



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

Università degli Studi di Padova

Dipartimento di Neuroscienze – DNS

Corso di Laurea in Tecniche Audioprotesiche

Presidente Prof. Gino Marioni

TESI DI LAUREA

**STRATEGIE DI AMPLIFICAZIONE
IN IPOACUSIA DA RUMORE**

Relatore:

Dott. Vivarelli

Laureando:

Francesco Riccio

Matricola:

2018371

ANNO ACCADEMICO 2023/24

Abstract

La presente tesi si occuperà di esporre i problemi legati alle tecnopatie, ovvero alle ipoacusie da rumore e da come queste devono essere gestite tramite strategie di amplificazione su pazienti affetti da perdite uditive.

Lo studio metterà in evidenza un vero caso studio relativo ad un paziente che ha sviluppato ipoacusia sul posto di lavoro a causa del forte inquinamento acustico.

Come si vedrà in seguito, le strategie non riguardano solo ed esclusivamente gli algoritmi prescrittivi da utilizzare ma anche capire eventuali problematiche che i pazienti possono riportare nella vita di tutti i giorni sia in casa che nella società.

Vedremo come cambiare strategia attraverso il cambio di algoritmi prescrittivi porterà ad ottenere un risultato migliore sia dal punto di vista della discriminazione delle parole che della gestione dei rumori.

I risultati ottenuti hanno dimostrato che durante la riabilitazione uditiva è fondamentale il follow-up del paziente.

Indice

Introduzione	4
Premessa.....	4
Anatomia e Fisiologia dell'orecchio	5
Orecchio Esterno.....	5
Orecchio Medio.....	7
Orecchio Interno.....	9
L'Ipoacusia.....	12
Tipi di Ipoacusia.....	12
Fattori di Rischio.....	13
Sintomi	13
Diagnosi e Trattamento	13
Cause e Fattori di Rischio	15
L'Ipoacusia da rumore	17
Caratteristiche della Perdita Uditiva da Rumore.....	17
Prevenzione	18
Dispositivi di Protezione Individuale.....	18
Algoritmi prescrittivi.....	22
NAL-NL1 (National Acoustic Laboratories - Non-Linear 1).....	22
NAL-NL2 (National Acoustic Laboratories - Non-Linear 2).....	22
DSL (Desired Sensation Level)	22
Caso Studio	24
Premessa.....	24
Iter audioprotesico pre-applicativo	25
Applicazione degli apparecchi acustici.....	26
Conclusioni	29

Bibliografia 30

Introduzione

Premessa

L'udito è uno dei sensi fondamentali per l'essere umano. Non ci permette solo di percepire suoni e voci, ma è anche di vitale importanza per il nostro benessere, per la comunicazione, la sicurezza e la qualità della vita.

L'importanza dell'udito si manifesta in diversi contesti della nostra vita fra i quali:

- **Comunicazione:** L'udito è essenziale per la comunicazione verbale e non verbale. Permette di ascoltare e comprendere le parole, i suoni e le intonazioni della voce, rendendo possibile la conversazione con gli altri. La comunicazione efficace è fondamentale per le relazioni interpersonali, il lavoro, l'istruzione e la partecipazione attiva alla società.
- **Sicurezza:** L'udito permette di avvertire eventuali pericoli presenti nell'ambiente circostante. I suoni di allarme, il rumore del traffico o i segnali acustici, ci informano del rischio e ci aiutano a reagire prontamente in situazioni di emergenza.
- **Equilibrio:** L'orecchio interno, oltre ad essere fondamentale per l'udito, è responsabile anche del senso dell'equilibrio e della percezione della posizione e del movimento del nostro corpo nello spazio.

A tal fine è fondamentale adottare misure di protezione e prevenzione per la salute uditiva, evitando l'esposizione a rumori dannosi.

Purtroppo, in alcune professioni si viene esposti a rischi specifici per la salute, tra cui l'esposizione a rumore alla quale può conseguire l'insorgenza di ipoacusia.

L'ipoacusia da rumore rappresenta una delle principali cause di perdita dell'udito nei lavoratori che manifestano evidenti segni di deficit uditivo.

Anatomia e Fisiologia dell'orecchio

L'orecchio umano è suddiviso in tre parti principali: orecchio esterno, orecchio medio e orecchio interno (Fig. 1). Ciascuna di queste parti svolge un ruolo specifico nel processo di udito.

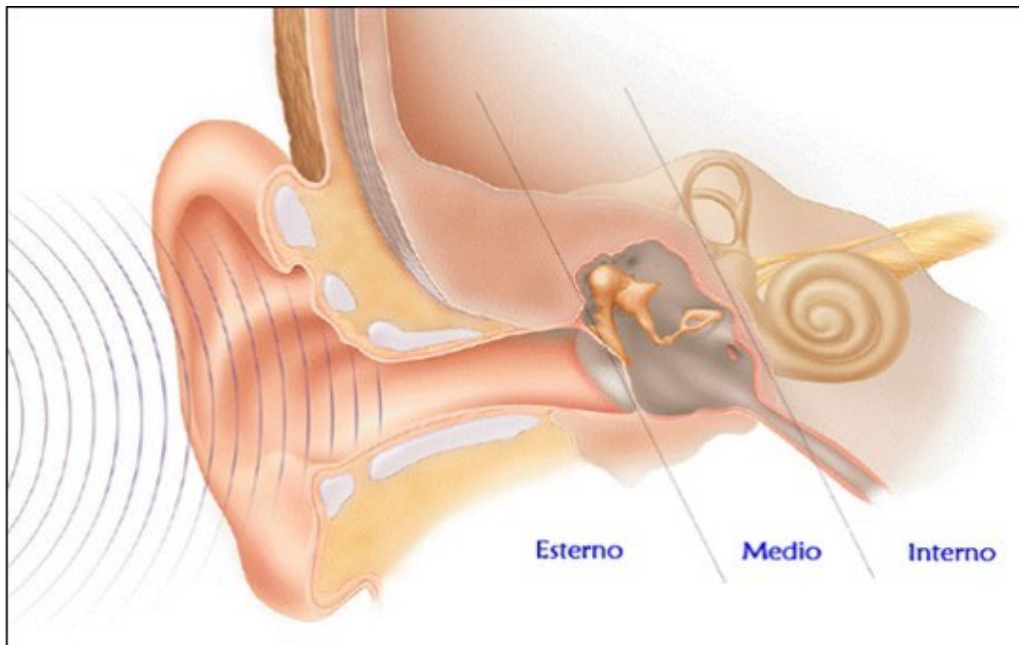


Fig. 1: Rappresentazione dell'orecchio esterno, medio ed interno [1]

Orecchio Esterno

- **Padiglione Auricolare (Orecchio Esterno Visibile):** Composto principalmente da cartilagine flessibile ricoperta da pelle. La sua forma aiuta a catturare e dirigere le onde sonore verso il condotto uditivo esterno.
- **Condotto Uditivo Esterno:** Un tubo lungo circa 2,5 cm che conduce le onde sonore verso l'orecchio medio. Rivestito da ghiandole che producono cerume, una sostanza oleosa che aiuta a mantenere il condotto uditivo elastico e protegge contro batteri e impurità.

