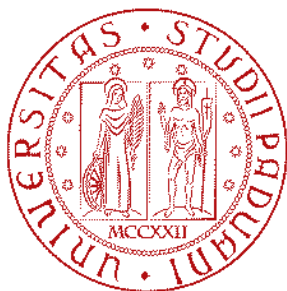


1222 • 2022
800
ANNI



**UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA**

Università degli Studi di Padova

DIPARTIMENTO DI NEUROSCIENZE DNS

CORSO DI LAUREA IN TECNICHE AUDIOPROTESICHE

PRESIDENTE: PROF. GINO MARIONI

Tesi di Laurea

IPOACUSIA E DECLINO COGNITIVO: INDAGINE PRE E POST

PROTESIZZAZIONE ACUSTICA IN UN CAMPIONE

DI PAZIENTI OVER 65

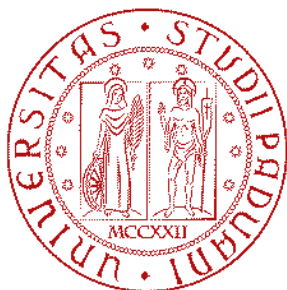
RELATORE: Prof. Gino Marioni

Correlatore: Dott.ssa Sara Vecchini

LAUREANDA: Arianna Pasolini

ANNO ACCADEMICO 2021/2022

1222 • 2022
800
ANNI



**UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA**

Università degli Studi di Padova

DIPARTIMENTO DI NEUROSCIENZE DNS

CORSO DI LAUREA IN TECNICHE AUDIOPROTESICHE

PRESIDENTE: PROF. GINO MARIONI

Tesi di Laurea

**HEARING LOSS AND COGNITIVE DECLINE: SURVEY
BEFORE AND AFTER HEARING AIDS USE IN A SAMPLE OF
ELDERLY PATIENTS OVER 65 YEARS OLD**

RELATORE: Prof. Gino Marioni

Correlatore: Dott.ssa Sara Vecchini

LAUREANDA: Arianna Pasolini

ANNO ACCADEMICO 2021/2022

Alla mia famiglia con amore.

ABSTRACT

E' ormai noto che la popolazione nella maggior parte dei paesi europei, e in particolare in Italia, stia subendo una trasformazione demografica che consiste in un progressivo invecchiamento.

Si tratta di un fenomeno molto complesso che coinvolge tutti i settori, specialmente quello sanitario, che si sta specializzando sempre di più su patologie correlate all'invecchiamento: tra le più rilevanti si evidenziano presbiacusia e declino cognitivo.

L'obiettivo di questo studio è quello di valutare, in un campione di soggetti ipoacusici Over 65 alla loro prima protesizzazione (New Users), la relazione tra perdita uditiva e risultati del Mini Mental State Examination, inerenti alle capacità cognitive, prima e dopo un periodo di riabilitazione di 3 mesi con apparecchi acustici.

Il campione oggetto di studio è stato selezionato in base ad alcuni parametri: età (≥ 65 anni), perdita uditiva bilaterale post verbale con PTA classificabile in media, grave o profonda entità; nessuna precedente esperienza con apparecchi acustici e senza nessun deficit cognitivo già diagnosticato.

Dopo un'accurata valutazione audiometrica si è proceduto con la scelta degli apparecchi acustici e tutti i pazienti sono stati seguiti in modo tradizionale con controlli periodici per l'ottimizzazione del fitting; dopo 3 mesi si è riproposto il Mini Mental State Examination e si è valutato come i risultati siano variati prima e dopo l'utilizzo degli apparecchi acustici.

Da questo studio è emerso come i punteggi del Mini Mental State Examination siano legati alla gravità della perdita uditiva, infatti a punteggi peggiori si associano quadri audiologici più gravi, sia in termini di audiometria tonale che vocale, andando quindi a confermare le maggiori ricerche in ambito clinico: ovvero che la sordità rappresenta un fattore di rischio per lo sviluppo di disturbi cognitivi, anche se i meccanismi che sottendono alla relazione tra le due patologie sono ancora da investigare.

Gli apparecchi acustici, pur rappresentando un ottimo strumento per la riabilitazione uditiva, non possono, invece, ad oggi, essere considerati protettivi verso lo sviluppo di deficit cognitivi.

Sono quindi necessari ulteriori studi, con un campione più numeroso e con maggiore variabilità, e un follow-up a lungo termine per valutare i meccanismi alla base dell'associazione di queste patologie, nella consapevolezza che le evidenze scientifiche impongono un'attenzione globale verso i problemi di udito quali possibili fattori di rischio modificabili per lo sviluppo di disturbi cognitivi e demenza.

ENGLISH ABSTRACT

It is now known that the population in most of the European countries, and in particular in Italy, is undergoing a demographic transformation which consists of progressive ageing.

It is a very complex phenomenon that involves all sectors, especially health, which is increasingly specializing in diseases related to aging: among the most important we can find presbycusis and cognitive decline.

The goal of this study is to evaluate, in a sample of hearing-impaired subjects Over 65 at their first experience with hearing aids, how the results of the Mini Mental State Examination appear, related to their cognitive abilities, , and how they vary after a period of rehabilitation with properly selected and calibrated hearing aids.

The sample under study was selected based on certain parameters: age (≥ 65 years), bilateral post-verbal hearing loss with PTA that can be classified as average, severe or profound; no previous experience with hearing aids and no cognitive impairment already diagnosed.

After a thorough audiometric evaluation, the choice of hearing aids was made and all patients were followed up in the traditional way with periodic checks for the optimization of the fitting; after 3 months, the Mini Mental State Examination was repeated and the results varied before and after the use of the hearing aids were evaluated.

This study showed that the scores of the Mini Mental State Examination are linked to the severity of hearing loss, in fact worse scores are associated with more severe hearing loss, both in terms of tonal and vocal audiometry, thus confirming the major research in the field clinical: deafness represents a risk

factor for the development of cognitive disorders, even if the mechanisms underlying the relationship between the two pathologies are still to be investigated.

Hearing aids, while representing an excellent tool for hearing rehabilitation, cannot, however, be considered protective against the development of cognitive deficits.

Further studies are therefore needed, with a larger sample and long-term follow-up to evaluate the mechanisms underlying the association of these pathologies, in the awareness that scientific evidence requires global attention to hearing problems as possible modifiable risk factors for the development of cognitive disorders and dementia.

INDICE

1. Introduzione	1
2. Scopo	12
3. Materiali e metodi	13
3.1 Sede e tipologia dell'indagine	13
3.2 Il campione	13
3.3 Modalità di raccolta dei dati statistici	14
3.4 Trattamento statistico	14
3.5 Strumenti di valutazione	16
3.6 Routine di valutazione	18
4. Risultati e discussione	21
4.1 Risultati e discussione	21
5. Conclusioni e riflessioni	68
6. Bibliografia	70
7. Sitografia	74
8. Allegati	75
8.1 Allegato A: Mini Mental State Examination	75
8.2 Allegato B: Tabella raccolta dati Excel	77
9. Ringraziamenti	78

1. INTRODUZIONE

Come è noto, in Italia e nella maggior parte dei paesi, è in atto un processo di rivoluzione demografica che consiste nel progressivo invecchiamento della popolazione: la vita media infatti continua ad allungarsi, mentre l'indice di natalità decresce, con il risultato di un crescente aumento della percentuale di popolazione over 65.

Nel 2020 in Europa, il 21 % della popolazione aveva più di 65 anni, rispetto al 16 % del 2001, con un aumento quindi di 5 punti percentuali (p.p.) (FIG.A)

Osservando nello specifico il gruppo degli over 80 invece, la loro quota è salita a quasi il 6 % nel 2020, mentre era solo del 3.4 % nel 2001, questo significa che la loro percentuale è poco meno che raddoppiata durante questo periodo di tempo. (FIG. C)

Come già anticipato, anche la percentuale di nuovi nati presenta un trend in costante diminuzione e così anche la quota dei giovani (da 0 a 19 anni) nell'UE continua a diminuire: era infatti del 20 % nel 2020, con una diminuzione di 3 p.p. rispetto al 23 % registrata nel 2001. (*Dati Istat 2021*)

Osservando la quota di persone Over 65 sulla popolazione totale, **l'Italia (23 %)**, la Grecia, la Finlandia, il Portogallo, la Germania e la Bulgaria (tutti al 22 %) vantano le quote più alte, mentre l'Irlanda (14 %) e il Lussemburgo (15 %) quelle più basse. (FIG. B)

Nel periodo 2001-2020 si è potuto osservare un aumento della quota di persone Over 65 in tutti gli Stati membri UE, dall'aumento più alto in Finlandia a quello più basso in Lussemburgo. (*Dati Istat 2021*)

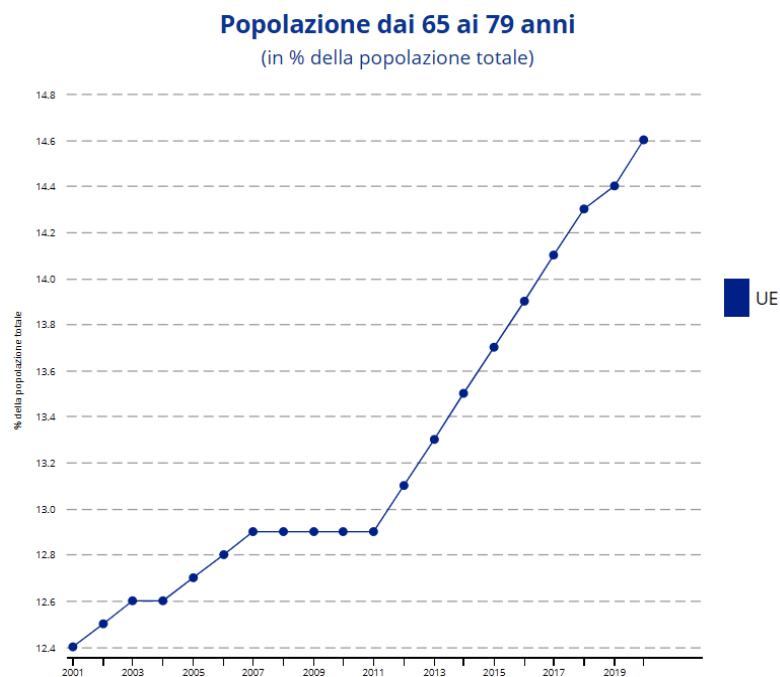


FIG. A: Dati Istat: “la demografia dell’Europa”, aggiornati al 2021. Rappresentazione dell’incidenza della popolazione dai 65 ai 79 anni in Europa.

