

1222·2022
800
ANNI



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

Università degli Studi di Padova
Dipartimento di Neuroscienze – DNS
Corso di Laurea in Tecniche Audioprotesiche
Presidente Prof. Gino Marioni

**Impianto cocleare (IC) e riduzione del tinnitus:
studio osservazionale su un gruppo di pazienti
pre e post intervento di IC**

Relatore:
Dott. Scimemi Pietro

Correlatore:
Dott.ssa Guarnaccia Maria Consolazione

Laureando/a: Bignardi Giada

ANNO ACCADEMICO 2022/23

INDICE

ABSTRACT

INTRODUZIONE

CAPITOLO 1. ANATOMIA E FISIOPATOLOGIA DELL'ORECCHIO

1.1 Anatomia dell'orecchio

1.1.1 Orecchio esterno

- 1.1.1.1 Padiglione auricolare
- 1.1.1.2 Condotto uditivo

1.1.2 Orecchio medio

- 1.1.2.1 Cassa timpanica
- 1.1.2.2 Cavità mastoidee
- 1.1.2.3 Tuba di Eustachio

1.1.3 Orecchio interno

1.2 Fisiopatologia dell'orecchio

- 1.2.1 Funzionalità dell'orecchio

1.3 Disturbi dell'udito:

1.3.1 Ipoacusia:

- definizione
- classificazione

1.3.2 Acufene (o Tinnitus):

- definizione
- meccanismo fisiopatologico
- classificazione
- trattamento

CAPITOLO 2. AUSILI UDITIVI PER TRATTAMENTO DELL'IPOACUSIA e RIDUZIONE DEI TINNITI

2.1 Impianti cocleari (IC)

- 2.1.1 Definizione
- 2.1.2 Caratteristiche principali e componenti degli impianti cocleari
- 2.1.3 Intervento chirurgico e controindicazioni

2.2 Impianti cocleari e acufeni (Tinnitus)

CAPITOLO 3. STUDIO OSSERVAZIONALE SULLA RIDUZIONE DEL TINNITUS A SEGUITO DELL'APPLICAZIONE DI IMPIANTI COCLEARI IN PAZIENTI ADULTI

3.1 Studio osservativo

3.1.1 Obiettivo dello studio

3.1.2 Materiali e metodi

- THI (*Tinnitus Handicap Inventory*)
- THS (*Tinnitus and Hearing Survey*)
- TFI (*Tinnitus Functional Index*)

3.1.3 Risultati

CONCLUSIONI

BIBLIOGRAFIA

RINGRAZIAMENTI

ABSTRACT

La presenti tesi, di tipo compilativo, è volta a dimostrare gli effetti e i risultati ottenuti da pazienti affetti da ipoacusia e presentanti tinnitus, a seguito dell'applicazione di impianti cocleari (IC). Infatti, l'obiettivo dello studio è proprio quello di mettere in evidenza i miglioramenti ottenuti dalla popolazione confrontando il periodo pre e post IC. Per sostenere l'obiettivo di tesi verrà preso in esame un gruppo di trenta persone adulte, con età compresa tra i 40 e gli 80 anni, con ipoacusia mono e/o bilaterale di qualsiasi entità, dalla lieve alla profonda e presenza più o meno accentuata di tinnitus, a cui verranno presentati dei questionari specifici mirati ad indagare l'efficacia degli impianti cocleari. Tra i metodi di valutazione utilizzati saranno approfonditi il THI (Tinnitus Handicap Inventory), il THS (Tinnitus and Hearing Survey) e il TFI (Tinnitus Functional Index) i quali permetteranno di capire se c'è stato un miglioramento dell'udito, una riduzione del tinnitus e, di conseguenza, un miglioramento della qualità della vita a seguito dell'applicazione di IC, confrontando il periodo in cui le persone non lo avevano con quello in cui hanno iniziato a portarlo. Gli impianti cocleari sono stati i primi stimolatori del nervo cranico ad essere stati scientificamente approvati in quanto funzionano stimolando direttamente il nervo cocleare. Essi, quindi, si sono dimostrati una valida opzione di trattamento per le persone che presentano una perdita di udito da grave a profonda (Shapiro et al., 2012). Questi ausili possono portare a significativi miglioramenti oggettivi nella percezione del parlato, nel riconoscimento vocale, nel rumore e nella localizzazione del suono, nonché miglioramenti soggettivi nell'acufene e nello sviluppo del linguaggio (Selleck AM et al., 2021).

ABSTRACT

The present thesis, which is of a compilation type, is aimed at demonstrating the effects and results obtained by patients with hearing loss and presenting tinnitus, following the application of cochlear implants (CI). In fact, the aim of the study is precisely to highlight the improvements obtained by the population by comparing the pre- and post-CI period. To support the thesis objective, a group of thirty adults aged between 40 and 80 years with mono and/or bilateral hearing loss of any magnitude from mild to profound and more or less pronounced presence of tinnitus will be examined, to whom specific questionnaires aimed at investigating the effectiveness of cochlear implants will be presented. Among the assessment methods used, the THI (Tinnitus Handicap Inventory), the THS (Tinnitus and Hearing Survey) and the TFI (Tinnitus Functional Index) will be explored in depth, which will allow us to understand whether there has been an improvement in hearing, a reduction in tinnitus and, consequently, an improvement in quality of life following the application of CI, comparing the period when people did not have it with the period when they started wearing it. Cochlear implants were the first cranial nerve stimulators to be scientifically approved because they work by directly stimulating the cochlear nerve. They, therefore, have proven to be a viable treatment option for people with severe to profound hearing loss (Shapiro et al., 2012). These aids can lead to significant objective improvements in speech perception, speech recognition, noise and sound localization, as well as subjective improvements in tinnitus and speech development (Selleck AM et al., 2021).

INTRODUZIONE

Per il trattamento della sordità o dei deficit uditivi esistono diverse soluzioni tra cui l'utilizzo degli impianti cocleari (IC). Essi rappresentano, ad oggi, una delle tecniche più utilizzate nel trattamento delle sordità gravi e profonde: si sono affermati come uno strumento standard di cura per la riabilitazione uditiva dei pazienti con gravi problemi di udito che non traggono più beneficio dagli apparecchi acustici (Olze H et al., 2023). L'impianto cocleare è il primo stimolatore del nervo cranico ad essere stato approvato, perché funziona stimolando direttamente il nervo cocleare. Essi vengono considerati neuroprotesi in quanto si sostituiscono in tutto e per tutto alla coclea nell'elaborazione e nella ricezione dei suoni: vengono collegati direttamente al sistema nervoso tramite un vero e proprio intervento chirurgico (Figura 1). L'impatto medico e sociale di questi dispositivi non può essere sottovalutato: essi hanno rivoluzionato la gestione dell'ipoacusia neurosensoriale permanente negli adulti e nei bambini (Napoli JG et al., 2019). A partire dagli anni ottanta sono stati considerati dispositivi di eccellenza per la sostituzione neurosensoriale uditiva, ma il loro utilizzo richiede, per il paziente, un percorso articolato, a partire dalle procedure di selezione, all'intervento chirurgico fino ad arrivare ai controlli di follow up dell'iter riabilitativo-logopedico (Cauda D. et al., 2008).

In genere, gli apparecchi acustici aumentano il volume del suono, mentre gli impianti cocleari sono diversi: by-passano la parte danneggiata dell'orecchio e stimolano direttamente il nervo acustico. Ciò migliora la chiarezza dei suoni e la capacità di comprendere il linguaggio; può contribuire a riguadagnare la sicurezza in sé stessi nelle situazioni sociali e vivere pienamente la propria vita (Gaylor JM. et al., 2013).

Oggigiorno, alcuni impianti cocleari permettono delle ottime performance nel riconoscimento delle parole e delle frasi in open-set sia in condizioni di quiete che con rapporto segnale-rumore sfavorevole.

L'obiettivo principale di questi impianti è migliorare la qualità di vita di coloro che sono stati colpiti da un'ipoacusia severa o da sordità totale, soprattutto per i

soggetti (adulti e bambini) che hanno perso l'udito dopo l'apprendimento del linguaggio (<https://www.sordità.it/impianto-cocleare/quando-impianto-cocleare>). Questi device offrono una serie di vantaggi: maggiore comprensione del parlato, migliore localizzazione spaziale, maggiore capacità percettiva in ambienti rumorosi, miglioramento dell'effetto di sommazione dato dal ripristino del canale uditivo nelle ipoacusie asimmetriche e riduzione dei tinnitus, se presente (Ramsden TR et al., 2013). A proposito di questo ultimo punto, molteplici studi scientifici hanno dimostrato che gli impianti cocleari hanno un effetto positivo sulla riduzione degli acufeni e, a supporto di ciò, l'osservazione clinica dimostra che gli impianti intra cocleari potrebbero avere persino un effetto soppressivo del sintomo (Buguley DM et al., 2007 e Ito J et al., 1994). Gli acufeni, definiti anche tinnitus, sono delle percezioni uditive senza adeguate fonti acustiche esterne. L'incidenza dell'acufene nella popolazione generale è elevata e può portare a uno scompenso totale in alcuni dei pazienti colpiti. Questo sintomo rappresenta una lesione aspecifica dell'orecchio o del sistema uditivo centrale (Kompis M et al., 2004) ed è frequentemente, ma non inevitabilmente, associato alla perdita di udito. Tra le soluzioni possibili per il miglioramento della percezione dell'udito vi è proprio l'utilizzo di IC, i quali possono contribuire all'assuefazione dell'acufene attraverso effetti diretti: miglioramento della percezione uditiva; o indiretti: miglioramento del benessere emotivo e della qualità di vita (Boecking B et al., 2019). Per supportare quanto detto precedentemente, la tesi sarà incentrata su uno studio osservativo per determinare i vari benefici degli impianti cocleari sulla riduzione del tinnitus e il conseguente miglioramento della qualità uditiva. Verrà preso in esame un gruppo di trenta persone affette da ipoacusia mono e/o bilaterale con età compresa tra i 50 e gli 80 anni a cui verranno somministrati dei questionari validati a livello internazionale con lo scopo di identificare le complicità e le difficoltà che possono insorgere con l'acufene nella vita quotidiana e come quest'ultime siano cambiate a seguito dell'intervento chirurgico. I pazienti, infatti, sono stati seguiti nel periodo pre e post impianto. I questionari utilizzati sono stati principalmente tre: THI (Tinnitus Handicap Inventory), il THS (Tinnitus and Hearing Survey) e il TFI (Tinnitus Functional Index).



