



Università degli Studi di Padova
Dipartimento di Neuroscienze – DNS
Corso di Laurea in Tecniche Audioprotesiche

Presidente Prof. Gino Marioni

TESI DI LAUREA SPERIMENTALE

**VALUTAZIONE DEL BENEFICIO PROTESICO IN
PAZIENTI ANZIANI CON IPOACUSIA SIMMETRICA E
ASIMMETRICA**

Relatore: Dott. Notarianni Lorenzo

Laureando: Gabriele Buruiana

ANNO ACCADEMICO 2021-2022



Università degli Studi di Padova
Dipartimento di Neuroscienze – DNS
Corso di Laurea in Tecniche Audioprotesiche

Presidente Prof. Gino Marioni

TESI DI LAUREA SPERIMENTALE

**VALUTAZIONE DEL BENEFICIO PROTESICO IN
PAZIENTI ANZIANI CON IPOACUSIA SIMMETRICA E
ASIMMETRICA**

Relatore: Dott. Notarianni Lorenzo

Laureando: Gabriele Buruiana

ANNO ACCADEMICO 2021-2022

ABSTRACT

Il beneficio protesico si definisce come la differenza tra condizioni assistite e non assistite, misurate in modo soggettivo e oggettivo ma più specificamente secondo le nuove Linee Guida del Tecnico Audioprotesista (...) Il follow-up successivo al percorso protesico/riabilitativo/ assistenziale, rappresenta una componente essenziale, tra le più importanti, dell'intero processo applicativo. L'obiettivo target di un processo protesico riabilitativo è lo studio finalizzato al conseguimento degli outcome fissati insieme all'assistito (concordanza), secondo intenti che lo stesso vuole raggiungere e che vengono delineati e prefissati attraverso una accurata analisi dei bisogni in relazione a quella potenzialità esprimibile dalla capacità uditiva residua che tenga conto del periodo trascorso in uno stato di deprivazione uditiva (...).

In ambito clinico i soggetti affetti da ipoacusia possono presentare diverse configurazioni di curve audiometriche con una soglia uditiva simmetrica o asimmetrica dove le "potenzialità esprimibile dalla capacità uditiva residua" possano essere compromesse anche dall'asimmetria della capacità uditiva.

Gli scopi della presente Tesi sono quelli di valutare il beneficio protesico in soggetti anziani con perdita uditiva simmetrica e asimmetrica, analizzare se, quanto e come l'asimmetria interaurale sia correlata al beneficio protesico percepito e misurato, e verificare la relazione tra le misure soggettive ed oggettive.

A 17 soggetti anziani reclutati, utenti di apparecchi acustici applicati bilateralmente, suddivisi in due gruppi, uno con ipoacusia simmetrica e l'altro con ipoacusia asimmetrica, è stato somministrato il questionario Speech Spatial Qualities (SSQ), eseguita l'audiometria vocale in cocktail party noise, ed effettuato l'esame della riduzione digitale del rumore (DNR) in accoppiatore 2cc.

Nove soggetti anziani normoacusici sono stati impiegati come gruppo di controllo.

I risultati delle indagini restituiscono indicazioni su come il beneficio protesico è molto simile per i due gruppi ma che gli anziani con ipoacusia simmetrica evidenziano una migliore percezione uditiva nella vita reale rispetto ai loro coetanei con ipoacusia asimmetrica (sia senza che con gli apparecchi acustici), mentre la capacità di riconoscimento verbale nel rumore evidenziato è lievemente maggiore per i soggetti con soglia uditiva asimmetrica (sia senza che con gli apparecchi acustici), contrariamente a quanto ipotizzato.

Dalle analisi svolte l'asimmetria interaurale emerge come indipendente dal livello di beneficio protesico rilevato in entrambi i gruppi, per ciascuna misura eseguita e, indipendente tra le variabili soggettive ed oggettive; inoltre le analisi dell'audiometria vocale nel rumore indicano come la riduzione digitale del rumore non ha un effetto positivo sui risultati ottenuti. La presente Tesi ha posto l'attenzione su come la valutazione del beneficio protesico sia parte di quello che viene denominato "Person Centred Care" in sintonia con i principi enunciati nella Legge 24/2017 per quanto riguarda la sicurezza e la responsabilità che il professionista sanitario è chiamato a rispettare: un piano assistenziale in cui la validazione del lavoro svolto dall'Audioprotesista attraverso misure soggettive ed oggettive permette di fornire il livello di recupero quanti/qualitativo ottenuto e costituisce la massima espressione di assistenzialità per il soggetto audioleso.

The hearing aid benefit is defined as the difference between aided and unaided conditions, measured subjectively and objectively but more specifically according to the new Italian Hearing Aid Specialist Guidelines (...)
The follow-up hearing aid/rehabilitation/assistance process represents an essential component, among the most important, of the entire hearing aid application process. The target objective of a hearing aid rehabilitation process is the study aimed at achieving the outcomes established with the assisted person (concordance), according to desired objectives which are outlined and pre-established through an accurate analysis of the needs in relation to

the potentialities expressed by the residual hearing capacity and that consider the period experienced of hearing deprivation (...).

In the clinical setting, subjects with hearing loss may present various typologies of audiometric curves with a symmetrical or asymmetrical hearing threshold where the "potential that can be expressed by the residual hearing capacity" may be compromised by the asymmetry of the hearing capacity.

The purpose of this thesis is to evaluate the hearing aid benefit in elderly subjects with symmetrical and asymmetrical hearing loss, to analyze if, how much and how interaural asymmetry was related to the perceived and measured hearing aid benefit, and to verify the relationship between subjective and objective tests.

The recruited 17 elderly bilaterally fitted hearing aid users, divided into two groups, one with symmetrical hearing loss and the other with asymmetrical hearing loss underwent the following tests: Speech Spatial Quality (SSQ) questionnaire, speech audiometry in cocktail party noise, the examination of the digital noise reduction (DNR) in 2cc coupler.

Nine elderly subjects with normal hearing were recruited as a control group.

The results of the surveys return indications on how hearing aid benefit is very similar for the two groups but that the elderly with symmetrical hearing loss show better hearing perception in real life compared to their peers with asymmetrical hearing loss (both with and without hearing aids), while the speech audiometry scores in noise is slightly greater for subjects with an asymmetric hearing threshold (both without and with the hearing aids), contrary to what was hypothesized.

From the analysis carried out the interaural asymmetry emerges as independent of the level of measured hearing aid benefit in both groups, for all measurements performed and is independent regarding the subjective and objective variables; in accordance with evidence published in literature, analyses of speech audiometry in noise indicate that digital noise reduction does not have a positive effect on the results obtained.

The focus of this Thesis is regarding the evaluation of hearing aid benefit as an integral part of "Person Centered Care" in concordance with the principles set out in Law 24/2017 regarding safety and responsibility that the healthcare professional is required to respect: a care plan in which the validation of the work carried out by the hearing care professional through subjective and objective measures allows the provision of the quantitative/qualitative level of recovery obtained and constitutes the maximum expression of assistance for the hearing-impaired subject.

INDICE

1. Introduzione	pag. 1
2. Scopo	pag. 17
3. Materiali e metodi	pag. 21
3.1 Campione	pag. 21
3.2 Iter di valutazione	pag. 23
3.3 Strumenti di valutazione	pag. 25
3.4 Analisi statistica	pag. 31
4. Risultati e discussione	pag. 33
5. Conclusioni	pag. 81
6. Bibliografia	pag. 85
7. Ringraziamenti	pag. 91

1. INTRODUZIONE

Il beneficio protesico in campo audiologico viene definito come la differenza tra condizioni non assistite e assistite, misurate in modo soggettivo e oggettivo (**Audiologia Protesica, Ambrosetti et al, 2018**).

Secondo le nuove Linee Guida del Tecnico Audioprotesista (...) Il Tecnico Audioprotesista è il professionista sanitario punto di riferimento per la rimediazione delle ipoacusie, per il trattamento psicoacustico dei disturbi del sistema uditivo e gli acufeni e per la prevenzione dell'ipoacusia, con piena titolarità e responsabilità; sceglie e applica soluzioni uditive e riabilitative personalizzate, agisce con indipendenza professionale, culturale, operativa, giuridica e intellettuale tramite disamina della personalità, le motivazioni, bisogno di appartenenza e inclusione, di autorealizzazione, di riconoscimento e bisogni di ascolto e di relazione specifici della persona assistita e le verifiche audiologiche più appropriate, somministra prove di funzionalità valutativa protesica, prove di selezione, prove di regolazione e adattamento, applicazione e verifica di ausili auditivi onde individuarne il modello e strategia protesica più appropriato; si occupa della attenta valutazione e del controllo del risultato conseguito (outcome) in fase di applicazione, adattamento e a fine ciclo della terapia protesica e del mantenimento dello stesso mediante atti professionali volti a monitorare nel tempo e verificare: la soglia uditiva rilevata; abilità percettive acquisite e/o modificate; obiettivi di intelligibilità verbale raggiunti, in quiete e nel rumore a mezzo di follow up di controllo periodici e concordati (...).

Le misure soggettive sono rappresentate da questionari di autovalutazione che permettono di documentare l'esperienza uditiva in situazioni d'ascolto di vita reale (Cox, 2003).

Le misure oggettive sono caratterizzate da esami vocali in ambiente silenzioso e/o in competizione che hanno l'obiettivo di riprodurre condizioni ambientali realistiche (Vestergaard, 2006).

Per quanto riguarda le misure soggettive, esistono diversi questionari self report validati dalla comunità scientifica e quest'ultimi vengono suddivisi in due gruppi: questionari a risposta aperta e questionari a risposta chiusa.

I questionari a risposta aperta permettono al paziente di indicare le situazioni personali di miglioramento ottenute con la protesizzazione acustica.

Ne sono un esempio il Client Oriented Scale of Improvement (COSI) (Dillon et al, 1997) ed il Glasgow Hearing Aid Benefit Profile (GHABP) in parte (Whitmer et al, 2014).

I questionari a risposta chiusa sono caratterizzati dal completamento di una scala di valutazione predeterminata.

Il vantaggio è che i risultati possono essere confrontati con dati normativi oppure possono essere utilizzati per documentare il beneficio protesico.

Tra i più conosciuti troviamo la Denver Scale of Communication Function (Tuley et al, 1990), il Profile of Hearing Aid Performance (PHAP) (Nelson & Palmer, 1994), il Profile of Hearing Aid Benefit (PHAB) (Lohler et al, 2017) ed lo Speech Spatial Qualities (SSQ) (Gatehouse & Noble, 2004).

Quest'ultimo è stato impiegato nello studio della presente Tesi.

Lo Speech Spatial Qualities Hearing Scale (SSQ) è un questionario self report realizzato da Stuart Gatehouse e William Noble nel 2004, che valuta la disabilità uditiva e il beneficio protesico in diverse situazioni d'ascolto (Gatehouse & Noble, 2004).

Lo SSQ permette di indagare tre dimensioni dell'ascolto uditivo: l'udito verbale (Speech), l'udito spaziale (Spatial) e la qualità dell'udito (Qualities) per un totale di 49 domande (**Gatehouse & Noble, 2004**).

La prima parte del SSQ (Speech) comprende 14 quesiti relativi a varie condizioni d'ascolto come la presenza di suoni competitivi, la visibilità degli interlocutori, il numero delle persone coinvolte nella conversazione e le differenze di rumori di sottofondo (silenzio, rumore costante, riverbero e altre voci) (**Gatehouse & Noble, 2004**).

Sono presenti, inoltre, elementi che valutano l'attenzione selettiva, l'attenzione divisa e l'attenzione a rapidi cambiamenti.

La seconda parte del questionario riguarda l'udito spaziale (Spatial) e analizza i fattori di direzione, distanza, e movimento attraverso 17 domande (**Gatehouse & Noble, 2004**).

Come indicato in **“The psychoacoustics of binaural hearing“** di **Akeroyd, 2006**, la scena uditiva può essere stazionaria ma molto spesso è dinamica: persone ed oggetti si muovono all'interno dello spazio e ciò comporta delle implicazioni per l'ascoltatore (**Gatehouse & Noble, 2004**).

Il terzo e ultimo dominio del SSQ, la qualità dell'udito (Qualities) è caratterizzato da 18 domande sulla segregazione dei suoni, sull'identificazione o riconoscimento sonoro, sulla chiarezza/naturalezza dei suoni e sullo sforzo d'ascolto (**Gatehouse & Noble, 2004**).

Il questionario SSQ risulta efficace nel documentare gli effetti dell'ascolto binaurale e dell'amplificazione bilaterale, come documentato negli studi **“Interaural asymmetry of hearing loss, Speech, Spatial and Qualities of Hearing Scale (SSQ) disabilities, and handicap“** di **Noble & Gatehouse, 2004** e in **“Effects of bilateral versus unilateral hearing aid fitting on abilities measured by the Speech, Spatial, and Qualities of Hearing scale (SSQ)“** di **Noble & Gatehouse, 2006**.

La Speech, Spatial and Quality of Hearing Scale (SSQ) è stata progettata per misurare le difficoltà uditive vissute in diversi domini. Particolare attenzione è data all'ascolto del parlato in una varietà di contesti con la presenza di rumore di sottofondo o la presenza contemporanea di altre persone che parlano e alle componenti direzionali, di distanza e di movimento dell'udito spaziale. Inoltre, vengono valutate le capacità sia di separare i suoni che di prestare attenzione a flussi vocali simultanei, riflettendo la realtà dell'udito nel mondo quotidiano. Le qualità dell'esperienza uditiva includono la facilità di ascolto e la naturalezza, la chiarezza e l'identificabilità di diverse voci del parlato, diversi brani e strumenti musicali e diversi suoni quotidiani.

Il SSQ si mostra appropriato come strumento per valutare interventi di vario tipo, in particolare (ma non esclusivamente) quelli che implicano la funzione binaurale (**Gatehouse & Noble, 2004**).

L'ascolto binaurale consiste nell'ascolto con entrambe le orecchie ed è alla base dell'analisi della scena uditiva: permette di localizzare i suoni nello spazio e di segregare il messaggio verbale dal rumore competitivo (**Argomenti di Audiologia, Prosser & Martini, 2013**).

L'ascolto binaurale si fonda sulle differenze acustiche di tempo, intensità e spettro che si creano nel momento in cui uno stimolo sonoro generato da una sorgente collocata nello spazio raggiunge le due orecchie¹ (**Prosser & Martini, 2013**).

¹ L'effetto precedenza è un fenomeno ben studiato nella capacità dell'udito ad analizzare lo spazio che è correlato al modo in cui riesce a localizzare accuratamente i suoni negli ambienti quotidiani. Nello specifico, quando due sorgenti sonore raggiungono un ascoltatore vicino nel tempo, gli ascoltatori spesso sentono una singola immagine "fusa" la cui direzione percepita è vicina alla posizione del primo suono arrivato. Dal punto di vista percettivo, i giudizi sulla direzione di una sorgente sonora dipendono fortemente dalle informazioni spaziali all'inizio del suono e relativamente debolmente dalle informazioni spaziali nelle porzioni di suono che arrivano successivamente. Questo fenomeno è noto come effetto di precedenza (Wallach et al. 1949). Dato che negli spazi di ascolto ordinari l'inizio del suono ha le informazioni più affidabili sulla direzione della sorgente, si ritiene che l'effetto precedenza sia uno dei motivi per cui gli ascoltatori sono relativamente bravi a giudicare la posizione della sorgente anche quando ascoltano all'interno delle stanze. L'effetto precedenza è stato ampiamente studiato con l'uso di coppie di clic sonore (uno in anticipo e uno in ritardo); per stimoli così brevi, l'effetto di precedenza è più forte quando il clic iniziale precede il clic ritardato di 1-5 ms e poi diventa rapidamente più debole (in modo che gli ascoltatori inizino a sentire il secondo clic come un evento separato e quindi inizino a localizzarlo con l'aumentare precisione). Per suoni più "naturali", come il parlato o la musica, l'effetto di precedenza persiste per

Secondo **Gallun FJ et al (2021)** nonostante oltre 100 anni di studio, ci sono ancora molte domande fondamentali sull'udito binaurale che rimangono senza risposta, incluso il modo in cui le menomazioni della funzione binaurale sono correlate ai meccanismi dell'udito binaurale.

La letteratura esaminata da lui e colleghi chiarisce che mentre tutte le condizioni prese in considerazione hanno il potenziale per compromettere il sistema binaurale, le abilità specifiche di un dato paziente non possono essere conosciute senza eseguire molteplici misurazioni comportamentali e/o neurofisiologiche della sensibilità binaurale.

Il lavoro futuro in quest'area ha il potenziale per portare la consapevolezza della disfunzione binaurale a pazienti e medici, nonché una più profonda comprensione dei meccanismi dell'udito binaurale, ma richiederà l'integrazione della ricerca clinica con l'approccio di modellazione animale e computazionale.

(Gallun FJ. Impaired Binaural Hearing in Adults: A Selected Review of the Literature.)

decine di ms. Molti ricercatori sostengono che l'effetto di precedenza ha un decorso temporale più lungo per i segnali in corso perché si può pensare che contengano più "insorgenza" a causa delle fluttuazioni energetiche locali, ognuna delle quali può aggiungersi all'effetto di precedenza.
(Encyclopedia of Computational Neuroscience DOI 10.1007/978-1-4614-7320-6_101-5 Springer Science+Business Media New York 2013 - Effetto di precedenza uditiva Q1 Barbara Shinn-Cunningham)

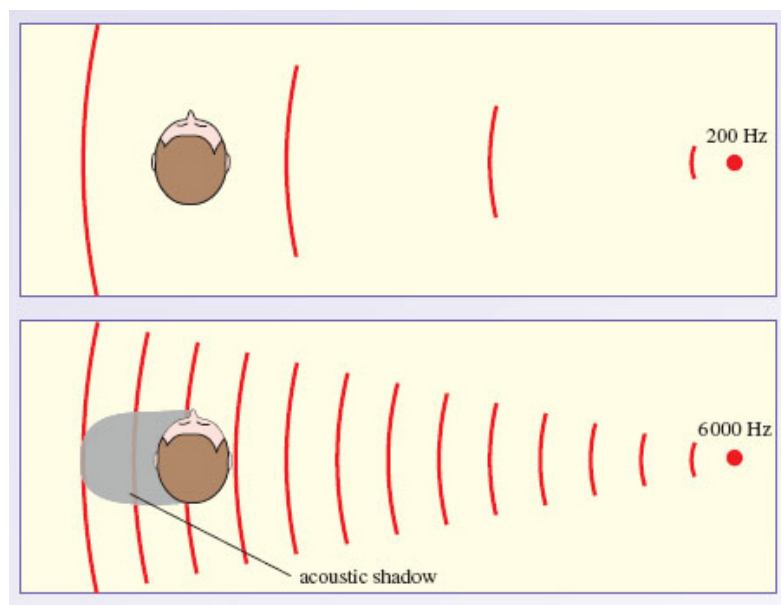


Figura n.1.

Fonte: <https://www.open.edu/openlearn/science-maths-technology/biology/hearing/content-section-12.4>

La figura n.1. mostra l'effetto ombra del capo.

I centri nervosi responsabili dell'ascolto binaurale sono il complesso olivare superiore ed il collicolo inferiore (**Prosser & Martini, 2013**).

Gli effetti della binauralità del sistema uditivo sono dati dalla sommazione di loudness, dalla riduzione del mascheramento binaurale, dall'effetto ombra del capo, dalla localizzazione sonora e dall'udito spaziale (**Prosser & Martini, 2013**).

La sommazione di loudness consiste nel raddoppio della sensazione di volume percepito dal soggetto dovuta all'ascolto binaurale rispetto all'ascolto monoaurale: è simile per tutte le frequenze e varia di poco con i livelli di intensità (**Prosser & Martini, 2013**).

La riduzione del mascheramento binaurale, detto anche squelch binaurale², consiste nel miglioramento della soglia binaurale nel momento in cui si inverte la fase del segnale o la fase del rumore: permette di ottimizzare la separazione del segnale utile dal rumore di fondo (**Prosser & Martini, 2013**).

L'effetto ombra del capo è un fenomeno fisico e comporta la presenza di diversi rapporti segnale rumore alle due orecchie a seconda della variazione dell'angolo di incidenza del segnale e del rumore (**Le monografie, Centro e Ricerche Studi Amplifon, 2020**).

Secondo **Ellen Peng et al (2021)** in ambienti di ascolto complessi, i bambini possono beneficiare di segnali/indizi spaziali uditivi per comprendere il parlato nel rumore. Quando viene introdotta una separazione spaziale tra il segnale bersaglio e il mascheratore e/o l'ascolto con due orecchie rispetto a un solo orecchio, i bambini possono ottenere benefici di intelligibilità con l'accesso a uno o più segnali uditivi per l'attenuazione dell'effetto mascheramento: l'effetto ombra della testa monoaurale, la ridondanza binaurale e differenze interaurali. Nella sua ricerca ha quantificato sistematicamente il contributo dei segnali uditivi individuali nel fornire benefici di intelligibilità del parlato binaurale per i bambini con udito normale tra i 6 ei 15 anni. Nello spazio uditivo virtuale, il parlato target veniva presentato da +90° di azimut (cioè, a destra dell'ascoltatore), e i mascheratori di balbettii di due parlanti erano o co-localizzati (+90° di azimut) o separati da 180° (-90° di azimut, l'ascoltatore a Sinistra). I test sono stati condotti

² Lo scopo di uno studio è stato quello di indagare il grado dell'effetto squelch binaurale e dell'effetto ombra nei bambini che fanno uso di impianto cocleare (IC) e apparecchio acustico controlaterale. Sono stati arruolati 19 bambini con IC che indossavano regolarmente un apparecchio acustico. Per valutare la performance vocale in presenza di rumore è stato utilizzato un test di identificazione vocalica. Il test è stato eseguito in tre condizioni di ascolto: (1) ascolto bimodale con sorgente di rumore sul lato dell'apparecchio acustico; (2) ascolto con IC con sorgente di rumore sul lato dell'apparecchio acustico; (3) ascolto con IC con sorgente di rumore sul lato dell'IC. I valori medi di squelch binaurale e dell'effetto ombra osservati sono 11.8% e 17.1% rispettivamente. L'analisi statistica condotta ha evidenziato una differenza significativa sia nel confronto tra le tre condizioni di ascolto che per l'analisi post-hoc ($p < 0.001$). In conclusione, la maggioranza dei bambini con IC hanno mostrato squelch binaurale ed effetto ombra del capo con un miglioramento significativo nella percezione vocale in presenza di rumore. (Dincer D'Alessandro H, Sennaroğlu G, Yücel E, Belgin E, Mancini P. Binaural squelch and head shadow effects in children with unilateral cochlear implants and contralateral hearing aids.)

in cuffia in condizioni monoaurali (cioè con l'orecchio destro) o binaurali (cioè con entrambe le orecchie).