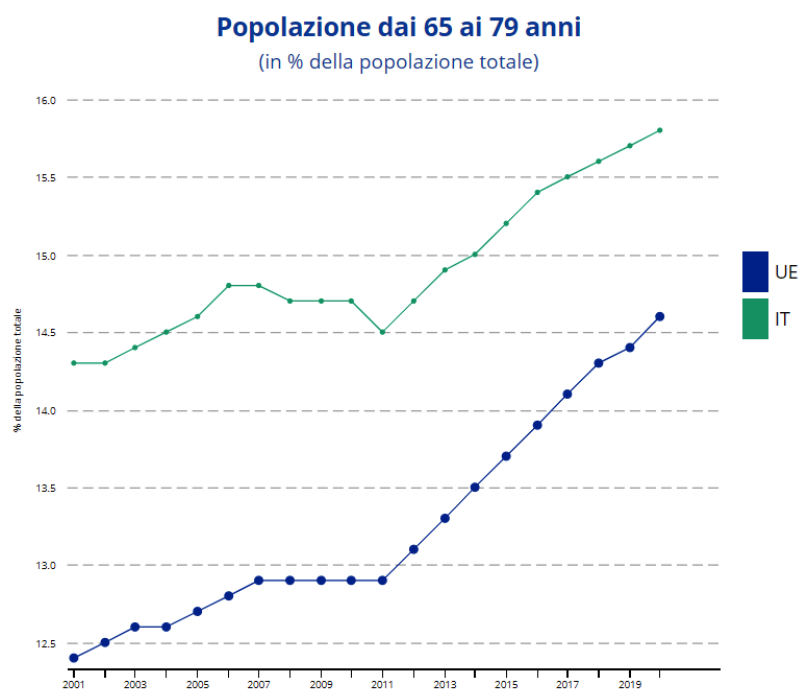


FIG. B: Dati Istat: “la demografia dell’Europa”, aggiornati al 2021. Confronto dell’incidenza della popolazione dai 65 ai 79 anni in Europa e in Italia.



FIG. C: Dati Istat: “la demografia dell’Europa”, aggiornati al 2021. Rappresentazione dell’incidenza della popolazione over 80 in Europa.

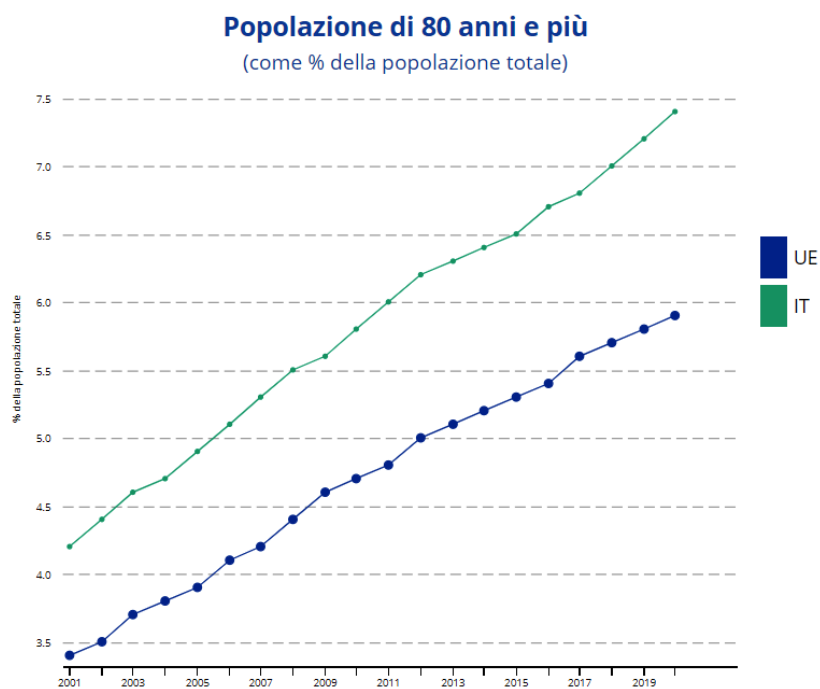


FIG. D: Dati Istat: “la demografia dell’Europa”, aggiornati al 2021. Confronto dell’incidenza della popolazione over 80 in Europa e in Italia.

Tale cambiamento è di estrema rilevanza su scala globale, si tratta infatti di un fenomeno complesso che coinvolge vari aspetti sociali, culturali, economici e soprattutto sanitari.

L'aumento del numero di persone anziane infatti, porta l'attenzione della medicina a focalizzarsi sempre di più sulle patologie e le problematiche correlate all'invecchiamento e sui relativi interventi di prevenzione e di miglioramento della qualità della vita, anche e specialmente in età avanzata.

Tra le patologie che più colpiscono gli anziani, si elencano:

- patologie a carico del sistema cardiocircolatorio (ipertensione, arteriosclerosi, infarto del miocardio)
- Patologie a carico del sistema muscolo-scheletrico (artrite, artrosi, osteoporosi)
- **Ipoacusia** (Presbiacusia)
- **Malattie neurologiche** (Alzheimer, Parkinson, Demenza Senile)¹

Per ipoacusia si intende una riduzione della capacità uditiva, essa può colpire un orecchio o entrambi, e può essere di grado lieve, medio, severo e profondo.

Inoltre l'ipoacusia può essere trasmissiva, quando il danno risiede nell'orecchio medio; neurosensoriale quando il problema è a carico dell'orecchio interno o del nervo acustico e mista quando vi è una sovrapposizione di cause.

Esiste però un particolare tipo di ipoacusia, strettamente correlata all'età di insorgenza: la presbiacusia.²

Per presbiacusia si intende una riduzione della capacità uditiva correlata all'invecchiamento e si stima che dopo i 65 anni colpisca una persona su tre e dopo gli 85 anni ben due persone su tre.²

¹ Dr Mario Valenti Milito, "Le principali patologie dell'età senile", A.O.U Policlinico V Emanuele, 2019.

² Silvano Prosser, Alessandro Martini, Novembre 2020 "Argomenti di Audiologia", Omega Edizioni.

Il quadro della presbiacusia però, è decisamente più ampio, infatti si tratta di una patologia multifattoriale caratterizzata, non solo da una perdita uditiva neurosensoriale, bilaterale e simmetrica che colpisce soprattutto le frequenze acute, ma anche da un rallentamento dell'elaborazione centrale dello stimolo sonoro, da una difficoltà di localizzazione delle fonti sonore e soprattutto da una marcata difficoltà nella comprensione di una conversazione, specialmente in ambiente rumoroso (in competizione).²

Possono avere un ruolo fondamentale:

- fattori ambientali (come esposizione a rumore e a sostanze ototossiche)
- fattori genetici (familiarità)
- Fattori endogeni (età, suscettibilità individuale, etc.)
- Patologie croniche correlate (arteriosclerosi, diabete, ipertensione, etc.)

Esistono diversi meccanismi alla base dell'insorgenza della presbiacusia, essa può essere infatti da causa sensoriale, striale, mitocondriale e neurale.²

Nel caso di presbiacusia sensoriale abbiamo una degenerazione delle cellule cigliate, prevalentemente del giro basale, ed una secondaria atrofia del ganglio spirale e delle fibre del nervo cocleare.

La presbiacusia striale è causata invece da un'atrofia dei capillari della stria vascolare che riduce il potenziale d'azione endococleare.

Esiste anche una presbiacusia da mutazione del DNA mitocondriale, si è visto infatti che gli anziani presbiacusici presentano un danno del DNA mitocondriale maggiore rispetto ai normoacusici.

Infine, nella presbiacusia da causa neurale, o centrale, c'è una compromissione della prima o della seconda popolazione neuronale con una successiva riorganizzazione delle vie e della corteccia uditiva.³

³ Schuknecht et Al, "*Atrophy of the stria vascularis, a common cause for hearing loss.*" The Laringoscope, October 1974.

La presbiacusia riduce le capacità comunicative del soggetto portando ad un progressivo isolamento sociale e riducendo la qualità della vita.

Molto spesso si associa un quadro di depressione che peggiora ulteriormente il problema e si instaura un circolo vizioso negativo.⁴

Numerosi studi hanno inoltre evidenziato come alla perdita uditiva sia spesso associata anche una rapida progressione del declino cognitivo, con una probabilità molto maggiore di sviluppare patologie cognitive rispetto ai normoudenti.

Nei pazienti anziani con deficit uditivo infatti, la presbiacusia interagisce con la riduzione delle funzioni cognitive peggiorando così la percezione del discorso.

Si stima che rallentare anche solo di un anno l'evoluzione del quadro clinico dell'ipoacusia porterebbe ad una riduzione del 10% dell'insorgenza del declino cognitivo nella popolazione.⁵

E' di fondamentale importanza precisare che il processo di invecchiamento colpisce tutte le strutture del corpo umano, comprese le strutture del sistema nervoso centrale.

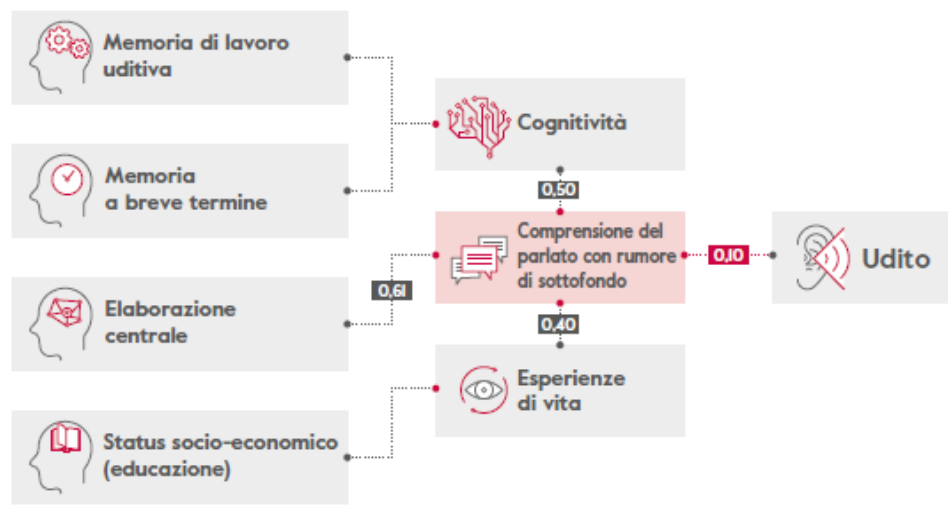
Tra queste si elencano:

- riduzione del volume cerebrale,
- riduzione del metabolismo delle funzioni energetiche cerebrali,
- riduzione dell'efficienza dei neurotrasmettitori,
- riduzione della memoria a breve termine e di lavoro,
- riorganizzazione delle mappe sensoriali,
- alterazioni simpatiche o dei circuiti neurali.²

⁴ Lina Falanga, *“Demenza e ipoacusia: relazione di un'esperienza presso i CDCD di Lonato e Salò”*. Gruppo di ricerca Geriatrica, Brescia 25 Gennaio, 2019

⁵ Consensus Paper, *“Il cervello in ascolto: lo stretto intreccio tra udito e abilità cognitive”* Edelman, 2017.