Figura 1. *Impianto cocleare*

(http://www.otorinofalcoraucci.it/wp-content/uploads/2013/02/CI_Illust.jpg)

CAPITOLO 1. ANATOMIA E FISIOPATOLOGIA DELL'ORECCHIO

1.1 Anatomia dell'orecchio

Dal punto di vista anatomico, l'apparato uditivo può essere suddiviso in quattro parti: orecchio esterno, orecchio medio, orecchio interno e sistema uditivo centrale. Esso, come gli altri sistemi sensoriali, svolge compiti fondamentali: raccoglie gli stimoli, nella forma di energia acustica, che provengono dal mondo esterno; converte l'energia acustica in una serie di impulsi nervosi; trasporta gli impulsi nervosi nella zona pertinente del cervello e analizza l'informazione contenuta nella sequenza di impulsi nervosi in modo da modificare lo stimolo (Martini F.H. et al., 2019). L'orecchio è un sistema complesso che mette in comunicazione l'orecchio esterno con il sistema nervoso trasducendo in sensazioni nervose, forze fisiche quali le onde acustiche e le forze gravitazionali. Per raggiungere questo risultato, utilizza una strategia complessa che comporta la codifica delle stimolazioni ambientali e segnali meccanici in segnali bioelettrici. L'orecchio, quindi, funziona per trasdurre le onde sonore in un messaggio neurale: inizialmente, queste onde, vengono raccolte nell'orecchio esterno e mandate alla membrana timpanica facendola vibrare e, successivamente gli ossicini presenti all'interno dell'orecchio medio, trasmetteranno il movimento della membrana timpanica all'orecchio interno (Martini F.H. et al., 2019). La percezione dei suoni è frutto di un processo di elaborazione molto complesso. Il nostro apparato uditivo è in grado di selezionare ed elaborare i suoni in maniera sofisticata, grazie a strutture altamente specializzate coinvolte anche nel senso dell'equilibrio e dello spazio. Quando c'è un'anomalia di funzionamento, a risentirne è l'udito, ovvero la capacità di selezionare, interpretare e localizzare correttamente i suoni nello spazio (Martini F.H., Nath J.L., 2010).

1.1.1 Orecchio esterno

L'orecchio esterno (Figura 2) ha il compito di catturare e convogliare i suoni dall'ambiente che ci circonda. Questa sezione dell'orecchio è composta dal padiglione auricolare e dal condotto uditivo, al termine del quale si posiziona il timpano.

1.1.1.1 Padiglione auricolare

Il padiglione auricolare è una struttura cartilaginea in cui convergono i suoni che, attraverso il condotto uditivo, raggiungono le strutture più interne e complesse dell'orecchio. Il condotto esterno, a sua volta, ospita ghiandole sebacee e ceruminose cui si deve la produzione di cere protettive: si tratta del cerume, importante per la sua azione battericida ed emolliente. La membrana timpanica, infine, si localizza in fondo al condotto uditivo e funge da collegamento tra l'orecchio esterno e quello medio (Heine PA et al., 2004). Il padiglione auricolare, più nello specifico, è la parte visibile dell'orecchio esterno. È costituito da una lamina cartilaginea rivestita da cute. Sullo scheletro cartilagineo prendono inserzione muscoli intrinseci, ovvero muscoli che hanno origine e inserzione nella stessa struttura, ed estrinseci, cioè muscoli che hanno origine e inserzione in strutture diverse. La funzione principale del padiglione è quella di concentrazione e rinforzo dell'energia meccanica vibratoria del suono (Albera R. et al., 2013).

1.1.1.2 Condotto uditivo

Il condotto uditivo, invece, è il canale che mette in comunicazione il padiglione auricolare con l'orecchio medio; in profondità tocca, infatti, la membrana timpanica. È lungo circa 24 mm ed ha un diametro di 5-10 mm. È disposto trasversalmente ed inclinato in avanti. A sua volta, esso, è costituito da una porzione esterna ed una interna (ossea) separate da un restringimento detto

istmo. La funzione dell'orecchio esterno, nel complesso, è quella di amplificare il suono.

La membrana del timpano, infine, chiude il fondo del meato acustico esterno, dividendolo dal cavo del timpano (Martini F.H., Nath J.L., 2010).

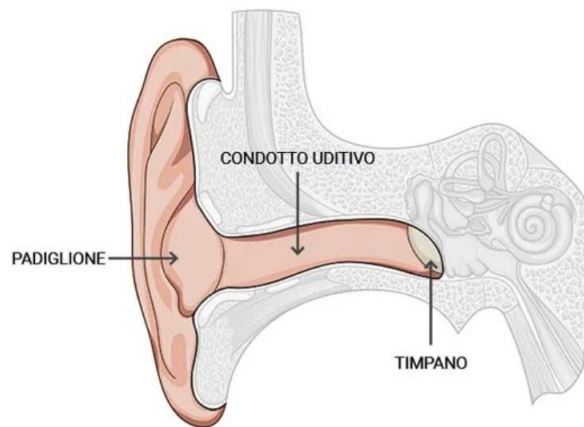


Figura 2. *Rappresentazione dell'orecchio esterno*

<https://www.cotralitalia.it/blog/prevenzione-rischi-derivanti-dal-rumore/il-funzionamento-dell-orecchio-umano.html>

1.1.2 Orecchio medio

L'orecchio medio (Figura 3) è compreso tra le tre ossa che formano l'osso temporale, il condotto uditivo esterno e l'orecchio interno. È costituito da cavità: la cassa timpanica, le cavità mastoidee e la tuba di Eustachio.

1.1.2.1 Cassa timpanica

La cassa timpanica è una cavità ossea di forma grossolanamente quadrilatera, con diametro di circa 10 mm e spessore 0,1 mm delimitata da pareti delle quali, quella laterale è rappresentata dalla membrana timpanica che, a sua volta, presenta due parti: la pars flaccida, situata al di sopra del martello e la pars

tensa, nel cui spessore è presente il martello (Klug et al., 2000) . Contiene, inoltre, tre piccoli ossicini (martello, incudine e staffa) disposti a formare la catena degli ossicini dell'udito. La cassa timpanica comunica attraverso la tuba uditiva con la faringe mediante l'*aditus ad antrum* con l'apparato mastoideo. Ha la forma di una lente biconcava. Vi si considerano due pareti (una laterale ed una mediale) più estese e una circonferenza, più ristretta, che può essere suddivisa in quattro parti: anteriore, posteriore, superiore ed inferiore. La parete laterale è costituita per i 3/5 dalla membrana timpanica e per la restante parte da una cornicetta ossea che la circonda. La parete mediale separa il cavo del timpano da alcune parti del labirinto osseo, e, in corrispondenza di essa, si trovano il promontorio, che è un rilievo osseo dato dal giro basale della coclea, la finestra ovale, sede dell'articolazione della staffa e la finestra rotonda, rivestita da una piccola membrana (Pickles et al., 1982).

1.1.2.2 Cavità mastoidee

Le cavità mastoidee, invece, comunicano con il cavo del timpano e contengono aria. Esse sono accolte all'interno dell'ipofisi mastoidea dell'osso temporale. Sono piccole cavità, comunicanti tra di loro, delle quali le più importanti sono scavate sia nella parte del processo mastoideo squamoso, perchè formato da cellule squamose sia in quello periotico in quanto formato da cellule petrose (Williams & Wilkins., 1980).

1.1.2.3 Tuba di Eustachio

La tuba di Eustachio, infine, è un condotto lungo circa 35-45 mm mediante il quale la cavità timpanica comunica con il rinofaringe. Si divide in una parte ossea lunga 10 mm circa, scavata nell'osso temporale, e una fibrocartilaginea facente seguito a quella ossea, lunga circa 25-35 mm. La parte ossea inizia con un foro, ostio timpanico, nella parete anteriore del cavo del timpano e continua fino a quando il suo diametro non presenta un restringimento, chiamato istmo, che segna il punto di inizio della porzione fibrocartilaginea. Da un punto di vista funzionale, la tuba uditiva, ha il compito di drenare le secrezioni del cavo del

timpano nella faringe e di permettere le penetrazioni dell'aria nel cavo del timpano e nelle cavità mastoidee. Questa funzione permette alla membrana del timpano di vibrare in condizioni ottimali: l'aria che dalla faringe penetra, per mezzo della tuba, nel cavo del timpano, equilibra la pressione che l'aria contenuta nel meato acustico esterno esercita sulla faccia laterale (Ars B. et al., 2016).

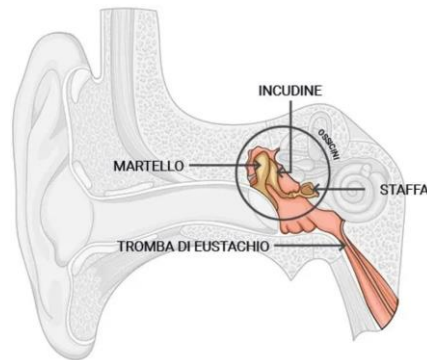


Figura 3. *Rappresentazione dell'orecchio medio*

<https://www.cotralitalia.it/blog/prevenzione-rischi-derivanti-dal-rumore/il-funzionamento-dell-orecchio-umano.html>

1.1.3 Orecchio interno

L'orecchio interno (Figura 4) è costituito dal labirinto osseo, sistema di cavità scavate nell'osso temporale, e dalle strutture nervose contenute al suo interno, ovvero il labirinto membranoso. Il labirinto osseo e il labirinto membranoso sono separati dallo spazio perilinfatico, un sistema di fessure, tra loro comunicanti, contenenti un liquido, la perilinfa (Martini F.H., Nath J.L., 2010).

Il labirinto osseo è formato, nella sua porzione anteriore, dalla coclea (o chiocciola), sede dei recettori uditivi, e nella sua porzione posteriore dall'apparato vestibolare, costituito dal vestibolo e da tre canali semicircolari i quali raccolgono informazioni che, unite a quelle visive e muscolari, consentono all'individuo di mantenere la posizione eretta e l'equilibrio (Giuseppe Anastasi et al., 2012).