L'orecchio esterno (Fig. 2) svolge diverse funzioni cruciali nel processo dell'udito:

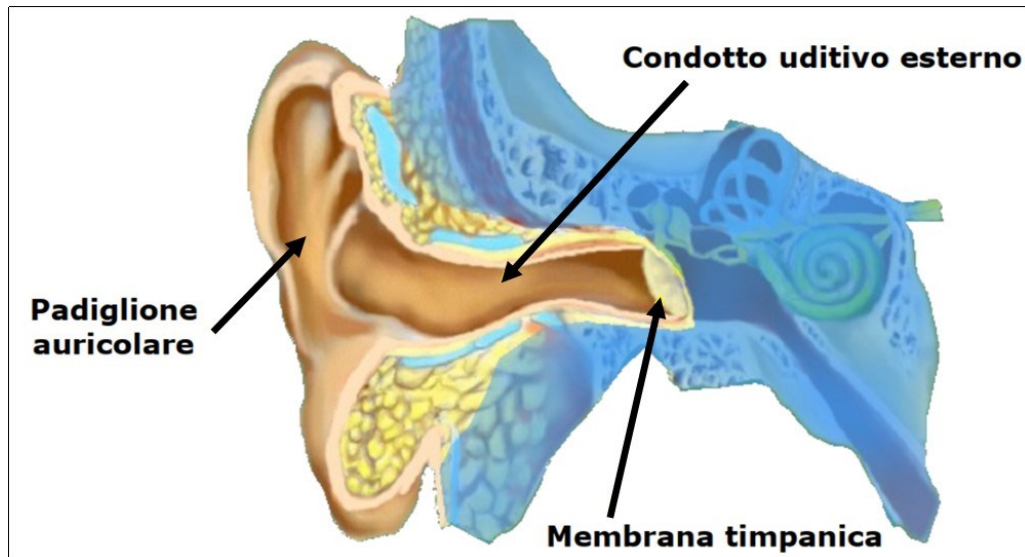


Fig. 2: L'orecchio esterno e le sue tre parti principali [2]

- **Raccolta delle Onde Sonore:** Il padiglione auricolare (o orecchio esterno visibile) funge da "imbuto" che cattura le onde sonore provenienti dall'ambiente circostante. La forma del padiglione auricolare è progettata per catturare e dirigere le onde sonore verso il condotto uditivo esterno.
- **Protezione e Difesa:** Il condotto uditivo esterno ha una produzione di cerume, una sostanza cerosa, che svolge un ruolo chiave nella protezione dell'orecchio. Il cerume aiuta a intrappolare polvere, sporco e microrganismi, impedendo loro di penetrare più profondamente nell'orecchio. In questo modo, il sistema di autolavaggio del condotto uditivo esterno contribuisce a prevenire infezioni e danni.
- **Filtraggio delle Frequenze Sonore:** La forma e la lunghezza del condotto uditivo esterno influenzano la percezione delle diverse frequenze sonore. Questa caratteristica aiuta a selezionare e filtrare le onde sonore in modo che solo quelle di interesse raggiungano la membrana timpanica.
- **Amplificazione delle Vibrazioni Sonore:** La forma del padiglione auricolare e del condotto uditivo esterno contribuisce anche all'amplificazione delle onde sonore. Questa amplificazione è particolarmente importante per le

frequenze medio-alte.

In sintesi, l'orecchio esterno svolge un ruolo cruciale nella cattura, nel filtraggio e nell'amplificazione delle onde sonore prima che raggiungano l'orecchio medio, preparandole per il processo di trasduzione che avviene nell'orecchio medio e interno.

Orecchio Medio

- Membrana Timpanica (Tamburo dell'Orecchio) (Fig. 3): Una membrana sottile e trasparente che separa l'orecchio esterno dall'orecchio medio. Le sue vibrazioni amplificano le onde sonore e le trasmettono alla catena degli ossicini.

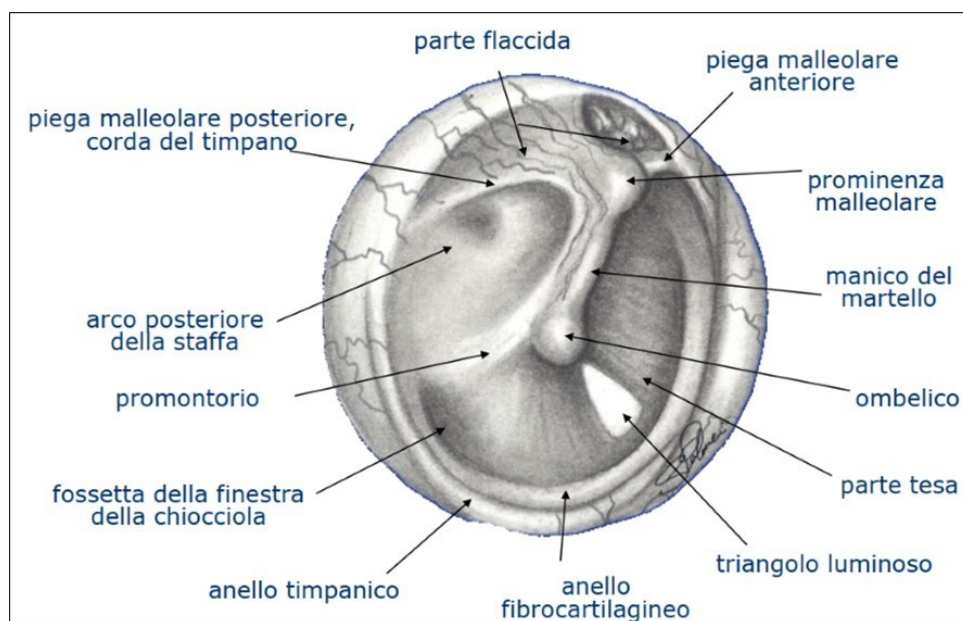


Fig. 3: Membrana timpanica in dettaglio [2]

- Catena degli Ossicini (Martello, Incudine e Staffa) (Fig. 4):
 1. Martello (Malleus): Il primo ossicino, collegato alla membrana timpanica.
 2. Incudine (Incus): Il secondo ossicino, situato nel mezzo della catena.
 3. Staffa (Stapes): Il terzo ossicino, collegato alla finestra ovale

dell'orecchio interno. Questa catena amplifica e trasmette le vibrazioni dalla membrana timpanica alla finestra ovale dell'orecchio interno.

