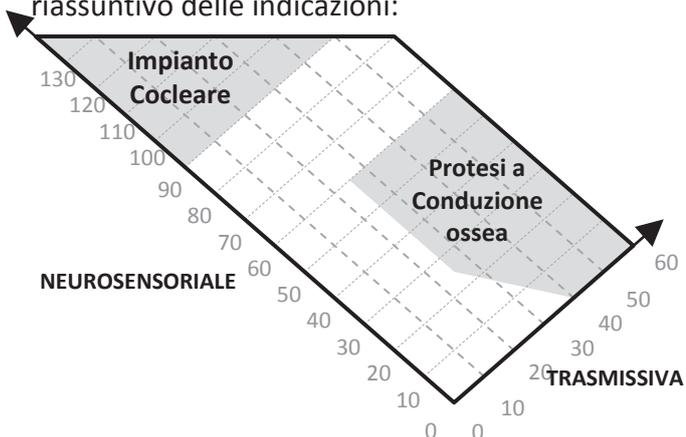
2. Protesi Acustica Ancorata all'Osso - Implantable Bone Conduction Hearing Aids (BAHA)

Queste due categorie di dispositivi differiscono per moltissimi aspetti che riguardano sia il vero e proprio aspetto tecnologico che il paziente a cui vengono impiantati. Partendo da quest'ultimo



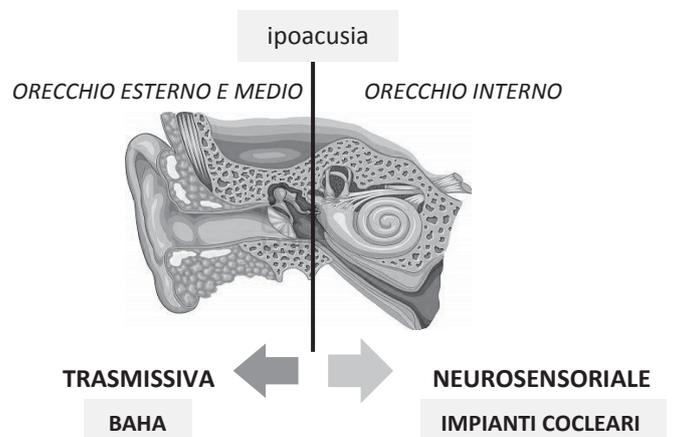
aspetto è utile ricordare che la diminuzione dell'udito può realizzarsi per varie malattie che danneggiano le due vie

attraverso cui viene veicolata l'informazione uditiva: 1. la via neurosensoriale e 2. la via trasmissiva. Detto in modo molto sintetico, la via neurosensoriale è rappresentata dalla coclea all'interno della quale è alloggiato l'organo del Corti che è il vero e proprio organo recettoriale della informazione uditiva. Il suo mal funzionamento determina un danno, irreversibile, alla via neurosensoriale. Di conseguenza avremo pazienti che risulteranno affetti da ipoacusia neurosensoriale di entità variabile in proporzione al danno subito dall'organo del Corti. La via trasmissiva è invece rappresentata dalle strutture anatomiche che costituiscono il cosiddetto orecchio esterno e soprattutto quello medio (membrana timpanica, martello, incudine e staffa), oltre che dalle ossa che formano nel loro insieme la scatola cranica. Il suo danneggiamento determinerà l'instaurarsi di una ipoacusia trasmissiva di entità variabile in proporzione al danno subito. E' solo il caso di ricordare che le due tipologie di ipoacusia (trasmissiva e neurosensoriale) possono coesistere realizzandosi in tal modo la ipoacusia mista. Nel caso di ipoacusia neurosensoriale sarà possibile fare ricorso ad un impianto cocleare; mentre nel caso di una ipoacusia di tipo trasmissivo (o misto) sarà possibile fare ricorso ad una protesi acustica a conduzione ossea come la BAHA. E' bene sottolineare che non tutti i pazienti che soffrono di ipoacusia possono fare ricorso a questi dispositivi ma, solo coloro i quali hanno un determinato grado di danneggiamento. Nella figura sottostante è riportato uno schema riassuntivo delle indicazioni:



Impianto cocleare

L'IC è un dispositivo elettronico messo a punto per la ripresa della funzione uditiva in soggetti affetti da ipoacusia di grave-profonda entità realizzando una stimolazione elettrica del nervo acustico. L'IC è l'unico dispositivo medico attualmente in grado di sostituire completamente un organo di senso ed è per questo che viene utilizzato solo quando la funzione uditiva è molto, molto compromessa in entrambi gli orecchi.



Esso consta di due parti:

1. Esterna: a sua volta costituita dal processore, batterie e coil-magnete
2. Interna: a sua volta costituita dal ricevitore-stimolatore e dal gruppo elettrodico



Nella sua composizione l'IC rimane sostanzialmente eguale sia che si tratti di popolazione pediatrica che adulta. La parte



interna è posizionata, una volta per tutte, all'interno dell'organismo e precisamente nella coclea, che è la parte danneggiata, di fatto sostituendola e così by-

passando il tratto non più funzionante della via uditiva, realizzandosi i presupposti per una stimolazione elettrica nel nervo uditivo. La parte esterna e quella interna hanno funzioni nettamente diverse. La parte esterna servirà alla raccolta ed elaborazione degli stimoli sonori mentre la parte interna provvederà, mediante varie strategie di codifica (ACE, SPEAK), a stimolare elettricamente il nervo acustico che, a sua volta, trasporterà l'informazione uditiva verso il cervello dove lo stimolo sonoro potrà essere interpretato.