La coclea (Figura 4) occupa la parte anteriore del labirinto. È costituita da un canale riempito di fluido, avvolto a spirale con sezione decrescente attorno al proprio asse. Essa contiene gli elementi che servono per trasdurre il suono da onda di pressione a segnale elettrico che verrà convogliato, tramite il nervo acustico, al cervello. È divisa in tre strutture: scala vestibolare, scala media (porzione membranosa raccolta tra la membrana basilare) e scala timpanica (Giuseppe Anastasi et al., 2012). La membrana basilare rappresenta una delle strutture principali. Si tratta di una porzione fibroelastica con la capacità di piegarsi in risposta al suono. Infatti, le spinte della staffa sulla finestra ovale, generano un'onda pressoria, la quale si propaga lungo la membrana basilare per una distanza che dipende dalla frequenza del suono considerato; la membrana basilare possiede, infatti, una base stretta e rigida che, ad alte frequenze, entra facilmente in vibrazione, facendo dissipare all'onda gran parte dell'energia e impedendole, così, di propagarsi oltre.

Sulla membrana basilare, poi, è posto anche l'organo del Corti che contiene i recettori neuronali uditivi responsabili della trasduzione dell'impulso cinetico in elettrico-chimico.

Tra la coclea e i canali semicircolari è presente il vestibolo insieme ai suoi due recettori nervosi otolitici denominati sacculo e utricolo, sensibili alle accelerazioni lineari della testa.

Infine, i canali semicircolari, definiti così per la loro forma ricurva, sono tre: laterale, superiore e posteriore e sono orientati nei tre piani dello spazio. Ognuno di essi è formato da un braccio semplice e un braccio ampollare. Questi canali contengono dotti semicircolari, all'interno dei quali si trovano recettori che vengono stimolati dalla rotazione della testa. L'insieme del vestibolo e dei canali semicircolari costituisce il complesso vestibolare (Martini F.H., Nath J.L., 2010).

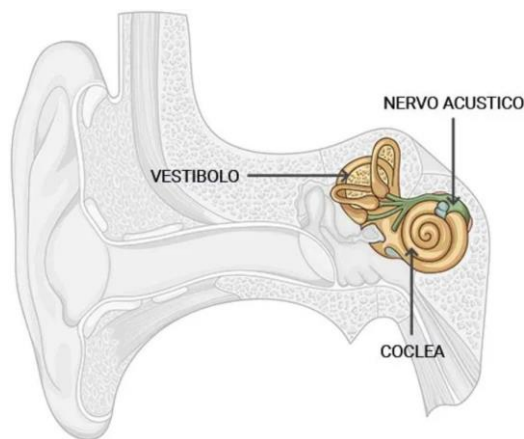


Figura 4 *Rappresentazione dell'orecchio interno e delle sue componenti*

<https://www.cotralitalia.it/blog/prevenzione-rischi-derivanti-dal-rumore/il-funzionamento-dell-orecchio-umano.html>

1.2 Fisiopatologia dell'orecchio

Il senso dell'equilibrio origina nell'orecchio interno, mentre l'udito coinvolge il rilevamento e la conseguente interpretazione delle onde sonore.

1.2.1 Funzionalità dell'orecchio

Il processo uditivo può essere suddiviso, schematicamente, in sei fasi principali:

1. Le onde sonore arrivano al timpano, attraversano il meato acustico esterno e proseguono fino alla membrana timpanica;
2. Il movimento della membrana timpanica determina lo spostamento della catena degli ossicini; essa funge da superficie di raccolta dei suoni e vibra in risonanza con le onde sonore ad frequenza compresa tra i 20 e i 20.000 Hz. Quando il timpano vibra, trasmette questo movimento al martello che, a sua volta, lo trasmette all'incudine e alla staffa. Questo passaggio è essenziale perché determina l'amplificazione del suono;
3. Il movimento della staffa sulla finestra ovale genera delle onde pressorie nella perilinfa del dotto vestibolare: quando la staffa spinge verso l'interno, la finestra rotonda sporge verso la cavità dell'orecchio medio; quando,

invece, si muove in avanti e indietro, crea onde pressorie all'interno della perilinfa;

4. Le onde di pressione viaggiano verso la finestra rotonda del dotto timpanico e, durante il tragitto, distorcono la membrana basilare: questo significa che le informazioni riguardanti la frequenza vengono trasformate in informazioni di posizione. La quantità di movimento in un dato punto dipende dalle forze che vengono impresse dalla staffa che, in sostanza, sono una funzione dell'intensità del suono: più basso è il suono, maggiore sarà il movimento della membrana basilare;
5. Le vibrazioni della membrana basilare causano la vibrazione delle cellule capillate contro la membrana tettoria;
6. Gli stimoli riguardanti la regione e l'intensità della stimolazione vengono trasferite al SNC dalla branca cocleare del nervo vestibolococleare e le fibre che decorrono lungo questa branca si dirigono ai nuclei cocleari del bulbo per essere successivamente smistate ad altri centri encefalici (Martini F.H., Nath J.L., 2010 & Stenfelt S., 2014).

1.3 Disturbi dell'udito

La capacità di sentire i suoni è determinata, come abbiamo visto precedentemente, da un processo molto complesso che collega l'intero organo dell'orecchio con il SNC e le sue componenti. Quando si verificano danni a livello neurologico è possibile, quindi, che venga intaccata o alterata la possibilità di udire. Infatti, analogamente ai deficit neurologici della maggior parte dei nervi cranici, si potrebbe verificare una lesione delle vie uditive provocando, nel soggetto, danni di vario tipo. I disturbi dell'udito sono molteplici e possono variare non solo nella tipologia, ma anche in origine e intensità (Istituto Superiore di Sanità, 2023). Per riprendere lo scopo delle tesi, verranno approfonditi due disturbi principali: ipoacusia e acufeni (o tinnitus).

1.3.1 Ipoacusia

Definizione

Per ipoacusia (Figura 5) si intende la diminuzione della capacità uditiva, da forme lievi fino alla sordità completa. Essa, generalmente, dipende da lesioni anatomiche che si possono verificare a carico dell'apparato di trasmissione dei suoni, di quello di percezione o di entrambi.

La perdita di udito invalidante colpisce circa il 5% della popolazione mondiale e molte altre persone soffrono di disturbi più lievi. Questo problema non rimane circoscritto ad una sola area della vita, ma determina, nel soggetto che ne è affatto, un problema a 360° in quanto, spesso, contribuisce all'isolamento, alla depressione e al declino cognitivo (Shapiro BS. et al., 2021). L'ipoacusia, quindi, non va considerata come una semplice riduzione della capacità uditiva, ma un complesso di alterazioni che provocano danni anche alla psiche umana oltre ad avere effetti sul comportamento dell'individuo (Martins A. et al., 1985). La prevalenza della perdita di udito aumenta con l'età: 1 adulto su 3 di età superiore ai 65 anni soffre di perdita di udito invalidante e ciò si verifica leggermente di più negli uomini rispetto alle donne (Shapiro BS. et al., 2021).

Classificazione

Da un punto di vista medico, l'ipoacusia può essere classificata tenendo conto di diversi criteri. Tra quest'ultimi vi sono: epoca di insorgenza del danno, sede e gravità della lesione. È essenziale tenere conto di questa distinzione perché riconoscendo il tipo di ipoacusia e, soprattutto, la sua causa si potrà trovare il trattamento più adeguato alla sua risoluzione (Luppari R., 2007).

Qualitativamente, essa, si distingue in: pantonale quando estesa all'intera serie dei suoni percepibili; zonale quando è prevalente solo in alcuni tratti della scale tonale e mono o politonale quando è limitata a uno o più toni (Treccani, 2023).

Per ipoacusia monolaterale si fa riferimento a quella condizione in cui solo un orecchio presenta la difficoltà uditiva, mentre l'ipoacusia bilaterale è un problema che colpisce entrambe gli organi.

Da un punto di vista clinico-audiometrico e in base alla localizzazione del danno esistono varie tipologie di ipoacusia:

- ipoacusia trasmissiva: condizione determinata da malformazioni, traumi e processi infiammatori a carico dell'apparato di trasmissione dei suoni dell'orecchio esterno e medio;
- Ipoacusia neurosensoriale: deficit provocato da problemi dell'orecchio interno o del nervo acustico che riducono la percezione di alcune frequenze e fanno sì che i suoni appaiano distorti. Le cause più comuni di questo problema sono l'esposizione ai rumori e l'invecchiamento;
- Ipoacusia mista quando il danno è sia trasmissivo che neurosensoriale (Istituto Superiore di Sanità, 2023).

Per valutare la gravità del disturbo uditivo viene effettuato un esame audiometrico volto ad indagare l'origine, la tipologia e il grado di deficit. Quest'esame permette di misurare l'intensità minima quindi, il valore soglia, che ogni orecchio riesce a percepire ad ogni frequenza. Attraverso questo test viene accertata l'incapacità del soggetto di percepire suoni inferiori a 25 decibel (dB) e, di conseguenza, si distinguono:

- normoacusia: soglia maggiore di 20 dB
- Ipoacusia lieve: soglia tra i 20 e i 40 dB
- Ipoacusia media: soglia tra i 41 e i 70 dB
- Ipoacusia grave: soglia tra i 71 e 90 dB
- Ipoacusia profonda: soglia uguale o maggiore ai 90 dB (Luppari R., 2007).

In conclusione, si può affermare che, l'ipoacusia è, ad oggi, uno dei problemi più diffusi all'interno della popolazione mondiale. Colpisce una comunità di individui eterogenea per età, sesso, provenienza geografica e appartenenza

sociale. Secondo i dati epidemiologici trasmessi dall'OMS nel 2023, circa il 5% della popolazione mondiale convive con una perdita uditiva e si stima che, nel 2050, una persona su quattro sarà affetta da una forma di diminuzione dell'udito. In Italia, sono 7 milioni coloro che presentano un deficit uditivo che rappresenta, circa, il 12% della popolazione. Nel nostro paese, tra gli over 65, una persona su tre presenta una forma di ipoacusia. Si stima che solamente il 31% della popolazione ha effettuato un controllo dell'udito negli ultimi 5 anni e il restante 54% non lo ha mai eseguito (OMS, 2023). Negli ultimi tempi, l'allarme maggiore riguarda la crescente esposizione al rumore, soprattutto negli ambienti ricreativi, e questo permette di affermare che, oltre un miliardo di giovani potrebbe essere a rischio di sviluppare diminuzione dell'udito (OMS, 2023).