Tutti questi fenomeni, correlati alla presbiacusia, sono strettamente legati tra loro e aumentano il rischio di deficit cognitivi quindi non devono essere trascurati, anzi, è ancora oggetto di studio cercare di capire sempre meglio i meccanismi che legano queste patologie e quanto sia importante la riabilitazione uditiva per prevenire ulteriori alterazioni delle funzioni cognitive.⁶



La capacità di comprendere il parlato in un ambiente rumoroso è influenzata soprattutto da aspetti cognitivi come l'elaborazione centrale, la cognitività o le esperienze di vita; solo un 10% è influenzato dalle effettive capacità uditive (Anderson et al., 2013).

Tra le patologie neurologiche associate a deficit cognitivi negli Over 65 le più frequenti sono:

- Demenza senile
- Alzheimer
- Parkinson ⁷

⁶ Lin FR. et al. "Hearing loss and incident dementia". *Archives Neurology* (2011) 68:214–220.

I dati relativi all'incremento della prevalenza di Alzheimer sono preoccupanti in tutto il mondo.

Secondo il “*World Alzheimer Report*” del 2016, nel mondo ci sono 47 milioni di persone che devono convivere con la demenza; il numero è destinato a salire a 63 milioni nel 2025 e a oltre 131 milioni nel 2050.

Sono numeri davvero allarmanti, per una malattia che è fra le più temute e le più costose per i singoli e la società, con spese sanitarie complessive che superano quelle di tumori, ictus e malattie cardiovascolari.⁷

In Europa, la prevalenza della demenza negli over 60 è stimata attorno al 6,5% della popolazione, in Italia siamo intorno al 6,4%, con un dato medio del 5,5%. Ogni anno dai sei ai nove milioni di europei, in maggioranza donne, devono convivere con la demenza e i dati non sono migliori oltreoceano, dove la prevalenza della patologia stimata fra gli Over 70 si aggira intorno al 14,7%.⁸

I primi studi di analisi della correlazione tra presbiacusia e deficit cognitivo si sono svolti già nei primi anni '80 e, come anticipato, ancora oggi si tratta di un argomento estremamente dibattuto nella comunità scientifica.

Primi importanti dati sono arrivati dall' American Medical Association con lo studio “*Hearing Loss and Cognitive Decline in Older Adults*” del 2013.

Da questo report si era evidenziato che, più la perdita uditiva era grave più il rischio di deficit cognitivi associati era consistente; però non si era riusciti ad identificare una chiara correlazione tra le due patologie, che sembravano avere una manifestazione spesso simultanea ma indipendente.

L'uso di apparecchi acustici risultava essere un fattore protettivo ma i dati all'epoca erano ancora statisticamente poco significativi.⁹

⁷Hurd MD. et al. Monetary costs of dementia in the United States. *N Engl J Med* (2013) 368:1326-1334.

⁸Alzheimer's Disease International World Alzheimer Report 2016, <https://www.alz.co.uk/>.

⁹Frank R. Lin, Kristine Yaffe, Jin Xia, Quian-Li, Tamara B. Harris, Elizabeth Purchase-Helzner, Suzanne Satterfield, Hilda N. Anyonayon, Ferrucci Luigi, Eleanor

Successivamente nel 2017 su *“The Lancet”* era stato invece dichiarato che: *“curare adeguatamente la perdita uditiva correlata all’età, poteva prevenire fino al 9% di futuri casi di demenza senile, il più significativo tra tutti i fattori di rischio, potenzialmente modificabili, identificato nel loro rapporto.”*

Le stime indicavano inoltre che le persone con una grave perdita dell'udito avevano una probabilità fino a 5 volte maggiore di sviluppare demenza, ma questi valori erano soggetti a eccessive variazioni nei diversi studi a causa di limiti metodologici.¹⁰

Un altro passo avanti si ottiene nel 2018, in Corea.

E’ stata fatta un’indagine in cui si proponeva di esaminare la relazione tra il declino dell'udito e della funzione cognitiva complessiva in un campione di 82 anziani (con un'età media di 79.1 anni).

I partecipanti sono stati sottoposti ad audiometria tonale con toni puri per valutare la soglia uditiva e al *The Korean Mini Mental State Examination* per testare le funzioni cognitive.

Dallo studio era stata evidenziata, tra le altre cose, una forte correlazione tra funzione cognitiva e perdita uditiva, soprattutto in presenza di una perdita moderata di 50 dB o più dal lato destro.¹¹

Anche nella comunità scientifica cinese questo argomento è stato oggetto di diversi studi, in un report recente i risultati hanno rivelato una significativa relazione tra presbiacusia ed un deterioramento cognitivo negli anziani di lingua mandarina.

La scoperta di tale correlazione ha avuto un impatto considerevole sulle implicazioni cliniche specifiche per gli audioprotesisti cinesi e di altre

M. Simonsick. *“Hearing Loss and Cognitive Decline in Older Adults”*. American Medical Association, *Jama Intern Med*/Vol 173 (NO.4), Feb. 25, 2013.

¹⁰ Professor Gill Livingston et Al *“The Lancet International Commission on Dementia Prevention and Care”*. *The Lancet*, 2017.

¹¹ MyungJin Huh, *“The Relationship between cognitive function and hearing loss among the elderly”*, *J.Phys. Ther. Sci.* 30: 174-176, 2018.

popolazioni che parlano una lingua tonale, soprattutto per l'organizzazione di una corretta riabilitazione acustica.

Anche in questo progetto però, non si sono capiti i meccanismi alla base di questa relazione e quanto sia statisticamente importante il ripristino della funzionalità uditiva.¹²

Come anticipato, presbiacusia e declino cognitivo non sono solo enormi problemi di salute pubblica con conseguenti implicazioni emotive molto pesanti per pazienti e familiari, ma sono anche causa di costi sanitari elevati.

Nello studio *“Cost-utility analysis of hearing aid device for older adults in the community: a delayed start study”* del 2020, si è valutato proprio il rapporto costo/efficacia della protesizzazione acustica degli anziani che si sono sottoposti allo screening della funzionalità uditiva, con punteggio del Mini Mental State Examination > 18 punti.

E' stato dimostrato che l'adattamento degli apparecchi acustici può rivelarsi conveniente sia in termini di spesa pubblica che per il miglioramento della qualità della vita dei pazienti con problemi uditivi, già dopo un breve periodo di adattamento.

Il rapporto costo-beneficio a lungo termine degli apparecchi acustici dipende però dal fatto che il dispositivo venga usato con continuità e costanza dai pazienti e che si organizzi un follow-up adeguato nel tempo.¹³

¹² Xinxing Fu, Bo Liu, Shuo Wang, Robert H. Eikelboom, Dona M. P. Jayakody, *“The Relationship Between Hearing Loss and Cognitive Impairment in a Chinese Elderly Population: The Baseline Analysis”*, *Frontiers in Neuroscience*, November 26, 2021.

¹³ Palvinder Kaur, Sheue Lih Chong, Palvannan Kannapiran, W.S. Kelvin Teo, Charis Ng Wei Ling, Chiang Win Weichen, Gan Ruling, Lee Sing Yin, Tang Yin Leng, Soo Ying Pei, Thein Tze Kang, Lim Zhen Han, Lin Peizhen, Lynne Lim Hsueh Yee and Pradeep Paul George, *“Cost-utility analysis of hearing aid device for older adults in the community: a delayed start study”*. *BMC Health Services Research*, 20:1112, 2020.

Un altro articolo, pubblicato nel 2020 sul *Journal of Clinical Medicine*, ha infine evidenziato come, in un campione di persone tra i 62 e 82 anni, sia migliorata la percezione dei suoni e la qualità della vita, 18 mesi dopo l'applicazione protesica.

Per tale valutazione sono stati utilizzati vari test e questionari volti a studiare aspetti diversi quali: la memoria di lavoro, l'attenzione visiva, le funzioni psicomotorie e il declino cognitivo (attraverso il Mini Mental State Examination).

Lo studio si è rivelato molto interessante ma sono state prese in esame tante variabili in un campione ristretto di persone, risulta quindi necessario organizzare altri follow-up per ottenere dei risultati più attendibili.¹⁴

¹⁴ Julian Sarant, David Harris, Peter Busby, Paul Maruff, Adrian Schembri, Urike Lemke and Stefan Lunter, "The effect of Hearing Aid Use on Cognition in Older Adults: Can We Delay Decline or Even Improve Cognitive Function?". *Journal of Clinical Medicine*, Jan. 17, 2020.

2. SCOPO

Lo scopo del presente studio è quello di valutare, in un campione di soggetti ipoacusici Over 65 alla loro prima protesizzazione (New Users), la relazione tra perdita uditiva e i risultati del Mini Mental State Examination, prima e dopo un periodo di riabilitazione di 3 mesi con apparecchi acustici.

3. MATERIALI E METODI

3.1 SEDE E TIPOLOGIA DELL'INDAGINE:

Lo studio è stato condotto presso 3 sedi di un centro audioprotesico della Lombardia in provincia di Brescia, sede di tirocinio aziendale, nel periodo compreso tra Marzo e Novembre 2022.

3.2 IL CAMPIONE

I criteri di selezione del campione sono stati i seguenti:

- età maggiore o uguale a 65 anni
- perdita uditiva postverbale bilaterale
- perdita uditiva con PTA classificabile in media, grave o profonda entità
- pazienti in prima protesizzazione, senza precedenti esperienze con apparecchi acustici
- nessun deficit cognitivo già precedentemente diagnosticato

3.3 MODALITA' DI RACCOLTA DATI

I soggetti partecipanti allo studio sono stati informati verbalmente circa lo scopo della ricerca ed hanno rilasciato il loro consenso per il trattamento dei dati sensibili.

Tutti i dati sono stati raccolti successivamente in tabella su file Excel.

3.4 TRATTAMENTO STATISTICO

Per la rappresentazione testuale e grafica e per l'analisi statistica dei risultati è stato utilizzato il software Fogli di lavoro su Google Drive ed Excel.