I risultati hanno mostrato un miglioramento continuo della soglia di ricezione del parlato (SRT) tra i 6 ei 15 anni e prestazioni immature a 15 anni per entrambi gli SRT e benefici di intelligibilità da più di un segnale uditivo. Con la maturazione precoce dell'effetto ombra della testa, la maturazione prolungata dell'attenuazione del mascheramento è stata probabilmente guidata dalla minore capacità dei bambini di ottenere pieni benefici dai segnali di differenza interaurale. Inoltre, i bambini hanno dimostrato un compromesso tra i benefici dell'ombra della testa rispetto alle differenze interaurali, suggerendo un aspetto importante delle differenze individuali nell'accesso ai segnali / indizi uditivi per i benefici dell'intelligibilità binaurale durante lo sviluppo.

La localizzazione sonora fa riferimento al giudizio sulla direzione e sulla distanza di una sorgente sonora nello spazio e si basa sulle differenze interaurali di tempo e intensità (ITD, interaural time difference e ITL, interaural level difference) (**Prosser & Martini, 2013**).

La differenza interaurale di tempo è importante per la localizzazione di suoni a bassa frequenza, mentre la differenza interaurale di intensità è responsabile della localizzazione di suoni ad alta frequenza: tale distinzione si spiega con la presenza della testa e della sua grandezza³ (**Prosser & Martini, 2013**).

³ È stato condotto uno studio sull'effetto del ritardo temporale interaurale (ITD) e dell'effetto ombra sull'intelligibilità del parlato binaurale nel rumore. Una condizione di campo libero è stata simulata presentando registrazioni, effettuate con un manichino KEMAR in una camera anecoica, tramite auricolari. Sono state effettuate registrazioni del parlato, riprodotto davanti al manichino, e del rumore, emanato da sette angoli nel piano azimutale, che vanno da 0 gradi (frontale) a 180 gradi in passi di 30 gradi. Da questo rumore sono stati derivati due segnali, uno contenente solo ITD, l'altro contenente solo differenze di livello interaurale (ILD) dovute all'ombra della testa. Utilizzando questo materiale, sono state determinate le soglie di ricezione del parlato (SRT) per le frasi nel rumore per un gruppo di soggetti con udito normale. I risultati mostrano che (1) per azimut di rumore compresi tra 30 gradi e 150 gradi, il guadagno dovuto all'ITD è compreso tra 3,9 e 5,1 dB, mentre il guadagno dovuto all'ILD varia da 3,5 a 7,8 dB, e (2) l'ILD diminuisce l'efficacia di smascheramento binaurale dovuto a ITD (in media, lo spostamento della soglia scende da 4,6 a 2,6 dB). In un secondo esperimento, anch'esso condotto con soggetti con udito normale, sono stati utilizzati stimoli simili, ma ora presentati in modalità monoaurale o con un'attenuazione complessiva di 20 dB in un canale, al fine di simulare la perdita dell'udito. Inoltre, sono stati determinati gli SRT per il rumore con ITD fissi, per il confronto con i risultati ottenuti con ITD indotti dalla testa (dipendenti dalla frequenza).

(Bronkhorst, Adelbert & Plomp, R. (1988). The effect of head-induced interaural time and level differences on speech intelligibility in noise. The Journal of the Acoustical Society of America. 83. 1508-16. 10.1121/1.2024170)

L'udito spaziale, infine, corrisponde all'ascolto binaurale della vita reale caratterizzato da una molteplicità di suoni e rumori e da continue variazioni dei rapporti segnale/ rumore (**Argomenti di Audiologia,2013 ; Gatehouse & Noble, 2004**).

I singoli processi descritti precedentemente non sono in grado di spiegare come si comporta il nostro udito in situazioni complesse: ecco che le differenze interaurali vengono elaborate secondo un modello simile a quello del processamento del linguaggio nel quale intervengono processi bottom-up e top-down (**Prosser & Martini, 2013**).

Per quanto concerne le misure oggettive, queste sono rappresentate generalmente da esami di percezione verbale nel silenzio e soprattutto in competizione (**Jorgensen, 2016**).

I test di audiometria vocale in competizione si differenziano a seconda della tipologia del segnale target (logotomi, parole monosillabiche, parole bisillabiche, frasi), delle caratteristiche del rumore competitivo (mascheramento energetico, mascheramento informativo), della presentazione dei segnali (segnale misto a rumore, segnale separato dal rumore, numero di altoparlanti e posizione degli altoparlanti) e della procedura (segnale rumore fisso o adattiva) (**Le monografie, Centro e Ricerche Studi Amplifon, 2020**).

Test a rapporto segnale rumore fisso sono il Word in Noise Test (WIN), il Vocale Rapid Dans le Bruit (test VRB), ed il QuickSIN.

Esami a procedura adattiva sono il Hearing in Noise Test (HINT) ed il Oldenburg Sentence test (OSLA) (**Le monografie, Centro e Ricerche Studi Amplifon, 2020**).

Per lo studio della di questa tesi di Laurea è stato utilizzato un test non standardizzato di riconoscimento di parole bisillabiche in rumore cocktail party.

Come ulteriore esame oggettivo è stato effettuato il rilevamento in accoppiatore 2cc della funzione denominata Digital Noise Reduction (DNR) dell'apparecchio acustico.

La riduzione digitale del rumore è la misura obiettiva della riduzione del rumore applicata dall'apparecchio acustico (**Kumar Lakshmi et al, 2019**).

La revisione sistematica “**A systematic review and meta-analysis of digital noise reduction hearing aids in adults**“ di **Kumar Lakshmi et al, 2019** ha dimostrato come la singola DNR non determini un miglioramento dell'intelligibilità verbale in ambienti competitivi, mentre possa portare un beneficio in termini di riduzione dello sforzo d'ascolto soggettivo⁴.

Nello studio presente è stato analizzato il beneficio protesico in soggetti anziani con ipoacusia simmetrica e asimmetrica.

La perdita uditiva dovuta all'età, denominata presbiacusia, si caratterizza per un calo neurosensoriale, progressivo, bilaterale e simmetrico, in caduta sulle frequenze acute (**Audiologia Protesica, Ambrosetti et al, 2018**).

⁴ Anche se le evidenze sul miglioramento della percezione verbale grazie all'impiego del DNR sono lacunose sistemi per attenuare la presenza del rumore possono migliorare l'esperienza e conforto di ascolto. Il benessere e la qualità di vita possono essere influenzati dalle attività che le persone intraprendono. L'ipoacusia può ridurre il benessere e qualità di vita direttamente attraverso l'aumento dell'affaticamento correlato all'ascolto a causa della tensione cognitiva ed emotiva in situazioni difficili. La perdita dell'udito e l'uso di apparecchi acustici possono anche avere un impatto indiretto sull'affaticamento e sul benessere, alterando la frequenza e il tipo di attività della vita quotidiana. Holman JA et al ha analizzato la letteratura disponibile per aiutare a comprendere le relazioni sulla perdita dell'udito, l'uso di apparecchi acustici e l'affaticamento negli adulti, nonché l'affaticamento e l'attività della vita quotidiana (lavorativa, sociale e fisica) tramite una ricerca sistematica e una revisione narrativa delle relazioni tra ipoacusia, uso di apparecchi acustici e attività. La ricerca sistematica ha prodotto 66 testi ammissibili.

I dati che esaminano il benessere nelle persone con l'ipoacusia sono limitati. La revisione della letteratura suggerisce che il benessere può essere correlato direttamente e indirettamente alla perdita dell'udito, all'uso di apparecchi acustici, al livello di attività e all'affaticamento correlato all'ascolto.

E' plausibile aspettare che le variazioni e le interazioni tra perdita dell'udito, uso di apparecchi acustici, affaticamento e livelli di attività abbiano un impatto sul benessere delle persone con perdita dell'udito in modi diretti e indiretti. La ricerca futura che colleghi l'udito e l'affaticamento della vita quotidiana dovrebbe tenere conto dei livelli di attività.

(Holman JA, Hornsby BWY, Bess FH, Naylor G. Can listening-related fatigue influence well-being? Examining associations between hearing loss, fatigue, activity levels and well-being. *Int J Audiol.* 2021;60(sup2):47-59. doi: 10.1080/14992027.2020.1853261. Epub 2021 Jan 4. PMID: 33390065; PMCID: PMC8315207).

Il presbiacusico, a causa del processo di invecchiamento del sistema uditivo periferico e centrale, manifesta difficoltà in termini di detezione, localizzazione, intelligibilità verbale nel silenzio e soprattutto in ambiente rumoroso e/o riverberante (**Humes, 2013**).

L'ipoacusia legata all'età è associata a una diminuzione delle capacità uditive per le alte frequenze.

Ciò aumenta non solo la difficoltà di comprendere il parlato, ma anche l'esperienza associata allo sforzo e relativo affaticamento di ascolto.

Gli studi di neuroimaging basati su compiti nei partecipanti con udito normale e con problemi di udito mostrano un'attivazione frontale aumentata durante la percezione del parlato faticoso nei soggetti con ipoacusia.

Non è noto se l'aumento dello sforzo nell'ascolto quotidiano in questi soggetti abbia un impatto anche sulla connettività cerebrale funzionale a riposo.

Hanno partecipato in una ricerca di **Roseman et al (2019)** diciannove partecipanti con udito normale e diciannove con ipoacusia da lieve a moderata. Sono state valutate le capacità uditive, lo sforzo di ascolto e la connettività funzionale dello stato di riposo. I risultati non indicano differenze nella connettività funzionale tra i partecipanti con problemi di udito e quelli con udito normale. L'aumento dello sforzo di ascolto, tuttavia, era correlato a una connettività funzionale significativamente ridotta tra la rete dell'attenzione dorsale e il precuneo e il lobulo parietale superiore, nonché tra l'uditivo e la corteccia frontale inferiore.

Gli autori concludono che già una ipoacusia legata all'età da lieve a moderata può influire sulla connettività funzionale dello stato di riposo. Tuttavia, non è la perdita dell'udito in sé, ma lo sforzo di ascolto percepito individualmente che si riferisce ai cambiamenti di connettività funzionale.

L'ipoacusia asimmetrica, invece, si caratterizza per una perdita uditiva bilaterale ed una differenza interaurale.

Ad oggi non esiste una definizione univoca di ipoacusia asimmetrica: da una ricerca in letteratura sono state individuate una serie di classificazioni.

L'European Working Group on Genetics of Hearing Impairment del 1996 definisce l'ipoacusia asimmetrica come una differenza di almeno 10 dB tra le due orecchie in almeno due frequenze, con la media del tono puro dell'orecchio migliore maggiore di 20 dB.

Nello studio "**Does Asymmetric Hearing Loss Affect the Ability to Understand in Noisy Environments?**" l'ipoacusia asimmetrica è definita come una differenza interaurale di 15 dB in tre frequenze contigue (**Barona et al, 2009**).

L'American Academy of Otolaryngology – Head and Neck Surgery (AAO-HNS) definisce l'ipoacusia asimmetrica come una differenza della PTA maggiore di 15 dB, non specificando quali frequenze della PTA.

La Veterans Affairs (VA) invece quantifica l'ipoacusia asimmetrica con una differenza di almeno 20 dB tra due frequenze contigue o di almeno 10 dB tra 3 frequenze contigue (**Suel et al, 2021**).

Altri articoli hanno evidenziato la denominazione di ipoacusia asimmetrica neurosensoriale.

In Cueva, 2004 viene definita come differenza di almeno 15 dB per due o più frequenze o in **Saliba et al, 2009** come una differenza superiore al 15 % nel riconoscimento verbale ed una differenza di almeno 15 dB alla frequenza dei 3000 Hz. In **Gimsing, 2010** come una differenza di almeno 20 dB per due frequenze contigue o di almeno 15 dB per due frequenze comprese tra i 2000 e 8000 Hz.

In **Tolisano et al, 2018** come una differenza di almeno 10 dB a 2000 Hz per chi abbia avuto una storia di esposizione a rumore elevato.

Nello studio effettuato per la presente tesi di Laurea è stato deciso di impiegare una definizione ampia e inclusiva di ipoacusia asimmetrica: la presenza di almeno tre frequenze con differenza interaurale non minore di 15 dB.

Dal punto di vista epidemiologico l'ipoacusia asimmetrica presenta dei dati ancora poco chiari.

In uno studio effettuato in Israele su 429 pazienti con ipoacusia neurosensoriale superiore a 30 dB, è stato osservato che il 35% presentava una differenza interaurale maggiore di 10 dB (**Segal et al, 2007**). In un'altra ricerca, eseguita su un campione di 3654 australiani di età superiore a 49 anni, è stato stimato che l'ipoacusia asimmetrica colpisce una percentuale di popolazione generale compresa tra un 8,5% ed un 13,3%. (**Chia et al, 2007**).

In un altro studio effettuato su un campione di 6190 americani, nel quale sono state impiegate due differenti definizioni di ipoacusia asimmetrica, si è giunti alla conclusione che il numero di soggetti con tale patologia vari a seconda della classificazione utilizzata, che sia maggiore nell'uomo piuttosto che nella donna e che aumenti con l'aumentare dell'età.

È stata fatta, infine, una stima del 25,05% di ipoacusia asimmetrica per la popolazione generale (**Suen et al, 2021**).

Le cause di ipoacusia asimmetrica sono molto simili a quelle dell'ipoacusia in generale. Dunque sono presenti invecchiamento cocleare, esposizione a rumore, cause metaboliche, cause genetiche, farmaci ototossici, infezioni virali, malattia di Meniere e trauma cranico (**Hoppe et al, 2022**).

Per quanto concerne le sue implicazioni, l'ipoacusia asimmetrica determina un deficit dell'analisi della scena uditiva in quanto si riduce la capacità di localizzare i suoni sul piano orizzontale e vi è una maggiore difficoltà di discriminazione verbale in ambienti rumorosi (**Noble & Gatehouse, 2004**).

Altri studi mostrano come la qualità di vita percepita dai soggetti con ipoacusia asimmetrica sia peggiore rispetto a coloro che non presentano un calo simmetrico e inoltre che la qualità di vita peggiora con l'aumentare della perdita uditiva, ma l'audiogramma da solo fallisce nel predire il grado di handicap soggettivo (**Vannson et al, 2015**).

In uno studio di **Karpishchenko SA et al (2022)** è stato valutato l'impatto negativo di una sordità monolaterale acquisita sulla qualità della vita degli anziani. È stata effettuata un'analisi prospettica delle cartelle cliniche ambulatoriali per identificare i pazienti anziani con sordità monolaterale utilizzando l'audiometria tonale pura. I principali criteri di inclusione erano l'età superiore a 60 anni, una soglia di 90 dB o superiore di un orecchio affetto, una soglia di 30 dB o inferiore di un orecchio intatto e una ipoacusia unilaterale acquisita con insorgenza improvvisa e una durata della sordità inferiore a 5 anni. Tenendo conto dei criteri di inclusione, sono stati formati due gruppi: il gruppo principale con pazienti sordi monolaterali (n = 25) e il gruppo di controllo di pazienti con udito normale (n = 25). Tutti i partecipanti sono stati intervistati con i questionari PSQ, HHIE e THI. Sono stati rilevati alcuni cambiamenti nello stato psicologico nel gruppo di pazienti con sordità monolaterale rispetto al gruppo di partecipanti con udito normale. I punteggi dei questionari hanno mostrato un aumento dei livelli di stress e ansia e un deterioramento della loro qualità di vita. I pazienti con sordità monolaterale lamentavano un forte acufene in un orecchio affetto, una peggiore intelligibilità del parlato in un ambiente rumoroso e un costante bisogno di adattarsi alle diverse situazioni acustiche che a loro volta influivano negativamente sull'omeostasi psicoemotiva, intensificando la gravità dello stress e la loro qualità della vita.

Gli strumenti atti alla riabilitazione uditiva del soggetto con presbiacusia e con ipoacusia asimmetrica sono rappresentati dall'apparecchio acustico, dall'impianto cocleare e dalle protesi per via ossea (**Martini & Prosser, 2013**).

Studi recenti dimostrano come negli ultimi anni vi sia stato un'innovazione tecnologica in termini di connettività, amplificazione frequenza-specifica, riduzione del rumore di fondo, direzionalità, cancellazione del feedback acustico (**Vaisbuch and Santa Maria, 2018**) e di sistemi d'ascolto assistito come i sistemi FM (**Dillon, 2012**).

Per quanto riguarda soggetti con ipoacusia asimmetria, lo studio “ **Speech Perception in Bilateral Hearing Aid Users With Different Grades of Asymmetric Hearing Loss** “ di **Hoppe et al, 2022**, effettuato su un campione di 370 soggetti protesizzati bilateralmente, di età media 62,8 anni, ha concluso che l’asimmetria binaurale comporta un peggioramento del riconoscimento verbale nell’orecchio migliore sia per la condizione “senza apparecchi acustici” che per la condizione “con apparecchi acustici“ e che la percezione verbale binaurale con gli apparecchi acustici decresce con l’aumentare dell’asimmetria.

E’ utile ricordare la definizione di salute messa a punto dall’Organizzazione mondiale della sanità nel 1948 come “uno stato di completo benessere fisico, mentale, e sociale e non la mera assenza di malattia“.

L’obiettivo pertanto della protesizzazione acustica è ristabilire, entro i limiti imposte dal campo dinamico uditivo residuo, dell’udibilità uditiva consentendo al sistema uditiva di sfruttare gli indizi uditivi utili per ristabilire una qualità di vita accettabile ed è altrettanto fondamentale misurare i risultati del beneficio protesico o del cosiddetto delta di beneficio protesico.

Relativamente a ciò risultano importanti il Patient-Reported Outcome Measures (PROM), o misure di esito riportate dal paziente.

Tali misure consentono di integrare gli indicatori di esito basati su valutazioni cliniche prodotte dai professionisti sanitari con le valutazioni che lo stesso paziente esprime in modo diretto del proprio stato di salute.

In tal senso, i PROMs permettono di comprendere se un trattamento o in intervento specifici abbiano fatto la differenza per paziente, tanto in termini di condizioni di salute specifiche e generali, quanto di qualità della vita.

I PROMs, infatti, sono questionari in grado di raccogliere informazioni di diverso tipo. La multidimensionalità dei PROMs consente di cogliere una serie ampia di aspetti; infatti, i questionari investigano generalmente una rosa di costrutti o dimensioni diversi che includono: sintomi, funzionalità, salute mentale/ disagio psichico, percezione della propria salute, health-related quality of life (**Nuove linee guida del Tecnico Audioprotesista, 2022**).

La relazione tra le misure audiologiche utilizzate per l'adattamento degli apparecchi acustici e i PROM che valutano i benefici degli apparecchi acustici rimane incerta, il che limita la capacità dei fornitori di questi presidi di valutare l'adeguatezza dell'adattamento e prevedere l'uso e la soddisfazione degli apparecchi acustici (**Dornhoffer JR et al, 2020**).

2. SCOPO

Il presente studio si prefigge diversi scopi:

Il primo scopo della Tesi è quello di confrontare il beneficio protesico, misurato attraverso la PTA in campo libero, tramite il punteggio del Questionario Speech Spatial Qualities (SSQ), con l'Audiometria vocale in cocktail party noise, ed il test Digital Noise Reduction in accoppiatore 2cc, in anziani con ipoacusia simmetrica e anziani con ipoacusia asimmetrica, utilizzando come gruppo di controllo un campione di soggetti normoudenti.

La letteratura scientifica è ricca di studi che trattano l'outcome protesico in soggetti con ipoacusia simmetrica o di confronti tra applicazioni bilaterali o monolaterali (**Schilder et al, 2017; Noble, 2006**) mentre è carente di ricerche relative al beneficio determinato dalla protesizzazione acustica bilaterale in adulti e anziani con perdita uditiva asimmetrica, rispetto a soggetti con calo uditivo simmetrico.

Nella presente ricerca sono analizzate le condizioni "senza apparecchi acustici" e con "apparecchi acustici" ed il beneficio protesico calcolato come differenza tra le due condizioni, per entrambi i gruppi.

Lo studio "**Interaural asymmetry of hearing loss, Speech, Spatial and Qualities of Hearing Scale (SSQ) disabilities, and handicap**" di **Noble & Gatehouse, 2004** evidenzia come il fattore dell'asimmetria, in anziani non protesizzati, sia correlato negativamente con l'ascolto in contesti verbali, l'ascolto in condizioni che richiedono rapidi cambiamenti di attenzione, la localizzazione spaziale e lo sforzo d'ascolto.

La presente Tesi non si concentrerà sulle singole condizioni d'ascolto ma effettuerà un'analisi generale basata sulla distinzione tra dominio verbale (Speech), spaziale (Spatial) e delle qualità (Qualities).

In **“Speech Perception in Bilateral Hearing Aid Users With Different Grades of Asymmetric Hearing Loss”** di **Hoppe et al, 2022** viene osservato che l’orecchio peggiore ha un effetto negativo sul riconoscimento verbale monoaurale dell’orecchio migliore in soggetti adulti con perdita uditiva asimmetrica e che la percezione verbale in campo libero, in quiete e in competizione, misurata con gli apparecchi acustici, dipende in modo significativo dal grado di asimmetria interaurale.

Di conseguenza la presente Tesi si aspetta di ottenere lo stesso risultato in termini di intelligibilità verbale in competizione con gli apparecchi acustici.

Il secondo scopo della tesi, che in realtà si collega al primo obiettivo, è quello di analizzare quanto l’asimmetria interaurale incide sul beneficio protesico in generale.

Quest’ultimo verrà analizzato tramite il questionario Speech Spatial Qualities e per l’Audiometria vocale in cocktail party.

Per l’audiometria vocale in competizione verrà analizzata l’influenza della riduzione digitale del rumore (DNR).

Infine, l’ultimo obiettivo della ricerca è quello di studiare la relazione tra le misure PROMs fornite dal paziente e l’outcome audiologico dell’audiometria vocale in competizione: più precisamente si cercherà di analizzare la relazione tra la percentuale di riconoscimento verbale in cocktail party noise e la scala Speech del questionario SSQ, in quanto presenta diverse domande relative a condizioni d’ascolto nel rumore.