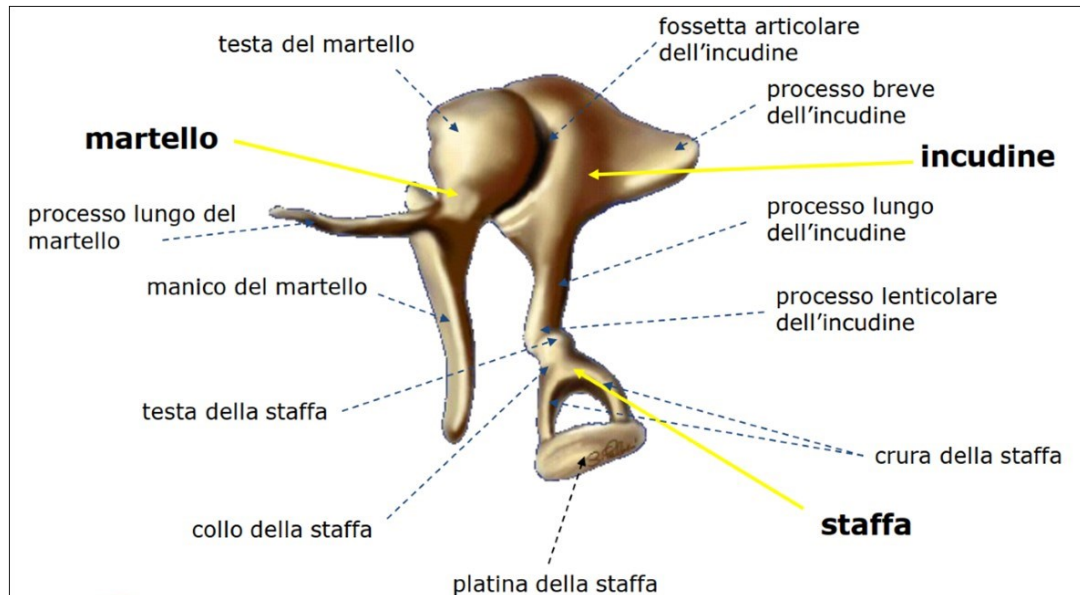


Fig. 4: Struttura della catena ossiculare [2]

L'orecchio medio è una parte essenziale del sistema uditivo e svolge diverse funzioni fondamentali per la trasmissione del suono dal padiglione auricolare all'orecchio interno.

Ecco alcune delle sue principali funzioni:

- **Trasmissione delle Vibrazioni:** Quando le onde sonore colpiscono la membrana timpanica (tamburo dell'orecchio) nel condotto uditivo esterno, essa inizia a vibrare. Queste vibrazioni vengono trasmesse attraverso la catena degli ossicini (martello, incudine e staffa) nell'orecchio medio.
- **Amplificazione delle Vibrazioni:** La catena degli ossicini svolge un ruolo cruciale nell'amplificare le vibrazioni provenienti dalla membrana timpanica. Il martello riceve le vibrazioni dalla membrana timpanica e le trasferisce all'incudine, e poi alla staffa, aumentando l'intensità delle vibrazioni lungo il percorso.

- **Adattamento dell'Impedenza:** L'orecchio medio compensa il fatto che l'aria nel condotto uditivo esterno è diversa dal fluido presente nell'orecchio interno. Questo adattamento dell'impedenza è ottenuto grazie all'area di superficie più grande della membrana timpanica rispetto alla staffa, che funziona come un amplificatore di pressione, garantendo una trasmissione efficiente delle vibrazioni.
- **Protezione dell'Udito:** I riflessi acustici stapediai, che coinvolgono il muscolo tensore del timpano, proteggono l'udito da suoni troppo intensi. Quando viene rilevato un suono eccessivamente forte, il muscolo si contrae, riducendo la trasmissione delle vibrazioni attraverso la staffa e, di conseguenza, proteggendo l'orecchio interno da danni.

In sintesi, l'orecchio medio funge da tramite tra l'orecchio esterno e interno, trasmettendo e amplificando le vibrazioni sonore e adattando l'impedenza per garantire una trasmissione efficace del suono all'orecchio interno, dove avviene la trasduzione delle vibrazioni in segnali nervosi

Orecchio Interno

- **Labirinto Osseo:** Protegge le delicate strutture dell'orecchio interno e contiene la coclea e il vestibolo.
- **Coclea (Fig. 5):** Struttura a forma di chiocciola composta da tre canali fluidi che contengono recettori sensoriali.
- **Le cellule ciliate nella coclea** convertono le vibrazioni in segnali elettrici inviati al cervello tramite il nervo uditivo.
- **Vestibolo:** Contiene l'utricolo e il sacco, che monitorano l'accelerazione e la decelerazione della testa e contribuisce al senso dell'equilibrio insieme ai canali semicircolari, che rilevano i movimenti rotazionali della testa.

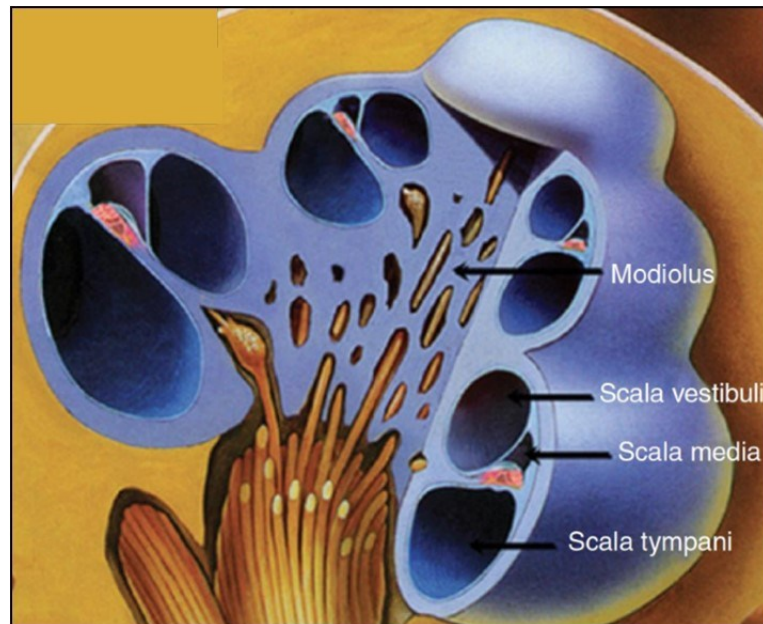


Fig. 5: Spaccato di una coclea con le principali sezioni [3]

L'orecchio interno è la parte dell'orecchio responsabile della trasduzione delle vibrazioni sonore in segnali nervosi che possono essere interpretati dal cervello. Ha anche un ruolo fondamentale nel mantenimento dell'equilibrio.