L'analisi descrittiva dei risultati è stata effettuata prendendo in esame i seguenti dati:

- età al momento della protesizzazione
- sesso
- titolo di studio
- isolamento sociale
- tipo di applicazione protesica
- tipo di tecnologia degli apparecchi acustici in uso, basata sul numero di canali di regolazione
- PTA tonale e soglia vocale pre applicazione
- recupero protesico, tonale e vocale, a tre mesi dall'applicazione degli apparecchi acustici
- ore medie di utilizzo dei dispositivi acustici

Per l'analisi statistica della differenza delle medie è stato utilizzato il test T Student per campioni appaiati a 2 code; le variabili che sono state prese in esame sono:

- Soglia tonale PTA pre e post applicazione protesica
- Soglia vocale in campo libero a 60 dB pre e post applicazione protesica
- Punteggio del MMSE pre e post applicazione protesica, considerando sia i punteggi "grezzi" che quelli "aggiustati" con apposito fattore di correzione. (ALLEGATO 1)

Infine, le correlazioni tra le variabili di seguito riportate, sono state analizzate grazie all'indice di correlazione R per ranghi di Spearman:

- Correlazione tra PTA e punteggio del MMSE, aggiustato e non, pre applicazione protesica
- Correlazione tra PTA e punteggio del MMSE, aggiustato e non, post applicazione protesica, a distanza di 3 mesi circa
- Correlazione tra soglia vocale in campo libero a 60 dB e punteggio del MMSE, aggiustato e non, pre applicazione protesica
- Correlazione tra soglia vocale in campo libero a 60 dB e punteggio del MMSE, aggiustato e non, post applicazione protesica
- Correlazione tra le ore medie di utilizzo degli apparecchi acustici e punteggio del MMSE, aggiustato e non, a 3 mesi di distanza

Valori di p-value inferiori a 0.05 e 0.01 sono stati considerati significativi, mentre valori inferiori a 0.001 sono stati considerati altamente significativi.

3.5 STRUMENTI DI VALUTAZIONE

VALUTAZIONE AUDIOMETRICA: è stata ottenuta mediante rilevazione della soglia uditiva in cuffia in cabina silente ed in campo libero in stanza insonorizzata.

E' stato usato un audiometro della marca Interacoustics, modello AD528, adeguatamente tarato.

VALUTAZIONE DEL DEFICIT COGNITIVO: è stata ottenuta mediante la somministrazione del *Mini Mental State Examination*, tradotto in italiano nella versione abbreviata, contenente 18 domande che valutano:

- Orientamento nel tempo
- Orientamento nello spazio
- Registrazione di parole
- Capacità di attenzione e di calcolo
- Rievocazione e memoria a breve termine
- Proprietà di linguaggio
- Prassi costruttiva

Ogni domanda prevede un punteggio che varia in base all'elaborazione della risposta, da un minimo di 1 punto ad un massimo di 5.¹⁵

Il punteggio totale arriva ad un massimo di 30 punti.

Un punteggio uguale o inferiore a 18 è indice di grave compromissione delle abilità cognitive; punteggi compresi tra 18 e 24 indicano una compromissione di entità da lieve a moderata, un punteggio pari a 25 è considerato borderline mentre da 26 a 30 viene considerata normalità cognitiva.¹⁵

E' stato scelto di utilizzare questa versione del Mini Mental State Examination per la sua facilità nella somministrazione, impiegato con successo anche in altri studi per la valutazione dei deficit cognitivi in pazienti anziani e non.¹⁶

I punteggi ottenuti sono stati successivamente corretti, utilizzando i coefficienti di aggiustamento idonei in relazione all'età e agli anni di scolarizzazione.
(ALLEGATO 1)

¹⁵ David B. Norris, Molly S. Clark, Sonya Shipley, "The Mental Status Examination". University of Mississippi Medical Center, American Family Physician, October 15, 2016. Volume 94, Number 8.

¹⁶ Pasquarelli E, "Tra normalità e demenza. Definizioni biomediche, rappresentazioni e vissuti del declino cognitivo in anzianità", Rivista delle società italiana di antropologia medica, 41-41, Ottobre 2016, pp-181-207.

3.6 ROUTINE DI VALUTAZIONE:

Tutti i pazienti sono stati sottoposti ad una approfondita prima visita in cui, per prima cosa è stata effettuata una otoscopia e successivamente è stato eseguito l'esame audiometrico tonale e vocale in cuffia ed in campo libero.

In cuffia sono stati presentati toni puri per tutto lo spettro frequenziale (250 - 8.000 Hz) prima nell'orecchio migliore, poi nel peggiore, con mascheramento quando necessario.

In campo libero sono stati invece presentati toni Warble, sempre per tutto lo spettro frequenziale (250 – 8.000 Hz).

Il test in campo libero è stato effettuato in stanza insonorizzata, con una cassa posizionata di fronte al paziente, ad un metro di distanza.

E' stata considerata anche la discriminazione vocale, con particolar rilevanza al dato ottenuto a 60 dB di intensità, sia in cuffia che in campo libero.

In entrambi i casi sono state utilizzate parole bisillabiche in liste da 20 unità.

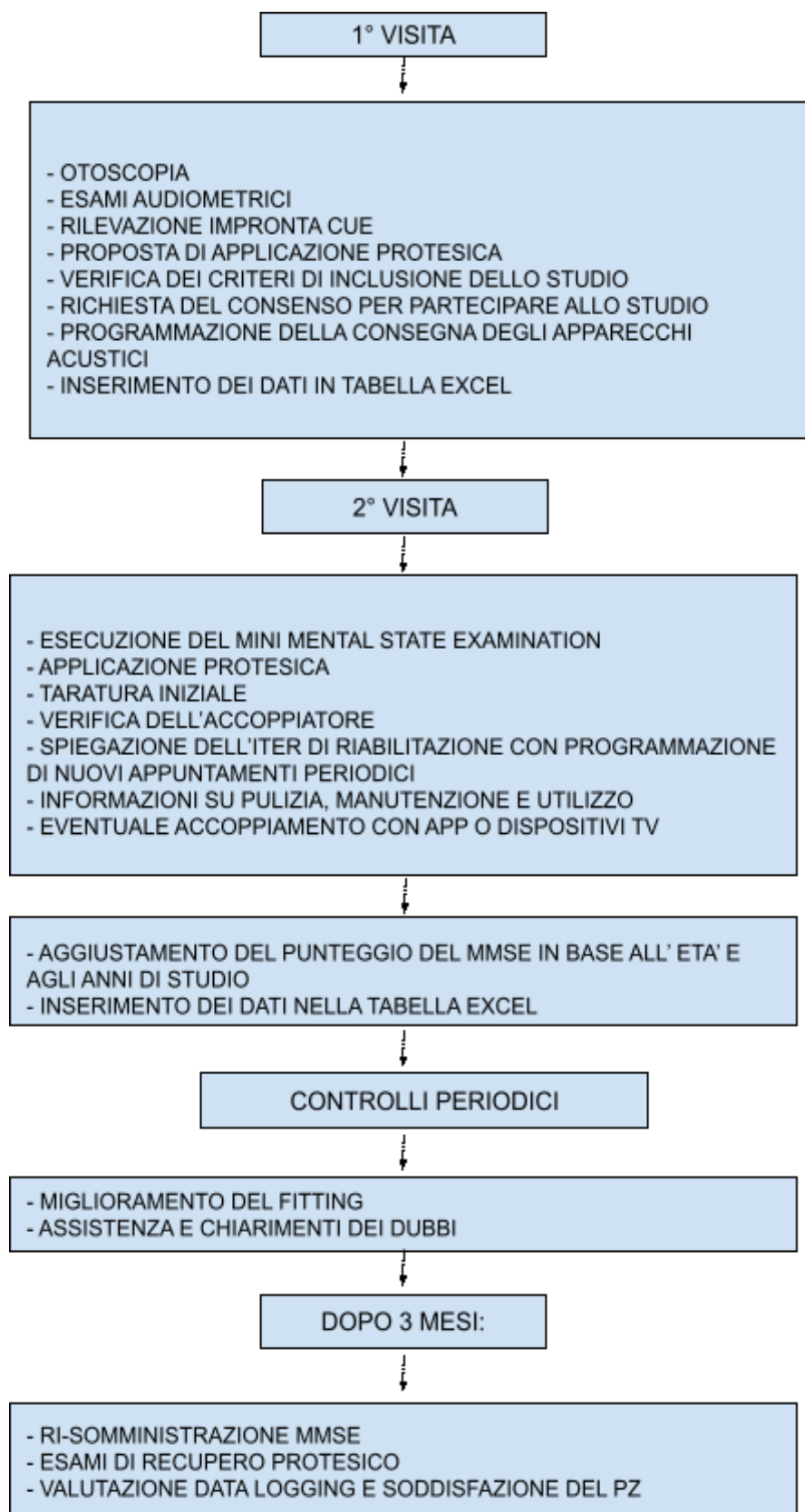
In base alla tipologia di esame audiometrico, alla conformazione dell'orecchio valutata tramite la rilevazione dell'impronta del CUE ed alle disponibilità economiche dei pazienti, abbiamo optato per diverse soluzioni audioprotesiche personalizzate: endoauricolari su misura, retroauricolari BTE e RITE, di vari livelli tecnologici (da 4 a più di 12 canali di regolazione), con o senza chiocciola su misura.

A questo punto, il giorno della consegna dell'apparecchio acustico, prima di indossarlo regolato per la prima volta, è stato somministrato loro il Mini Mental State Examination, spiegando accuratamente le finalità del test e le modalità di esecuzione; il punteggio finale è stato aggiustato successivamente in base all'età ed al titolo di studio. (ALLEGATO 1)

I pazienti sono poi stati seguiti, tutti allo stesso modo, per i controlli periodici presso le sedi di indagine.

Le tarature degli apparecchi acustici sono state perfezionate e l'audioprotesista ha dato tutte le indicazioni in merito: alla pulizia, alla gestione ed all'utilizzo degli apparecchi e su eventuali applicazioni e dispositivi per la televisione.

Dopo 3 mesi di utilizzo è stato valutato il recupero protesico mediante audiometria tonale e vocale in campo libero e riproposto il Mini Mental Test con le protesi indossate.



Iter di reclutamento del campione e step di svolgimento del progetto di tesi

4. RISULTATI E DISCUSSIONE

4.1 RISULTATI E DISCUSSIONE

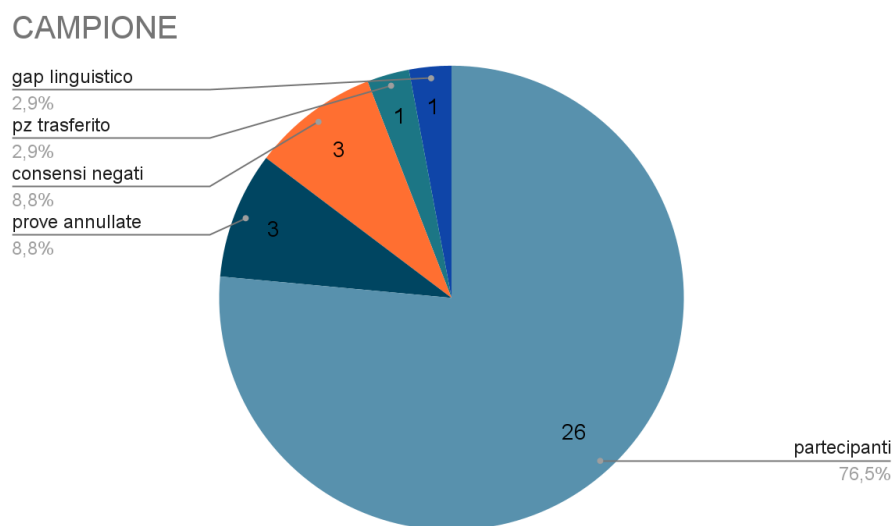
Sono risultati idonei allo studio 34 pazienti. Di questi, 3 hanno rifiutato di partecipare all'indagine per motivi logistici. Il campione è risultato quindi di 31 persone.