Lo studio **“Relationships between behavioural and self-report measures in speech recognition in noise”** di **Stenback et al, 2022**, ha analizzato la relazione tra le misure soggettive ed il riconoscimento verbale in competizione e per far ciò ha utilizzato il questionario SSQ e l’esame vocalico HINT.

I risultati della ricerca non hanno evidenziato alcuna correlazione tra il punteggio del questionario SSQ ed il test vocale HINT: solamente è stata osservata una debole correlazione con il dominio relativo al parlato (Speech).

Come viene descritto in **“Assessment of hearing-aid benefit using patient-reported outcomes and audiologic measures”** ad oggi non è ancora chiara la correlazione tra le misure soggettive ed oggettive effettuate in sede di valutazione del beneficio della terapia protesica.

La letteratura scientifica raccomanda l'uso complementare di misure PROMs, relative alla soggettività del paziente, e misure audiologiche oggettive che hanno come obiettivo la riproducibilità di condizioni d'ascolto reali, per poter così validare il miglioramento percepito della qualità di vita del soggetto affetto da ipoacusia.

3. MATERIALI E METODI

3.1 CAMPIONE

Per la presente Tesi sono stati reclutati secondo un criterio di casualità un totale di 26 soggetti con età compresa tra i 62 e gli 89 anni, residenti nella provincia di Padova.

Sono stati suddivisi in tre gruppi in base alla PTA (media del tono puro per la via aerea per le frequenze 500,1000,2000,4000 Hz) (**WHO, 2021**).

SHL (**symmetric hearing loss**) formato da nove soggetti, quattro donne e cinque uomini, ai quali è stata diagnosticata un'ipoacusia neurosensoriale bilaterale correlata all'età, (presbiacusia) con PTA medio dell'orecchio migliore 52 dB HL, PTA medio dell' orecchio peggiore 54 dB HL, età media 74 anni (età compresa tra i 63 e gli 85 anni, deviazione standard 7,8 anni), portatori di 2 apparecchi acustici.

AHL (**asymmetric hearing loss**) costituito da otto soggetti, due donne e sei uomini, ai quali è stata diagnosticata un'ipoacusia asimmetrica, neurosensoriale o mista, PTA medio dell' orecchio migliore 50 dB HL, PTA medio dell' orecchio peggiore 77 dB HL, età media 72 anni (età compresa tra i 62 e gli 80 anni, deviazione standard 6,9 anni), portatori di 2 apparecchi acustici.

NH (**normal hearing**) composto da nove soggetti, sette donne e due uomini, PTA medio 17 dB HL, età media 72 anni (età compresa tra i 62 e gli 89 anni, deviazione standard 8,0 anni). Inizialmente i partecipanti reclutati erano 15 ma 6 di questi sono stati esclusi dallo studio in quanto presentavano una PTA superiore a 25 dB HL.

I criteri utilizzati per la classificazione dell'ipoacusia asimmetrica sono stati i seguenti: presenza di almeno 3 frequenze con asimmetria interaurale maggiore e uguale a 15 dB HL, mentre il criterio per la normoacusia era avere una PTA inferiore a 25 dB HL.

Tutti le persone protesizzate erano utenti di apparecchi acustici RITE (Receiver In The Ear) dell'azienda Phonak, regolati mediante l'algoritmo prescrittivo proprietario Phonak Digitale Adattiva, e utilizzavano un auricolare standard, (non su misura).

I dispositivi acustici erano dotati di microfoni con funzionalità adattiva, direzionale nel rumore, e di un sistema di riduzione digitale del rumore DNR.

Per l'esecuzione degli esami è stato utilizzato un audiometro Aurical e due casse disposte frontalmente, alla distanza di 3 metri l'una dall'altra.

Tutti i soggetti sono stati informati della finalità dello studio e hanno rilasciato il loro consenso informato per il trattamento dei dati.

Il tutto è stato eseguito in una stanza silente di dimensioni 3 x 3 metri, con riverbero trascurabile grazie a un sistema standard di insonorizzazione acustica.

Per quasi tutti i soggetti protesizzati gli esami sono stati effettuati in 75 minuti circa, mentre i soggetti normoacusici sono stati esaminati in una seduta da 30 minuti circa.

3.2 ITER DI VALUTAZIONE

I test sono stati strutturati nel seguente modo:

Compilazione di un breve questionario anamnestico nel quale veniva richiesto età, sesso, titolo di studio (poi convertito in anni di scolarizzazione) e occupazione (lavoratore o pensionato) per il gruppo normoacustico e inoltre durata della protesizzazione e durata di utilizzo degli apparecchi indossati per il gruppo SHL e AHL (per i gruppi protesizzati è stato aggiunto anche il data logging dal fitting software).

Compilazione del questionario Speech Spatial Qualities (SSQ), tradotto per la lingua italiana (per i gruppi SHL,AHL, è stato richiesto di indicare con il colore rosso la risposta alla situazione descritta quando non indossavano i dispositivi acustici e con il colore blu quando invece li indossavano).

Se il soggetto non si riconosceva nella situazione descritta poteva segnare l'opzione "non si applica al mio caso".

Test per la riduzione digitale del rumore in accoppiatore 2cc, utilizzando come segnale competitivo "white noise" a 60 dB SPL.

Audiometria tonale per via aerea in cuffia per le frequenze 250,500,1000,1500,2000,3000,4000,6000,8000 Hz, e per via ossea per le frequenze 500,1000,2000,4000 Hz (per il gruppo NH l'audiometria tonale in cuffia è stata eseguita solo per le 4 frequenze 500,1000,2000,4000 Hz).

Audiometria tonale in campo libero con tono warble, per le frequenze 500,1000,2000,4000 Hz, con il soggetto disposto a 1,50 metri dalla cassa (per i gruppi SHL, AHL, con e senza apparecchi acustici).

Audiometria vocale in competizione in campo libero, usando rumore cocktail party fisso a 60 dB HL, inviato dalla cassa posta posteriormente al

soggetto, somministrando 20 parole bisillabiche per adulti per 3 diversi rapporti segnale/rumore -5, 0, +5 dB, dalla cassa frontale (per i gruppi SHL, AHL, con e senza apparecchi acustici).

SOGLIA UDITIVA DEI PARTECIPANTI:

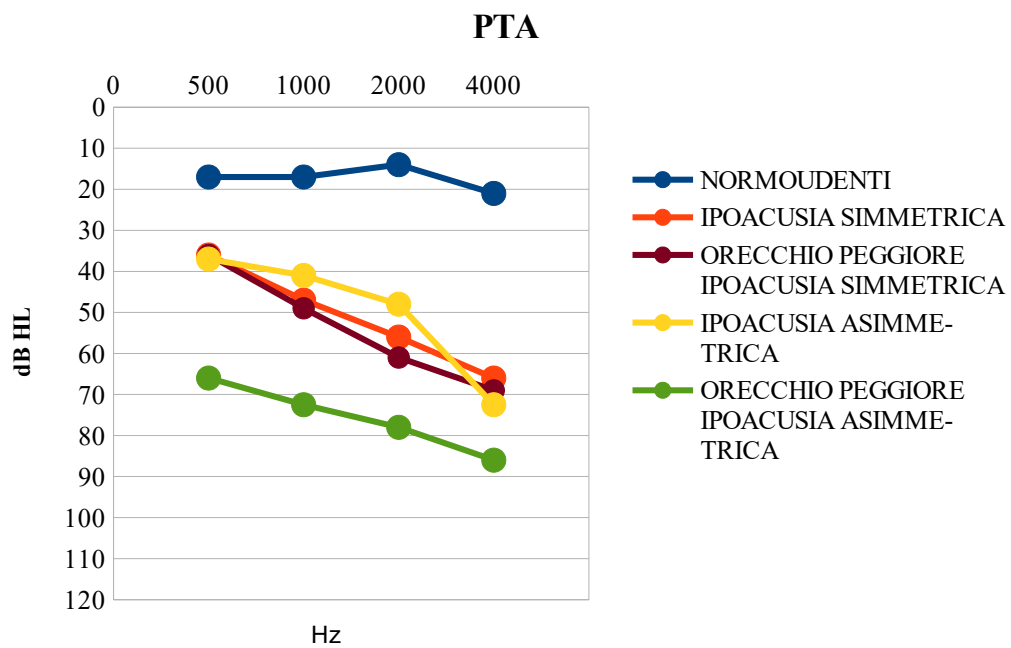


Figura n.2.

Nella figura n.2. sono rappresentate le PTA dell'orecchio migliore e dell'orecchio peggiore dei gruppi con ipoacusia simmetrica e asimmetrica, e la PTA dell'orecchio migliore del gruppo normoacusico.

3.3 STRUMENTI DI VALUTAZIONE

Questionario anamnestico:

Nel questionario anamnestico è stato richiesto: sesso, età, titolo di studio (scegliendo tra licenza elementare, licenza media, diploma maturità, laurea triennale, laurea specialistica), convertito poi in anni di studio, e occupazione (scegliendo tra lavoratore e pensionato).

Solo per i gruppi SHL e AHL è stata chiesta anche la durata della protesizzazione acustica in anni (poi convertita in mesi), la durata di utilizzo degli apparecchi acustici indossati in anni (poi convertita in mesi).

È stato inoltre aggiunto il data logging dal fitting software (il data logging è stato calcolato come media del data logging dei due apparecchi acustici).

Questionario Speech Spatial Qualities (SSQ):

Questionario Speech Spatial Qualities

Raccomandazioni su come rispondere alle domande

Le seguenti domande sono relative alla propria abilità ed esperienza di percezione e ascolto in diverse situazioni e si riferiscono alle proprie condizioni di ascolto giornaliere.

Per ciascuna domanda, contrassegnare (con una crocetta x, ad esempio) sulla scala (da 0 a 10) posta accanto a ogni domanda. Contrassegnando la scala in prossimità del numero 10 si vuole indicare che quanto descritto nell'asserzione coincide perfettamente con la propria abilità o con la propria esperienza. Contrassegnando la scala in prossimità del numero 0 si vuole indicare che quanto descritto nell'asserzione non coincide con la propria abilità o con la propria esperienza.

Ad esempio, la domanda 1 si riferisce all'esperienza di intrattenere una conversazione con qualcuno mentre la TV è accesa. Se si è in grado di farlo, mettere una croce all'estremità destra della scala. Se in questa situazione si è in grado di seguire solo parte della conversazione, contrassegnare la parte centrale, e così via.

Noi partiamo dal presupposto che tutte le domande riguardino la vostra vita quotidiana, ma se una domanda descrive una situazione che non vi riguarda, mettere la croce sulla casella "Non si applica al mio caso" (NA). Scrivere inoltre accanto alla domanda perché quella situazione non vi riguarda.

Figura n.3.

Scala Speech del questionario Speech Spatial Qualities (SSQ):

Parte 1: Percezione del parlato	
1. Lei sta parlando con una persona; nella stanza c'è un televisore. Senza abbassare il volume del televisore, è in grado di capire ciò che dice la persona con cui sta parlando?	<p>Per niente Perfettamente</p> <p>0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10</p> <p style="text-align: right;">Non si applica al mio caso <input type="checkbox"/></p>
2. Lei sta parlando con un'altra persona in un'ampia stanza (soggiorno) tranquilla con il pavimento in moquette. È in grado di seguire quello che dice l'altra persona?	<p>Per niente Perfettamente</p> <p>0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10</p> <p style="text-align: right;">Non si applica al mio caso <input type="checkbox"/></p>
3. Lei è in un gruppo di circa cinque persone; si siede attorno a un tavolo in un luogo tranquillo e Lei può vedere tutte le persone del gruppo. È in grado di seguire la conversazione?	<p>Per niente Perfettamente</p> <p>0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10</p> <p style="text-align: right;">Non si applica al mio caso <input type="checkbox"/></p>
4. Lei è in un gruppo di circa cinque persone in un ristorante affollato. Lei può vedere tutte le persone del gruppo. È in grado di seguire la conversazione?	<p>Per niente Perfettamente</p> <p>0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10</p> <p style="text-align: right;">Non si applica al mio caso <input type="checkbox"/></p>

Figura n.4.

5. Lei sta parlando con un'altra persona. C'è un rumore di fondo continuo, come di acqua che scorre o di una ventola. È in grado di seguire quello che dice l'altra persona?	<p><i>Per niente</i> <i>Perfettamente</i></p> <p>0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10</p> <p style="text-align: right;">Non si applica al mio caso <input type="checkbox"/></p>
6. Lei è in un gruppo di circa cinque persone in un ristorante affollato. NON può vedere tutte le persone del gruppo. È in grado di seguire la conversazione?	<p><i>Per niente</i> <i>Perfettamente</i></p> <p>0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10</p> <p style="text-align: right;">Non si applica al mio caso <input type="checkbox"/></p>
7. Lei sta parlando con una persona in un luogo in cui c'è molta eco (come in una chiesa o in una stazione ferroviaria). È in grado di seguire quello che dice l'altra persona?	<p><i>Per niente</i> <i>Perfettamente</i></p> <p>0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10</p> <p style="text-align: right;">Non si applica al mio caso <input type="checkbox"/></p>
8. È in grado di sostenere una conversazione con una persona se una terza persona sta parlando con lo stesso tono di voce del suo interlocutore?	<p><i>Per niente</i> <i>Perfettamente</i></p> <p>0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10</p> <p style="text-align: right;">Non si applica al mio caso <input type="checkbox"/></p>
9. È in grado di sostenere una conversazione con una persona se una terza persona sta parlando parla con un tono di voce diverso da quello del suo interlocutore?	<p><i>Per niente</i> <i>Perfettamente</i></p> <p>0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10</p> <p style="text-align: right;">Non si applica al mio caso <input type="checkbox"/></p>
10. Lei sta ascoltando una persona che parla con lei e contemporaneamente cerca di seguire il telegiornale. È in grado di seguire quello che dicono le due persone?	<p><i>Per niente</i> <i>Perfettamente</i></p> <p>0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10</p> <p style="text-align: right;">Non si applica al mio caso <input type="checkbox"/></p>

Figura n.5.

11. Lei sta parlando con una persona in una stanza in cui ci sono molte altre persone che parlano. È in grado di seguire quello che il suo interlocutore le sta dicendo?	<p><i>Per niente</i> <i>Perfettamente</i></p> <p>0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10</p> <p style="text-align: right;">Non si applica al mio caso <input type="checkbox"/></p>
12. Lei si trova in un gruppo, le persone che parlano si passano in continuazione la parola. È in grado di seguire la conversazione senza perdersi le prime parole di ognuno?	<p><i>Per niente</i> <i>Perfettamente</i></p> <p>0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10</p> <p style="text-align: right;">Non si applica al mio caso <input type="checkbox"/></p>
13. È in grado di sostenere senza problemi una conversazione al telefono?	<p><i>Per niente</i> <i>Perfettamente</i></p> <p>0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10</p> <p style="text-align: right;">Non si applica al mio caso <input type="checkbox"/></p>
14. Lei sta ascoltando una persona al telefono mentre di fianco a sé, un'altra persona inizia a parlare. È in grado di seguire quello che le due persone le stanno dicendo?	<p><i>Per niente</i> <i>Perfettamente</i></p> <p>0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10</p> <p style="text-align: right;">Non si applica al mio caso <input type="checkbox"/></p>

Figura n.6.

Scala Spatial del questionario Speech Spatial Qualities (SSQ):

Parte 2: Percezione spaziale	
1. Lei è all'aperto, in un luogo sconosciuto. Sente che qualcuno sta usando un tosaerba. Non può vedere dove è. È in grado di rendersi subito conto da dove proviene il rumore?	<p><i>Per niente</i> <i>Perfettamente</i></p> <p>0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10</p> <p style="text-align: right;">Non si applica al mio caso <input type="checkbox"/></p>

Figura n.7.

2. Si è seduti attorno a un tavolo (ad esempio: una riunione) con diverse persone. Lei non può vedere tutti. È in grado di rendersi subito conto dove è seduta una persona non appena questa comincia a parlare?	<p><i>Per niente</i> <i>Perfettamente</i></p> <p>0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10</p> <p style="text-align: right;">Non si applica al mio caso <input type="checkbox"/></p>
3. Si siede tra due persone. Una delle due incomincia a parlare. Senza dover guardare, è in grado di rendersi subito conto se si tratta della persona alla sua destra o alla sua sinistra?	<p><i>Per niente</i> <i>Perfettamente</i></p> <p>0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10</p> <p style="text-align: right;">Non si applica al mio caso <input type="checkbox"/></p>
4. Lei è in una casa sconosciuta. C'è silenzio. Si sente una porta sbattere. È in grado di rendersi subito conto da dove proviene il rumore?	<p><i>Per niente</i> <i>Perfettamente</i></p> <p>0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10</p> <p style="text-align: right;">Non si applica al mio caso <input type="checkbox"/></p>
5. Lei è nella tromba delle scale di un edificio. Ci sono piani sotto e sopra di lei. Lei sente suoni provenire da un altro piano. È in grado di rendersi subito conto da dove proviene il rumore?	<p><i>Per niente</i> <i>Perfettamente</i></p> <p>0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10</p> <p style="text-align: right;">Non si applica al mio caso <input type="checkbox"/></p>
6. Lei è all'aperto. Un cane abbaia forte. È in grado di localizzarlo subito, senza dover guardare?	<p><i>Per niente</i> <i>Perfettamente</i></p> <p>0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10</p> <p style="text-align: right;">Non si applica al mio caso <input type="checkbox"/></p>

Figura n.8.

7. Lei si trova sul marciapiede di una strada trafficata. È in grado di dire da quale direzione proviene il camion o l'autobus prima di poterlo vedere?	<p><i>Per niente</i> <i>Perfettamente</i></p> <p>0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10</p> <p style="text-align: right;">Non si applica al mio caso <input type="checkbox"/></p>
8. Per strada, è in grado di stabilire quanto lontana sia una persona dal rumore della sua voce o dei suoi passi?	<p><i>Per niente</i> <i>Perfettamente</i></p> <p>0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10</p> <p style="text-align: right;">Non si applica al mio caso <input type="checkbox"/></p>
9. È in grado di stabilire quanto sia lontano un bus o un camion dal rumore che emette?	<p><i>Per niente</i> <i>Perfettamente</i></p> <p>0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10</p> <p style="text-align: right;">Non si applica al mio caso <input type="checkbox"/></p>
10. È in grado di stabilire in quale direzione si sta muovendo un bus o un camion (per esempio, da sinistra a destra o da destra a sinistra)?	<p><i>Per niente</i> <i>Perfettamente</i></p> <p>0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10</p> <p style="text-align: right;">Non si applica al mio caso <input type="checkbox"/></p>
11. Basandosi sul suono della voce o dei passi, è in grado di stabilire in quale direzione si sta muovendo una persona (per esempio, da sinistra a destra o da destra a sinistra)?	<p><i>Per niente</i> <i>Perfettamente</i></p> <p>0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10</p> <p style="text-align: right;">Non si applica al mio caso <input type="checkbox"/></p>

Figura n.9.

12. Dal suono della voce o dei passi, è in grado di stabilire se una persona si avvicina o si allontana?	<i>Per niente</i> <i>Perfettamente</i> 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	Non si applica al mio caso <input type="checkbox"/>
13. È in grado di stabilire dal rumore se un bus o un camion si avvicina o si allontana?	<i>Per niente</i> <i>Perfettamente</i> 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	Non si applica al mio caso <input type="checkbox"/>
14. I suoni che percepisce sembrano essere nella sua testa invece che all'esterno?	<i>Nella mia testa</i> <i>All'esterno</i> 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	Non si applica al mio caso <input type="checkbox"/>
15. Se i rumori che lei percepisce provengono da persone o cose che inizialmente lei non può vedere, una volta visti, queste persone/oggetti si rivelano essere più vicini di quanto creduto?	<i>Molto più vicini</i> <i>No, non sono più vicini</i> 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	Non si applica al mio caso <input type="checkbox"/>
16. Se i rumori che lei percepisce provengono da persone o cose che inizialmente lei non può vedere, una volta visti, queste persone/oggetti si rivelano essere più lontani di quanto creduto?	<i>Molto più lontani</i> <i>Non più lontani</i> 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	Non si applica al mio caso <input type="checkbox"/>

Figura n.10.

17. Ha l'impressione di essere in grado di localizzare correttamente la fonte di un suono?	<i>Per niente</i> <i>Perfettamente</i> 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	Non si applica al mio caso <input type="checkbox"/>
--	--	---

Figura n.11.

Scala Qualities del questionario Speech Spatial Qualities (SSQ)

Parte 3: Qualità della percezione		
1. Pensi a quando lei percepisce due rumori contemporaneamente (per esempio: l'acqua che scorre nel rubinetto e una radio accesa), ha l'impressione che questi suoni siano separati l'uno dall'altro?	<i>Per niente</i> <i>Perfettamente</i> 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	Non si applica al mio caso <input type="checkbox"/>
2. Quando lei percepisce diversi suoni contemporaneamente, ha l'impressione che sia un unico rumore confuso?	<i>Confuso</i> <i>Non è confuso</i> 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	Non si applica al mio caso <input type="checkbox"/>
3. Lei è in una stanza; dalla radio proviene della musica. Qualcuno nella stanza sta parlando. Lei ha l'impressione che la voce sia in qualche modo separata rispetto alla musica?	<i>Per niente</i> <i>Perfettamente</i> 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	Non si applica al mio caso <input type="checkbox"/>
4. Le risulta semplice riconoscere le persone conosciute dal suono della voce?	<i>Per niente</i> <i>Perfettamente</i> 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	Non si applica al mio caso <input type="checkbox"/>

Figura n.12.

5. Le risulta semplice distinguere diverse canzoni che lei conosce?	<i>Per niente</i> <i>Perfettamente</i> 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	Non si applica al mio caso <input type="checkbox"/>
6. È in grado di stabilire la differenza di diversi suoni; per esempio: una macchina da un bus, l'acqua che bolle in una pentola, dal cibo che soffrigge in una padella.	<i>Per niente</i> <i>Perfettamente</i> 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	Non si applica al mio caso <input type="checkbox"/>
7. Quando ascolta della musica, è in grado di stabilire quali strumenti vengono suonati?	<i>Per niente</i> <i>Perfettamente</i> 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	Non si applica al mio caso <input type="checkbox"/>
8. Quando ascolta la musica, il suono è chiaro e naturale?	<i>Per niente</i> <i>Perfettamente</i> 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	Non si applica al mio caso <input type="checkbox"/>
9. I rumori che è in grado di percepire facilmente nella vita quotidiana sono chiari (non confusi o indistinti)?	<i>Per niente</i> <i>Perfettamente</i> 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	Non si applica al mio caso <input type="checkbox"/>
10. La voce delle altre persone le sembra chiara e naturale?	<i>Per niente</i> <i>Perfettamente</i> 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	Non si applica al mio caso <input type="checkbox"/>

Figura n.13.