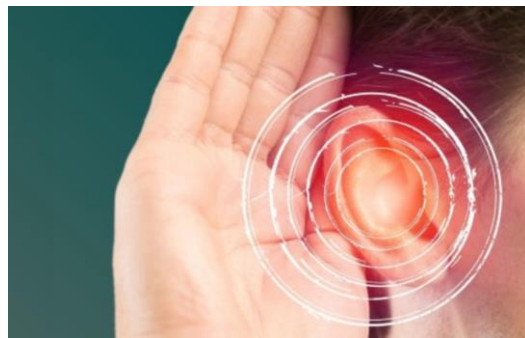


Figura 5 *Ipoacusia*

<https://www.studioudito.it/news/ipoacusia-neurosensoriale/>

1.3.2 Acufene (o Tinnitus)

Definizione

Con “acufene” (Figura 6) si intende la percezione di un suono in assenza di una qualunque sorgente sonora esterna al nostro organismo. Si tratta di un sintomo medico comune che può essere debilitante; definito, spesso, come un suono “fantasma”. Il disturbo può essere mono o bilaterale e viene descritto, solitamente, come la sensazione di fischi, ronzii, sibili, fruscii, soffi, pulsazioni o come un rumore non definito. I fattori di rischio includono i farmaci ototossici, il trauma cranico e la depressione (Baguley D. et al., 2013).

Le condizioni otologiche, in particolare la perdita di udito ad alta frequenza, rappresentano uno dei fattori predisponenti all’insorgenza di tinnitus. Le sensazioni fastidiose avvertite dall’individuo vengono considerate una risposta neuroplastica alla deprivazione sensoriale e, di fatti, l’acufene è un sintomo che riflette un’anomalia di fondo (Eggermont J. et al., 2004).



Figura 6. *Acufene*

<https://chicago.suntimes.com/2023/5/9/23717694/tinnitus-ears-ringing-wellness>

Meccanismo fisiopatologico

Il meccanismo fisiopatologico, sottostante alla comparsa di acufeni, è caratterizzato da un aumento della frequenza di attivazione spontanea dei neuroni del sistema uditivo centrale e ciò crea un substrato neurale alla comparsa del sintomo. L’ipoacusia che si verifica all’interno della regione uditiva

periferica riduce l'attività del nervo cocleare e questo, di conseguenza, determina un'anomalia anche a livello di tutti i processi corticali inibitori. Questa sottoregolazione porta all'ipereccitabilità all'interno delle strutture uditive centrali, compresa la corteccia uditiva primaria. Tuttavia, non è chiaro se l'aumento della frequenza di attivazione spontanea sia direttamente collegata alla comparsa degli acufeni. Tali cambiamenti impiegano diverso tempo per verificarsi nelle strutture uditive e questo decorso temporale non si adatta bene all'esperienza percepita perchè il sintomo si verifica spesso e immediatamente subito dopo l'esposizione al rumore (Noreña A.J. et al., 2003).

Un altro possibile meccanismo, sottostante all'insorgenza di questo fastidio, è la sincronia neurale. Essa aumenta immediatamente dopo la perdita dell'udito indotta dal rumore, in particolare per i neuroni che costituiscono l'array tonotopico. Questo aumento tende ad essere spazialmente coincidente con i cambiamenti nelle proprietà di sintonizzazione della frequenza dei neuroni interessati. La perdita di udito determina, quindi, una tonotopicità disturbata nella corteccia uditiva primaria (Seki S. et al., 2003).

Un modello proposto suggerisce che i tinnitus potrebbero raggiungere la consapevolezza cosciente, da parte dell'individuo, solo quando l'attività neuronale aberrante nella corteccia sensoriale primaria è collegata a una rete corticale più ampia che coinvolge anche le regioni celebrarli frontali, parietali e limbiche (De Ridder D. et al., 2011).

Gli acufeni, nel complesso, sono sintomi eterogenei vista la loro eziologia, fisiopatologia e le loro caratteristiche cliniche e tutto ciò complica il loro trattamento nella popolazione colpita.

Sebbene nella pratica clinica vengano utilizzati molti trattamenti diversi, l'evidenza dell'efficacia di queste risoluzioni è bassa e la variazione della risposta al trattamento tra gli individui è elevata. Un sistema di classificazione efficace, basato sui meccanismi fisiopatologici alla base della comparsa dei singoli sintomi dell'acufene, potrebbe diventare un passo rivoluzionario verso una riabilitazione personalizzata (Landgrebe M., Azevedo A. et al., 2012).

Classificazione

Quello dell'acufene è un fenomeno, come citato precedentemente, particolarmente eterogeneo: individui diversi riportano esperienze personali diverse riferendo caratteristiche percettive e sintomi differenti. Questo rende complessa la classificazione univoca del problema.

Esistono, nonostante tutto, diversi metodi di classificazione che permettono di distinguere i tinniti in vario modo:

- Sulla base della loro durata si definiscono persistenti se insorti da più di sei mesi o, al contrario, recenti. Più nello specifico, quelli acuti persistono da tre mesi, quelli subacuti sono presenti da almeno sei mesi e i cronici quando il sintomo sta durando da più di sei mesi;
- Primari, quando sono l'unico problema presentato dal paziente senza ulteriori comorbilità e secondari se, invece, sono correlati ad una causa sottostante che può essere una patologia dell'orecchio o di altri sistemi corporei (es: malattie cardiovascolari, malattie neurologiche ecc..) (Heller AJ, 2003).

Inoltre, essi, possono essere suddivisi in acufeni oggettivi e soggettivi.

Gli acufeni oggettivi sono generati da qualche parte nel corpo e raggiungono l'orecchio attraverso la conduzione nei tessuti corporei. Vengono, spesso, definiti come sintomi somatici, sono rari e causati da un suono meccanico nell'organismo; vengono provocati da strutture vascolari o muscolari presenti nella zona della testa e del collo (Chan Y, 2009).

Questo specifico tipo di fastidio può essere ulteriormente diviso in:

- pulsatile: causato da un flusso sanguigno turbolento che può essere sincronizzato con il ciclo cardiaco;
- muscolare: spesso descritto come un "clic" ed è più comunemente dovuto alle contrazioni dei muscoli tensori del timpano e dello stapedio;

- spontaneo quando collegato alle vibrazioni delle cellule ciliate esterne della coclea note come emissioni otoacustiche spontanee (Lockwood A.H. et al., 2002).

Gli acufeni soggettivi, invece, rappresentano la percezione del suono senza alcuno stimoli uditivo. Molte persone sperimentano un tinnitus di tipo transitorio della durata di secondi o minuti dopo l'esposizione a rumori forti (Lockwood A.H. et al., 2002).

Trattamento

La scelta del giusto trattamento deve prevedere una corretta valutazione del paziente. Quest'ultima, infatti, deve includere un'anamnesi dettagliata, la misurazione della funzione uditiva, la qualificazione della gravità dell'acufene e l'identificazione dei fattori causali, dei sintomi associati e delle comorbidità. I metodi più utilizzati per la risoluzione, o anche solo l'attenuazione del problema, sono la consulenza e le migliori prove sono disponibili per la terapia cognitivo-comportamentale. Nuove conoscenze fisiopatologiche, poi, hanno spinto lo sviluppo di approcci terapeutici innovativi basati sul cervello per colpire direttamente i neuroni responsabili della comparsa dei tinnitus. Esistono trattamenti standard, farmacologici e chirurgici per il miglioramento del problema (Langguth B. et al., 2013).

Un protocollo di trattamento prescrittivo per l'acufene, chiamato TRT (Terapia di Riqualficazione dell'acufene), comprende la consulenza e la terapia del generatore di suoni. Il principio di questo metodo è quello di spiegare al paziente sia la causa scatenante del disturbo che lo sviluppo del disagio e consiste nell'indurre e facilitare l'assefuazione al segnale del fastidio attraverso la consulenza educativa e la terapia del suono fornita da un audiologo che seguirà un protocollo specifico (Baguley D. et al., 2013). Uno studio randomizzato controllato ha confrontato i benefici della combinazione di elementi della CBT e della TRT con le cure standard: l'assistenza standard è

una consultazione otorinolaringoiatrica o audiologica, include anche la fornitura di un apparecchio acustico o di un generatore di suoni, o entrambi oltre che l'input da parte di un assistente sociale. L'assistenza specialistica, comunque, rimane un beneficio per la qualità di vita dell'assistito, soprattutto per quanto riguarda le metriche di angoscia e fastidio derivante dal sintomo, indipendentemente dalla gravità iniziale dell'acufene (Cima R.F.F. et al., 1959).

Sinteticamente, perchè verrà approfondito di seguito nel capitolo 2, parleremo, brevemente, di uno dei trattamenti chirurgici possibili al miglioramento del tinnitus: l'applicazione di impianto cocleare (IC). Esso rappresenta, ancora, un elemento base della ricerca clinica, ma una buona evidenza scientifica supporta l'effetto dell'intervento. Più dell'80 % dei pazienti con ipoacusia neurosensoriale profonda bilaterale soffre di acufene e l'impianto cocleare nei medesimi soggetti, permetterà di migliorare o eliminare l'acufene fino all'86%. Solo una piccola percentuale di soggetti (circa il 9%), riferisce un acufene post operatorio peggiore. Sebbene questo approccio non possa essere applicato a tutti i pazienti con acufene, i risultati ottenuti, ad oggi, mostrano successo nel trattamento del sintomo (Buguley D.M. & Atlas M.D., 2007).

CAPITOLO 2. AUSILI UDITIVI PER IL TRATTAMENTO DELL'IPOACUSIA e RIDUZIONE DEI TINNITI

Il problema dell'ipoacusia è sempre stato presente e, nel corso degli anni, l'essere umano ha cercato modi per porvi rimedio. A partire dagli anni novanta, la tecnologia ha permesso di sviluppare dispositivi acustici sempre più innovativi e all'avanguardia: si è passati da protesi acustiche analogiche ad apparecchi digitali, quindi programmabili anche a due/tre canali. Un vantaggio offerto dagli apparecchi acustici analogici con controllo digitale è proprio quello di poter essere "controllati" da una sorgente esterna digitale (computer) che agisce direttamente sui dati registrati all'interno di una memoria programmabile già presente all'interno del presidio acustico (Curran J.R et al., 2013).

Ad oggi, i presidi maggiormente utilizzati nella popolazione, sono due: apparecchi acustici e impianti cocleari.

Nel seguente capitolo, per riprendere il tema principale della tesi, verranno approfonditi gli impianti cocleari (IC) Essi fanno parte della terapia protesica che trova indicazione in tutti i casi di ipoacusia. Più nello specifico, la protesizzazione viene comunemente indicata nei casi in cui il deficit è cronico e di entità tale da determinare un disturbo per il paziente ed in cui non vi è spazio per una soluzione farmacologica o chirurgica.