Di questi 31, 3 non hanno potuto o voluto proseguire con la prova degli apparecchi, non sono pertanto disponibili i dati post applicazione.

Un paziente invece si è trasferito in un'altra regione, anche in questo caso non sono disponibili i dati a 3 mesi dall'applicazione degli apparecchi acustici.

Infine, nel caso di un paziente partecipante straniero, il gap linguistico non rende del tutto attendibile il risultato. Si sono ottenuti quindi 31 dati pre-applicazione e 26 post-applicazione protesica.

Fig. 1



Rappresentazione grafica del reclutamento del campione e sua composizione finale.

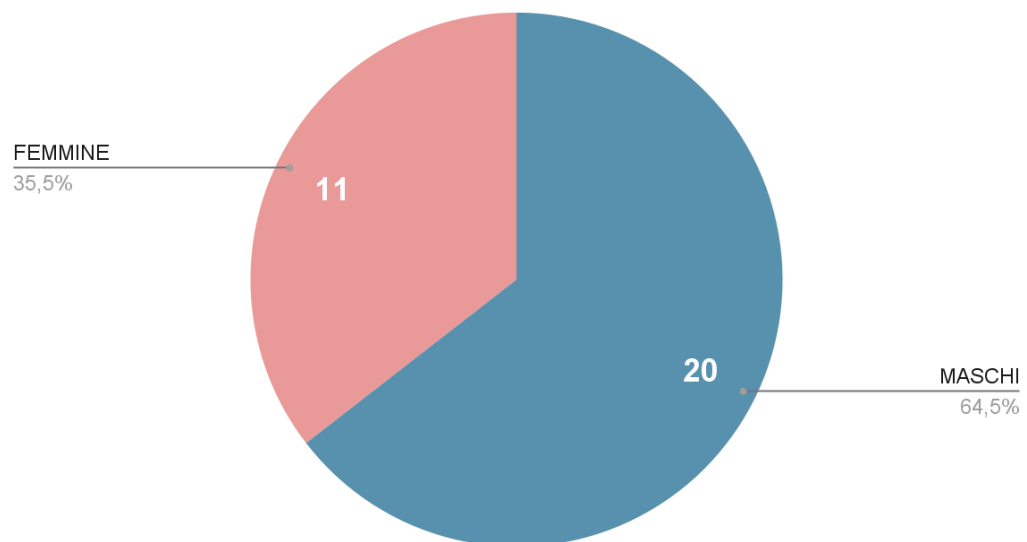
Fig. 2

SESSO	n=31	%
MASCHI (freq)	20	64.5%
FEMMINE (freq)	11	35.5%

Campione iniziale (n=31) suddiviso in base al sesso dei partecipanti.

Fig. 3

COMPOSIZIONE CAMPIONE INIZIALE: MASCHI E FEMMINE



Composizione del campione iniziale (n=31) suddiviso tra partecipanti maschi e femmine.

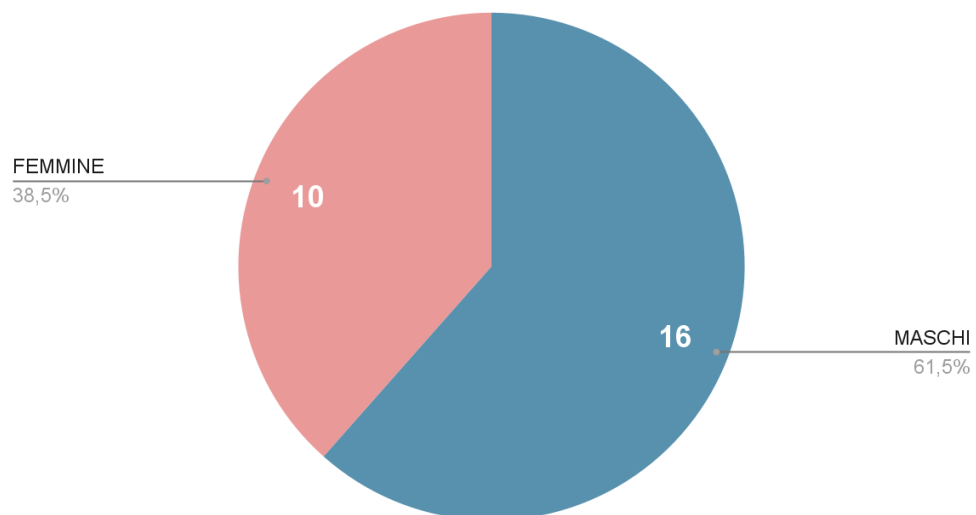
Fig. 4

SESSO	n=26	%
MASCHI (freq)	16	61.5%
FEMMINE (freq)	10	38.5%

Campione finale (n=26) dopo follow-up, suddiviso in base al sesso dei partecipanti.

Fig. 5

COMPOSIZIONE CAMPIONE FINALE: MASCHI E FEMMINE



Composizione del campione finale (n=26), dopo follow-up a 3 mesi dalla protesizzazione, suddiviso tra maschi e femmine.

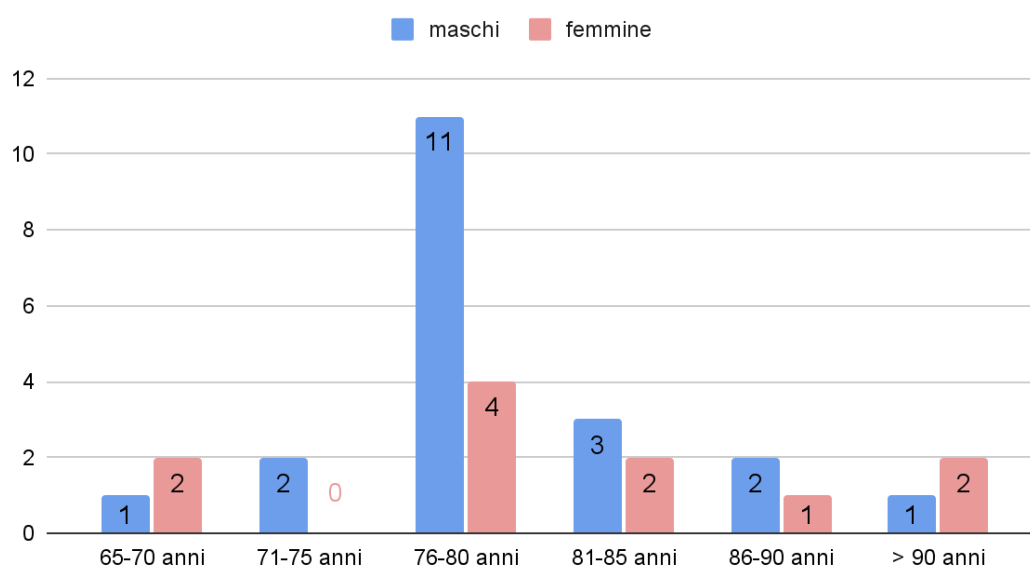
Fig. 6

	CALCOLO MEDIA CON DEV.ST
ETA' MEDIA MASCHI (n=20)	78.8 ± 5.64
ETA' MEDIA FEMMINE (n=11)	80.2 ± 7.8
ETA' MEDIA TOTALE (n=31)	79.32 ± 6.64

Tabella rappresentante l'età media con calcolo della deviazione standard del campione iniziale n=31, in relazione al sesso.

Fig. 7

Distribuzione del campione suddiviso per sesso ed età



Rappresentazione grafica delle variabili “sesso” ed “età”, considerato il campione iniziale n=31.

Fig. 8

MODA ETA' CAMPIONE TOTALE (n=31)	76
MEDIANA ETA' CAMPIONE TOTALE (n=31)	77
MEDIA ETA' CAMPIONE TOTALE (n=31)	79.32 ± 6.64
ETA' MINIMA (n=31)	66
ETA' MASSIMA (n=31)	94

Tabella rappresentante i valori significativamente statistici della variabile “età” dei partecipanti del campione iniziale n=31.

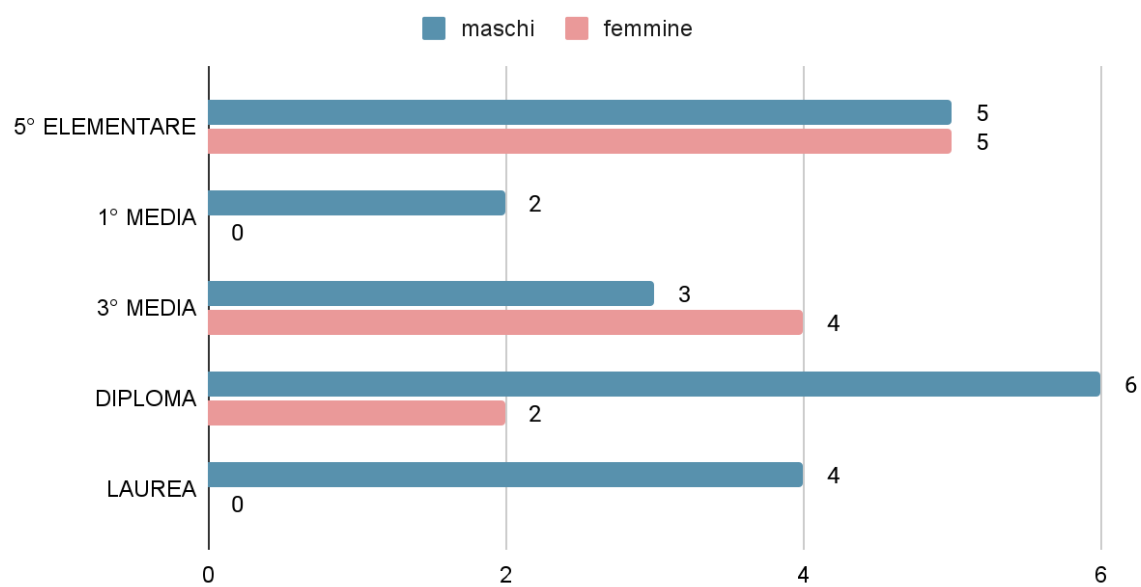
Fig. 9

TITOLO DI STUDIO	freq.	%
LICENZA ELEMENTARE	10	32.26%
1° MEDIA	2	6.46%
LICENZA MEDIA	7	22.58%
DIPLOMA SUPERIORE	8	25.80%
LAUREA	4	12.90%

Tabella rappresentante la suddivisione del campione iniziale (n=31) in base alla variabile “titolo di studio” dei partecipanti.