Ecco le principali funzioni dell'orecchio interno:

- **Trasduzione dell'Udito (Coclea):** La coclea, una struttura a spirale nell'orecchio interno, è responsabile della trasduzione dell'udito. Quando le vibrazioni sonore vengono trasmesse attraverso l'orecchio medio, la coclea converte queste vibrazioni in segnali elettrici che possono essere interpretati dal cervello. Le cellule ciliate presenti nella coclea svolgono un ruolo fondamentale in questo processo.
- **Equilibrio (Labirinto Osseo):** L'orecchio interno contiene anche il labirinto osseo, che è coinvolto nella percezione dell'equilibrio. Il labirinto è suddiviso in due parti principali: l'utricolo e il sacco, che monitorano l'accelerazione lineare e l'inclinazione della testa, e i canali semicircolari, che sono coinvolti nella percezione dei movimenti rotazionali della testa. Queste informazioni sono trasmesse al cervello attraverso il nervo vestibolare e sono essenziali per mantenere l'equilibrio.

- **Trasmissione dei Segnali Nervosi:** I segnali nervosi generati dalla trasduzione dell'udito e dalla percezione dell'equilibrio vengono trasmessi al cervello attraverso il nervo uditivo e il nervo vestibolare, rispettivamente. Questi segnali vengono elaborati dal cervello per dare luogo alla percezione del suono e dell'equilibrio.
- **Regolazione del Volume Sonoro:** L'orecchio interno partecipa anche alla regolazione del volume sonoro. Il riflesso acustico stapediale, coinvolgente il muscolo stapedio nell'orecchio medio, può influenzare la sensibilità dell'orecchio interno, proteggendo l'udito da suoni eccessivamente intensi.

L'orecchio interno svolge ruoli critici nella trasduzione dell'udito, nella percezione dell'equilibrio e nella trasmissione di segnali nervosi al cervello, contribuendo così alla nostra capacità di percepire e interagire con l'ambiente acustico e mantenere l'equilibrio.

L'Ipoacusia

L'ipoacusia è una condizione caratterizzata dalla riduzione della capacità di udire i suoni. Può interessare una vasta gamma di persone, indipendentemente dall'età, e può variare in termini di gravità, cause e impatto sulla vita quotidiana. Ecco un'espansione sulla condizione dell'ipoacusia:

Tipi di Ipoacusia

Ipoacusia Conduttiva

- ❖ **Descrizione:** Si verifica quando il suono non può passare in modo efficiente attraverso l'orecchio esterno e medio verso l'orecchio interno.
- ❖ **Cause:** Accumulo di cerume, infezioni dell'orecchio, malformazioni strutturali come otiti medie croniche o otosclerosi.

Ipoacusia Neurosensoriale:

- ❖ **Descrizione:** È dovuta a danni alle cellule ciliate nell'orecchio interno o al nervo uditivo.
- ❖ **Cause:** Invecchiamento (presbiacusia), esposizione prolungata a rumori forti, traumi acustici, malattie genetiche, infezioni come la meningite.

Ipoacusia Mista:

- ❖ **Descrizione:** Coinvolge sia il componente conduttivo che quello neurosensoriale, indicando problemi sia nell'orecchio esterno e medio che nell'orecchio interno o nel nervo uditivo.
- ❖ **Cause:** Combina fattori di entrambi i tipi di ipoacusia.

Ipoacusia Centrale:

- ❖ **Descrizione:** Si verifica quando il problema si trova nel sistema nervoso centrale, nel cervello, piuttosto che nell'orecchio stesso.
- ❖ **Cause:** Lesioni cerebrali, ictus, tumori cerebrali, disturbi neurologici.

Fattori di Rischio

- **Età:** L'invecchiamento è una delle cause principali di ipoacusia, con una progressiva perdita dell'udito nel corso degli anni.
- **Esposizione a Rumori Forti:** La prolungata esposizione a suoni intensi, come musica ad alto volume, macchinari industriali o spari, può danneggiare le cellule uditive.
- **Storia Familiare:** Alcune forme di ipoacusia possono avere una componente genetica.

Sintomi

- **Difficoltà nell'Udire Conversazioni:** Problemi nel comprendere le conversazioni, soprattutto in ambienti rumorosi.
- **Volume della TV o della Musica Elevato:** Aumento del volume percepito come necessario.
- **Isolamento Sociale:** Chi soffre di ipoacusia può evitare situazioni sociali a causa delle difficoltà nell'udire e comunicare.

Diagnosi e Trattamento

Una valutazione audiologica, che può includere esami come l'audiometria, è fondamentale per diagnosticare l'ipoacusia e determinare il suo tipo e la sua gravità.

Il trattamento dipende dalla causa e dalla tipologia di ipoacusia.

Opzioni di trattamento includono apparecchi acustici, impianti cocleari, terapie di riabilitazione uditiva e interventi medici a seconda delle circostanze.

L'ipoacusia può influire significativamente sulla qualità della vita, ma con diagnosi precoce e un intervento appropriato, molte persone possono gestire efficacemente

la loro condizione uditiva. Consultare uno specialista dell'udito o un otorinolaringoiatra è essenziale per una valutazione accurata e la pianificazione del trattamento.

L'ipoacusia può portare a diverse problematiche che influenzano la vita quotidiana, le relazioni sociali, la salute mentale e la qualità complessiva della vita.

Ecco un'espansione su alcune delle principali sfide che possono derivare dall'ipoacusia:

- **Difficoltà di Comunicazione:** L'ipoacusia può rendere difficile sentire e comprendere le conversazioni, specialmente in ambienti rumorosi o con più interlocutori. Le persone con ipoacusia possono avere difficoltà a seguire le istruzioni, partecipare alle discussioni di gruppo e comunicare efficacemente con gli altri.
- **Isolamento Sociale:** La difficoltà a partecipare attivamente alle interazioni sociali può portare all'isolamento sociale e alla riduzione delle attività sociali. Le persone con ipoacusia possono evitare situazioni sociali a causa dell'imbarazzo, della frustrazione o della paura di non essere in grado di seguire o partecipare alla conversazione.
- **Depressione e Ansia:** L'ipoacusia può contribuire allo sviluppo di disturbi d'ansia, depressione e altri problemi di salute mentale. La sensazione di isolamento e la difficoltà a comunicare possono causare stress emotivo e psicologico, portando a sentimenti di tristezza, frustrazione, rabbia e bassa autostima.
- **Impatto sul Lavoro e sulla Carriera:** Le persone con ipoacusia possono incontrare difficoltà sul luogo di lavoro a causa della comunicazione compromessa. Possono avere problemi a seguire le riunioni, le istruzioni o le telefonate, e potrebbero sentirsi escluse da opportunità di lavoro o avanzamento di carriera.