2.1 Impianti cocleari (IC)

2.1.1 Definizione

Gli impianti cocleari (IC) (Figura 7) sono, sostanzialmente, delle protesi elettriche con l'obiettivo di risolvere un'ipoacusia neurosensoriale bilaterale profonda o severa, acquisita o congenita, agendo sui neuroni uditivi. Essi si differenziano dalle protesi convenzionali in quanto il segnale amplificato non viene ritrasformato in segnale acustico, ma viene inviato direttamente al nervo acustico mediante un elettrodo inserito nella coclea grazie a una

mastoidectomia. Essi sono considerati come l'unica tecnologia in grado di sostituire un organo di senso il che ha permesso, a un numero crescente di adulti e bambini con sordità grave o altri deficit sensoriali, di recuperare pienamente la funzionalità uditiva (Mowry S.E et al., 2020).

Gli impianti cocleari rappresentano un trattamento dedicato alla riabilitazione dell'ipoacusia da grave a profonda. Grazie ai processi tecnologici e alle loro applicazioni per le strategie di segnale, questi nuovi dispositivi possono migliorare l'udito anche in condizioni di rumore. La stimolazione binaurale, gli impianti cocleari, gli apparecchi acustici o gli impianti cocleari bilaterali rappresentano, ad oggi, le migliori opportunità per accedere a un migliore livello di comprensione in tutte le condizioni e localizzazioni spaziali. Ormai la chirurgia mini-invasiva permette di preservare l'udito residuo e utilizzare una doppia modalità di stimolazione per lo stesso orecchio: elettrica per le alte frequenze e acustica per quelle basse (Bouccara D. et al., 2012).

Nel complesso, questi dispositivi, offrono una serie di vantaggi:

- Maggiore comprensione del parlato;
- Maggiore localizzazione spaziale;
- Miglioramento dell'effetto di sommazione dato dal ripristino del canale uditivo nelle ipoacusie simmetriche;
- Maggiore capacità percettiva in ambienti rumorosi.

Oggi gli impianti cocleari sono tutti multielettrodi ciò significa che sono formati da molteplici elettrodi inseriti nella coclea per una profondità di circa 20 mm. L'elettrodo intracocleare è controllato da uno stimolatore impiantato a livello sottocutaneo nella regione temporale (Ramsden T.R., 2013).



Figura 7. Impianto cocleare

<https://audioprotesista.it/impianto-cocleare-cose-e-perche-e-importante-conoscerlo/>

2.1.2 Caratteristiche principali e componenti degli impianti cocleari

Le modalità di riabilitazione dell'udito dipendono dalla causa e della gravità del deficit uditivo. Nell'ipoacusia neurosensoriale l'uso di apparecchi acustici convenzionali viene considerata, fin da subito, come una valida soluzione. I progressi della tecnologia digitale e le loro applicazioni all'elaborazione dei segnali consentono di migliorare la percezione e la discriminazione dei suoni, anche in caso di grave menomazioni. Nei casi in cui i benefici di questi apparecchi acustici dovessero essere insufficienti, a causa della gravità della sordità, si può appunto passare all'applicazione di impianti cocleari (Bouccara D. & Mosnier I. et al., 2011). L'utilizzo di questi dispositivi inizia negli anni 80 e questa procedura terapeutica è diventata un'indicazione di routine nell'ipoacusia profonda dell'adulto grazie alla sua affidabilità, alla qualità dell'elaborazione del segnale e al miglioramento delle procedure chirurgiche minimamente invasive (Bouccara D. & Mosnier I. et al., 2011).

I componenti essenziali degli impianti cocleari includono una parte esterna e una interna (Figura 8). La parte esterna è composta dall'unità di elaborazione che comprende, a sua volta, il microfono il quale funge da ricevitore per il

rilevamento del suono nell'ambiente e il processore vocale che serve a trasformare il messaggio derivante dal microfono in un insieme di stimoli. Vi è poi l'unità di controllo costituita da un vano portatile e comandi e, infine, è presente l'unità di trasmissione di cui fa parte l'antenna esterna. La parte interna, invece, è costituita dall'unità di ricezione, da quella di stimolazione e dal sistema di elettrodi (Blake S. et al., 2008).



Figura 8. Componenti di un impianto cocleare

<https://www.advancedbionics.com/it/it/home/cochlear-implants-for-you/what-is-a-cochlear-implant-how-does-it-work.html>

Ogni componente possiede una funzione specifica che, nel complesso, sarà indispensabile per la corretta formulazione del suono:

Il microfono (1) ha la funzione di captare le onde sonore provenienti dall'ambiente esterno, convertirle in segnale elettrico e inviarle al processore sonoro (2). Quest'ultimo effettuerà l'analisi del suono mediante una tecnologia digitale in grado di convertire il rumore in segnale elettrico secondo un codice chiamato "strategia di codifica".

L'energia elettrica, contenente tutte le informazioni acustiche, verrà inviata dal trasmettitore al ricevitore: questo complesso, ricevitore-stimolatore (3), ha il compito di convertire le informazioni ricevute in segnali elettrici inviandoli, successivamente, agli elettrodi. L'array di elettrodi (4) stimola il nervo acustico,

il quale indirizzerà gli impulsi al cervello che verranno, infine, interpretati come veri e propri suoni (5) (Lewitt H., 2020).

2.1.3 Intervento chirurgico e controindicazioni

Il processo di selezione del candidato all'intervento chirurgico di impianto cocleare necessita di una metodologia rigorosa che valuti il paziente in senso olistico, prendendo in considerazione gli aspetti audiologici, verificandone e quantificandone la perdita uditiva oltre che considerare aspetti medici e comunicativi. I pazienti che dovranno sottoporsi all'intervento chirurgico verranno sottoposti ad una valutazione multidisciplinare che coinvolge, principalmente, un audioprotesista, un logopedista e uno psicologo. Tutto ciò viene eseguito direttamente, o in combinazione, con un centro di riferimento per gli impianti cocleari. Questa valutazione consentirà di caratterizzare l'ipoacusia e il suo impatto sulla vita del paziente, tanto che gli orientamenti terapeutici vengono scelti solo dopo aver individuato l'entità del deficit uditivo, la sua eziologia e la sua evoluzione (Bouccara D. & Mosnier I. et al., 2011).

Gli impianti cocleari possono essere applicati ad adulti e bambini ma, in entrambi i casi, è essenziale disporre di misurazioni del beneficio protesico per valutare l'appropriatezza e l'efficacia dell'intervento. Per fare ciò, si è soliti utilizzare dei questionari valutativi e dei protocolli standardizzati che indagano sul beneficio protesico.

Fanno parte del processo di selezione l'informazione e l'educazione terapeutica al paziente con l'obiettivo di informare la persona e i suoi familiari riguardo le ragioni dell'indicazioni all'intervento, i rischi chirurgici, i benefici riabilitativi e la natura dei controlli di follow-up (Berrettini S., 2015).

Esistono, infine, delle controindicazioni assolute e relative all'applicazione di impianto cocleare. Tra quelle assolute rientrano situazioni anatomiche particolari come aplasia della coclea e del nervo acustico; mentre tra quelle

relative sono incluse l'ossificazione cocleare e malformazioni auricolari. Ci sono condizioni in cui non è possibile sottoporre il paziente all'intervento chirurgico di IC a causa, per esempio, della presenza di tumore a livello del nervo cocleare o del tratto uditivo o di altre circostanze come, malformazioni dell'orecchio interno e malformazioni acquisite o congenite della coclea. In questi casi, si può prendere in considerazione un impianto a livello del tronco encefalico: i dati clinici dimostrano che il miglioramento della comunicazione quotidiana, sia per gli impianti cocleari che per quelli del tronco encefalico è correlata all'attivazione celebrale della corteccia uditiva (Bouccara D. et al., 2012 & Naples J.G et al., 2019).

2.2 Impianti cocleari e acufeni (Tinnitus)

L'osservazione clinica che gli impianti intracocleari multicanale hanno un effetto soppressivo sull'acufene nei pazienti con sordità profonda è supportata da molti studi scientifici (Liu Y, Wang H. et al., 2016 & Mertens G. et al., 2016 & Távora-Vieira D. et al., 2015 & Punte A.K. et al., 2013). I nuovi sviluppi in questo settore includono l'uso dell'imaging funzionale utile per studiare, sia la soppressione dell'acufene dopo l'applicazione dell'impianto cocleare, sia per prendere in considerazione un effetto peggiorativo del sintomo a seguito dello stesso intervento chirurgico.

Tuttavia, la maggior parte delle evidenze scientifiche e gli studi condotti da specialisti del settore, dimostrano che l'utilizzo di questi dispositivi può avere un notevole beneficio sugli acufeni (Olze H. et al., 2023). La chirurgia dell'impianto cocleare, infatti, è stata utilizzata per anni per la riabilitazione uditiva in pazienti affetti da ipoacusia profonda o da gravi problemi di udito ed essa si è dimostrata uno strumento importante per migliorare la fastidiosa presenza dei tinniti. Sebbene siano stati condotti molti studi sul sintomo dell'acufene e sulla sua correlazione con l'impianto cocleare, i meccanismi fisiopatologici alla base della soppressione o del miglioramento dei sintomi una volta eseguita la procedura, non sono ancora completamente conosciuti: una possibile spiegazione ipotizza che l'IC induca il ripristino delle vie uditive centrali e, di conseguenza, determini

la neuroplasticità dei condotti dell'udito il che può influenzare positivamente la percezione del "suono fantasma" (Liu Y, Wang H. et al., 2016 & Mertens G. et al., 2016).

Quindi, si può affermare che i pazienti che soffrono di acufene preoperatorio possono trarre vantaggio dall'impianto cocleare unilaterale o bilaterale e questo è confermato anche dalla riduzione dei punteggi dei vari questionari sull'acufene.

Altri studi, invece, dimostrano che la percezione dell'acufene a seguito dell'applicazione di impianti cocleari potrebbe peggiorare: i pazienti che hanno mostrato un grande aumento del sintomo potrebbero aver avuto un'esperienza causata dal caso dato dal vero e proprio intervento chirurgico correlato alla profondità di inserimento dell'array di elettrodi oppure alla percezione del fastidio durante i controlli periodici e nelle sedute di follow-up (David M. et al., 2007).

L'acufene, inoltre, potrebbe essere correlato alla rapidità di perdita dell'udito: se viene stimolata elettronicamente l'area basale della coclea, l'individuo percepirà alte frequenze dei suoni e, infatti, i pazienti con perdita di udito ad alta frequenza e quelli a basse frequenze non hanno mostrato alcun miglioramento nella percezione dell'acufene dopo l'attivazione degli elettrodi basali. In conclusione, si può affermare che i risultati, derivanti dai diversi studi scientifici, suggeriscono che la profondità di inserimento degli elettrodi nella coclea influenzi il miglioramento e non del sintomo (Juichi I., 1997).