Fig. 10

TITOLO DI STUDIO



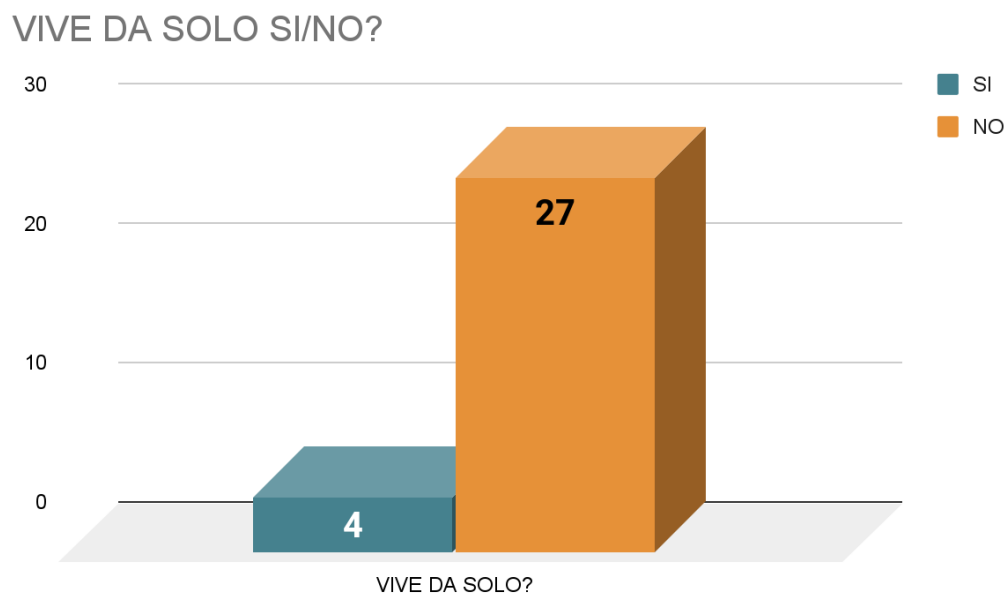
Rappresentazione grafica del campione iniziale (n=31) in relazione alle variabili “titolo di studio” e “sesso”.

Fig. 11

VIVE DA SOLO?	n=31	%
SI (freq)	4	12.90%
NO (freq)	27	87.10%

Suddivisione del campione totale (n=31) in base alle risposte alla domanda: “Vive da solo?”

Fig. 12



Rappresentazione grafica del campione (n=31) in base alla composizione del nucleo familiare.

Fig. 13

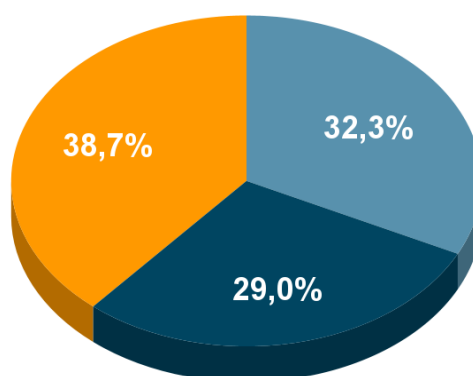
TIPO DI APPARECCHIO ACUSTICO	n=31	%
RETROAURICOLARE BTE (freq)	10	32.30%
RETROAURICOLARE RITE (freq)	9	29.00%
ENDOAURICOLARE (freq)	12	38.70%

Tabella rappresentante la frequenza della variabile “tipo di apparecchio acustico” in relazione al campione iniziale n=31.

Fig. 14

TIPO DI APPLICAZIONE :

● BTE ● RITE ● ENDO



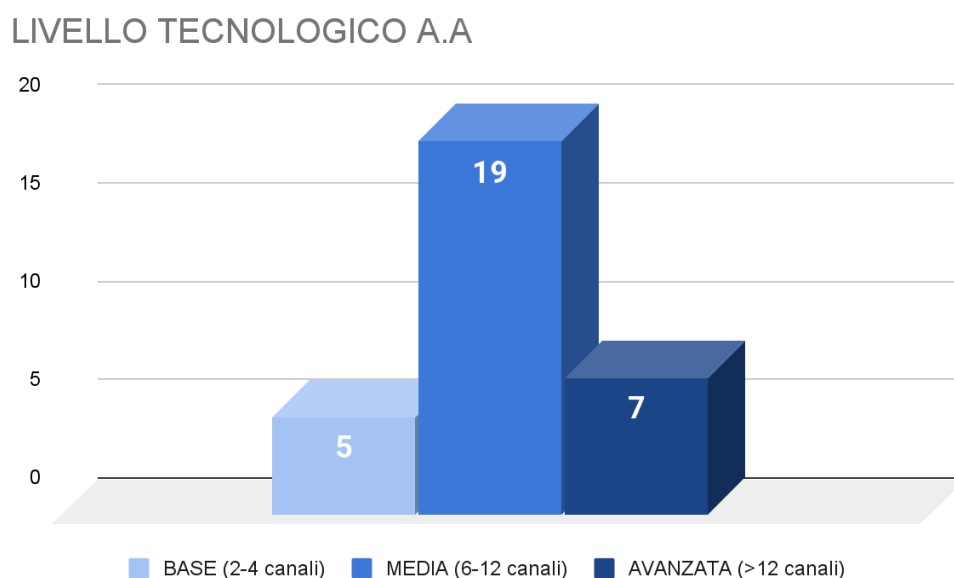
Rappresentazione grafica della frequenza delle tipologie di apparecchi acustici, selezionati in accordo con i pazienti partecipanti, relativi al campione iniziale n=31.

Fig. 15

LIVELLO TECNOLOGICO A.A.	n=31	%
BASE 2-4 CANALI (freq)	5	16.13 %
MEDIA 6-12 CANALI (freq)	19	61.30 %
AVANZATA >12 CANALI (freq)	7	22.57 %

Tabella rappresentante la frequenza della variabile “livello tecnologico degli apparecchi acustici” in relazione al campione iniziale n=31:

Fig. 16



Rappresentazione grafica della distribuzione del campione (n=31) in relazione al livello tecnologico degli apparecchi acustici applicati.

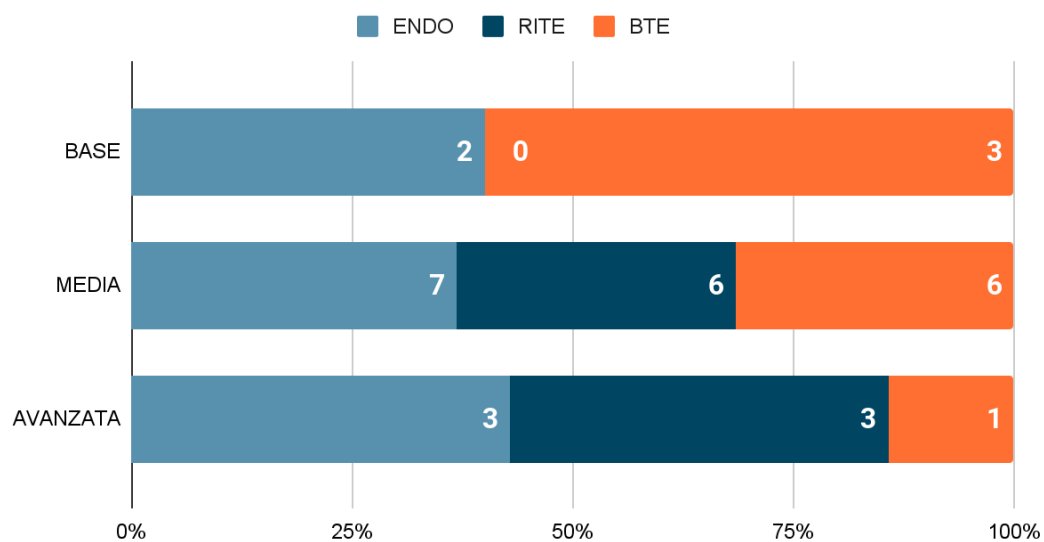
Fig. 17

TIPO DI TECNOLOGIA	TIPOLOGIA DI APPARECCHI ACUSTICI		
	ENDO (freq)	BTE (freq)	RITE (freq)
BASE	2	3	0
MEDIA	7	6	6
AVANZATA	3	1	3

Tabella rappresentante il rapporto tra la tipologia degli apparecchi acustici applicati ed il livello tecnologico di appartenenza, considerato il campione iniziale n=31.

Fig. 18

APPARECCHI ACUSTICI E TIPO DI TECNOLOGIA



Rappresentazione grafica del rapporto tra il tipo di apparecchio acustico scelto e il livello tecnologico di appartenenza, in considerazione del campione iniziale n=31.

Fig. 19

PTA peggiore, orecchio destro e sinistro, rilevato in cuffia senza apparecchi (n=31)

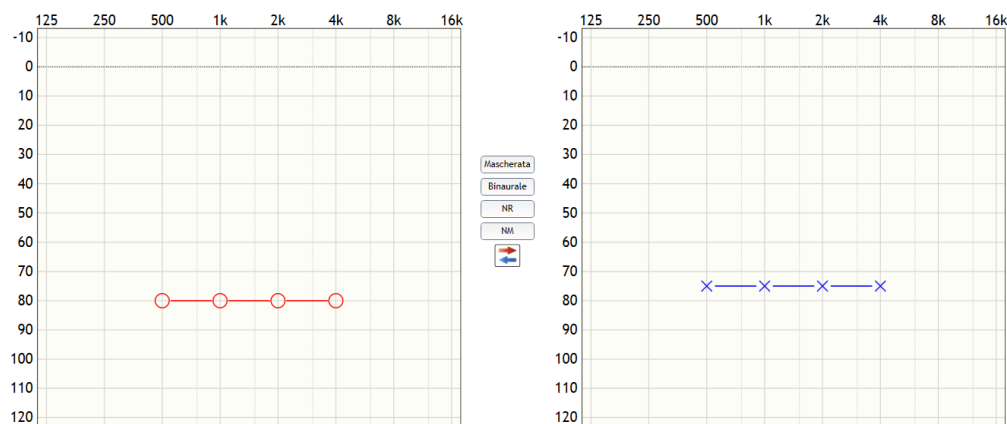


Fig. 20

PTA migliore, orecchio destro e sinistro, rilevato in cuffia senza apparecchi (n=31)