11. I rumori che è in grado di percepire nella vita quotidiana sembrano artificiali o non naturali?	<i>Non naturali</i> <i>Naturali</i> 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	Non si applica al mio caso <input type="checkbox"/>
12. Il suono della Sua voce le sembra naturale?	<i>Per niente</i> <i>Perfettamente</i> 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	Non si applica al mio caso <input type="checkbox"/>
13. È in grado di stabilire l'umore di una persona dalla voce con cui parla?	<i>Per niente</i> <i>Perfettamente</i> 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	Non si applica al mio caso <input type="checkbox"/>
14. Si deve concentrare molto quando ascolta qualcuno/qualcosa?	<i>Mi devo concentrare molto</i> <i>Non mi devo concentrare</i> 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	Non si applica al mio caso <input type="checkbox"/>
15. Si deve sforzare molto per capire quello che viene detto in una conversazione con altre persone?	<i>Mi devo sforzare molto</i> <i>Non mi devo sforzare</i> 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	Non si applica al mio caso <input type="checkbox"/>

Figura n.14.

16. Quando è alla guida di un'auto, le riesce semplice ascoltare quello che il passeggero seduto accanto a lei le sta dicendo?	<i>Per niente</i> <i>Perfettamente</i> 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	Non si applica al mio caso <input type="checkbox"/>
17. Quando è seduto in un'auto sul sedile del passeggero, le riesce semplice sentire quello che il conducente accanto a lei le sta dicendo?	<i>Per niente</i> <i>Perfettamente</i> 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	Non si applica al mio caso <input type="checkbox"/>
18. Le riesce semplice ignorare altri suoni quando cerca di ascoltare qualcosa?	<i>Non è semplice ignorarli</i> <i>È semplice ignorarli</i> 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	Non si applica al mio caso <input type="checkbox"/>

Figura n.15.

3.4 ANALISI STATISTICA

E' stato eseguito un confronto dei valori medi del punteggio del questionario Speech Spatial Qualities (SSQ), della percentuale di riconoscimento verbale in cocktail party noise e della riduzione digitale del rumore (DNR) tra il gruppo con ipoacusia simmetrica e il gruppo con ipoacusia asimmetrica.

Il beneficio protesico è stato definito come la differenza tra l'outcome con gli apparecchi acustici e l'outcome senza apparecchi acustici.

Per le correlazioni è stato impiegato il coefficiente di correlazione di Pearson (r), il coefficiente di determinazione (R^2) e la t student calcolata sulla coppia di valori.

Per lo svolgimento dei calcoli è stato usato il software Excel.

E' stato usato come riferimento il testo di Statistica Medica per le professioni sanitarie di Pasquale Bruno Lantieri, Domenico Riso e Giambattista Ravera.

Sintesi dati anamnestici dei partecipanti:

	SHL	AHL	NH
numero	9	8	9
età (anni)	74 ± 7,8	72 ± 6,9	72 ± 8,0
% donne - % uomini	44 - 56	25 - 75	78 - 22
anni di studio	10,8	10,4	7,8
% lavoratori - % pensionati	33 - 67	25 - 75	22 - 78
durata protesizzazione acustica (mesi)	45	67	
durata utilizzo apparecchi acustici indossati (mesi)	21	31	
data logging (ore)	9,9	11,3	

Figura n.16.

Nella figura n.16. sono rappresentati i dati relativi al questionario anamnestico dei tre gruppi SHL, AHL, e NH.

4. RISULTATI E DISCUSSIONE

- PTA IN CAMPO LIBERO SENZA APPARECCHI ACUSTICI:

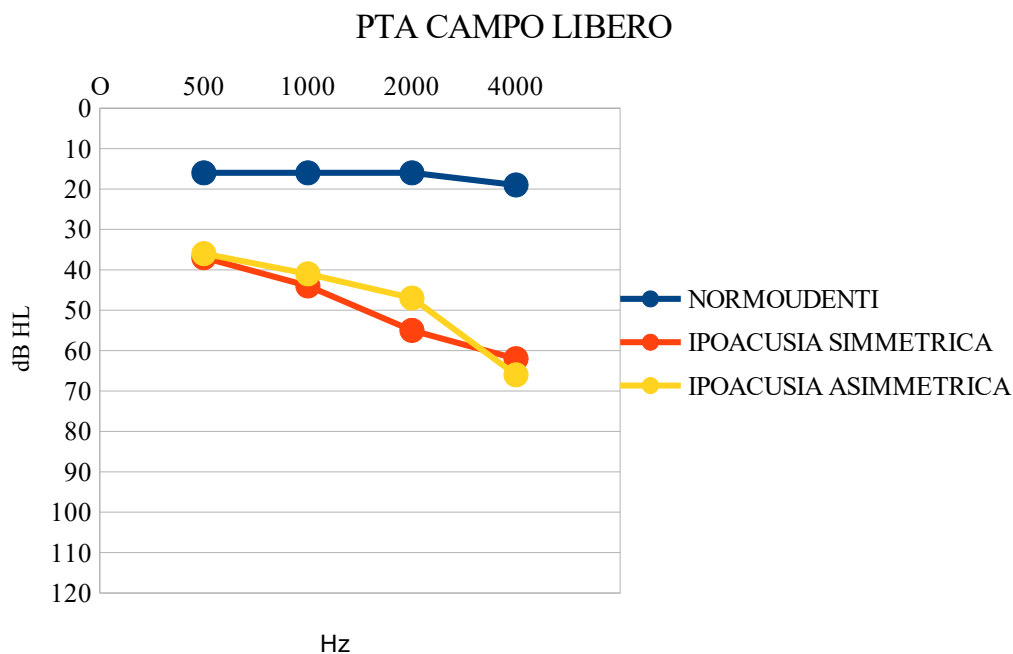


Figura n.17.

Nella figura n.17. è rappresentata la soglia di minima udibilità in campo libero per le frequenze 500,1000,2000,4000 Hz, senza apparecchi acustici, per i gruppi con ipoacusia simmetrica e asimmetrica. L'esame è stato eseguito in campo libero, in ambiente silente, utilizzando toni warble, provenienti da una cassa disposta a 1,50 metri frontalmente al soggetto.

Si osserva anche la soglia di minima udibilità per il gruppo normoacusico.

La PTA media per il gruppo con ipoacusia simmetrica è di 48 dB HL.

La PTA media per il gruppo con ipoacusia asimmetrica è di 47 dB HL.

La PTA media per il gruppo normoacusico è di 17 dB HL.

- PTA IN CAMPO LIBERO CON APPARECCHI ACUSTICI:

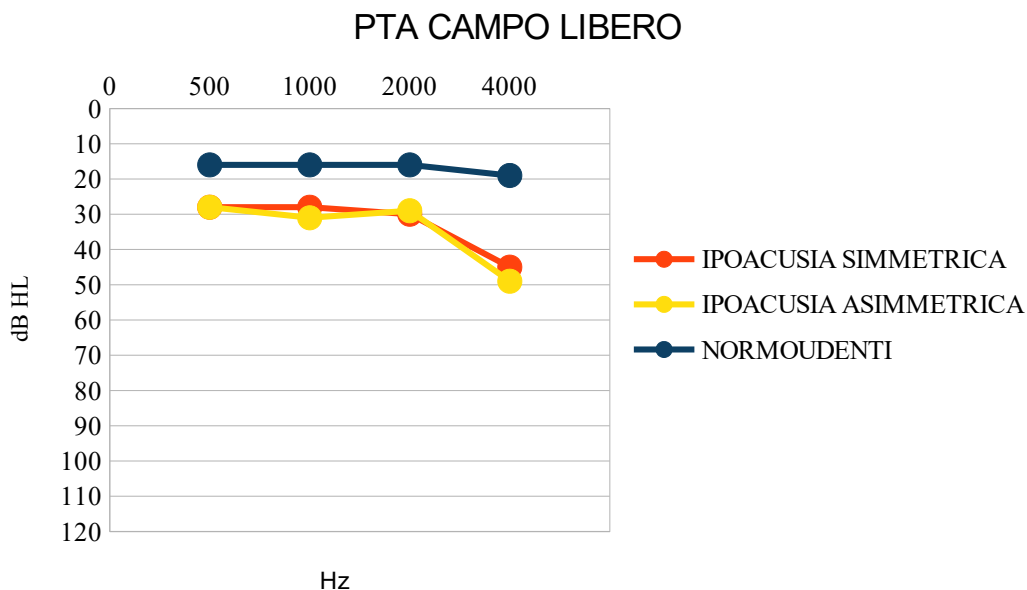


Figura n.18.

Nella figura n.18. è rappresentata la soglia di minima udibilità in campo libero per le frequenze 500,1000,2000,4000 Hz, con apparecchi acustici, per i gruppi con ipoacusia simmetrica e asimmetrica.

Si osserva anche la soglia di minima udibilità per il gruppo normoacustico.

La PTA media per il gruppo con ipoacusia simmetrica è di 33 dB HL.

La PTA media per il gruppo con ipoacusia asimmetrica è di 34 dB HL.

La PTA media per il gruppo normoacustico è di 17 dB HL.

Il guadagno funzionale medio, calcolato come la differenza tra la PTA in campo libero senza apparecchi acustici e la PTA in campo libero con gli apparecchi acustici, è di 15 dB per il gruppo con ipoacusia simmetrica e 13 dB per il gruppo con ipoacusia asimmetrica.

Si può osservare come, attraverso l'applicazione audioprotesica, vi sia un maggiore ripristino delle frequenze medio-gravi rispetto alle frequenze acute (4000 Hz).

- QUESTIONARIO SPEECH SPATIAL QUALITIES (SSQ):

**VALORI MEDI QUESTIONARIO
SSQ NORMUDENTI (N=9)**

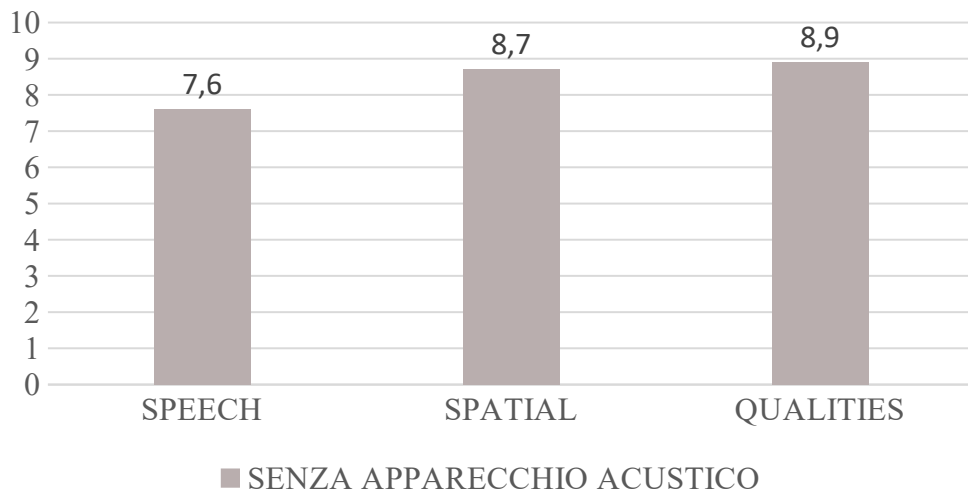


Figura n.19.

Nella figura n.19. sono rappresentati i valori medi dei punteggi relativi a ciascuna delle tre scale del Questionario Speech Spatial Qualities per il gruppo normoacusico.

Il punteggio medio per la scala Speech è di 7.6 (compreso tra 5 e 9.6).

Il punteggio medio per la scala Spatial è di 8,7 (compreso tra 7.9 e 9.9).

Il punteggio medio per la scala Qualities è di 8,9 (compreso tra 8 e 10).

Il punteggio medio totale del questionario è di 8,4 (compreso tra 7.1 e 9.8).

Si osserva come la scala che ha totalizzato un punteggio minore è la scala Speech, mentre le altre due hanno punteggi superiori: questo è stato evidenziato anche in altri studi (**Gatehouse & Noble, 2004**).

Nella scala Speech sono contenute domande relative al parlato nel rumore, al parlato in contesti verbali, ed al processamento e switching di flussi vocali multipli (**Moulin & Richard, 2016**): queste situazioni richiedono oltre alla funzionalità uditiva binaurale anche abilità di attenzione selettiva e divisa le quali sono funzioni esecutive che tendono a ridursi con l'età (**Harada et al, 2013**).

I risultati osservati sono più elevati rispetto a quanto espresso in letteratura, soprattutto per i domini Spatial e Qualities.

Lo studio “ **Older adults ’performance on the speech, spatial, and qualities of hearing scale (SSQ): Test-retest reliability and a comparison of interview and self-administration methods** “ di **Singh & Pitchora-Fuller, 2010**, aveva esaminato 4 gruppi di soggetti anziani, di cui uno di 40 soggetti con età e PTA medi molto simili a quelli della presente Tesi (età: 72,4 anni, PTA orecchio migliore: 17,8 decibel HL).

Questo gruppo aveva ottenuto i seguenti punteggi al questionario SSQ alla prima somministrazione in modalità intervista: 7.0 per la scala Speech, 7.2 per la scala Spatial, 7.4 per la scala Qualities, ed 7.1, 7.5 e 7.6 rispettivamente per le scale Speech, Spatial e Qualities, alla seconda somministrazione, sempre in modalità intervista.

Il motivo di questa differenza può essere dato dalla diversa somministrazione del questionario in quanto, tutti i soggetti in esame hanno compilato autonomamente il questionario, a differenza dei soggetti dello studio citato, oppure dal livello di scolarizzazione.

- QUESTIONARIO SPEECH SPATIAL QUALITIES (SSQ) SENZA APPARECCHI ACUSTICI:

VALORI MEDI QUESTIONARIO SSQ IN PAZIENTI CON IPOACUSIA SIMMETRICA VS PAZIENTI CON IPOACUSIA ASIMMETRICA (N=17)

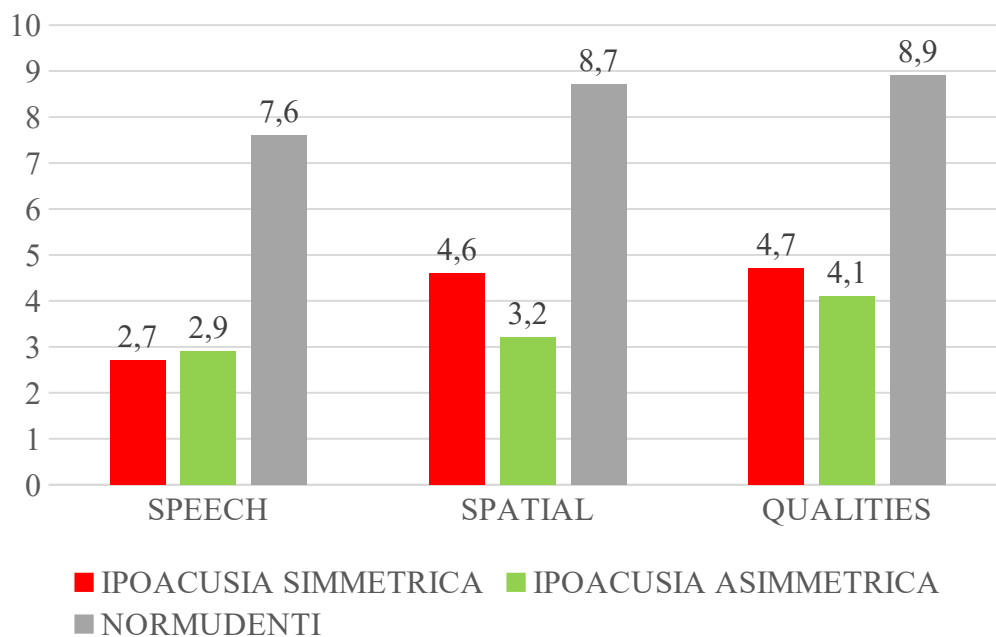


Figura n.20.

Nella figura n.20. sono rappresentati i valori medi di ogni scala del questionario SSQ per i gruppi con ipoacusia simmetrica e asimmetrica, nella condizione “senza apparecchi acustici“, insieme a quelli del gruppo normoacustico.

I punteggi per le scale Speech, Spatial e Qualities, per il gruppo SHL, sono rispettivamente: 2.7, 4.6, 4.7, con una media totale di 4 (compreso tra 1.6 e 5.8).

I punteggi per le scale Speech, Spatial e Qualities, per il gruppo AHL, sono rispettivamente: 2.9, 3.2, 4.1, con una media totale di 3.4 (compreso tra 1.9 e 6.1).

I quesiti che hanno ottenuto il punteggio maggiore per la scala Speech sono stati il 13 (È in grado di sostenere senza problemi una conversazione al telefono?) per il gruppo SHL e il 13 per il gruppo AHL; i quesiti col punteggio inferiore sono stati il 6 (Lei è in un gruppo di circa cinque persone in un ristorante affollato. NON può vedere tutte le persone del gruppo. È in grado di seguire la conversazione?) per SHL e il 4 (Lei è in un gruppo di circa cinque persone in un ristorante affollato. Lei può vedere tutte le persone del gruppo. È in grado di seguire la conversazione?), 6 (Lei è in un gruppo di circa cinque persone in un ristorante affollato. NON può vedere tutte le persone del gruppo. È in grado di seguire la conversazione?), 11 (Lei sta parlando con una persona in una stanza in cui ci sono molte altre persone che parlano. È in grado di seguire quello che il suo interlocutore le sta dicendo?), 12 (Lei si trova in un gruppo, le persone che parlano si passano in continuazione la parola. È in grado di seguire la conversazione senza perdersi le prime parole di ognuno?) per AHL.

Per la scala Spatial i quesiti con punteggio più alto sono stati il 14 (I suoni che percepisce sembrano essere nella sua testa invece che all'esterno?) per SHL e il 14 per AHL; quelli con punteggio più basso sono stati il 5 (Lei è nella tromba delle scale di un edificio. Ci sono piani sotto e sopra di lei. Lei sente suoni provenire da un altro piano. È in grado di rendersi subito conto da dove proviene il rumore?), 10 (È in grado di stabilire in quale direzione si sta muovendo un bus o un camion (per esempio, da sinistra a destra o da destra a sinistra)? , 11 (Basandosi sul suono della voce o dei passi, è in

grado di stabilire in quale direzione si sta muovendo una persona, per esempio, da sinistra a destra o da destra a sinistra?) per SHL e il 15 (Se i rumori che lei percepisce provengono da persone o cose che inizialmente lei non può vedere, una volta visti, queste persone/oggetti si rivelano essere più vicini di quanto creduto?) e 16 (Se i rumori che lei percepisce provengono da persone o cose che inizialmente lei non può vedere, una volta visti, queste persone/oggetti si rivelano essere più lontani di quanto creduto?).

Infine per la scala Qualities le domande con valore maggiore sono state la 4 (Le risulta semplice riconoscere le persone conosciute dal suono della voce?) per SHL e la 12 (Il suono della Sua voce le sembra naturale?) per AHL; quelle con valore minore sono state la 15 (Si deve sforzare molto per capire quello che viene detto in una conversazione con altre persone?) per SHL e la 17 (Quando è seduto in un'auto sul sedile del passeggero, le riesce semplice sentire quello che il conducente accanto a lei le sta dicendo?) per AHL.

Correlazioni:

Nella figura n.21. sono rappresentati i coefficienti di correlazione di Pearson (r) e di determinazione (R^2) tra il punteggio totale medio del questionario SSQ e la PTA dell'orecchio migliore (BPTA), la PTA dell'orecchio peggiore (WPTA), la PTA in campo libero (PTA CL) e l'asimmetria interaurale (asimmetria), per il gruppo con ipoacusia simmetrica e asimmetrica.

Gruppo SHL	r	R^2
BPTA	-0.67	0.45
WPTA	-0.53	0.28
PTA C.L.	-0.76	0.58
ASIMMETRIA	0.45	0.21

Gruppo AHL	r	R^2
BPTA	-0.63	0.40
WPTA	-0.36	0.13
PTA C.L.	-0.32	0.10
ASIMMETRIA	-0.19	0.04

Figura n.21.

I risultati ottenuti mostrano come il gruppo con ipoacusia asimmetrica percepisca una maggiore disabilità uditiva rispetto ai soggetti con ipoacusia simmetrica, in particolare per il dominio dello spazio (Spatial) e della qualità (Qualities), mentre presenta una minor handicap, seppur lieve, per il dominio verbale (Speech).

I punteggi delle scale risultano inferiori a quelli ottenuti nello studio di **Noble & Gatehouse 2004**, nel quale i soggetti con calo simmetrico hanno ottenuto un punteggio medio totale di 5.9, mentre i soggetti con perdita asimmetrica di 4.7.

La PTA dell'orecchio migliore per entrambi i gruppi era però inferiore a quella del presente studio: 38.9 e 38.7 decibel HL, rispettivamente.

Per l'analisi delle domande con punteggio maggiore e minore abbiamo fatto riferimento alle 10 subscale del questionario SSQ create da **Gatehouse & Akeroyd (2006)**.

Gli autori dello studio hanno suddiviso gli item proposti nella scala di valutazione in dieci microaree d'ascolto: l'ascolto del silenzio (domande 2 e 3 della scala Speech), l'ascolto nel rumore (domande 1,4,5,6 della scala Speech), l'ascolto in contesti verbali (domande 7,8,9,11 della scala Speech), il processamento e il cambiamento di flussi vocali multipli (domande 10,12,14 della scala Speech), la localizzazione (domande 1,2,3,4,5,6 della scala Spatial), la distanza e movimento (domande 7,8,9,10,11,12,13,15,16 del dominio Spatial), la qualità del suono e naturalezza (domande 8,9,10,11,12 del dominio Qualities), l'identificazione di suoni e oggetti (domande 4,5,6,7,13 del dominio scala Qualities), la segregazione di suoni (domande 1,2,3 della scala Qualities) e lo sforzo d'ascolto (domande 14,18 della scala Qualities).

Per quanto concerne il dominio verbale, per entrambi i gruppi il dialogo al telefono risulta essere la condizione d'ascolto più performante (13), mentre il parlato nel rumore (4,6), il parlato in contesti verbali (11) ed il processamento e switching di flussi vocali multipli (12) rappresentano le situazioni più difficili per SHL (solo parlato nel rumore) e AHL.