CAPITOLO 3. STUDIO OSSERVAZIONALE SULLA RIDUZIONE DEL TINNITUS A SEGUITO DELL'APPLICAZIONE DI IMPIANTI COCLEARI IN PAZIENTI ADULTI

3.1 Studio osservativo

3.1.1 Obiettivo dello studio

Per la presente tesi sono stati selezionati pazienti con età compresa tra i 40 e gli 80 anni affetti da ipoacusia profonda mono o bilaterale. Il gruppo preso in esame è composto da 45 pazienti portatori di impianto cocleare mono o bilaterale applicato in età post verbale. Essi, in passato, erano già tutti portatori di apparecchi acustici (AA) per diversi anni, ma, le performance degli AA non soddisfavano a sufficienza le loro esigenze. I candidati sono stati selezionati dalla Struttura Complessa di Otorinolaringoiatra dell'Azienda Ospedaliero-Universitaria di Modena e da un centro acustico di Modena affiliato Cochlear. Tra i candidati, la maggior parte, lamentava anche la presenza di acufeni. Il seguente studio, quindi, è volto a individuare il miglioramento e non del tinnito nel periodo pre e post intervento di impianto cocleare.

Per raggiungere lo scopo dell'elaborato tutti i pazienti sono stati sottoposti a questionari valutativi. I test a cui abbiamo fatto riferimento sono il THS (Tinnitus and Hearing Survey), il THI (Tinnitus Handicap Inventory) e il TFI (Tinnitus Functional Index).

3.1.2 Materiali e metodi

Per questo studio verrà eseguita una prima valutazione mediante la somministrazione di 3 questionari di valutazione: THI (*Tinnitus Handicap Inventory*), il THS (*Tinnitus and Hearing Survey*) ed il TFI (*Tinnitus Functional Index*) i quali permettono, come è già stato citato in precedenza, di capire se c'è stato un miglioramento dell'udito, una riduzione del tinnitus e, di conseguenza,

un miglioramento della qualità della vita a seguito dell'applicazione di IC, mettendo a confronto il periodo pre e post applicazione.

THI (*Tinnitus Handicap Inventory*)

Il THI (*Tinnitus Handicap Inventory*) (Figura 9) è un questionario utile nell'identificazione delle complicanze e delle difficoltà che possono insorgere con l'acufene nella vita quotidiana. E' composto da 24 domande a cui il paziente dovrà rispondere per capire la gravità dell'acufene da cui è affetto. Alla serie di domande si dovrà rispondere con una di queste tre possibili opzioni: SI, QUALCHE VOLTA, NO.

Il punteggio finale si ottiene assegnando punti diversi in base alla risposta data:

- 4 punti alle domande a cui il paziente ha risposto "SI";
- 2 punti alle domande a cui il paziente ha risposto "TALVOLTA";
- 0 punti alle domande a cui il paziente ha risposto "NO".

Il valore finale ottenuto permetterà di stabilire il grado di gravità dell'acufene:

- ACUFENE LIEVISSIMO dove il tinnito viene avvertito solo durante la condizione di silenzio;
- ACUFENE LIEVE che altera le condizioni del sonno;
- ACUFENE MODERATO dove il tinnito viene percepito anche in condizioni rumorose;
- ACUFENE SEVERO che è un acufene che interferisce col sonno e con le normali attività quotidiane;
- ACUFENE CATASTROFICO in cui il tinnito contrasta e impedisce al paziente di svolgere maggior parte delle attività della vita quotidiana (Erlandsson S.I. et al., 1992).

SIG: Data:/..../.....

SI	Talvolta	NO	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	F. L'acufene le ostacola la concentrazione?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	F. L'intensità dell'acufene le impedisce di sentire la gente?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	E. L'acufene la fa arrabbiare?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	F. L'acufene la fa sentire confuso?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	C. A causa dell'acufene si senti disperato?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	E. Si lamenta spesso del suo acufene?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	F. L'acufene le crea difficoltà ad addormentarsi la notte?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	C. Le sembra di non riuscire a sfuggire al suo acufene?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	F. Il suo acufene le impedisce di vivere la sua vita sociale?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	E. A causa del suo acufene si senti frustrato?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	C. Il suo acufene le sembra una terribile malattia?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	F. Il suo acufene le rende difficile godersi la vita?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	F. Interferisce sul lavoro o sulle responsabilità familiari?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	F. L'acufene la rende spesso irritabile?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	F. La presenza del suo acufene le rende difficile la lettura?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	E. Il suo acufene la fa sentire sconvolto?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	E. L'acufene ha incrinato i rapporti con familiari e amici?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	F. La sua attenzione è sempre rivolta verso il suo acufene?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	C. Pensa di non avere nessun controllo sul suo acufene?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	F. A causa del suo acufene si senti spesso stanco?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	E. A causa del suo acufene si sente depresso?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	E. Il suo acufene la rende ansioso?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	C. Pensa di non riuscire più a tenere testa al suo acufene?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	F. Il suo acufene peggiora quando è sotto stress?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	E. Il suo acufene la fa sentire insicuro?

TOTALE:..... Sottoscale : Funzionale Emotiva Catastrofica

Figura 9. THI (Tinnitus Handicap Inventory)

<https://www.orlteam.it/sites/orlteam.it/files/%40Questionario%20THI.pdf>

Il punteggio aiuta il professionista nella presa in carico corretta del paziente e stabilisce se vi è necessità di un'ulteriore valutazione medica e/o psicologica.

THS (Tinnitus and Hearing Survey)

Il THS (*Tinnitus and Hearing Survey*) (Figura 10) è stato il secondo questionario di valutazione utilizzato: è uno strumento per valutare la percentuale della perdita di udito dei pazienti e la percentuale dell'acufene.

Questo questionario è suddiviso in 3 sezioni:

1. Sezione A composta da quattro items che fanno riferimento al sintomo del tinnito, descrivendo i problemi più comuni legati all'acufene tra cui la difficoltà a dormire, a concentrarsi, a rilassarsi e a distogliere l'attenzione dal disturbo;
2. Sezione B composta, anch'essa, da quattro voci corrispondenti all'udito/ascolto in un contesto di rumore, comprensione del parlato di TV/film, voci basse e conversazioni di gruppo;

3. La sezione C, invece, corrisponde a problemi di tolleranza al suono che vengono spesso segnalati dai pazienti con acufene ed essa, è sostanzialmente composta da 2 elementi: l'elemento 1 viene utilizzato per verificare l'esistenza di un problema di tolleranza sonora e qualsiasi risposta diversa da zero indica un certo livello di difficoltà nel tollerare il suono; l'elemento 2, invece, ha lo scopo di far esprimere al paziente le sue sensazioni riguardo al reale problema che avverte (James A.H. & Griest S. et al., 2015).

Tinnitus and Hearing Survey

	No, not a problem	Yes, a small problem	Yes, a moderate problem	Yes, a big problem	Yes, a very big problem		
A. Tinnitus							
Over the last week, tinnitus kept me from sleeping.	0	1	2	3	4	Grand Total	
Over the last week, tinnitus kept me from concentrating on reading.	0	1	2	3	4		
Over the last week, tinnitus kept me from relaxing.	0	1	2	3	4		
Over the last week, I couldn't get my mind off of my tinnitus.	0	1	2	3	4		
	Total of each column						
B. Hearing							
Over the last week, I couldn't understand what others were saying in noisy or crowded places.	0	1	2	3	4	Grand Total	
Over the last week, I couldn't understand what people were saying on TV or in movies.	0	1	2	3	4		
Over the last week, I couldn't understand people with soft voices.	0	1	2	3	4		
Over the last week, I couldn't understand what was being said in group conversations.	0	1	2	3	4		
	Total of each column						
C. Sound Tolerance							
Over the last week, sounds were too loud or uncomfortable for me when they seemed normal to others around me.*	0	1	2	3	4		
<i>If you responded 1, 2, 3, or 4 to the statement above:</i>							
Please list two examples of sounds that are too loud or uncomfortable for you, but seem normal to others: _____							
*If sounds are too loud for you while wearing hearing aids, please tell your audiologist.							
For office use only (H): <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/> N							

Figura 10. THS (Tinnitus and Hearing Survey)

<https://www.ncrar.research.va.gov/Education/Documents/TinnitusDocuments/THS-ScreeningTool.pdf>

TFI (*Tinnitus Functional Index*)

Nel 2012 Meikle M.B. e i suoi collaboratori hanno proposto il *Tinnitus Functional Index* (TFI) il quale si è dimostrato essere uno strumento sensibile per valutare la gravità e l'impatto negativo dell'acufene sulla vita del paziente che ne è affetto e si è dimostrato particolarmente efficace nella valutazione degli effetti

del trattamento. Dalla sua pubblicazione, questo test ha ricevuto una notevole attenzione a livello internazionale sia in ambito clinico che di ricerca ed è diventato il nuovo “gold standard” (Meikle M.B. & Henry J.A et al., 2012).

Il TFI è composto da 25 elementi ciascuno valutato sulla scala Likert a 11 punti. I pazienti che compilano il questionario devono valutare ogni elemento in base a come si sono sentiti nell'ultima settimana. Il punteggio totale varia da 0 a 100 ed è classificato in base a cinque livelli di gravità clinica:

1. Non è un problema;
2. Piccolo problema;
3. Problema moderato;
4. Grosso problema;
5. Problema molto grande.

Inoltre, il questionario è composto da diverse sottoclassi che indagano quanto incida il sintomo sulla qualità di vita del paziente e riguardano diversi aspetti: intrusivo, senso di controllo, cognizione, sonno, udito, rilassamento, qualità della vita ed emozioni.

Oltre al punteggio totale sarà possibile calcolare anche quello dei sottogruppi e una riduzione di 13 punti nel totale complessivo dei punti conferma una riduzione significativa del disagio (Barozzi S. et al., 2020).

3.1.3 Risultati

I risultati dello studio sono stati ottenuti basandosi su 25 risposte rispetto al totale di 45 pazienti iniziali e, di queste, 15 sono state ottenute da donne e 10 da uomini. La restante parte dei candidati ha preferito non collaborare e, di conseguenza, si è astenuta dal compilare i questionari.