- **Sicurezza Personale:** L'ipoacusia può influenzare la sicurezza personale, specialmente in situazioni in cui la percezione dell'ambiente acustico è importante, come attraversare la strada, guidare un veicolo o rilevare suoni di avvertimento.
- **Riduzione della Qualità della Vita:** L'ipoacusia può limitare le attività quotidiane e ridurre la qualità della vita complessiva, influenzando aspetti come la partecipazione sociale, la soddisfazione lavorativa e il benessere emotivo e psicologico.

È importante affrontare le sfide dell'ipoacusia con un approccio olistico, che può includere trattamenti uditivi appropriati, supporto psicologico, adattamenti ambientali e tecnologie assistive. La consapevolezza e la comprensione dell'ipoacusia da parte della società possono contribuire a ridurre lo stigma associato e a promuovere una maggiore inclusione e supporto per le persone affette da questa condizione.

L'ipoacusia da rumore, nota anche come "perdita uditiva da rumore" o "perdita uditiva legata al rumore", è una forma di ipoacusia causata dall'esposizione prolungata a suoni intensi o a rumori forti. Questo tipo di ipoacusia è spesso progressivo e può essere evitato o mitigato con precauzioni adeguate.

Cause e Fattori di Rischio

- **Esposizione a Livelli Elevati di Rumore:** La causa principale è l'esposizione prolungata a rumori intensi o a suoni forti. Ambiti comuni di rischio includono luoghi di lavoro rumorosi (industria, costruzione), eventi musicali ad alto volume, l'uso di dispositivi audio a volume elevato e attività ricreative come la caccia o il tiro al bersaglio.
- **Livelli di Decibel Elevati:** Livelli di rumore superiori a 85 decibel possono essere dannosi se l'esposizione è prolungata. Alcuni esempi di livelli di rumore comuni includono concerti musicali (120-130 dB), macchinari

industriali (90-100 dB), e traffico stradale intenso (70-85 dB).

- **Frequenza e Durata dell'Esposizione:** La frequenza e la durata dell'esposizione al rumore influenzano l'entità della perdita uditiva. Un breve periodo di esposizione a un rumore molto forte può causare danni, ma anche l'esposizione costante a livelli moderati può portare a problemi uditivi.

L'Ipoacusia da rumore

L'ipoacusia da lavoro, nota anche come perdita dell'udito occupazionale o perdita dell'udito da rumore, è una condizione in cui l'esposizione prolungata a livelli elevati di rumore sul posto di lavoro provoca una graduale diminuzione dell'udito. Questa condizione può essere permanente e può avere un impatto significativo sulla qualità della vita e sulla capacità di svolgere le attività quotidiane.

Nell'ipoacusia da rumore, i danni all'organo di Corti sono una delle principali cause della perdita dell'udito.

Caratteristiche della Perdita Uditiva da Rumore

- **Graduale Insorgenza:** La perdita uditiva da rumore tende a svilupparsi gradualmente nel tempo a causa dell'accumulo di danni alle cellule uditive.
- **Predominanza Frequenziale (Fig. 6):** Spesso, la perdita uditiva da rumore colpisce principalmente le frequenze più alte, rendendo difficile la comprensione delle consonanti e delle voci in ambienti rumorosi.
- **Irreversibilità:** In molte situazioni, i danni alle cellule uditive sono irreversibili, e la perdita uditiva è permanente. Pertanto, la prevenzione è fondamentale.

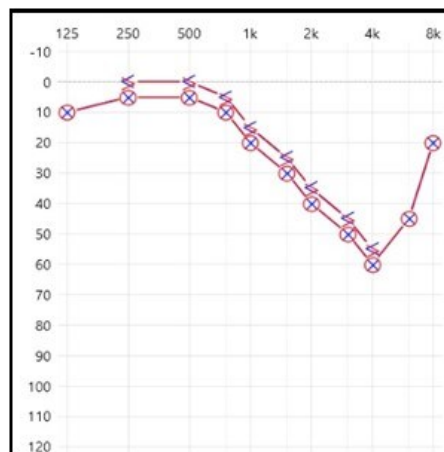


Fig. 6: Classico tracciato audiometrico di un'ipoacusia da rumore con perdita sulle alte frequenze

Prevenzione

- **Protezione Uditiva:** L'uso di tappi per le orecchie o cuffie antirumore può ridurre significativamente l'esposizione ai suoni forti.
- **Limitazione dell'Esposizione:** Ridurre il tempo trascorso in ambienti rumorosi e prendere pause durante l'esposizione prolungata può aiutare a proteggere l'udito.
- **Sensibilizzazione e Formazione:** Informare le persone sulle pratiche sicure riguardo all'udito, specialmente in ambienti di lavoro ad alto rischio.
- **Monitoraggio Periodico:** Le persone esposte a rischi uditivi dovrebbero sottoporsi a regolari esami uditivi per monitorare eventuali cambiamenti nella loro capacità uditiva.

La perdita uditiva da rumore è evitabile con misure preventive adeguate. La consapevolezza, l'educazione e la promozione di ambienti di lavoro sicuri e di pratiche di ascolto responsabili sono essenziali per mitigare questo tipo di ipoacusia.

Dispositivi di Protezione Individuale

I Dispositivi di Protezione Individuale (DPI) per il rumore sono strumenti utilizzati dai lavoratori per proteggere l'udito da livelli di rumore elevati nei contesti lavorativi.

È fondamentale ricordare che per essere efficace, una protezione acustica dovrebbe essere utilizzata il 100% delle volte in cui si svolge un'attività in ambienti rumorosi. Anche toglierlo per un breve periodo riduce drasticamente la sua efficacia e aumenta notevolmente il rischio di danni all'udito (Fig. 7).



Fig. 7: Efficacia di una protezione acustica in base all'utilizzo [4]

Esistono diversi tipi di DPI da rumore, ognuno dei quali è progettato per fornire una protezione adeguata in base alle esigenze specifiche dell'ambiente di lavoro e del compito svolto.

Ecco di seguito una descrizione di alcuni tipi comuni di DPI da rumore:

- Tappi per le orecchie: i tappi per le orecchie sono dispositivi inseriti direttamente nel condotto uditivo esterno (Fig. 8) e possono essere realizzati in vari materiali, tra cui schiuma, silicone o gomma.



Fig. 8: Tipologie di tappi auricolari antirumore [4]

Vengono spesso utilizzati in ambienti di lavoro con livelli di rumore da moderati a bassi o in situazioni in cui la comunicazione vocale è ancora necessaria.

- Cuffie auricolari: le cuffie auricolari (Fig. 9) coprono completamente l'orecchio e sono generalmente dotate di cuscinetti auricolari imbottiti per un maggiore comfort.



Fig. 9: Tipologie di cuffie auricolari antirumore [4]

Possono offrire una maggiore attenuazione del rumore rispetto ai tappi per le orecchie e sono adatte per ambienti di lavoro con livelli di rumore elevati.