Anche per la scala Spatial vi sono delle somiglianze: sia per SHL che per AHL il quesito 3 presenta il punteggio maggiore, relativo alla localizzazione spaziale, mentre tra le condizioni più compromesse abbiamo sempre la localizzazione (5,6) e la sottocategoria della distanza e movimento (15,16).

Infine per il dominio qualitativo, l'identificazione di suoni ed oggetti è la situazione migliore per SHL (4), e la qualità del suono lo è per AHL (12), mentre la concentrazione quando si ascolta qualcuno o qualcosa è la condizione più difficile per SHL, invece il sentire ciò che dice il conducente quando si è seduti al posto del passeggero davanti lo è per AHL.

Dai risultati qui raccolti si può osservare come per il dominio verbale l'ascolto nel rumore rappresenta la condizione d'ascolto più disabilitante sia per il gruppo con ipoacusia simmetrica che per il gruppo con ipoacusia asimmetrica ed è maggiore per il secondo, visto il numero di quesiti con punteggio inferiore (quattro domande con valore medio due).

Ciò è in parte in contraddizione con quello che viene scritto da **Gatehouse & Noble** in “**The Speech, Spatial and Qualities of Hearing Scale (SSQ)**“ i quali sostengono che il fattore dell'asimmetria non contribuisce in modo significativo per la maggior parte dei contesti verbali.

Per l'area spaziale entrambi i campioni mostrano difficoltà dello stesso tipo ma il gruppo AHL presenta dei punteggi significativamente inferiori a causa della ridotta funzionalità binaurale, come dimostrato anche in “**Noble & Gatehouse, 2004**”.

Infine per il dominio qualitativo, il gruppo SHL presenta il punteggio più basso per una circostanza relativa allo sforzo d'ascolto, mentre il risultato peggiore del gruppo AHL mette in luce un problema che era stato evidenziato anche in **Noble & Gatehouse**.

Nello studio viene descritto come i soggetti con asimmetria interaurale abbiano meno accessibilità pertanto possibilità di trovare una posizione con il rapporto segnale/rumore più favorevole a causa della presenza di un orecchio peggiore: la condizione del passeggero con ipoacusia asimmetrica (e che magari ha come orecchio peggiore il sinistro) che deve dialogare con il conducente alla sua sinistra è una delle situazioni critiche.

Sono state controllate le soglie uditive dei soggetti con perdita asimmetrica ed è stato verificato come cinque di loro avessero come orecchio migliore il destro dunque la difficoltà manifestata nel questionario è confermata.

Si è scelto di determinare la correlazione tra SSQ e PTA dell'orecchio migliore, PTA dell'orecchio peggiore ed asimmetria così come è stato fatto in **Noble & Gatehouse, 2004**.

Dai coefficienti di correlazione osserviamo come, per il gruppo SHL, la PTA in campo libero e la BPTA sono correlate negativamente con il punteggio totale del questionario SSQ, nonostante una parte della variazione del punteggio del questionario non viene spiegata da tali variabili: questo significa che maggiore è la gravità della perdita uditiva e maggiore saranno le difficoltà d'ascolto percepite nella vita reale per i soggetti con ipoacusia simmetrica. Per quanto concerne il gruppo AHL, la PTA dell'orecchio migliore presenta la più alta correlazione negativa con il punteggio SSQ dopo il WPTA, il PTA CL e l'asimmetria interaurale: maggiore è la perdita uditiva dell'orecchio migliore dei soggetti con ipoacusia asimmetrica e maggiore sarà la disabilità uditiva vissuta quotidianamente.

I risultati così ottenuti mostrano come la perdita uditiva dell'orecchio migliore è associata alla disabilità uditiva percepita, senza apparecchi acustici, misurata mediante il questionario SSQ in entrambi i gruppi, con ipoacusia simmetrica e asimmetrica, indipendentemente dal grado di asimmetria. Correlazioni seppur minori sono state individuate anche in **Noble & Gatehouse, 2004**: $r = -0.43$ e -0.55 per la BPTA del gruppo con calo simmetrico e asimmetrico rispettivamente e -0.40 e -0.21 per la WPTA.

- QUESTIONARIO SPEECH SPATIAL QUALITIES (SSQ) CON APPARECCHI ACUSTICI:

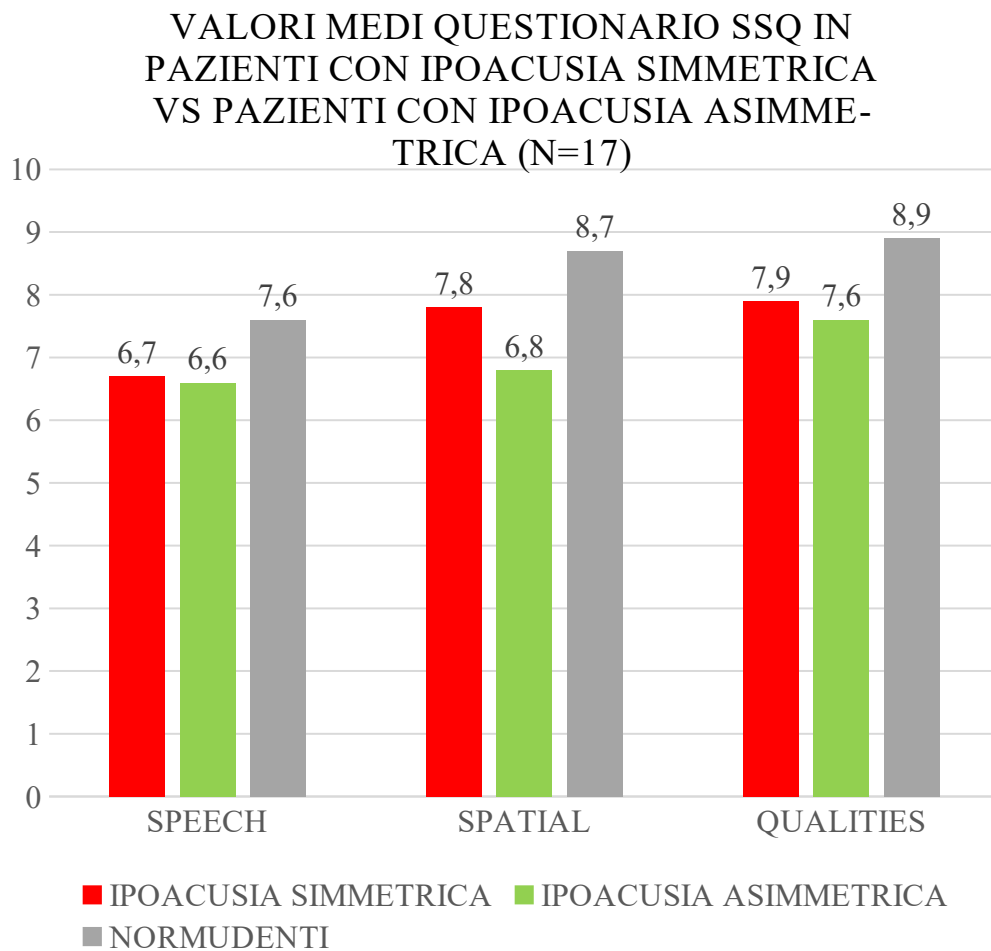


Figura n.22.

Nella figura n.22. sono rappresentati i punteggi medi per ciascuna delle tre scale del questionario SSQ per i gruppi SHL e ASHL, nella condizione “con apparecchi acustici “ insieme a quelli del gruppo NH.

I valori per le scale Speech, Spatial e Qualities, per il gruppo SHL, sono rispettivamente: 6.7, 7.8, 7.9, con una media totale di 7.5 (compreso tra 6.1 e 8.4).

I punteggi per le scale Speech, Spatial e Qualities, per il gruppo ASHL, sono rispettivamente: 6.6, 6.8, 7.6, con una media totale di 7 (compreso tra 4.9 e 8.6).

Per la scala Speech la domanda col punteggio maggiore è stata la 13 (È in grado di sostenere senza problemi una conversazione al telefono?) per SHL e la 2 (Lei sta parlando con un'altra persona in un'ampia stanza (soggiorno) tranquilla con il pavimento in moquette. È in grado di seguire quello che dice l'altra persona?) per AHL; la domanda col punteggio minore è stata la 10 (Lei sta ascoltando una persona che parla con lei e contemporaneamente cerca di seguire il telegiornale. È in grado di seguire quello che dicono le due persone?) per SHL, la 4 (Lei è in un gruppo di circa cinque persone in un ristorante affollato. Lei può vedere tutte le persone del gruppo. È in grado di seguire la conversazione?) e la 7 (Lei sta parlando con una persona in un luogo in cui c'è molta eco (come in una chiesa o in una stazione ferroviaria). È in grado di seguire quello che dice l'altra persona?) per AHL. Per il dominio spaziale il quesito con valore più alto è stato il 3 (Si siede tra due persone. Una delle due incomincia a parlare. Senza dover guardare, è in grado di rendersi subito conto se si tratta della persona alla sua destra o alla sua sinistra?) per SHL e la 14 (I suoni che percepisce sembrano essere nella sua testa invece che all'esterno?); quelli con valore più basso sono stati il 10 (È in grado di stabilire in quale direzione si sta muovendo un bus o un camion (per esempio, da sinistra a destra o da destra a sinistra)?) per SHL e il 4 (Lei è in una casa sconosciuta. C'è silenzio. Si sente una porta sbattere. È in grado di rendersi subito conto da dove proviene il rumore?) e 5 (Lei è nella tromba delle scale di un edificio. Ci sono piani sotto e sopra di lei. Lei sente suoni provenire da un altro piano. È in grado di rendersi subito conto da dove proviene il rumore?) per AHL.

Per quanto riguarda il dominio qualitativo, la domanda con valore maggiore è stata la 13 (È in grado di stabilire l'umore di una persona dalla voce con cui parla?) per SHL, la 9 (I rumori che è in grado di percepire facilmente nella vita quotidiana sono chiari (non confusi o indistinti)?); quelle con valore minore sono la 15 (Si deve sforzare molto per capire quello che viene detto in una conversazione con altre persone?) per SHL, e la 18 (Le riesce semplice ignorare altri suoni quando cerca di ascoltare qualcosa?) per AHL.

Correlazioni:

Nella figura n.23. sono rappresentati i coefficienti di correlazione di Pearson (r) e di determinazione (R^2) tra il punteggio totale medio del questionario SSQ e la PTA dell'orecchio migliore (BPTA), la PTA dell'orecchio peggiore (WPTA), la PTA in campo libero (PTA CL AA) con gli apparecchi acustici e l'asimmetria interaurale (asimmetria), per il gruppo con ipoacusia simmetrica e asimmetrica.

Gruppo SHL	r	R^2
BPTA	-0.22	0.05
WPTA	0.38	0.14
PTA C.L. AA	0.68	0.46
ASIMMETRIA	0.06	0

Gruppo AHL	r	R^2
BPTA	-0.16	0.03
WPTA	-0.25	0.06
PTA C.L. AA	-0.14	0.02
ASIMMETRIA	0.02	0

Figura n.23.

Nella figura n.24. sono rappresentati i coefficienti di correlazione di Pearson (r) e di determinazione (R^2) tra il punteggio totale del questionario SSQ e il guadagno funzionale per i gruppi SHL e AHL.

Gruppo SHL	r	R^2
SSQ tot	0.62	0.38

Gruppo AHL	r	R^2
SSQ tot	0.30	0.09

Figura n.24.

Nelle figura n.25. sono rappresentati i coefficienti di correlazione di Pearson (r) e di determinazione (R^2) tra il beneficio protesico con il questionario SSQ e : guadagno funzionale, PTA in campo libero con gli apparecchi e asimmetria per i gruppi SHL e AHL.

Gruppo SHL	r	R^2
GUADAGNO FUNZIONALE	0.62	0.38
PTA C.L. AA	0.27	0.07
ASIMMETRIA	-0.35	0.12

Gruppo AHL	r	R^2
GUADAGNO FUNZIONALE	0.30	0.09
PTA C.L. AA	-0.02	0.0004
ASIMMETRIA	0.15	0.02

Figura n.25.

Complessivamente il gruppo SHL presenta dei valori medi maggiori rispetto al gruppo AHL.

Per quanto riguarda la scala Speech i valori raggiunti sono molto simili, mentre la differenza aumenta con le scale Spatial e Qualities.

Per quanto concerne le domande con punteggi maggiori, il gruppo SHL presenta lo stesso quesito con valore più alto della condizione “senza apparecchi acustici” ovvero l’ascolto al telefono, mentre il gruppo AHL esprime il punteggio maggiore per una situazione di parlato nel silenzio.

Probabilmente l’ascolto al telefono non costituisce la condizione migliore per il gruppo AHL in quanto l’amplificazione fornita all’orecchio peggiore determina la detezione di suoni che non sarebbero percepiti in assenza di questa.

E’ importante far presente come non sono state fatte differenze tra ascolto al telefono in streaming o normale: è stato infatti documentato il miglioramento dell’ascolto del telefono in streaming (Au et al, 2019).

I valori minori per SHL sono stati osservati per una situazione che richiede il processamento e lo switching di flussi vocali multipli come ascoltare una persona che parla mentre si cerca di seguire il telegiornale, mentre l’ascolto nel rumore e l’ascolto in contesti verbali rappresenta la massima difficoltà per il gruppo con ipoacusia asimmetrica, come per la condizione “senza apparecchi acustici”.

I risultati sono coerenti con quelli dello studio **“Speech Spatial and Qualities of Hearing Scale in assessing the benefit in hearing aid users”** di Pennini & de Almeida.

Per la scala Spatial la localizzazione spaziale rappresenta la situazione migliore per SHL mentre nuovamente, come per la condizione non assistita, la percezione di sentire i suoni all’esterno rispetto che all’interno della propria testa, lo è per AHL.

Il contesto più difficile riguarda l’area della distanza e del movimento per il gruppo SHL, mentre la capacità di localizzazione spaziale in ambienti sconosciuti e non, lo è per il gruppo AHL.

Come nella condizione senza aiuto, il gruppo con ipoacusia asimmetrica manifesta un maggiore deficit nel campo spaziale.

Si ipotizza dunque che nei soggetti con ipoacusia asimmetrica permanga un'asimmetria uditiva anche per l'ascolto con gli apparecchi acustici.

Nella presente Tesi non sono stati effettuati esami per ogni orecchio singolarmente e di conseguenza non conosciamo il contributo fornito da ogni singolo apparecchio acustico.

Infine per il dominio Qualities l'identificazione di suoni ed oggetti rappresenta la circostanza migliore per SHL, invece la qualità del suono lo è per AHL.

Le condizioni più difficili riguardano lo sforzo d'ascolto per entrambi i gruppi: i soggetti del gruppo SHL devono sforzarsi per capire ciò che viene detto in una conversazione con altre persone, mentre i soggetti del gruppo AHL non sono in grado di ignorare altri suoni quando cercano di ascoltare qualcosa.

Nello studio **“Effects of Hearing Impairment and Hearing Aid Amplification on Listening Effort: A Systematic Review” di Ohlenforst et al, 2017** si è cercato di capire se gli apparecchi acustici riducano lo sforzo d'ascolto, e si è giunti alla conclusione che non esiste alcuna evidenza scientifica che dimostri tale fenomeno, né con misure self report, né con misure comportamentali e né con misure fisiologiche.

Contrariamente a quanto osservato per la condizione “senza apparecchi acustici” per il gruppo SHL vi è una moderata correlazione positiva tra la PTA CL ed SSQ: in altre parole peggiore è la soglia uditiva con gli apparecchi acustici e migliore è la percezione uditiva nella vita reale per i soggetti con perdita uditiva simmetrica (è importante comunque evidenziare che il restante 54 % della variazione del punteggio del questionario SSQ viene spiegato da altri fattori).

Analizzando i singoli soggetti del gruppo SHL osserviamo che, scartando il soggetto BA (SSQ 6.1, PTA CL AA = 25 dB HL), la correlazione diventa negativa ($r = -0.48$).

Questo fatto ci permette di capire che il gruppo SHL, ad eccezione di BA, percepisce una diminuzione delle difficoltà uditive con gli apparecchi acustici all'aumentare dell'udibilità data dai dispositivi.

Inoltre si evidenzia come il numero ridotto del campione considerato può influenzare i risultati finali.

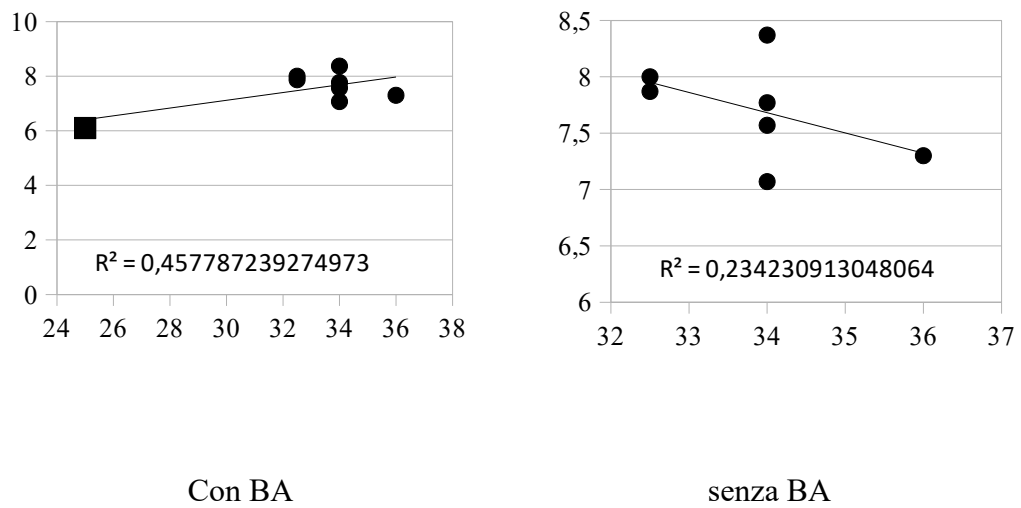


Figura n.26.

Nella figura n.26. sono rappresentati i diagrammi a punti delle coppie di variabili PTA in campo libero e punteggio del questionario SSQ, con e senza il soggetto BA, per il gruppo SHL.

Per quanto concerne il gruppo con ipoacusia asimmetrica, non viene osservata alcuna correlazione significativa.

I risultati della presente Tesi mostrano come non vi sia correlazione tra l'asimmetria interaurale e la percezione uditiva nella vita reale con gli apparecchi acustici: soggetti che presentano una percezione uditiva nella vita reale simile, presentano livelli di asimmetria diversi.

Di conseguenza per il gruppo AHL la percezione uditiva con gli apparecchi acustici si spiega sulla base di altri fattori che non sono stati considerati nella presente Tesi.

Poichè il beneficio protesico si definisce come la differenza tra la condizione “con apparecchi acustici” e la condizione “senza apparecchi acustici” è stato deciso di analizzare la relazione tra il guadagno funzionale ed il beneficio protesico misurato tramite questionario SSQ.

Un'analisi simile è stata fatta nello studio **“Objective and Subjective Outcomes in Patients with Hearing Aids: A Cross-Sectional, Comparative, Associational Study”** di Wang et al, 2021 con il questionario IOI-HA.

Il guadagno funzionale medio per il gruppo con ipoacusia simmetrica è di 15 dB, mentre il guadagno funzionale medio per il gruppo con ipoacusia asimmetrica è di 13 dB, come indicato precedentemente.

Il guadagno in SSQ (differenza tra il punteggio nella condizione “con apparecchi acustici” e quello della condizione “senza apparecchi acustici”) per il gruppo SHL è di 3.4 punti, mentre per il gruppo AHL è di 3.6 punti.

Il guadagno funzionale presenta una correlazione con il beneficio protesico del gruppo SHL ma non per il gruppo AHL.

Tale risultato sta a significare che all'aumentare del guadagno funzionale e quindi dell'aumentare dell'udibilità ripristinata mediante l'amplificazione, vi è un aumento del beneficio protesico misurato attraverso il questionario SSQ per il gruppo con ipoacusia simmetrica.

L'esito ottenuto non è confermato da **Wang et al, 2021**: è importante però precisare come in questo studio la correlazione non è stata calcolata tra due grandezze date da due differenze (guadagno funzionale = PTA CL con gli apparecchi – PTA CL senza gli apparecchi e beneficio protesico = punteggio IOI-HA con gli apparecchi – punteggio IOI-HA senza gli apparecchi) ma bensì tra una differenza (guadagno funzionale) e un valore (il punteggio IOI-HA⁵).

Nel caso dei partecipanti con asimmetria interaurale, un aumento dell'udibilità, che viene misurata sulla base della PTA in campo libero e dunque sulla base della PTA dell'orecchio migliore generalmente, non è correlata ad un miglioramento dell'esperienza uditiva nella vita reale.

Ciò permette di ipotizzare che il solo aumento dell'udibilità (la cui misura è fortemente influenzata dall'aumento dell'udibilità dell'orecchio migliore nel caso dei soggetti con ipoacusia asimmetrica) non determina un beneficio protesico per il gruppo AHL della presente Tesi.

Di conseguenza, come per la condizione “con apparecchi acustici”, il beneficio protesico per i soggetti con ipoacusia asimmetrica si spiega sulla base di altri fattori che non sono stati considerati nella presente Tesi.

Per il futuro può essere utile analizzare ogni orecchio singolarmente: in **“Modification of speech discrimination in patients with binaural asymmetrical hearing loss”** di **Arkebauer, 1971**, viene descritto come determinare la candidabilità per la protesizzazione acustica bilaterale in soggetti con ipoacusia asimmetrica.

Quest'ultima, secondo l'autore, deve essere considerata sulla base dell'intelligibilità verbale monoaurale per ogni singolo orecchio e sulla base dell'effetto combinato di entrambi gli apparecchi acustici in quanto è stato riscontrato come una parte dei soggetti con perdita uditiva asimmetrica presenta un fenomeno di interferenza binaurale.

⁵ Questionario tradotto in Italiano con il nome QIRPA.

Un limite importante dei risultati ottenuti riguarda la compilazione del questionario SSQ per la condizione “senza apparecchi acustici”: questa è avvenuta quando già tutti i soggetti erano portatori di dispositivi acustici e non in fase pre applicativa.

Di conseguenza le risposte possono essere state date sulla base dell’handicap percepito al momento della compilazione, con gli apparecchi acustici, o sulla base di ricordi pregressi.