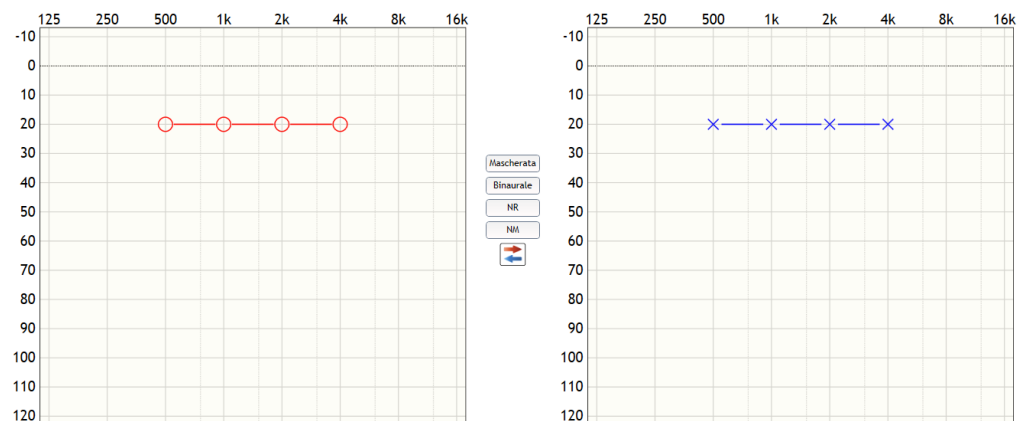


Fig. 21

PTA medio, orecchio destro e sinistro, rilevato il cuffia senza apparecchi (n=31)

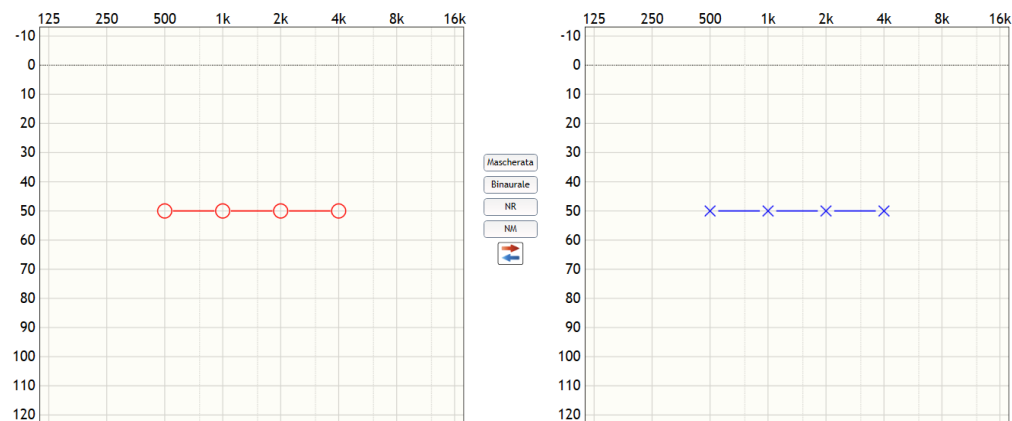


Fig. 22

PTA migliore, peggiore e medio in campo libero binaurale, senza apparecchi (n=31)

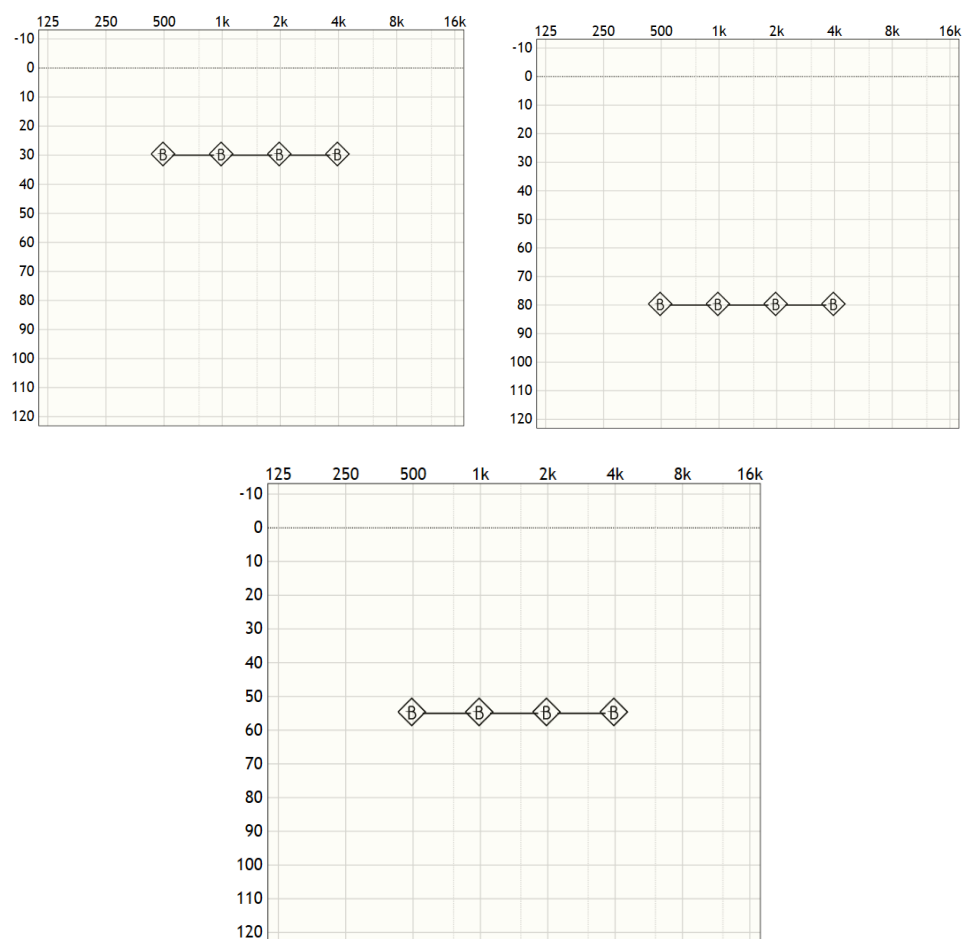


Fig. 23

	PTA ORECCHIO DX IN CUFFIA	PTA ORECCHIO SX IN CUFFIA	PTA IN CAMPO LIBERO
VALORE MINIMO	19	20	29
VALORE MASSIMO	82	75	86
MODA	48	40	57
MEDIANA	48	43	55
MEDIA	48.29 ± 12.36	46.22 ± 11.05	54.87 ± 10.66

Tabella relativa ai valori del PTA, orecchio destro e sinistro rilevato in cuffia e del PTA binaurale rilevato in campo libero, senza applicazione protesica (n=31).

Fig. 24

Soglia vocale a 60 dB in cuffia, peggiore, migliore e media, per orecchio destro e sinistro, in relazione al campione iniziale n=31

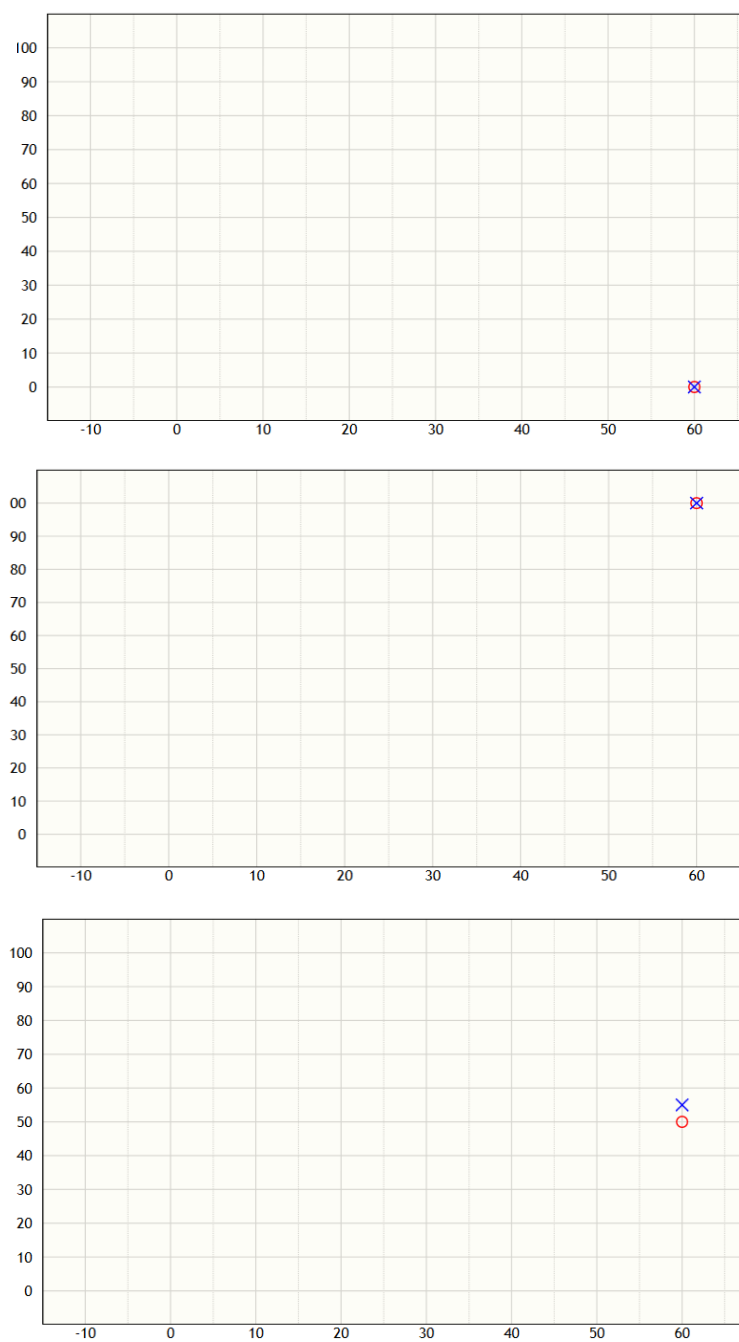


Fig. 25

Soglia tonale a 60 dB binaurale in campo libero: valore peggiore, migliore e medio del campione iniziale n=31:

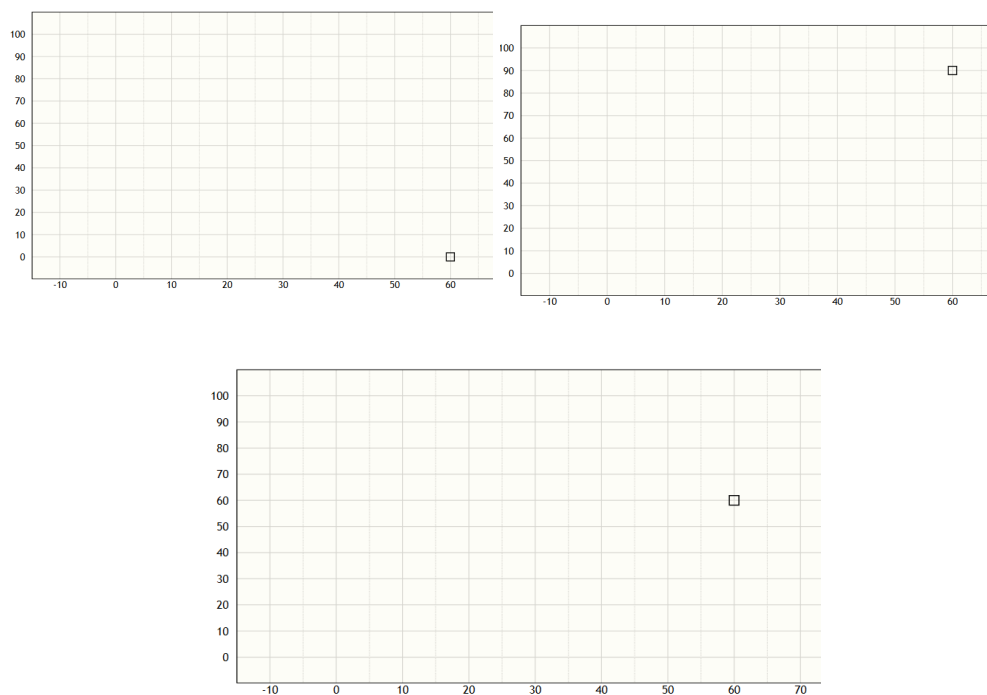


Fig. 26

	Soglia vocale a 60 dB in cuffia a dx	Soglia vocale a 60 dB in cuffia a sx	Soglia vocale a 60 dB in campo libero binaurale
VALORE MINIMO	0	0	0
VALORE MASSIMO	100	100	90
MODA	0	50	60
MEDIANA	60	50	60
MEDIA	49.03 ± 33.70	52.25 ± 32.93	51.61 ± 27.83

Tabella riassuntiva delle soglie vocali del campione iniziale n=31, individuate a 60 dB di intensità, ricavate prima in cuffia destra e sinistra e successivamente in campo libero binaurale, senza applicazione di apparecchi acustici.