- Cuffie per caschi di sicurezza con protezione acustica integrata: queste cuffie (Fig. 10) sono progettate per essere montate su caschi di sicurezza e offrono protezione acustica aggiuntiva.



Fig. 10: Tipico esempio di cuffie montate su dei caschi di sicurezza [4]

Sono spesso utilizzate in ambienti industriali o edili in cui è richiesto l'uso di caschi di sicurezza.

- DPI personalizzati: in alcuni casi, possono essere realizzati DPI personalizzati (Fig. 11) in base alle dimensioni e alle esigenze specifiche dell'utente.



Fig. 11: Otoprotettori personalizzati costruiti mediante la presa d'impronta del C.U.E. [5]

Questi DPI offrono un adattamento preciso e una maggiore comodità perché vengono realizzati su misura a seguito della presa di impronta del condotto uditivo esterno.

È importante selezionare il tipo più appropriato di DPI per il rumore in base alle esigenze specifiche dell'ambiente di lavoro e alle attività svolte. La corretta adozione, l'uso regolare e la manutenzione dei DPI sono fondamentali per garantire una protezione efficace dell'udito.

I lavoratori dovrebbero essere formati obbligatoriamente sul loro uso corretto ed essere consapevoli dell'importanza di indossarli in ambienti di lavoro rumorosi e di sostituirli quando usurati.

Algoritmi prescrittivi

Gli algoritmi prescrittivi NAL-NL1, NAL-NL2 e DSL sono tre approcci distinti utilizzati per la prescrizione e la regolazione dei dispositivi uditivi. Questi algoritmi sono sviluppati da diverse istituzioni audiologiche e hanno obiettivi e metodologie leggermente diversi.

NAL-NL1 (National Acoustic Laboratories - Non-Linear 1)

È uno dei primi algoritmi prescrittivi sviluppati e utilizzati ampiamente nel campo dell'audiologia.

Si basa sull'idea di fornire una risposta uditiva naturale e confortevole, bilanciando la comprensione del discorso e la percezione del suono.

Utilizza curve di equalizzazione non lineari per adattare la risposta uditiva in base alla perdita uditiva del paziente e ad altri fattori come il livello di udibilità e la frequenza del parlato.

NAL-NL1 tende ad essere più conservativo nell'amplificazione delle alte frequenze rispetto ad altri algoritmi.

NAL-NL2 (National Acoustic Laboratories - Non-Linear 2)

È un'evoluzione dell'algoritmo NAL-NL1, introdotto per migliorare la qualità uditiva e la comprensione del discorso, soprattutto nelle alte frequenze.

Rappresenta un miglioramento rispetto al suo predecessore, con una maggiore enfasi sulla chiarezza del discorso e una migliore gestione del rumore di fondo.

NAL-NL2 tiene conto delle preferenze uditive del paziente, cercando di bilanciare la comprensione del discorso con il comfort uditivo.

DSL (Desired Sensation Level)

È un algoritmo prescrittivo sviluppato con l'obiettivo di fornire una risposta uditiva che corrisponda al livello desiderato di sensazione uditiva per il paziente.

DSL tiene conto di diverse variabili, tra cui la soglia uditiva, la percezione del discorso, la percezione del rumore e la dinamica uditiva individuale del paziente. Questo algoritmo tende a essere più personalizzabile rispetto a NAL-NL1 e NAL-NL2, consentendo una maggiore flessibilità nell'adattamento dei dispositivi uditivi alle esigenze specifiche del paziente.

In sintesi, mentre tutti e tre gli algoritmi prescrittivi hanno l'obiettivo di migliorare la qualità uditiva del paziente, differiscono nei dettagli metodologici e nelle priorità di regolazione. La scelta dell'algoritmo dipende dalle preferenze del paziente, dalle caratteristiche della perdita uditiva e dalle esigenze uditive individuali.

Caso Studio

Premessa

Il paziente in questione si è presentato al centro audioprotesico in seguito ad una visita specialistica ORL in cui l'otorino gli ha consigliato l'utilizzo di apparecchi acustici.

Dagli esami dello specialista, emergeva un'audiometrica tipica dei lavoratori sottoposti a rumore (Fig. 12).

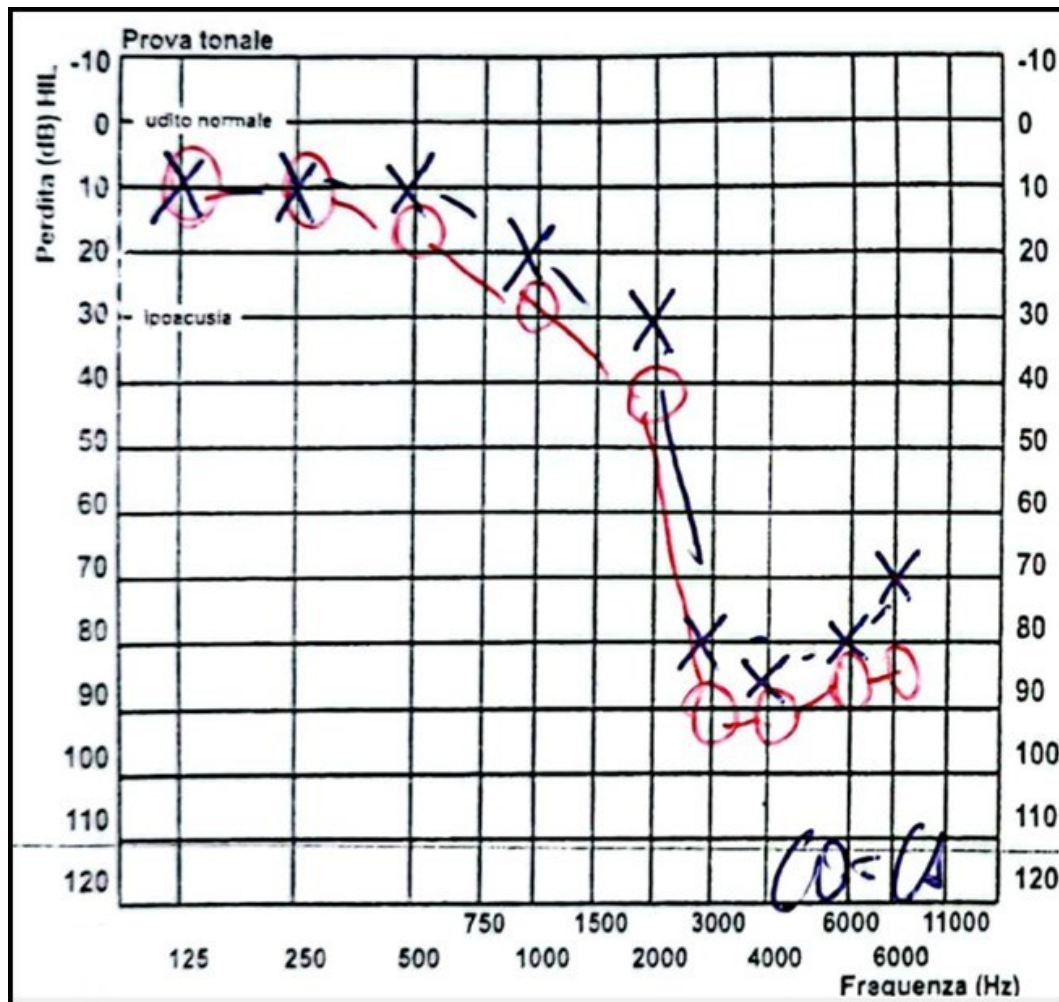


Fig. 12: Esame Audiometrico Tonale dell'otorino presentato dal paziente in prima fase di colloquio

In prima fase di colloquio conoscitivo il paziente ha confermato di non aver mai adottato otoprotettori nonostante gli siano stati forniti dal datore di lavoro.