A seguito dell'analisi dei questionari compilati, è emerso che nel periodo pre impianto:

- 8 pazienti presentavano l' acufene di grado lievissimo, quasi assente;

- 9 pazienti presentavano l'acufene in maniera moderata;
- 6 pazienti presentavano il sintomo in modo severo;
- 2 pazienti presentavano un acufene di tipo catastrofico.

In più, alcuni pazienti hanno descritto il sintomo in maniera più dettagliata e hanno affermato di percepire il fischio per l'intera durata della giornata; altri solo nelle ultime ore del giorno, quando erano più stanchi o affaticati mentre, alcuni lo percepivano solo in particolari situazioni o circostanze (es: eventi stressanti o con un forte impatto emotivo, ansia, agitazione, durante attività fisica o perché in ambienti particolarmente rumorosi).

Nel periodo post impianto, invece, si è potuto osservare, nella maggioranza dei casi, un netto miglioramento dei sintomi quindi, i dati riportati in precedenza, hanno subito variazioni:

- degli 8 pazienti che presentavano il sintomo in modo lieve o assente, 6 ne hanno tratto beneficio o comunque hanno notato che il loro tinnito, nonostante fosse quasi assente non è peggiorato dopo l'applicazione;
- tra i 9 pazienti che avvertivano il fastidio in modo moderato, 7 hanno confermato la riduzione del fastidio, ma i restanti 2 hanno notato che in diversi momenti della giornata c'è stato un peggioramento del sintomo rispetto al periodo in cui non erano ancora portatori di impianto cocleare.

Infine, la parte restante dei pazienti, che presentava il sintomo in maniera severa o addirittura catastrofica, ha notato un notevole miglioramento dei tinnitus mutando la gravità del sintomo ai corrispettivi gradi inferiori.

Complessivamente, chi nel periodo pre impianto percepiva il tinnito in maniera moderata è riuscito a raggiungere una percezione lieve, così come anche chi lo percepiva in modo severo e/o catastrofico è riuscito a raggiungere un'ottima condizione, mutando ad un grado lieve-moderato.

Dall'analisi dei risultati ottenuti dalla compilazione del TFI è stato possibile capire che gli impianti cocleari offrono al paziente, non solo benefici acustici ma anche psicosociali e da qui ne deriva che, questi dispositivi, possono avere un impatto significativo sulla qualità di vita dell'adulto da un punto di vista sociale, emotivo e lavorativo perché conducono il soggetto a una migliore capacità di sentire, comunicare, tenere conversazioni in situazioni sociali e portano a una maggiore fiducia nel parlare con le altre persone. È stato possibile percepire anche un miglioramento nella gestione delle situazioni sociali più complesse e, inoltre, sono emersi effetti positivi sull'istruzione, sull'occupazione, sulla propria indipendenza e sull'instaurare rapporti intra ed extra familiari.

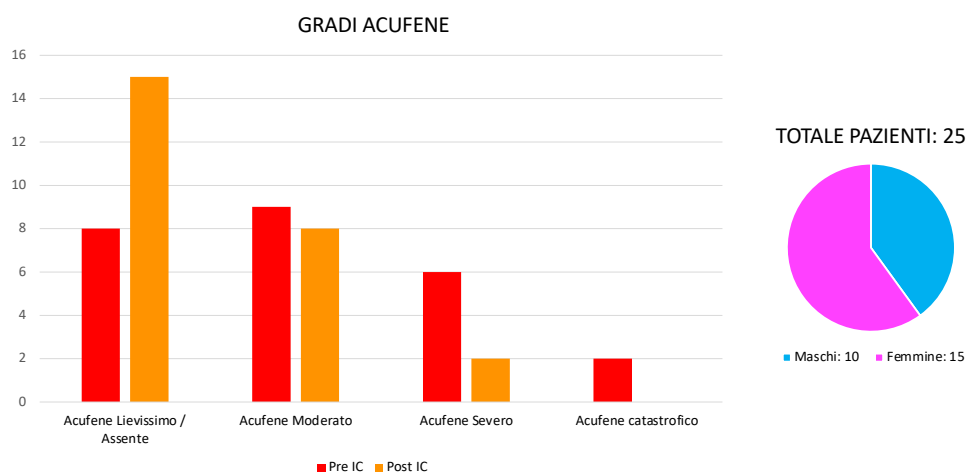


Grafico 1. Risultati ottenuti dai pazienti nel periodo pre e post intervento di IC

CONCLUSIONI

Ormai è accertato che l'insorgenza degli acufeni sia preceduta da danni a livello dei sistemi uditivi periferici e che la maggioranza delle persone con ipoacusia grave e profonda presenti questo sintomo. Nel tempo, quindi, si sono evolute diverse soluzioni per trattare il problema. Tra queste vi è una tecnica chirurgica rappresentata dall'applicazione di impianto cocleare (IC).

Lo studio condotto ha permesso di confermare ciò che si trova, ad oggi, in letteratura e nelle evidenze scientifiche. Al termine dell'analisi dettagliata dei risultati ottenuti, si può affermare che gli impianti cocleari rappresentano uno standard di cura di successo per la riabilitazione uditiva di pazienti con menomazioni sonore e si è visto che i benefici oggettivi e soggettivi risultano essere sempre maggiori dei rischi o degli aspetti negativi che potrebbero verificarsi a seguito dell'intervento.

La riduzione dell'acufene tramite l'applicazione di IC si ottiene principalmente grazie ad un effetto mascherante apportato dal dispositivo una volta messo in funzione. Un effetto positivo secondario può essere dovuto alla riorganizzazione del sistema uditivo centrale indotta dal ripristino dell'input sensoriale periferico. I risultati sono stati oggettivamente significativi, indicando che gli impianti hanno avuto un effetto soppressivo sull'acufene riducendone, di conseguenza, la sua percezione. Nell'80% dei casi circa c'è stata una completa soppressione del sintomo, ma gli impianti cocleari non possono ancora essere definiti come dispositivi in grado di eradicare completamente il problema e questo è dimostrato dal fatto che, una piccola percentuale di pazienti, nel periodo post impianto continuava ad avvertire tinniti.

Ciò che rimane indiscusso è un miglioramento della qualità di vita dei pazienti a 360° che va oltre ai benefici uditivi ma include benefici psicologici, relazionali e comportamentali.

BIBLIOGRAFIA

- "An introduction to the physiology of hearing", Pickles, London: Academic Press, 1982
- "Ear and hearing: the official journal of the American auditory society", Baltimore: Williams and Wilkins, 1980
- "Endoscopic anatomy of the middle ear", Tschabitscher, Klug, Wien, New York: Springer, 2000
- "Nuovo manuale di logopedia", De Filippis Cippone, Trento: Erickson, 1998 3 marzo 2022, Giornata mondiale dell'udito (salute.gov.it)
- Albera R, Rossi G. Otorinolaringoiatria. III EDIZIONE ed; 2013. and rehabilitation of hearing defects.
- Ars B, Dirckx J. Eustachian Tube Function. *Otolaryngol Clin North Am.* 2016 Oct;49(5):1121-33. doi: 10.1016/j.otc.2016.05.003. Epub 2016 Jul 26. PMID: 27468632
- Baguley D, Mc Ferran D, Hall D. Tinnitus. *Lancet.* 2013 Nov 9;382(9904):1600-7. doi: 10.1016/S0140-6736(13)60142-7. Epub 2013 Jul 2. PMID: 23827090.
- Baguley DM, Atlas MD. Impianti cocleari e acufene. *Prog Cervello Res.* 2007;166:347-55. DOI: 10.1016/S0079-6123(07)66033-6. PMID: 17956799.
- Baguley DM, Atlas MD. Impianti cocleari e acufene. *Prog Cervello Res.* 2007;166:347-55. DOI: 10.1016/S0079-6123(07)66033-6. PMID: 17956799.
- Barozzi S, Del Bo L, Passoni S, Ginocchio D, Negri L, Crocetti A, Ambrosetti U. Psychometric properties of the Italian Tinnitus Functional Index (TFI). *Acta Otorhinolaryngol Ital.* 2020 Jun;40(3):230-237. doi: 10.14639/0392-100X-2432. PMID: 32773786; PMCID: PMC7416372.

- Berrettini S. Le protesi impiantabili di orecchio medio. Lucca:2015.
- Blake S. Wilson, Michael F. Dorman, Cochlear implants: A remarkable past and a brilliant future, *Hearing Research*, Volume 242, Issues 1–2, 2008
- Boecking B, Brueggemann P, Mazurek B. Acufene: psychosomatische Aspekte [Acufene: aspetti psicosomatici]. *HNO*. 2019 febbraio; 67(2):137-152. Tedesco. DOI: 10.1007/s00106-019-0609-7. PMID: 30694350.
- Bouccara D, Mosnier I, Bernardeschi D, Ferrary E, Sterkers O. Implants cochléaires chez l'adulte [Cochlear implant in adults]. *Rev Med Interne*. 2012 Mar;33(3):143-9. French. doi: 10.1016/j.revmed.2011.11.019. Epub 2012 Jan 2. PMID: 22217924.
- Chan Y. Acufene: eziologia, classificazione, caratteristiche e trattamento. *Discov Med*. 2009 Ottobre; 8(42):133-6. PMID: 19833060.
- Cima RFF, Maes IH, Joore MA et al. Trattamento specializzato basato sulla terapia cognitivo-comportamentale rispetto alla cura abituale per l'acufene: uno studio randomizzato controllato. *Bisturi*. 2012; **379**: 1951
- Cuda D. (2008), Impianti cocleari, U.O. ORL Ospedale "Guglielmo da Saliceto" – Piacenza.
- Curran JR, Galster JA. The master hearing aid. *Trends Amplif*. 2013 Jun;17(2):108- 34. doi: 10.1177/1084713813486851. Epub 2013 May 17. PMID: 23686682; PMCID: PMC4070612.
- David M. Baguley, Marcus D. Atlas, Cochlear implants and tinnitus, Editor(s): B. Langguth, G. Hajak, T. Kleinjung, A. Cacace, A.R. Møller, *Progress in Brain Research*, Elsevier, Volume 166, 2007, Pages 347-355, ISSN 0079-6123, ISBN 9780444531674
- De Ridder D, Elgoyhen AB, Romo R, Langguth B. Percettori fantasma: acufene e dolore come reti di memoria avversa persistenti. *Proc Natl Acad*