Le Nuove Linee Guida dell’Audioprotesista indicano come sia importante somministrare questionari psicometrici nella fase che precede l’applicazione protesica e in fase post applicativa, per poter documentare al paziente il beneficio protesico raggiunto.

In conclusione, il beneficio protesico soggettivo è stato misurato mediante il questionario Speech Spatial Qualities (SSQ): quest’ultimo è stato particolarmente utile in quanto ha permesso di valutare condizioni d’ascolto che necessitano di una funzionalità uditiva binaurale.

Di conseguenza risulta essere un ottimo strumento di autovalutazione della disabilità uditiva e del miglioramento uditivo percepito nella vita reale, soprattutto per soggetti aventi una perdita uditiva asimmetrica.

Il beneficio protesico, calcolato come differenza tra il punteggio con apparecchi acustici e il punteggio senza apparecchi acustici, mediante il questionario Speech Spatial Qualities, è leggermente maggiore per gli anziani con ipoacusia asimmetrica rispetto a quelli con perdita uditiva simmetrica (3.6 vs 3.4 punti).

Il maggior beneficio protesico percepito per il gruppo con ipoacusia asimmetrica riguarda il dominio spaziale.

Nonostante ciò gli anziani con ipoacusia simmetrica protesizzati percepiscono una migliore percezione uditiva nella vita reale rispetto ai loro coetanei con asimmetria interaurale (SSQ 7.5 vs 7.0).

Il beneficio protesico misurato con il questionario SSQ è correlato con il guadagno funzionale solo per i soggetti con ipoacusia simmetrica, mentre l'asimmetria interaurale non incide sul beneficio protesico misurato attraverso il questionario SSQ in nessuno dei due gruppi.

- AUDIOMETRIA VOCALE IN COCKTAIL PARTY NOISE:

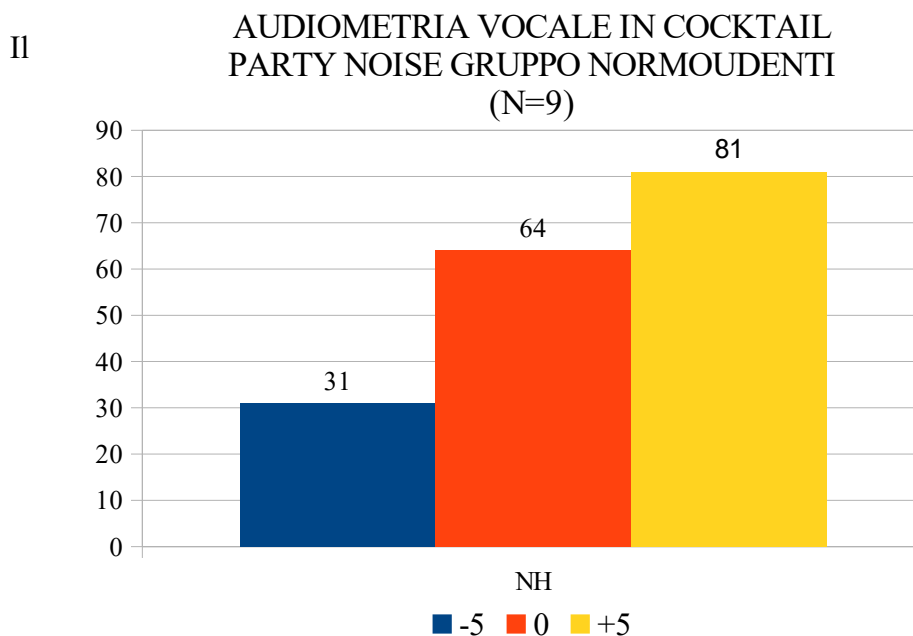


Figura n.27.

Il gruppo normacusico mostra un aumento della % di parole bisillabiche ripetute correttamente all'aumentare del rapporto segnale rumore: 31 % per il rapporto segnale rumore -5 dB, 64 % per il rapporto segnale rumore 0 dB, e 81 % per il rapporto segnale rumore + 5 dB, senza raggiungere mai l'intelligibilità del 100 % (vedi figura n.27).

La maggior parte degli studi citati in letteratura hanno utilizzato come materiale verbale le frasi di conseguenza risulta complesso fare un confronto dei risultati, essendo che parole e frasi presentano una diversa ridondanza (**Martini & Prosser, 2013**).

Inoltre questo tipo di esame non è stato standardizzato e validato a livello internazionale.

Nonostante ciò questi dati ci permettono di fare un confronto con i risultati ottenuti dai gruppi con ipoacusia simmetrica e asimmetrica.

- AUDIOMETRIA VOCALE IN COCKTAIL PARTY NOISE SENZA APPARECCHI ACUSTICI:

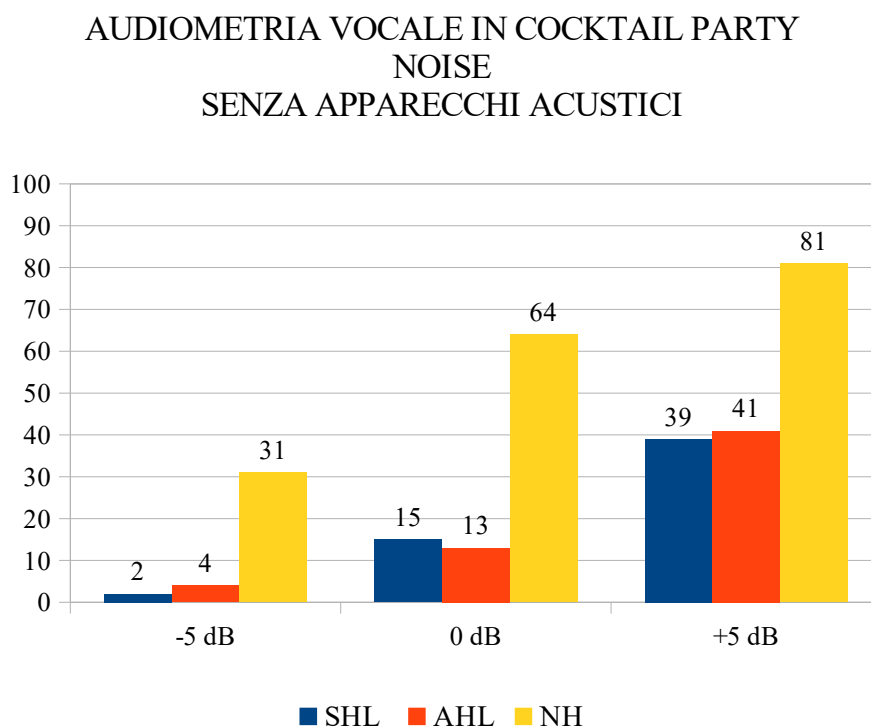


Figura n.28.

Nella figura n.28. sono rappresentate le % di riconoscimento verbale in cocktail party noise per i gruppi SHL e AHL nella condizione “senza apparecchi acustici”.

Il gruppo AHL presenta una percentuale di riconoscimento verbale maggiore per i rapporti segnale rumore -5 dB e + 5 dB, mentre il gruppo SHL totalizza una migliore performance per il rapporto segnale rumore 0 dB.

Possiamo quindi osservare come, senza ausilio uditivo, soggetti che presentano gradi di asimmetria differente performino similmente in questa condizione d'ascolto.

Tale risultato, complessivamente, è in disaccordo con quanto descritto in “**I test di intelligibilità verbale nel rumore: revisione critica**”.

In tale revisione viene presentato un caso di sedici bambini affetti da ipoacusia neurosensoriale monolaterale con PTA dell'orecchio peggiore di 77,8 dB HL e viene eseguito un Matrix Test con il medesimo setting della presente Tesi, ovvero parlato frontale e rumore posteriore: si osserva che il valore medio dell'SRT (Speech Reception Threshold) è significativamente peggiore di quello di un gruppo di controllo normoacusico (-5,9 dB vs -2,5 dB). Questa impostazione delle casse (parlato frontale e competizione posteriore) in cui non vi è alcuna differenza dell'angolo di incidenza del segnale rispetto al rumore alle due orecchie, permette di escludere l'effetto squelch e dunque enfatizzare la sommazione binaurale.

Poichè la differenza tra il caso presentato e quello della presente Tesi sta principalmente nella tipologia di esame vocalico effettuato, si ritiene che questa discordanza sia dovuta all'esame stesso e probabilmente alla sua relativa bassa affidabilità: la letteratura ci dice come per raggiungere un buon criterio di accuratezza per un test composto da singole parole si dovrebbe contare un numero elevato di elementi (**Martini & Prosser**).

Di conseguenza, se la base del ragionamento è corretto, si ritiene che aumentando il numero di singole parole da somministrare (25/50/100), possa portare ad un risultato differente per codesta condizione di audiometria vocale in cocktail party noise senza apparecchi acustici per soggetti con ipoacusia asimmetrica.

Un altro studio ha reclutato soggetti con ipoacusia monolaterale.

Si tratta del “**Quality of life and auditory performance in adults with asymmetric hearing loss**” in cui si osserva che la Speech Reception Threshold (SRT) dicotica (parlato verso l’orecchio peggiore e rumore verso l’orecchio migliore) in competizione in adulti con ipoacusia monolaterale è peggiore di quella di soggetti normoacusici con PTA dell’orecchio migliore paragonabile a quella del gruppo ipoacusico.

E’ importante considerare la differenza tra l’esame effettuato nel presente studio e quello dell’articolo citato: il primo presenta una modalità a rapporto segnale rumore fisso e utilizza parole bisillabiche con un rumore a 60 dB HL, mentre il secondo consiste in un test vocale adattivo con rumore fisso a 65 dB SPL e frasi formate da 5 parole (French Matrix Test).

Di conseguenza non è possibile comparare questi due esami per poter trarre delle conclusioni.

Nella figura n.29. sono rappresentate le correlazioni tra la percentuale di riconoscimento verbale in cocktail party noise per il rapporto segnale rumore 0 dB e + 5 dB, senza apparecchi acustici, e l’asimmetria interaurale dei gruppi SHL e AHL.

Gruppo SHL	r	R ²
0 dB r/s	-0.45	0.20
+ 5 dB r/s	-0.56	0.31

Gruppo AHL	r	R ²
0 dB r/s	-0.47	0.23
+ 5 dB r/s	0.15	0.02

Figura n.29.

Nella figura n.30. sono rappresentate le correlazioni tra la scala Speech SSQ e la percentuale di riconoscimento verbale nel rumore per i gruppi SHL e AHL.

Gruppo SHL	r	R ²
0 dB r/s	-0.35	0.12
+ 5 dB r/s	-0.17	0.03
Gruppo AHL	r	R ²
0 dB	0.53	0.28
+ 5 dB r/s	0.37	0.14

Figura n.30.

Si può osservare come per il rapporto segnale rumore 0 dB, per entrambi i gruppi, all'aumentare dell'asimmetria interaurale vi è una diminuzione della performance in competizione, soprattutto per il gruppo AHL.

Il risultato ottenuto conferma, seppur con le dovute precauzioni, lo studio **“Speech perception in noise in unilateral hearing loss”**: in questa ricerca è stata valutata la capacità di riconoscimento verbale in competizione, con e senza apparecchi, in soggetti adulti con ipoacusia monolaterale per tre condizioni d'ascolto (parlato e rumore frontale, parlato frontale e rumore da destra, parlato frontale e rumore da sinistra).

È stata osservata una performance peggiore per coloro i quali avevano un'asimmetria interaurale maggiore.

Si fa notare comunque che circa l'80% della variazione dell'intelligibilità verbale non viene spiegata dalla differenza tra orecchio migliore e orecchio peggiore.

Per il rapporto segnale rumore + 5 dB viene osservato lo stesso fenomeno per il gruppo SHL ma non per il gruppo con ipoacusia asimmetrica.

Per un rapporto segnale rumore più favorevole, il gruppo AHL non mostra una diminuzione del riconoscimento verbale con l'aumentare dell'asimmetria.

Per quanto riguarda la scala Speech del SSQ, si vede come vi sia una debole correlazione negativa per il gruppo SHL ed una debole correlazione positiva per il gruppo AHL.

Ciò significa che per il gruppo con calo simmetrico, all'aumentare dell'intelligibilità si riduce l'esperienza uditiva per i contesti verbali, mentre per i soggetti con calo asimmetrico vi è un miglioramento della percezione verbale.

I risultati ottenuti sono controversi.

Si ipotizza che i dati ottenuti per il gruppo AHL relativi al rapporto segnale rumore + 5 dB, siano da attribuire alla scelta del test audiometrico.

Si fa presente che gran parte della variazione della scala Speech viene spiegata da fattori che non sono l'intelligibilità verbale.

Analizzando il punteggio medio della scala Speech del questionario SSQ per i due gruppi, si osserva come il gruppo AHL percepisce una migliore percezione verbale nella vita reale rispetto al gruppo SHL (da notare come la differenza è molto piccola: 2,9 vs 2,7).

L'unico studio che ha evidenziato una correlazione significativa tra il questionario SSQ ed un esame di riconoscimento verbale in competizione è il **“Quality of Life and Auditory Performance in Adults with Asymmetric Hearing Loss” di Vannson et al, 2015.**

Si può capire come la presente Tesi e lo studio citato presentano delle differenze relative al setting delle casse acustiche che non permettono un confronto reale dei risultati.

Dagli esami effettuati si osserva che un soggetto del gruppo con ipoacusia asimmetrica, CB, di età 63 anni, BPTA 42,5 dB HL e asimmetria interaurale di 30 dB, presenta dei punteggi di riconoscimento verbale, per alcuni rapporti segnale rumore, maggiori rispetto agli altri.

Per la condizione “senza apparecchi acustici” e rapporto segnale rumore + 5 dB raggiunge il 70% e per la condizione “con apparecchi acustici” e rapporti segnale rumore 0 e + 5 dB totalizza il 70 e 90 % rispettivamente.

Calcolando le nuove percentuali di riconoscimento verbale in competizione senza il soggetto CB si ottengono I seguenti dati: 0%, 12%, 36% rispettivamente per i rapporti segnale rumore -5, 0,+ 5 dB per la condizione “senza apparecchi acustici” ; 4%, 40%, 57% rispettivamente per i rapporti segnale rumore -5, 0,+ 5 dB per la condizione “con apparecchi acustici”.

Si osserva dunque che i nuovi risultati del gruppo AHL si avvicinano a quelli del gruppo SHL, soprattutto per la condizione “senza apparecchi acustici”, mentre rimane una differenza, dell’ 8 %, per il rapporto segnale rumore 0 dB, nella condizione “con apparecchi acustici”.

Allo stesso modo, un altro soggetto del gruppo con ipoacusia asimmetrica, UP, età 70 anni, BPTA 47,5 dB HL e asimmetria interaurale di 51,5 dB, non supera il 20% di discriminazione verbale con e senza gli apparecchi, per nessun rapporto segnale rumore, e di conseguenza determina una riduzione della media generale del gruppo.

Considerando quindi la performance del soggetto CB, l’esame è migliore per il gruppo con ipoacusia asimmetrica.

- AUDIOMETRIA VOCALE IN COCKTAIL PARTY NOISE CON APPARECCHI ACUSTICI:

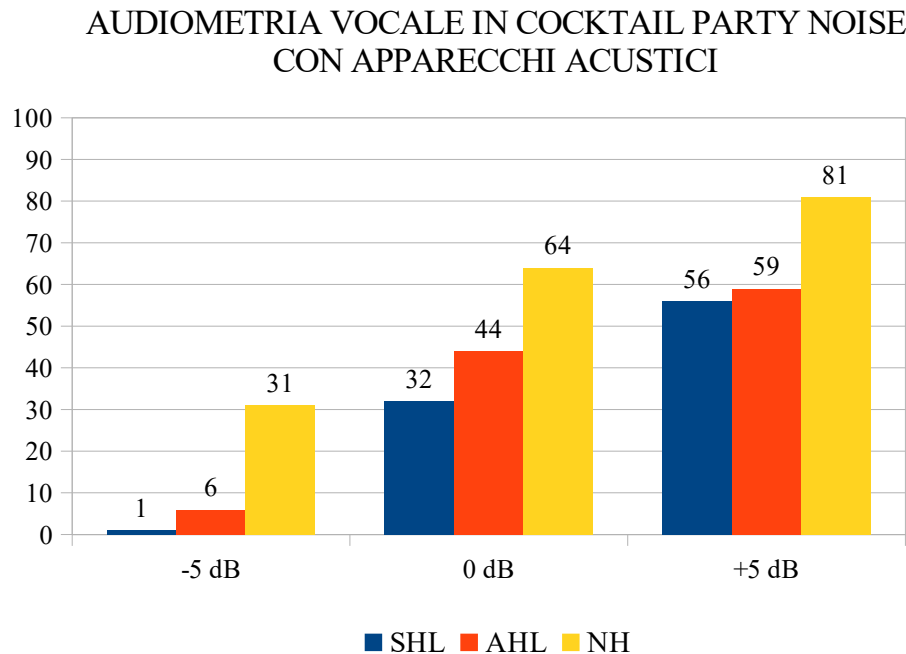


Figura n.31.

Con gli apparecchi acustici il gruppo AHL raggiunge una percentuale di riconoscimento verbale superiore a quella del gruppo SHL per tutti e tre i rapporti segnale rumore, in particolare per il r/s 0 dB in cui vi è una differenza del 12 % di parole ripetute correttamente (vedi figura n.31).

Complessivamente per il gruppo SHL c'è un peggioramento dell' 1 %, un miglioramento del 23% ed un miglioramento del 23 % rispettivamente per i rapporti segnale rumore -5, 0, +5 dB, per una media totale del 15%.

Per il gruppo AHL è presente un aumento del 2%, 31 % e 18 % rispettivamente per i rapporti segnale rumore -5, 0, + 5 dB, per una media totale del 17%.

Nè il gruppo SHL e né il gruppo AHL raggiungono i valori ottenuti dal gruppo NH.

Nella figura n.32. sono rappresentate le correlazioni tra la percentuale di riconoscimento verbale in cocktail party noise per il rapporto segnale rumore 0 dB, con gli apparecchi acustici, e l'asimmetria interaurale dei gruppi SHL e AHL.

Gruppo SHL	r	R ²
0 dB r/s	-0.26	0.07
+ 5 dB r/s	-0.26	0.07

Gruppo AHL	r	R ²
0 dB r/s	-0.30	0.09
+ 5 dB r/s	-0.43	0.18

Figura n.32.

Nella figura n.33. sono rappresentate le correlazioni tra il punteggio della la scala Speech SSQ e la percentuale di riconoscimento verbale nel rumore per i rapporti segnale rumore 0 dB e + 5 dB, con gli apparecchi acustici per i gruppi SHL e AHL.

Gruppo SHL	r	R ²
0 dB r/s	-0.41	0.17
+ 5 dB r/s	-0.39	0.15

Gruppo AHL	r	R ²
0 dB r/s	-0.03	0.0007
+ 5 dB r/s	0.09	9

Figura n.33.

Per quanto riguarda il riconoscimento verbale nel rumore e l'asimmetria, non è stata rilevata alcuna correlazione significativa per nessuno dei due gruppi (coefficiente di determinazione molto basso).

Questo risultato per il gruppo AHL non concorda con **Hoppe & Hocke, 2022**: in questo studio è stato creato un modello che spiega che all'aumentare dell'asimmetria interaurale diminuisce il riconoscimento verbale in competizione con gli apparecchi acustici.

Anche per questo studio si notano delle differenze in termini di tipologia di audiometria vocale in quanto, nello studio citato, è stato impiegato il test monosillabico di Freiburg.

I dati relativi alla scala Speech e il riconoscimento verbale in competizione mostrano un'assenza di correlazione significativa sia per il gruppo SHL che per il gruppo AHL: in altre parole non viene rilevato un miglioramento della percezione verbale per mezzo del questionario SSQ all'aumentare dell'intelligibilità verbale in competizione nella presente Tesi.

Questo risultato, per il gruppo SHL, è in parte confermato dallo studio

“Relationships between behavioural and self-report measures in speech recognition in noise” di Stenback et al, 2022.

Nello studio citato viene evidenziata una debole correlazione tra la scala Speech del questionario SSQ e il Swedish HINT test.

Si fa presente che vi sono delle differenze anche in questo caso poiché l'HINT test utilizza frasi a contenuto semantico.

Come per la PTA in campo libero, analizziamo la relazione tra beneficio protesico in termini di riconoscimento verbale in competizione e il beneficio protesico soggettivo fornito dal questionario SSQ.

Gruppo SHL	r	R ²
0 dB	0.23	0.05
+5 dB	0.47	0.22

Gruppo AHL	r	R ²
0 dB	-0.18	0.03
+5 dB	-0.50	0.25

Figura n.34.

Per quanto riguarda la relazione tra beneficio protesico in termini di percezione verbale nel rumore e asimmetria, si osservano valori discordanti: per il gruppo SHL non c'è alcuna correlazione tra beneficio protesico e asimmetria (vedi figura n.34).

Questo risultato era da aspettarsi in quanto il grado di asimmetria medio del gruppo era di 2 dB.

Il gruppo AHL, per il rapporto segnale rumore di + 5 dB, mostra una relazione negativa ovvero all'aumentare dell'asimmetria diminuisce il beneficio protesico. Si fa notare come gran parte della variazione del beneficio protesico non si spiega con il variare dell'asimmetria interaurale.

Di conseguenza, di fronte a questi dati contrastanti si ipotizza che altri fattori che non sono stati considerati nella presente Tesi, o fattori legati alla modalità di somministrazione del test vocalico, siano correlati con la differenza in intelligibilità verbale tra con e senza apparecchi acustici.

Nell'immagine n.35. sono rappresentate le correlazioni tra il beneficio protesico per la scala Speech del questionario SSQ e il beneficio protesico per il riconoscimento verbale in competizione, per i rapporti segnale rumore 0 dB e + 5 dB.

Gruppo SHL	r	R ²
0 dB	-0.12	0.01
+5 dB	-0.04	0.02

Gruppo AHL	r	R ²
0 dB	-0.21	0.04
+5 dB	0.55	0.30

Figura n.35.

Si può osservare come non vi sia una generale correlazione tra il beneficio protesico oggettivo per l'intelligibilità verbale in cocktail party noise e il beneficio protesico soggettivo per la scala Speech del questionario SSQ per entrambi i gruppi, tranne per il gruppo AHL per il rapporto segnale rumore + 5 dB (come per il beneficio protesico in riconoscimento verbale e asimmetria).