A suo avviso, però, il datore di lavoro non lo ha mai obbligato ad indossare tali DPI. Come è risaputo, il D.lgs. 81/2008, noto anche come il "Testo Unico sulla Salute e Sicurezza sul Lavoro", è una legge italiana che regola la salute e la sicurezza nei luoghi di lavoro ed obbliga il datore di lavoro non solo a fornire i DPI ma lo obbliga ad assicurarsi che i suoi dipendenti utilizzino tali DPI nelle ore lavorative.

Il D.lgs. 81/2008, entrato in vigore il 15 maggio del 2008, è diventato il principale riferimento normativo per la sicurezza sul lavoro in Italia ed ha consolidato e ampliato le disposizioni relative alla sicurezza e alla salute nei luoghi di lavoro rispetto alle leggi precedenti, in particolare il D.lgs. 277/91 e il D.lgs. 626/94.

È essenziale che i datori di lavoro e i lavoratori conoscano e rispettino le disposizioni di questo decreto per garantire un ambiente di lavoro sicuro e salubre.

Iter audioprotesico pre-applicativo

Il paziente preso ad esame ha seguito un preciso iter che prevedeva:

1. Indagine anamnestica: colloquio con il paziente, volto ad acquisire le informazioni di base in merito all'ipoacusia.
Tra i dati più importanti registrati vi sono la sua storia lavorativa, eventuali precedenti in famiglia, eventuali esposizioni a rumori forti extra-lavorativi, precedenti patologie ORL e gli stili di vita.
2. Somministrazione dei test: al paziente è stato somministrato il test "Scala di Denver" questo perché nel centro in cui sono state effettuate le indagini audioprotesiche, questo test viene proposto routinariamente a tutti i pazienti che non hanno mai portato protesi acustiche e valuta l'effettivo livello di comunicazione del paziente a casa, al lavoro e nella società.
3. Indagine auricolare: tramite la quale sono stati osservati il condotto uditivo esterno, il padiglione auricolare e la zona retroauricolare;

4. Indagine Audioprotesica: svolta attraverso gli esami strumentali per la valutazione del tipo di ipoacusia;
5. Colloquio finale con il paziente: attraverso il quale è stato spiegato al paziente il risultato della visita audioprotesica e il possibile beneficio che si potrebbe ottenere dall'applicazione di apparecchi acustici.

Applicazione degli apparecchi acustici

In prima fase il paziente aveva chiesto la possibilità di due apparecchi endoauricolari, spinto dalla sua età e dal classico stigma degli apparecchi acustici. Dopo aver fatto capire al paziente che dalla sua audiometria questi apparecchi erano sconsigliati, si è trovato un accordo con dei R.I.T.E. di piccole dimensioni.

La proposta, accolta dal paziente, è ricaduta su due apparecchi marca GN Beltone modello Amaze AMZ1763-DRWC ricaricabili (Fig. 13) con ricevitore modello HP (Fig. 14).

In fase di prima applicazione è stato scelto l'algoritmo prescrittivo proprietario con il quale si è dato inizio al percorso di riabilitazione uditiva; oltre a questo è stato chiesto al paziente di rispettare determinate indicazioni in merito all'utilizzo giornaliero, alla manutenzione ed a diversi accorgimenti da seguire prima del secondo incontro.


Il paziente si è presentato come da accordi dopo una settimana per indagare su eventuali problematiche.

Anche se il risultato era promettente, il paziente lamentava alcune difficoltà sulla discriminazione delle parole in ambienti rumorosi.

Si è scelto, pertanto, di cambiare algoritmo prescrittivo; in particolare è stato applicato il NAL-NL2 chiedendo al paziente di ripresentarsi dopo una settimana per controllare i risultati.

Tornato al centro, il paziente ha confermato un netto miglioramento sia in merito alla discriminazione del parlato e sia in merito alla gestione del rumore.

Questo a testimonianza di come sia importante cambiare strategia in fase di riabilitazione uditiva.



	AMZ63-DRW	AMZ63-DRWC	AMZ64-DRW	AMZ64-DRWT
Batteria 63-DRW			312 Zinco Aria	
Batteria 63-DRWC			Ricaricabile agli ioni di litio	
Batteria 64-DRW / 64-DRWT			13 Zinco Aria	
Livelli di potenza			LP, MP, HP & UP	
Colori disponibili			8	
Funzionalità audiologiche				
Numero di canali - Curvilinear Rapid (WDR)	17	14	12	
Direzionalità CrossLink 2	●			
Ascolto Naturale	●			
Direzionalità CrossLink		●		
Spatial Directionality	●	●	●	
Ampiezza fascio direzionale	●	●	●	
Frequenza Mixing-point regolabile	●	●		
Speech Spotter Pro Sincronizzato	●	●		
Speech Spotter Basic Sincronizzato				●
Direzionalità adattiva con Smart Beam	●	●		
Direzionalità Adattiva	●	○	○	
Ottimizzatore del Guadagno Pro - Smart Gain Pro	●			
Ottimizzatore del Guadagno - Smart Gain		●		
Riduzione del Rumore Pro - Sound Cleaner	●	○		
Riduzione del Rumore - Sound Cleaner				●
Espansione	●	●	●	
Riduzione del rumore impulsivo	●	●		
Riduzione del rumore del vento	●	○	○	
Compressione frequenziale - Sound Shifter	●	●	●	
Cancellazione del feedback con WhistleStop - Feedback Eraser con WhistleStop	●			
Cancellazione del Feedback - Feedback Eraser		○	○	
AFX Modalità Musica	●	●	●	
Gestione adattamento sincronizzato	●	●	●	
Incremento suoni gravi (solo UP)	●	○	○	
Modalità Amplificazione (WDR/Semilineare/Lineare - solo UP)	●	●	○	
Tinnitus Breaker Pro	●	●	●	

● Top
○ Impostazioni avanzate ○ Impostazioni base

Fig. 13: Principali caratteristiche degli apparecchi GN Beltone modello Amaze AMZ1763-DRWC ricaricabili [6]

Nel susseguirsi dei vari incontri, il paziente ha esposto una nuova problematica legata all'ascolto della TV.