- Sci U S A. 2011 maggio 17; 108(20):8075-80. DOI: 10.1073/pnas.1018466108. Epub 2011 aprile 18. PMID: 21502503; PMCID: PMC3100980.
- Disturbi dell'udito - Istituto Superiore di Sanità (iss.it)
 - Eggermont J- Roberts L. Le neuroscienze dell'acufene. *Tendenze Neurosci.* 2004; **27**: 676-682
 - Gaylor JM, Raman G, Chung M, et al. Cochlear Implantation in Adults. A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg.* 2013;139(3):265–272.
 - Giuseppe Anastasi et al., Trattato di anatomia umana, volume III, Milano, Edi.Ermes, 2012
 - Heine PA. Anatomy of the ear. *Vet Clin North Am Small Anim Pract.* 2004 Mar;34(2):379-95. doi: 10.1016/j.cvsm.2003.10.003. PMID: 15062614.
 - Heller AJ. Classification and epidemiology of tinnitus. *Otolaryngol Clin North Am.* 2003 Apr;36(2):239-48. doi: 10.1016/s0030-6665(02)00160-3. PMID: 12856294.
 - <https://www.sordita.it/impianto-cocleare/quando-impianto-cocleare-sconsigliato-ipoacusia> in Vocabolario - Treccani
 - Ito J, Sakakihara J. Soppressione dell'acufene mediante stimolazione elettrica della parete cocleare e impianto cocleare. *Laringoscopio.* 1994 giugno; 104(6 Pt 1):752- 4. DOI: 10.1288/00005537-199406000-00017. PMID: 8196452.
 - JUICHI ITO, Tinnitus suppression in cochlear implant patients, *Otolaryngology - Head and Neck Surgery*, Volume 117, Issue 6, 1997, Pages 701-703, ISSN 0194-5998

- Kompis M, Neuner NT, Hemmeler W, Häusler R. Acufene [Acufene]. *Ther Umsch.* gennaio 2004; 61(1):15-20. Tedesco. DOI: 10.1024/0040-5930.61.1.15. PMID: 14997995.
- Landgrebe M, Azevedo A, Baguley D, Bauer C, Cacace A, Coelho C, Dornhoffer J, Figueiredo R, Flor H, Hajak G, van de Heyning P, Hiller W, Khedr E, Kleinjung T, Koller M, Lainez JM, Londero A, Martin WH, Mennemeier M, Piccirillo J, De Ridder D, Rupprecht R, Searchfield G, Vanneste S, Zeman F, Langguth B. Aspetti metodologici delle sperimentazioni cliniche sull'acufene: una proposta di norma internazionale. *J Psychosom Res.* 2012 Agosto; 73(2):112-21. DOI: 10.1016/j.jpsychores.2012.05.002. Epub 2012 giu 22. PMID: 22789414; PMCID: PMC3897200.
- Langguth B, Kreuzer PM, Kleinjung T, De Ridder D. Acufene: cause e gestione clinica. *Lancet Neurol.* 2013 settembre; 12(9):920-930. DOI: 10.1016/S1474-4422(13)70160-1. PMID: 23948178.
- Lewitt H: Digital hearing aids: a tutorial review. *Journal of Rehabilitation Research and Development* 24(4): 720. 2020
- Liu Y., Wang H., Han D.X., Li M.H., Xiao Y.L. Soppressione dell'acufene nei pazienti cinesi che ricevono una regolare programmazione dell'impianto cocleare. *Ann Otol Rhinol Laryngol.* 2016; 125:303–310.
- Looockwood AH, salvi RJ, Burkard RF. Acufene. *N Engl J Med* 347:904-910, 2002
- Luppri, R. (2007). *Eziologia, diagnosi, prevenzione e terapia della sordità infantile preverbale.* Lecce: TorGraf
- Meikle MB, Henry JA, Griest SE, et al. L'indice funzionale dell'acufene: sviluppo di una nuova misura clinica per l'acufene cronico e intrusivo. *OrecchioUdito* 2012; 33:153-76. <https://doi.org/10.1097/AUD.0b013e31822f67c0>

- Mertens G., De Bodt M., Van de Heyning P. Impianto cocleare come trattamento a lungo termine per l'acufene invalidante omolaterale in soggetti con perdita dell'udito unilaterale fino a 10 anni. *Ascolta Res.* 2016; 331:1–6.
- Mowry SE, Woodson E. Cochlear Implant Surgery. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg.* 2020 Jan 1;146(1):92. doi: 10.1001/jamaoto.2019.2274. PMID: 31556929.
- Naples JG, Ruckenstein MJ. Cochlear Implant. *Otolaryngol Clin North Am.* 2020 Feb;53(1):87102. doi: 10.1016/j.otc.2019.09.004. Epub 2019 Oct 31. PMID: 31677740.
- Noreña AJ, Eggermont JJ. Cambiamenti nell'attività neurale spontanea immediatamente dopo un trauma acustico: implicazioni per i correlati neurali dell'acufene. *Ascolta la risoluzione* 2003 settembre; 183(1-2):137-53. DOI: 10.1016/S0378-5955(03)00225-9. PMID: 13679145.
- Olze H, Vater J, Gröschel M, Szczepek AJ. Cochleaimplantat und Tinnitus [Cochlear implant and tinnitus]. *HNO.* 2023 Oct 10. German. doi: 10.1007/s00106-023-01376-w. Epub ahead of print. PMID: 37815555.
- Olze, H., Vater, J., Gröschel, M. *et al.* Cochleaimplantat und Tinnitus. *HNO* 71, 693–701 (2023). <https://doi.org/10.1007/s00106-023-01376-w>
- Punte A.K., De Ridder D., Van de Heyning P. Sulla necessita8 di una stimolazione cocleare elettrica a tutta lunghezza per sopprimere l'acufene grave nella sordita8 monolaterale. *Ascolta Res.* 2013; 295:24–29.
- Richard T Ramsden (2013) History of cochlear implantation, *Cochlear Implants International*, 14:sup 4, 35, DOI: 10.1179/1467010013Z.000000000140.
- Seki S, Eggermont JJ. Cambiamenti nella frequenza di attivazione spontanea e nella sincronia neurale nella corteccia uditiva primaria del gatto dopo la perdita dell'udito indotta dal tono localizzato. *Ascolta la risoluzione* 2003

- giugno; 180(1-2):28-38. DOI: 10.1016/S0378-5955(03)00074-1. PMID: 12782350.
- Selleck AM, Brown KD, Park LR. Cochlear Implantation for Unilateral Hearing Loss. *Otolaryngol Clin North Am.* 2021 Dec;54(6):1193-1203. doi: 10.1016/j.otc.2021.07.002. Epub 2021 Sep 15. PMID: 34535281.
 - Shapiro SB, Noij KS, Naples JG, Samy RN. Hearing Loss and Tinnitus. *Med Clin North Am.* 2021 Sep;105(5):799-811. doi: 10.1016/j.mcna.2021.05.003. Epub 2021 Jul 12. PMID: 34391534.
 - Shapiro WH, Bradham TS. Programmazione dell'impianto cocleare. *Otolaryngol Clin Nord Am.* 2012 Febbraio; 45(1):111-27. DOI: 10.1016/j.otc.2011.08.020. PMID: 22115685.
 - Stenfelt S. Contributo dell'orecchio interno all'udito a conduzione ossea nell'uomo. *Ascolta Res.* 2015 Nov;329:41-51. DOI: 10.1016/j.heares.2014.12.003. Epub 2014 dicembre 18. PMID: 25528492.
 - Ta1vora-Vieira D., Marino R., Acharya A., Rajan G.P. L'impatto dell'impianto cocleare sulla comprensione del parlato, sulle prestazioni uditive soggettive e sulla percezione dell'acufene in pazienti con perdita dell'udito da grave a profonda unilaterale. *Otol Neurotol.* 2015; 36:430–436.
 - Trattato di audiologia clinica Vol. I. Jack KATZ edizione italiana a cura di A. Martins (1985)

RINGRAZIAMENTI

Per cominciare, vorrei ringraziare il mio relatore, Pietro Scimemi per la sua disponibilità e per il tempo che ha messo disposizione in questo momento fondamentale del mio percorso di studi.

Un ringraziamento veramente speciale va anche alla mia correlatrice Maria Consolazione Guarnaccia per i suoi consigli, la sua disposizione e soprattutto per avermi aiutata ad apportare le giuste modifiche del mio elaborato.

Un sentito grazie va, inoltre, a tutti i professori che hanno spronato me ed i miei compagni a dare sempre il massimo in questi tre anni accademici e con essi anche l'Università che ha sempre fatto il possibile per soddisfare ogni nostra esigenza.

Vorrei inoltre ringraziare il reparto di Otorinolaringoiatria dell'Azienda Ospedaliero - Universitaria di Modena, per tutti gli insegnamenti che mi hanno dato, per avermi sempre accolto a braccia aperte e per la pazienza che hanno dimostrato in questi tre anni di tirocinio.

Grazie alla mia amica Megghi per avermi aiutata e supportata soprattutto in quest'ultima fase del mio percorso universitario.

Ringrazio tutti i miei compagni di università che mi hanno permesso di affrontare questo percorso nel migliore dei modi, condividendo dei ricordi indimenticabili, per avermi sempre aiutato e supportato nel momento del bisogno, facendo diventare questo percorso universitario speciale.

Un immenso grazie va soprattutto ai miei genitori, Mary e Marco e a mio fratello Riccardo, per tutto l'amore che mi danno, per esserci sempre stati nei miei momenti di difficoltà, per avermi sempre supportato e incoraggiato ogni volta a fare del mio meglio. Grazie per avermi permesso di intraprendere questo percorso con serenità e spensieratezza, insegnandomi inoltre a non arrendermi mai alla prima sconfitta. Questo traguardo è senz'altro anche merito loro.

Voglio inoltre ringraziare tutta la mia famiglia: i miei nonni, i miei zii e le mie zie etc... per essere sempre al mio fianco e per avermi sempre dimostrato l'affetto e l'amore che provano nei miei confronti.

Per ultimi, ma non per meno importanza, vorrei ringraziare tutti coloro che mi hanno supportata a pieno in questi tre anni di università: tutte le mie amiche e i miei amici, specialmente Allegra, Beatrice, Alessia e il mio migliore amico Giovanni per avermi permesso di alternare gli studi con momenti di svago e di compiere questi anni con la giusta tranquillità, le mie amiche delle "PDM" per essermi sempre state accanto anche nei momenti "no" ed avermi aiutata ad affrontare le sfide con la giusta dedizione e mentalità ed infine, grazie anche al mio fidanzato Matteo, a sua sorella Milena, ai suoi genitori e ai suoi nonni, per l'amore che mi danno, grazie per avermi sempre supportata ed avermi aiutata a staccare, vivendo bellissime esperienze insieme.