In generale, l'aumento di riconoscimento verbale in ambiente competitivo non è associato ad un aumento del beneficio protesico percepito dalla persona in contesti verbali.

- BENEFICIO PROTESICO: AUDIOMETRIA VOCALE IN COMPETIZIONE E QUESTIONARIO SPEECH SPATIAL QUALITIES (SSQ):

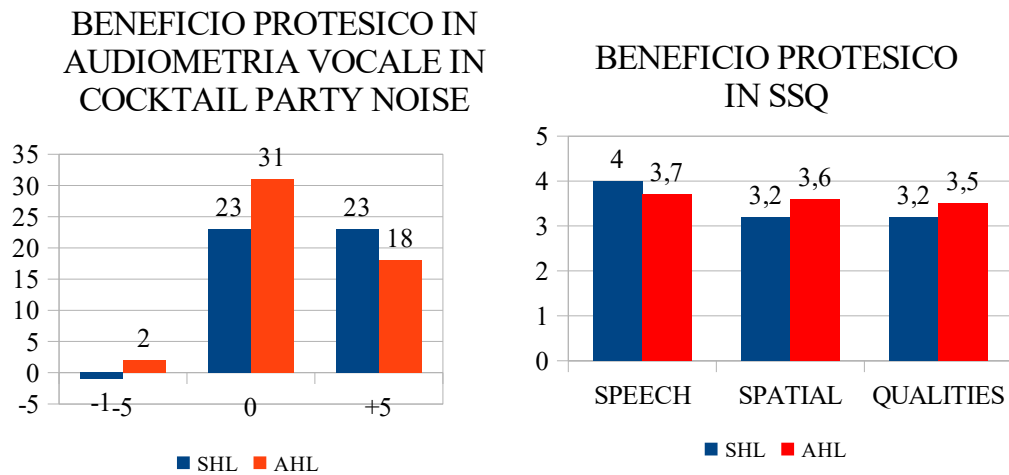


Figura n.36.

Nella figura n.36. è rappresentato il beneficio protesico misurato attraverso il questionario SSQ (sinistra) e per mezzo dell'audiometria vocale in competizione (destra) per i gruppi SHL e AHL.

Il beneficio protesico oggettivo misurato per mezzo dell'audiometria vocale in cocktail party noise è molto simile per entrambi i gruppi SHL e AHL (15% e 17% rispettivamente per SHL e AHL).⁶

Il fatto di aver utilizzato tre diversi rapporti segnale rumore ha reso complessa l'analisi generale. Per questo motivo e per il fatto che col rapporto segnale rumore -5 dB sono stati osservati dei valori quasi nulli, sono stati impiegati solo due dei tre rapporti segnale rumore (0 dB e +5 dB).

⁶ Il beneficio protesico è stato calcolato come la media della differenza tra la percentuale di riconoscimento verbale con apparecchi acustici e senza apparecchi acustici, per ciascun rapporto segnale rumore.

Anche il beneficio protesico soggettivo misurato mediante questionario Speech Spatial Qualities presenta delle differenze minime tra i due gruppi SHL e AHL (3.6 e 3.4 punti per AHL e SHL rispettivamente).⁷

Da un'analisi globale risulta che il beneficio protesico misurato mediante audiometria vocale in cocktail party noise è maggiore per il gruppo con ipoacusia asimmetrica: l'analisi statistica mostra come non via correlazione significativa tra il beneficio protesico oggettivo misurato attraverso audiometria vocale in cocktail party noise e il beneficio protesico soggettivo misurato per mezzo della scala Speech del questionario SSQ per entrambi i gruppi.

E' importante prendere in considerazione la validità ecologica dell'esame effettuato nella presente Tesi: il materiale verbale costituito da parole bisillabiche presenta una bassa complessità lessicale e di conseguenza potrebbe non riprodurre le situazioni d'ascolto competitive della vita reale come descritto in **“The Association Between Cognitive Performance and Speech-in-Noise Perception for Adult Listeners: A Systematic Literature Review and Meta-Analysis”** di Dryden et al, 2017.

Nel testo **“I test di intelligibilità verbale nel rumore: revisione critica”** viene scritto che “ L'uso di frasi è più rappresentativo invece delle difficoltà che i pazienti sperimentano quotidianamente in un ambiente rumoroso. Il risultato misurato in queste condizioni fornisce una buona indicazione del livello di comprensione raggiunto dal paziente in un ambiente rumoroso, testando il sistema uditivo nel suo insieme.

Si noti che in caso di disturbi cognitivi (scarsa capacità analitica, disturbo della memoria a breve termine), l'uso di frasi può far registrare punteggi bassi senza per questo incriminare il sistema uditivo periferico. L'uso di pseudoparole, parole monosillabiche o bisillabiche per testare la comprensione nel rumore, riduce la complessità dell'analisi del segnale da parte del sistema uditivo centrale.”

⁷ Il beneficio protesico è stato calcolato come la differenza tra il punteggio della condizione “con apparecchi acustici” e la condizione “senza apparecchi acustici” per ciascuna scala.

Le linee guida della società francese di otorinolaringoiatria e della società francese di audiologia “**Guidelines of the French Society of Otorhinolaryngology-Head and Neck Surgery (SFORL) and the French Society of Audiology (SFA) for Speech-in-Noise Testing in Adults**” raccomandano l’utilizzo di procedure adattive nel rumore, l’uso di frasi come materiale verbale, l’uso del rumore cocktail party come competizione e l’uso di almeno cinque casse in campo libero, per la valutazione del parlato nel rumore negli adulti.

In Italia per esempio è disponibile per la lingua italiana l’ Oldenburg Sentence Test (OLSA), denominato Matrix Sentence Test (**Puglisi et al, 2015**).

Un elemento non considerato è il Maximum Word Recognition Score (WRS max) ovvero il massimo punteggio di riconoscimento della parola monoaurale in quiete: lo studio “**Speech recognition with hearing aids for 10 standard audiograms. English version**” di **Dorfler et al, 2020** ha evidenziato come questo dato sia predittivo del risultato audioprotesico.

In altre parole minore è il WRS max e minore sarà il risultato audioprotesico raggiungibile.

E’ importante ricordare come nessun dato inerente al fitting e all’accoppiamento acustico degli apparecchi acustici dei soggetti è stato preso in considerazione.

La regolazione degli apparecchi acustici non è stata verificata mediante Real Ear Measurement (REM) le quali, se effettuate, portano ad un miglioramento dell’intelligibilità verbale nel rumore (**Almufarrij et al, 2021**).

Inoltre l'accoppiamento acustico è stato effettuato mediante l'utilizzo di dome e non di auricolari su misura: lo studio "**Real ear measurement (REM) and auditory performances with open, tulip and double closed dome in patients using hearing aids**" di **Gazia et al, 2020**, ha valutato le modificazioni acustiche determinate da diverse tipologie di dome utilizzati in apparecchi acustici con ricevitore nel canale attraverso Real Ear Measurement (REM): gli autori hanno evidenziato l'importanza di eseguire le misure in vivo per valutare se il target prescrittivo viene raggiunto soprattutto per gli auricolari ventilati in quanto possono non occludere il condotto uditivo esterno causando in alcuni casi una riduzione dell'intelligibilità verbale.

Un altro elemento che non è stato considerato sono le funzioni cognitive: **Humes in "Understanding the Speech-Understanding Problems of Older Adults"** sostiene che le funzioni cognitive siano il maggior fattore predittivo per l'ascolto nel rumore con gli apparecchi acustici per i soggetti anziani con presbiacusia.

Un'altra possibile ipotesi dell'assenza di correlazione tra miglioramento in termini di discriminazione verbale in competizione e beneficio protesico misurato mediante questionario SSQ è data dalla possibile discrepanza tra la percezione dell'abilità di capire nel rumore e l'effettiva abilità.

Questo fenomeno prende il nome di **Performance-Perceptual Discrepancy (PPDIS)** ed è stato studiato da **Saunders & Forsline**.

Gli autori hanno osservato come alcuni aspetti del beneficio protesico soggettivo (misurato attraverso un questionario) sono più associati alla capacità percepita di sentire piuttosto che alla misura di udibilità o al beneficio protesico misurato.

- RIDUZIONE DIGITALE DEL RUMORE (DNR):

**VALORI MEDI DNR WHITE NOISE DEL
GRUPPO SHL VS GRUPPO AHL (N=17)**

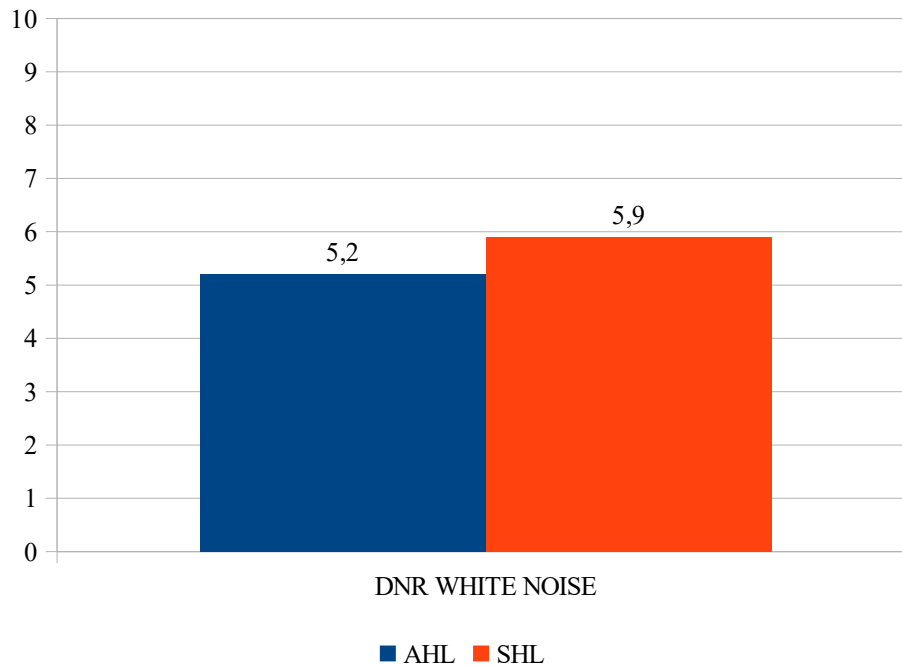


Figura n.37.

La figura n.37. rappresenta i valori medi di riduzione digitale del rumore (DNR) per il “rumore bianco” per gli apparecchi acustici del gruppo SHL e AHL.

Si può osservare come la riduzione digitale per il rumore bianco sia maggiore per gli apparecchi acustici del gruppo SHL.

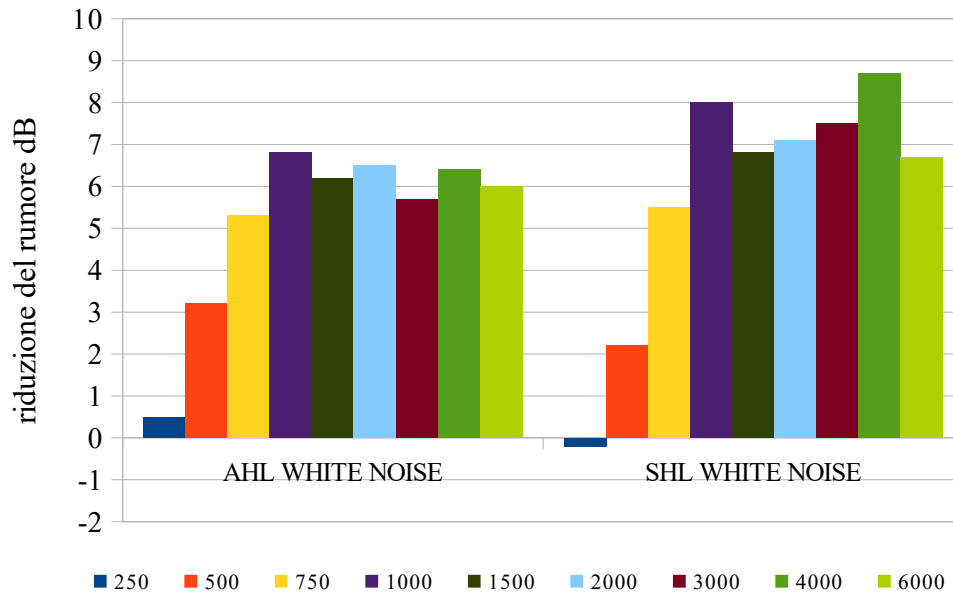


Figura n.38.

Nella figura n.38. è rappresentata la riduzione digitale del rumore media per il rumore bianco per le singole frequenze da 250 a 6000 Hz per gli apparecchi acustici del gruppo SHL e AHL.

Si osserva come la DNR è maggiore per le frequenze medio-acute e minore per le frequenze gravi: tale riduzione riflette il range frequenziale di amplificazione degli apparecchi acustici di entrambi i gruppi.

Infatti sia il gruppo SHL che il gruppo AHL presenta un'ipoacusia in caduta sulle frequenze acute.

Per eseguire il test di Riduzione Digitale del Rumore è stato utilizzato l'orecchio elettronico Aurical Hit Test Box e un accoppiatore 2cc, mentre il software impiegato è stato Otosuite.

Una volta collegato l'apparecchio acustico al programma di fitting, nel presente studio Phonak Target, è stato aperto Otosuite: qui, cliccando su Navigatore è stato possibile accedere alla funzionalità "Noise Reduction" ovvero la riduzione del rumore.

Dal software di fitting sono state disattivate temporaneamente tutte le funzionalità dell'apparecchio acustico (tranne la riduzione del rumore) come i microfoni, il blocco del vento, e la trasposizione frequenziale.

La DNR è stata eseguita utilizzando come segnale il "rumore bianco", all'intensità di 60 dB SPL e per la durata di adattamento di 15 secondi.

Una volta che è stato inserito l'apparecchio acustico all'interno dell'orecchio elettronico e dopo averlo posizionato in accoppiatore 2cc, è stata fatta partire la misura.

Il test consiste nella sequenza automatica di due curve: la curva 1 è un'istantanea scattata automaticamente prima che la riduzione del rumore abbia effetto.

La curva 2 è un'istantanea scattata automaticamente dopo l'intervallo di adattamento selezionato.

La riduzione del rumore totale viene visualizzata nella legenda delle curve.

Durante l'esecuzione del test si è potuto apprezzare visivamente l'abbassamento della curva di guadagno dell'apparecchio acustico.

Antecedentemente alla prima misura è stato eseguito un test di riduzione digitale del rumore con la funzionalità della riduzione del rumore disattivata per verificare che l'apparecchio acustico non riducesse il rumore.

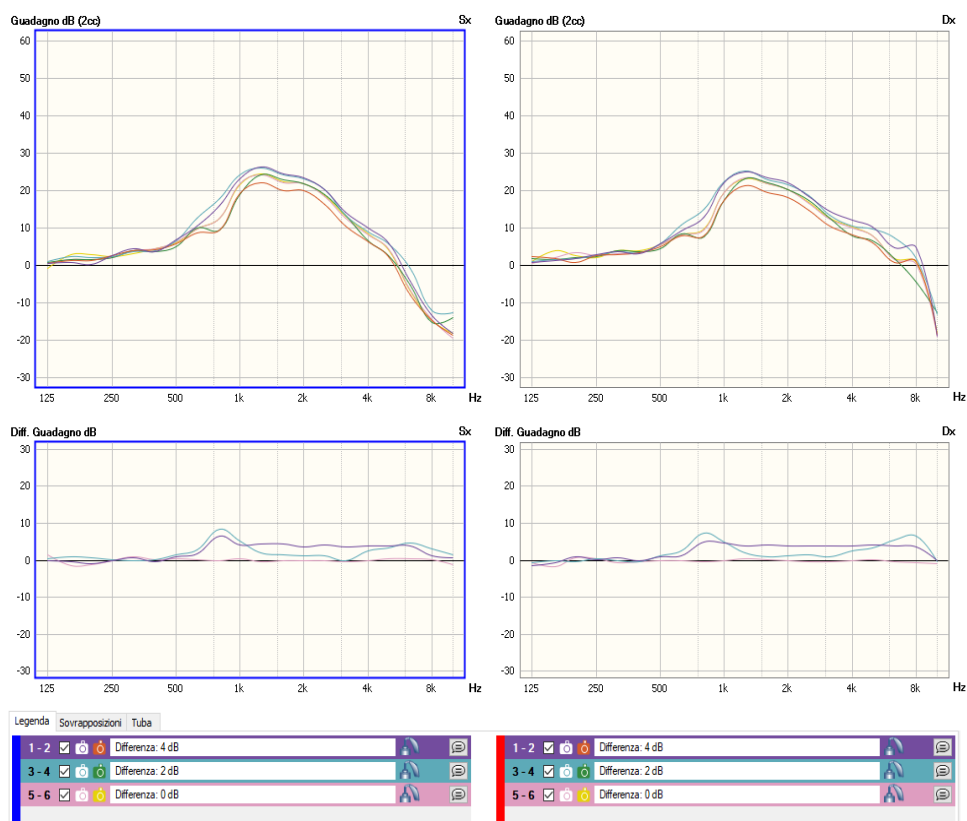


Figura n.39.

Nella figura n.39. è rappresentato il grafico del test di riduzione digitale del rumore per l'apparecchio destro e per l'apparecchio sinistro di un soggetto del gruppo SHL. In alto la DNR visualizzata sotto forma di guadagno in dB mentre in basso vi è la differenza del guadagno in dB.

In basso la legenda mostra i valori medi di riduzione digitale del rumore: il primo in alto rappresenta la riduzione del rumore bianco, il secondo è il valore di riduzione per il segnale "borbottio" mentre il terzo è la riduzione del rumore bianco misurata disattivando il blocco del rumore dal software Phonak Target.

Si può osservare come per entrambi gli apparecchi acustici il valore medio di riduzione del rumore bianco è pari a 4 dB, per il borbottio è di 2 dB e per la condizione di riduzione digitale del rumore disattivata, per il rumore bianco, è di 0 dB.

La riduzione digitale del rumore totale, per ogni coppia di apparecchi acustici, destro e sinistro, è stata calcolata come la media della riduzione del rumore dei due apparecchi acustici. Nel caso dell'immagine sopra evidenziata la DNR totale media per il rumore bianco è pari a 4 dB.

Il segnale "borbottio" è stato utilizzato in fase di test ma non è stato impiegato per l'analisi in quanto la casa produttrice non ha fornito le caratteristiche spettro-temporali.

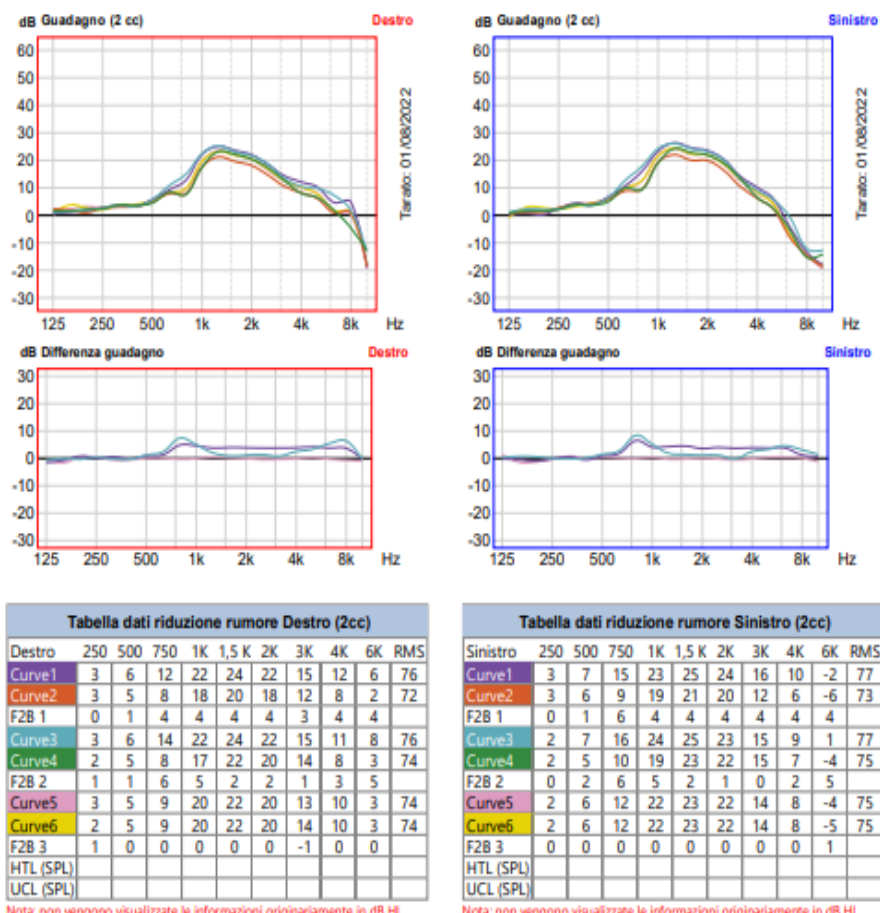


Figura n.40.

La figura n.40. rappresenta i dati di riduzione del rumore per ogni frequenza dai 250 Hz ai 6000 Hz, per gli stessi apparecchi acustici della figura precedente n.39.

Consideriamo la tabella dati riduzione rumore Destro (2cc): la curva 1 mostra il guadagno fornito dall'apparecchio nel primo istante in cui viene inviato il rumore bianco, la curva 2 mostra il guadagno fornito dall'apparecchio con l'attivazione della riduzione digitale del rumore al termine dei 15 secondi di adattamento.

I valori di F2B 1 rappresentano la differenza tra la curva 1 e la curva 2 per ogni frequenza.

La media di tali valori è la riduzione digitale del rumore.

Le curve 3 e 4 sono relative al segnale "borbottio" e le curve 5 e 6 riguardano il rumore bianco per la condizione "DNR" off.

- RIDUZIONE DIGITALE DEL RUMORE (DNR) E AUDIOMETRIA VOCALE IN COMPETIZIONE CON GLI APPARECCHI ACUSTICI

La figura numero x rappresenta per ciascun gruppo, SHL e AHL, il valore medio di riduzione del rumore bianco eseguito in accoppiatore 2cc e per ciascun rapporto segnale rumore, -5 dB, 0 dB, e + 5 dB, la percentuale di riconoscimento delle parole bisillabiche.

GRUPPO	DNR WHITE NOISE			
	-5 dB r/s	0 dB r/s	+5 dB r/s	
SHL	5,9	1	32	56
AHL	5,2	6	44	59

Figura n.41.