Come è risaputo il problema delle televisioni è legato principalmente al fatto che gli altoparlanti sono posti dietro al dispositivo; questa problematica viene accentuata spesso dal fattore "posizione" che oggi giorno è sempre più comune vicino alle pareti o peggio ancora nei mobili.

In queste posizioni, il suono emesso dalla Tv viene distorto e spesso percepito con scarsa qualità anche da persone normoudenti con risultati ancora peggiori per persone portatrici di apparecchi acustici.

Specifiche tecniche		HP		UP		
		IEC 60118-0:1983_AMD1:1994 IEC 711 Simulatore orecchio occluso	ANSI S3.22-2014 IEC 60118-0:2015 JIS C 5512: 2015 Accoppiatore 2cc	IEC 60118-0:1983_AMD1:1994 IEC 711 Simulatore orecchio occluso	ANSI S3.22-2014 IEC 60118-0:2015 JIS C 5512: 2015 Accoppiatore 2cc	
Guadagno di riferimento (60 dB SPL input)	1600 Hz/HFA	49	40	61	47	dB
Guadagno massimo (50 dB SPL ingresso)	Max.	74	65	82	75	dB
	1600 Hz/HFA	65	57	79	65	
Uscita massima (90 dB SPL ingresso)	Max.	129	120	136	128	dB SPL
	1600 Hz/HFA	124	117	136	124	
Distorsione armonica totale	500 Hz	0.6	0.3	1.2	1.0	%
	800 Hz	1.5	0.7	2.2	1.6	
	1600 Hz	0.6	0.5	0.1	0.1	
Risposta bobina telefonica (1 mA/m ingresso)*	Max.	105	95	113	105	dB SPL
HFA - SPLIV @ 31.6 mA/m (ANSI)	HFA	110	100	115	108	
Risposta massima bobina telefonica @ 1mA/m	1600 Hz/HFA	97	89	111	96	
Rumore ingresso equivalente, senza riduzione del rumore		24	22	17	23	dB SPL
1/3 Ottava EIN, senza riduzione del rumore	1600 Hz	9	10	10	9	
Gamma di frequenza IEC 60118-0: 2015		100-7600**	100-6750	130-5270**	130-4920	Hz
Durata funzionamento prevista (modello 63-DRWC)***		30	30	30	30	Ore
Consumo batteria (a riposo /in funzione) (modello 63-DRW, 64-DRW, 64-DRWT)		1.13/1.16	1.13/1.18	1.14/1.29	1.14/1.21	mA

* Telecoil è disponibile solo per i modelli 64-DRWT.
** In conformità con IEC 60118-0:2015, con simulatore orecchio occluso 711.
*** La durata di funzionamento prevista per la batteria ricaricabile dipende dalle funzioni attive, dall'uso degli accessori wireless, dall'ipoacusia, dall'età della batteria e dall'ambiente sonoro.

Fig. 14: Specifiche Tecniche Ricevitore modello HP utilizzato in fase di prima applicazione [6]

Il paziente in questione ha ammesso di avere una tv posizionata all'interno di un mobile di una parete attrezzata e che gli era veramente difficoltoso ascoltare e discriminare i suoni emessi dall'apparecchio televisivo.

Per ovviare a questo problema è stato chiesto al paziente, in prima analisi, la possibilità di estrarre la Tv dal mobile ma con risposta negativa il che ha portato alla necessità di adottare un apparecchio TV STREAMER da aggiungere al corredo. Il paziente si è subito trovato d'accordo e si è proceduto all'installazione presso la sua abitazione.

Il risultato è stato molto apprezzato dal paziente che ora può gestire il tutto grazie all'applicazione su sul telefono che gli permette di attivare programmi di ascolto differenti nonché l'ascolto in streaming dalla televisione.

Conclusioni

Si definisce ipoacusia da rumore o ipoacusia da trauma acustico cronico la perdita/diminuzione dell'udito derivante da una prolungata esposizione a particolari rumori e rappresenta, a tutt'oggi, una problematica rilevante sia sanitaria che sociale che richiede una solida comprensione e gestione.

Attraverso questa tesi si è cercato di esplicitare una classica applicazione audioprotesica su paziente affetto da ipoacusia da rumore o tecnopatia e di evidenziare l'importanza della strategia audioprotesica che si va ad utilizzare.

I risultati ottenuti da questo studio evidenziano l'importanza di rafforzare la sensibilizzazione riguardo alla protezione dell'udito nei luoghi di lavoro tramite una formazione adeguata ai lavoratori e promuovendo se non obbligando all'uso dei DPI di cui viene sottovalutata, quasi sempre, la fondamentale importanza come confermato anche dal paziente preso ad esame.

È importante promuovere gli screening uditivi regolari, soprattutto nei settori lavorativi più a rischio, con lo scopo di individuare in anticipo l'insorgere di un'ipoacusia, in modo da poterla trattare quanto prima ed impedire che questa evolva come nel caso del paziente del caso studio.

Concludo le mie osservazioni convinto che solo incrementando campagne di sensibilizzazione si potrebbe ridurre l'incidenza di questa problematica e garantire la salute uditiva dei lavoratori esposti a rumore e di tutte le persone che svolgono attività di qualsiasi tipo caratterizzate da significativo inquinamento acustico.

Bibliografia

- [1] «Il nostro apparato uditivo,» 26 Dicembre 2018. [Online]. Available: <https://meccanicatecnica.altervista.org/il-nostro-apparato-uditivo/>.
- [2] E. Cama, *Lucidi di "Audiologia I" per il corso di laurea in Tecniche Audioprotesiche Università di Padova*.
- [3] T. G. C. Foundation, «How the ear functions in health and disease,» [Online]. Available: <https://graemeclarkfoundation.org/how-the-ear-functions-in-health-and-disease/>.
- [4] «3M protezione dell'udito,» 2017. [Online]. Available: <https://multimedia.3m.com/mws/media/1418509O/safety-graphics-psd-hearing-catalogue.pdf>.
- [5] «Protection line,» CRAI SpA, 20 Ottobre 2022. [Online]. Available: <https://www.craiearmotion.it/wp-content/uploads/2022/12/Blok-CUSTOM-A4-Web.pdf>.
- [6] G. Hearing. [Online]. Available: https://cdn1-originals.webdamdb.com/13512_85752821?cache=1582899987&response-content-disposition=inline;filename=400928000GB-19.12-Rev.F-P4WEB.pdf&responsecontenttype=application/pdf&Policy=eyJTdGF0ZW11bnQiOlt7IIJlc291cmNIIjoiaHR0cCo6Ly9jZG4xLW9yaWdpbm.

Ringraziamenti