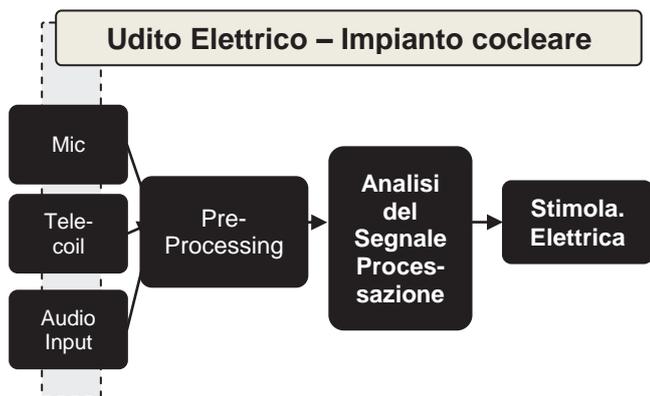


Processore



Parte interna

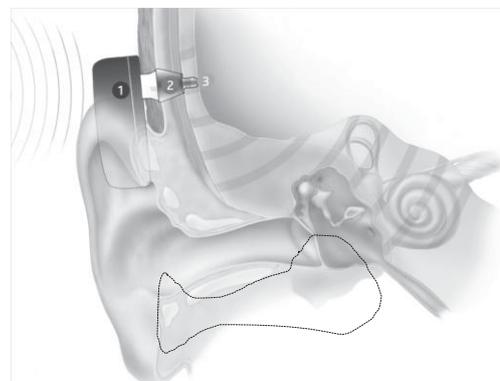
Fra i componenti della parte esterna gioca un ruolo fondamentale il processore (sound processor) che fornisce energia all'impianto, raccoglie, digitalizza e codifica le informazioni che vanno a costituire lo stimolo elettrico. Il processore è dotato di algoritmi di "pre-processing" che puliscono il segnale di ingresso e presentano alla codifica un segnale ottimizzato relativo al parlato. Successivamente il segnale transita attraverso un filtro passabanda che lo scompone in canali (22).



Il segnale così codificato viene utilizzato facendo ricorso a varie "strategie" (ACE, SPEAK) che selezionano i canali e lo convertono in parametri per lo stimolo elettrico tenendo presente vari diversi settaggi (T&C, pulse width, rate,...).

Una volta che la parte esterna ha esaurito la sua funzione, entra in gioco la parte interna che è stata impiantata all'interno della coclea che, ricevendo le informazioni dalla parte esterna, provvederà a realizzare la vera stimolazione elettrica del nervo acustico. La parte interna, costituita da un numero variabile di elettrodi, è pertanto, l'interfaccia di stimolazione elettrica.

Protesi impiantate a conduzione ossea (BAHA)



Alcuni soggetti possono soffrire di una ipoacusia trasmissiva (o mista) in cui vi è il

danneggiamento delle strutture anatomiche che servono per la trasmissione meccanica del suono (cosiddetta via ossea) fra cui il sistema timpano-ossiculare (membrana timpanica, martello, incudine e staffa) e le ossa della scatola cranica. In alcuni di questi casi è possibile fare il ricorso ad un dispositivo acustico che migliora la conduzione del suono per via ossea come la cosiddetta BAHA che è l'acronimo di protesi acustica ancorata all'osso [Bone-Anchored Hearing Aid]. Questo dispositivo dovendo stimolare la via ossea ha una parte impiantata lungo la via trasmissiva. Questa parte è inserita nell'osso, dietro l'orecchio, ed è rappresentata da una vite in titanio. Questa vite interagisce con l'osso circostante realizzando un processo fondamentale chiamato "osteointegrazione". Questa vite è inoltre un tutt'uno con un altro frammento metallico che fuoriesce, per pochissimi millimetri, dalla cute del soggetto impiantato e a cui verrà accoppiato un processore esterno. BAHA è quindi un sistema vibrante che raccoglie i suoni e con la sua vibrazione mette in vibrazione le ossa del cranio così che i suoni possano raggiungere la coclea.



Bibliografia

FDA: <http://www.fda.gov/>

1. Brown KD, Balkany TJ. Benefits of bilateral cochlear implantation: a review. *Current Opinion in Otolaryngology and Head and Neck Surgery*. 2007;15(5):315–318
2. Dettman SJ, Pinder D, Briggs RJ, Dowell RC, Leigh JR. Communication development in children who receive the cochlear implant younger than 12 months: risks versus benefits. *Ear Hear*. 2007 Apr;28(2 Suppl):11S-18S.
3. Hang AX, Kim GG, Zdanski CJ. Cochlear implantation in unique pediatric populations. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg*. 2012 Nov 2.
4. Lenarz T, Pau HW, Paasche G. Cochlear Implants. *Curr Pharm Biotechnol*. 2012 Oct 19.
5. Moeller MP. Early intervention and language development in children who are deaf and hard of hearing. *Pediatrics*. 2000;106(3):E43–E52.
6. Parks TN, Rubel EW, Popper AN, Fay RR. *Plasticity of the Auditory System*. New York, NY, USA: Springer; 2004.
7. Shepherd RK, Hatsushika S, Clark GM. Electrical stimulation of the auditory nerve: the effect of electrode position on neural excitation. *Hear Res*. 1993 Mar;66(1):108-20.
8. Snik AFM, Bosman AJ, Mylanus EAM, Cremers CWRJ. Candidacy for the bone-anchored hearing aid. *Audiol Neurotol*. 2004;9:190--6.
9. Waltzman SB, Roland JT., Jr. Cochlear Implant Candidates in Cochlear Implants. New York, NY, USA: Thierme Medical Publishers; 2006.