Per quanto riguarda la DNR e l'audiometria vocale in cocktail party noise, si osserva che per tutti e tre i rapporti segnale/rumore, il gruppo con ipoacusia asimmetrica presenta una maggiore percentuale di riconoscimento verbale, soprattutto per il rapporto segnale 0 dB, mentre il gruppo SHL mostra una maggiore riduzione del rumore bianco in accoppiatore 2cc.

Correlazioni:

La figura n.42. rappresenta i coefficienti di correlazione e di determinazione tra la riduzione digitale del rumore per il rumore bianco e la percentuale di riconoscimento verbale in cocktail party noise per i tre rapporti segnale rumore, per i gruppi SHL e AHL.

	-5 dB r/s		0 dB r/s		+5 dB r/s	
SHL	-0.04	0.02	-0.05	0.03	-0.47	0.22
ASHL	0.28	0.08	-0.35	0.12	-0.29	0.08

Figura n.42.

I risultati mostrano solamente una debole correlazione negativa tra la DNR e l'intelligibilità in competizione per il rapporto segnale rumore di +5 dB per il gruppo SHL: in altre parole, all'aumentare della riduzione del rumore effettuata dagli apparecchi, si osserva una lieve tendenza negativa per la capacità di riconoscere le parole nel rumore cocktail party.

Si fa notare, comunque, come il 78 % della variazione della percentuale di riconoscimento verbale in competizione non viene spiegata dalla DNR, ma da altri fattori non considerati in sede d'esame.

In conclusione non è stata evidenziata una correlazione tra la DNR e il riconoscimento del parlato nel rumore.

Questi risultati confermano la revisione sistematica e meta-analisi **“A systematic review and meta-analysis of digital noise reduction hearing aids in adults” di Lakshmi et al, 2021**, nella quale, si è concluso che la DNR non comporta un miglioramento dell'intelligibilità verbale nel rumore.

In taluni casi la soppressione del rumore è associata ad un peggioramento della discriminazione verbale in quanto si possono creare delle distorsioni: lo studio **“Efficacy of a Hearing Aid Noise Reduction Function” di Wong et al, 2018**, ha verificato come l'aumento della riduzione del rumore possa determinare la distorsione sonora dei fonemi /s/ e /z/.

Infine in **“An Evidence-Based Systematic Review of Directional Microphones and Digital Noise Reduction Hearing Aids in School-Age Children With Hearing Loss” di McCreery et al, 2012**, è stato osservato come la riduzione digitale del rumore combinata con microfoni direzionali, non aggiunge un miglioramento significativo dell'intelligibilità verbale.

L'indagine della riduzione digitale del rumore presenta due limiti.

Non possiamo essere certi che le variazioni osservate in termini di aumento o diminuzione della percentuale di riconoscimento verbale in competizione sia dovuto alla riduzione digitale del rumore in quanto non è stata eseguita l'audiometria vocale con la DNR attivata e disattivata ma solamente nella condizione di attivazione.

Il secondo limite riguardante la riduzione digitale del rumore è che sono stati utilizzati due rumori differenti per l'audiometria vocale in competizione ed il test in accoppiatore 2cc: nel primo caso è stato impiegato il cocktail party noise, mentre nel secondo il rumore bianco.

Il cocktail party noise è un rumore con spettro del parlato formato da voci e suoni ambientali tali da ricreare un background di party appunto, invece il rumore bianco è un rumore stazionario caratterizzato dall'insieme delle frequenze comprese tra i 125 ed i 8000 Hz, avanti il medesimo livello di ampiezza (**Ferreira et al, 2021**).

In futuro si consiglia l'uso dello stesso segnale competitivo per poter confrontare l'esito del test per il parlato nel rumore con gli apparecchi acustici e la riduzione digitale effettuata da quest'ultimi.

5. CONCLUSIONI

Nella presente Tesi è stata effettuata una valutazione del beneficio protesico in diciassette soggetti anziani con ipoacusia simmetrica e asimmetrica mediante la misura della PTA in campo libero, la somministrazione del questionario Speech Spatial Qualities (SSQ), lo svolgimento dell'Audiometria vocale in cocktail party noise e l'esame della riduzione digitale del rumore (DNR) in accoppiatore 2cc.

Il beneficio protesico è stato calcolato come differenza tra la condizione "con apparecchi acustici" e la condizione "senza apparecchi acustici".

Come gruppo di controllo è stato reclutato un campione di nove soggetti anziani normoacusici.

I risultati della presente Tesi mostrano, in generale, un beneficio protesico molto simile per entrambi i gruppi, lievemente maggiore per coloro aventi una perdita uditiva asimmetrica.

La misura della PTA in campo libero evidenzia come il guadagno funzionale sia superiore per il gruppo affetto da ipoacusia simmetrica e che questo sia correlato con il beneficio protesico misurato attraverso il questionario Speech Spatial Qualities (SSQ).

I risultati della somministrazione del questionario Speech Spatial Qualities (SSQ) sottolineano un beneficio protesico maggiore per il gruppo con calo uditivo asimmetrico: considerando invece i punteggi ottenuti nella condizione "con apparecchi acustici" gli anziani con ipoacusia simmetrica mostrano una migliore percezione uditiva nella vita reale.

L'audiometria vocale in cocktail party noise evidenzia, in generale, un maggiore miglioramento per il gruppo con ipoacusia asimmetrica seppur con differenze lievi.

La riduzione digitale del rumore (DNR) misurata in accoppiatore 2cc rileva un valore superiore per il gruppo con ipoacusia simmetrica ma tale soppressione del rumore non è correlata ad un aumento dell'intelligibilità verbale in competizione per nessuno dei due gruppi trattati.

Per quanto concerne il fattore dell'asimmetria interaurale, nella presente Tesi, quest'ultima non ha inciso sul beneficio protesico.

Dall'analisi correlazionale tra le misure soggettive della scala Speech del questionario SSQ e le misure audiologiche oggettive dell'audiometria vocale in competizione e della riduzione digitale del rumore, non emerge alcuna relazione.

La presente indagine ha cercato di mettere in evidenza l'importanza, seppur con misure limitate, della considerazione del beneficio protesico di soggetti con ipoacusia asimmetrica oltre che soggetti con ipoacusia simmetrica.

La presente ricerca ha mostrato che anche coloro che presentano un grado di asimmetria interaurale possono beneficiare di un trattamento protesico bilaterale, al pari o quasi di soggetti ipoacusici con simmetria di soglia audiometrica.

Nonostante ciò la presente Tesi è caratterizzata da grossi limiti tali per cui sono necessari studi futuri.

Un limite tra questi è il numero ridotto del campione (N=17): il reclutamento di un gruppo di soggetti maggiore può aumentare l'accuratezza del risultato finale.

Un altro limite è legato alla modalità di somministrazione del questionario Speech Spatial Qualities (SSQ) per la condizione "senza apparecchi acustici" in quanto quest'ultima è avvenuta temporalmente dopo che tutti i soggetti protesizzati avevano già iniziato il percorso di adattamento protesico: per il futuro si raccomanda la compilazione del questionario prima dell'adozione dei dispositivi.

Un altro grosso limite è legato all'assenza di dati relativi al fitting e all'accoppiamento acustico degli apparecchi acustici: il processo di validazione della protesizzazione acustica non può prescindere da una precedente verifica di questa attraverso misure in vivo (Real Ear Measurement).

Un'ulteriore limitazione è data dall'utilizzo di un test vocale non standardizzato caratterizzato da una bassa affidabilità: la pratica clinica audiologica richiede l'utilizzo di esami validati a livello internazionale per un confronto dei risultati su larga scala e soprattutto di test che riescano a riprodurre condizioni d'ascolto realistiche.

Di conseguenza si raccomanda per gli studi futuri l'impiego di esami quali il Matrix Sentence Test.

Un altro ostacolo, relativo alla riduzione digitale del rumore (DNR) è l'utilizzo di due rumori differenti per la misura in accoppiatore 2cc e l'audiometria vocale in competizione: si consiglia dunque l'utilizzo del medesimo segnale competitivo per la comparazione dei risultati.

Infine due ulteriori limiti della presente Tesi sono rappresentati dal fattore stanchezza in quanto sono stati eseguiti diversi test e l'ultimo di questi è stato il test del parlato nel rumore, e dalla trascuratezza delle funzioni cognitive degli anziani reclutati per la presente Tesi.

Non si deve comunque dimenticare che i risultati protesici sono fortemente influenzati dalla motivazione e dalle aspettative iniziali del paziente ipoacusico: ignorare questi aspetti può minare l'intero lavoro fatto dall'Audioprotesista.

In conclusione, la valutazione del beneficio protesico fa parte di quella che viene denominata "Person Centred Care": una forma assistenziale basata su una relazione terapeutica tra professionista sanitario e paziente, caratterizzata da responsabilità condivise, fiducia e comunicazione.

Al centro dell'assistenza diretta alla persona si pone la complessità del soggetto in tutti i suoi aspetti e riconoscendone le sue caratteristiche individuali: di conseguenza l'atto professionale dell'Audioprotesista verterà verso strategie che includano i bisogni dell'individuo.

La validazione del beneficio protesico permette al professionista sanitario di verificare se il piano assistenziale messo in atto è comprendente un'attenta analisi preliminare, una scrupolosa attenzione delle difficoltà e delle esigenze del paziente, la scelta del fitting e dell'accoppiamento acustico e il counselling, migliori la qualità di vita del soggetto in cura.

In secondo luogo lo studio del beneficio protesico in individui aventi livelli di asimmetria interaurale variabili può evidenziare la necessità di esami preliminari e/o di strategie riabilitative differenti e dunque personalizzate, rispetto a soggetti con perdita uditiva simmetrica.

In conclusione va considerato che la scarsa dimensione del campione in questo studio influenza le proprietà statistiche come la precisione delle stime e la capacità dello studio di trarre conclusioni perché non rappresentativo dell'intera popolazione di dati. Tuttavia più che di errore di campionamento o di un errore statistico per una deviazione del valore campionato che si verifica con una scarsa numerosità di casi, (il centro acustico rappresenta un luogo dove difficilmente è possibile organizzare ricerche sistematiche) si propone un allargamento del campione preso in esame con l'estensione dell'impianto di ricerca usata ad altre tesi di Laurea fino a raggiungere una numerosità maggiormente statisticamente significativa e rappresentativa.

BIBLIOGRAFIA

- (1) Ambrosetti Umberto, Federica Di Berardino, Luca Del Bo (2018), “*Audiologia protesica II edizione*”, Edizioni Minerva Medica, Torino.
- (2) “Nuove Linee Guida del Tecnico Audioprotesista.”, (2022)
- (3) Robyn M. Cox, (2003), “Assessment of subjective outcome of hearing aid fitting: getting the client's point of view.”
- (4) Vestergaard M D, (2006) “Self-report outcome in new hearing-aid users: Longitudinal trends and relationships between subjective measures of benefit and satisfaction.”
- (5) Dillon et al, (1997), “Client Oriented Scale of Improvement (COSI) and its relationship to several other measures of benefit and satisfaction provided by hearing aids.”
- (6) Nelson C T & Palmer C V, (1994), “Test-retest reliability of the profile of hearing aid performance.”
- (7) Cox R M, Rivera I M, (1992), “Predictability and reliability of hearing aid benefit measured using the PHAB.”
- (8) Gatehouse S & Noble W, (2004), “The Speech, Spatial and Qualities of Hearing Scale (SSQ).”
- (9) Akeroyd M A, (2006), “The psychoacoustics of binaural hearing.”
- (10) Noble W & Gatehouse S, (2004), “Interaural asymmetry of hearing loss, Speech, Spatial and Qualities of Hearing Scale (SSQ) disabilities, and handicap.”
- (11) Noble W & Gatehouse S, (2006), “Effects of bilateral versus unilateral hearing aid fitting on abilities measured by the Speech, Spatial, and Qualities of Hearing scale (SSQ).”
- (12) Martini A, Prosser S, (2013), “Argomenti di Audiologia, nuova edizione”. Omega Edizioni, Torino.
- (13) Encyclopedia of Computational Neuroscience DOI 10.1007/978-1-4614-7320-6_101-5 Springer Science+Business Media New York 2013 - Effetto di precedenza uditiva Q1 Barbara Shinn-Cunningham

- (14) Gallun F J, (2021), “Impaired Binaural Hearing in Adults: A Selected Review of the Literature.”
- (15) <https://www.open.edu/openlearn/science-maths-technology/biology/hearing/content-section-12.4>
- (16) Dincer D'Alessandro H, Sennaroğlu G, Yücel E, Belgin E, Mancini P. “Binaural squelch and head shadow effects in children with unilateral cochlear implants and contralateral hearing aids.”
- (17) Andrea Albera, Andrea Canale, Akil Kaderbay, Carla Montuschi, Charles-Alexandre Joly, Concetta D'Adamo, Domenico Cuda, Elisabetta Genovese, Evelyne Veuillet, Francesca Artioli, Frédéric Venail, Hung Thai-Van, Kenza Mezzi, Nicola Quaranta, Pierre Reynard, Rodolfo Sardone, (2020) “Cap 1” in “Le monografie, Centro Monografia CRS 2020 – I test di intelligibilità verbale nel rumore: revisione critica, CRS Amplifon.” , orl.news.
- (18) Peng Z & Litovsky, (2021), “The Role of Interaural Differences, Head Shadow, and Binaural Redundancy in Binaural Intelligibility Benefits Among School-Aged.”
- (19) Bronkhorst, Adelbert & Plomp, R. (1988), “The effect of head-induced interaural time and level differences on speech intelligibility in noise.”
- (20) Lindsey E Jorgensen, (2016), “Verification and validation of hearing aids: Opportunity not an obstacle.”
- (21) Kumar Lakshmi et al, (2019), ”A systematic review and meta-analysis of digital noise reduction hearing aids in adults.”
- (22) Holman JA, Hornsby BWY, Bess FH, Naylor G. (2021), “Can listening-related fatigue influence well-being? Examining associations between hearing loss, fatigue, activity levels and well-being.”
- (23) Larry E. Humes, (2013), “Understanding the Speech-Understanding Problems of Older Adults.”
- (24) Rosemann, S., Thiel, C.M. (2019), “The effect of age-related hearing loss and listening effort on resting state connectivity.”
- (25) European Working Group on Genetics of Hearing Impairment, (1996)

- (26) Rafael Barona, Juan Antonio Vizcaíno, Claudio Krstulovic, Luz Barona, Carmen Comeche, José Montalt, Mercedes Ubeda, Carolina Polo, (2009), “Does Asymmetric Hearing Loss Affect the Ability to Understand in Noisy Environments?”
- (27) Jonathan J. Suen, Joshua Betz, Nicholas S. Reed, Jennifer A. Deal, Frank R. Lin, Adele M. Goman, (2021), “Prevalence of Asymmetric Hearing Among Adults in the United States.”
- (28) Cueva R A, (2004) “Auditory brainstem response versus magnetic resonance imaging for the evaluation of asymmetric sensorineural hearing loss.”
- (29) Saliba I, Martineau G, Chagnon M, (2009), “Asymmetric hearing loss: rule 3,000 for screening vestibular schwannoma.”
- (30) Gimsing S, (2010), “Vestibular schwannoma: when to look for it?”
- (31) Tolisano A M, Burgos R M, Lustik M B, Mitchell LA, Littlefield P D, (2018), “Asymmetric hearing loss prompting MRI referral in a military population: redefining audiometric criteria.”
- (32) Nili Segal M D, Mark Shkolnik Msc, Anat Kochba Bsc, Avichai Segal M D, Mordechai Kraus MD, (2007), “Asymmetric Hearing Loss in a Random Population of Patients With Mild to Moderate Sensorineural Hearing Loss.”
- (33) Ee-Munn Chia, Jie Jin Wang, Elena Rochtchina, Robert R. Cumming, Philip Newall, and Paul Mitchell, (2007), “Hearing Impairment and Health-Related Quality of Life: The Blue Mountains Hearing Study.”
- (34) Ulrich Hoppe, Anne Hast, Thomas Hocke, (2022), “Speech Perception in Bilateral Hearing Aid Users With Different Grades of Asymmetric Hearing Loss.”
- (35) Nicolas Vannson, Christopher James, Bernard Fraysse, Kuzma Strelnikov, Pascal Barone, Olivier Deguine, Mathieu Marx, (2015), “Quality of Life and Auditory Performance in Adults with Asymmetric Hearing Loss.”
- (36) Karpishchenko SA, Shcherbakova YL. (2022), “The Quality of Life in the Elderly with Acquired Single-Sided Deafness.”

- (37) Yona Vaisbuch M D, Peter Luke Santa Maria M D, “Age-Related Hearing Loss: Innovations in Hearing Augmentation.”
- (38) Dillon, H., (2012). “Hearing Aids, second edition.” Thieme, Boomerang Press, Sydney.
- (39) James R. Dornhoffer, M D, Ted A. Meyer, M D, Judy R. Dubno, Theodore R. McRackan, M D, (2020), “Assessment of hearing-aid benefit using patient-reported outcomes and audiologic measures.”
- (40) Anne G M Schilder, Lee Yee Chong, Saoussen Ftouh, Martin J Burton, (2017), “Bilateral versus unilateral hearing aids for bilateral hearing impairment in adults.”
- (41) Stenbäck V, Marsja E, Ellis R, Rönnberg J. (2023), “Relationships between behavioural and self-report measures in speech recognition in noise.”
- (42) World Report on Hearing, (2021)
- (43) Annie Moulin, Celine Richard, (2016), “Sources of variability of speech, spatial, and qualities of hearing scale (SSQ) scores in normal-hearing and hearing-impaired populations.”
- (44) Caroline N Harada, Marissa C Natelson Love, Kristen L Triebel, (2013), “Normal Cognitive Aging.”
- (45) Gurjt Singh, M Kathleen Pichora-Fuller, (2010), “Older adults’ performance on the speech, spatial, and qualities of hearing scale (SSQ): Test-retest reliability and a comparison of interview and self-administration methods.”
- (46) Agnes Au, Jessica M Blakeley, Richard C Dowell, Gary Rance, (2019), “Wireless binaural hearing aid technology for telephone use and listening in wind noise.”
- (47) Patricia Teixeira Menniti Pennini, Katia de Almeida, (2021), “Speech Spatial and Qualities of Hearing Scale in assessing the benefit in hearing aid users.”
- (48) Barbara Ohlenforst, Adriana A. Zekveld, Elise P. Jansma, Yang Wang, Graham Naylor, Artur Lorens, Thomas Lunner, and Sophia E. Kramer,

- (2017), “Effects of Hearing Impairment and Hearing Aid Amplification on Listening Effort: A Systematic Review.”
- (49) Xunyi Wang, Yun Zheng, Gang Li, Jingzhe Lu, Yan Yin, (2021), “Objective and Subjective Outcomes in Patients with Hearing Aids: A Cross-Sectional, Comparative, Associational Study.”
- (50) H J Arkebauer, G T Mencher, C McCall, (1971), “Modification of speech discrimination in patients with binaural asymmetrical hearing loss.”
- (51) Maria Fernanda Capoani Garcia Mondelli, Marina de Marchi dos Santos, Maria Renata José, (2016), “ Speech perception in noise in unilateral hearing loss.”
- (52) Adam Dryden, Harriet A. Allen, Helen Henshaw, and Antje Heinrich, (2017), “The Association Between Cognitive Performance and Speech-in-Noise Perception for Adult Listeners: A Systematic Literature Review and Meta-Analysis.”
- (53) C.A.Joly, P.Reynard, K.Mezzi, D.Bakhos, F.Bergeron, D.Bonnard, S.Borel, D.Bouccara, A.Coez, F.Dejean, M.DelRio, F.Leclercq, P.Henrion, M.Marx, T.Mom, I.Mosnier, M.Potier, C.Renard, T.Roy, F.Sterkers-Artières, F.Venail, P.Verheyden, E.Veuillet, C.Vincent, H.Thai-Van, (2022), “Guidelines of the French Society of Otorhinolaryngology-Head and Neck Surgery (SFORL) and the French Society of Audiology (SFA) for Speech-in-Noise Testing in Adults.”
- (54) Giuseppina Emma Puglisi, Anna Warzybok, Sabine Hochmuth, Chiara Visentin, Arianna Astolfi, Nicola Prodi, Birger Kollmeier, (2015), “An Italian matrix sentence test for the evaluation of speech intelligibility in noise.”
- (55) C. Dörfler, T. Hocke, A. Hast, U. Hoppe, (2020), “Speech recognition with hearing aids for 10 standard audiograms. English version.”
- (56) Ibrahim Almufarrij, Harvey Dillon, and Kevin J. Munro, (2021), “Does Probe-Tube Verification of Real-Ear Hearing Aid Amplification Characteristics Improve Outcomes in Adults? A Systematic Review and Meta-Analysis.”

- (57) Francesco Gazia, Bruno Galletti, Daniele Portelli, Giuseppe Alberti, Francesco Freni, Rocco Bruno, Francesco Galletti, (2020), “Real ear measurement (REM) and auditory performances with open, tulip and double closed dome in patients using hearing aids.”
- (58) Gabrielle H Saunders, Anna Forsline, (2006), “The Performance-Perceptual Test (PPT) and its relationship to aided reported handicap and hearing aid satisfaction.”
- (59) Lena L. N. Wong, Yuan Chen, Qianran Wang, and Volker Kuehnel, (2018), “Efficacy of a Hearing Aid Noise Reduction Function.”
- (60) Ryan W. McCreerya, Rebecca A. Venediktovb, Jaumeiko J. Colemanb, and Hillary M. Leech, (2012), “An Evidence-Based Systematic Review of Directional Microphones and Digital Noise Reduction Hearing Aids in School-Age Children With Hearing Loss.”
- (61) Matheus Carvalho Ferreira, Nelma Ellen Zamberlan Amorim, Aline Epiphanyo Wolf, Ana Cláudia Mirândola Barbosa Reis, (2021), “Influence of different types of noise on sentence recognition in normally hearing adults.”

8. RINGRAZIAMENTI

Desidero ringraziare il relatore professor Lorenzo Notarianni per la pazienza ed il supporto ricevuto per la realizzazione della Tesi.

Ringrazio i miei genitori e mia sorella per avermi sempre sostenuto durante questi anni di università.

Ringrazio tutti coloro che hanno accettato di partecipare alla Tesi, chi ha cercato di contribuire con la sua presenza o con la presenza dei suoi cari, e coloro che, semplicemente, hanno mostrato interesse.

Ringrazio inoltre gli amici ed i colleghi dell'università.