Fig. 27

PUNTEGGIO MINIMENTAL-TEST PRE MIN	17
PUNTEGGIO MINIMENTAL-TEST PRE MAX	30
PUNTEGGIO MINIMENTAL-TEST PRE MODA	30
PUNTEGGIO MINIMENTAL-TEST PRE MEDIANA	26
PUNTEGGIO MINIMENTAL-TEST PRE MEDIA	25.61 ± 3.81

Tabella rappresentante i punteggi grezzi dei Mini Mental State Examination prima dell'applicazione degli apparecchi acustici sul campione iniziale n=31: minimo, massimo, moda, mediana e media con calcolo deviazione standard.

Fig. 28

PUNTEGGIO MINIMENTAL-TEST PRE MIN	17,3
PUNTEGGIO MINIMENTAL-TEST PRE MAX	29
PUNTEGGIO MINIMENTAL-TEST PRE MODA	28,3
PUNTEGGIO MINIMENTAL-TEST PRE MEDIANA	27
PUNTEGGIO MINIMENTAL-TEST PRE MEDIA	26.3 ± 3.1

Tabella rappresentante i valori moda, media con deviazione standard, mediana, minimo e massimo dei punteggi del Mini Mental State Examination dopo fattore di correzione (che tiene conto di titolo di studio e fascia d'età: ALLEGATO 1) sul campione iniziale n=31.

Fig. 29

PUNTEGGIO MMSE	GRADO DI COMPROMISSIONE
<18	GRAVE
18-24	DA LIEVE A MEDIA
>24 A 26	BORDERLINE
> 26	NORMALITA'

Tabella relativa al grado di compromissione della capacità cognitiva, sulla base del punteggio del Mini Mental State Examination.

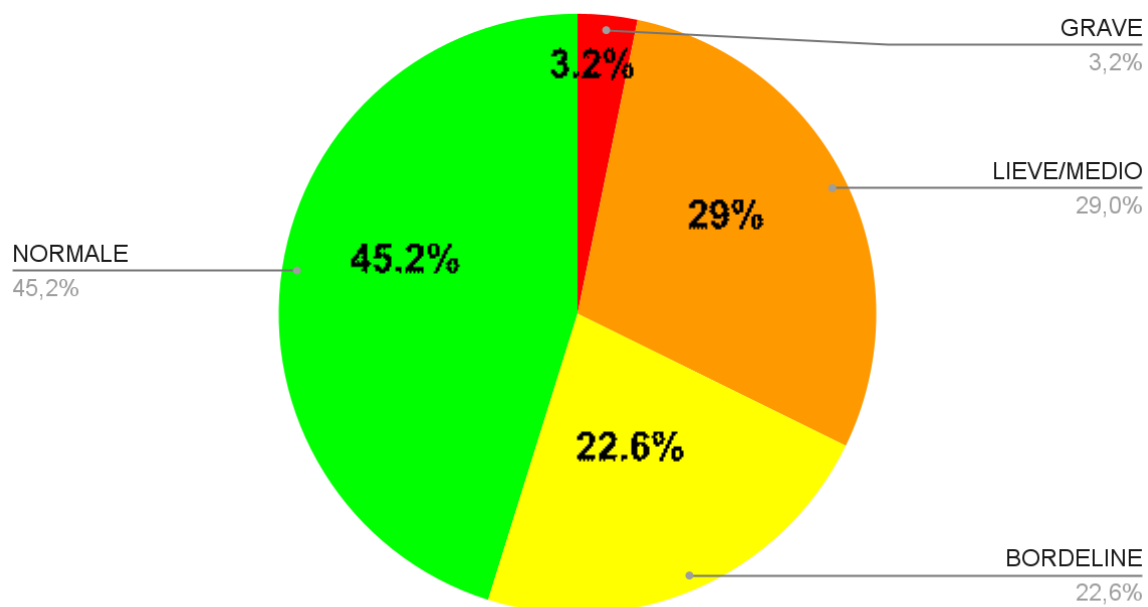
Fig. 30

LIVELLO DI COMPROMISSIONE	n =31	%
GRAVE (freq)	1	3.2%
MEDIO/LIEVE (freq)	9	29%
BORDERLINE (freq)	6	22.6%
NORMALE (freq)	15	45.2%

Suddivisione del campione iniziale n=31, in relazione al punteggio del Mini Mental State Examination.

Fig. 31

SCORE MINI MENTAL STATE EXAMINATION



Rappresentazione grafica della distribuzione dei punteggi del Mini Mental State Examination in base al livello di compromissione delle capacità cognitive, classificate come da tabella precedente (Fig.30), sul campione iniziale n=31.

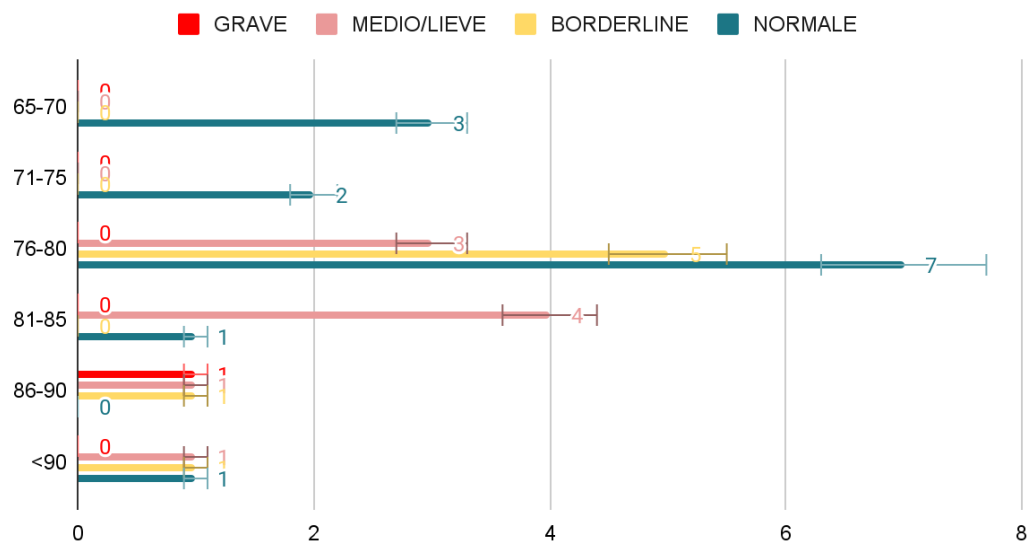
Fig. 32

FASCE D'ETA'	PUNTEGGI MMSE			
	GRAVE	MEDIO/LIEVE	BORDERLINE	NORMALE
65-70 (freq)	0	0	0	3
71-75 (freq)	0	0	0	2
76-80 (freq)	0	3	5	7
81-85 (freq)	0	4	0	1
86-90 (freq)	1	1	1	0
>90 (freq)	0	1	1	1

Tabella che mette in relazione la variabile “fascia del punteggio MMSE iniziale” con “età” dei partecipanti, campione n=31.

Fig. 33

PUNTEGGIO MMSE ED ETA' DEL CAMPIONE



Rappresentazione grafica della relazione tra punteggio del MMSE e fasce d'età dei partecipanti (n=31)

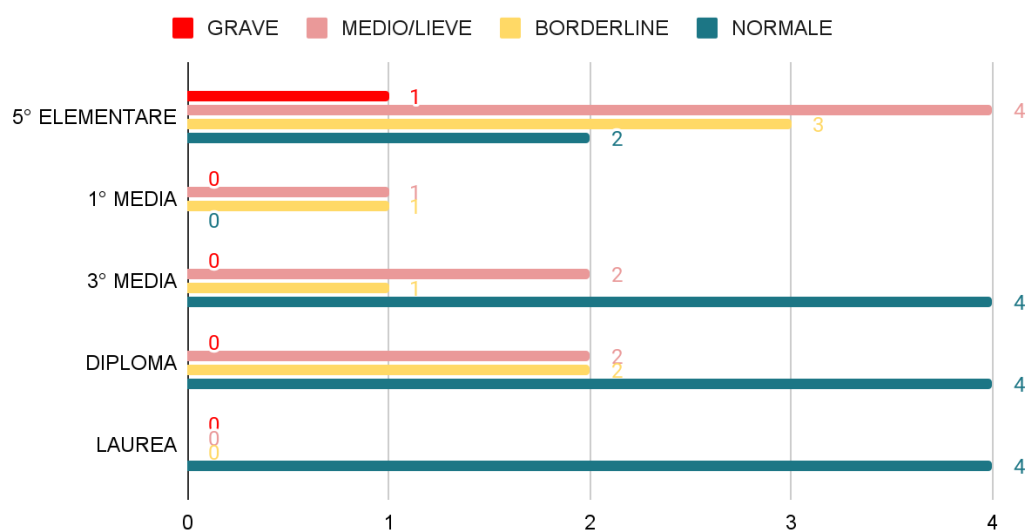
Fig. 34

TITOLO DI STUDIO	PUNTEGGI MMSE			
	GRAVE	MEDIO/LIEVE	BORDERLINE	NORMALE
5° elementare (freq)	1	4	3	2
1° media (freq)	0	1	1	0
3° media (freq)	0	2	1	4
diploma (freq)	0	2	2	4
laurea (freq)	0	0	0	4

Tabella che mette in relazione la variabile “fascia di punteggio MMSE iniziale” con “titolo di studio” dei partecipanti, campione n=31.

Fig. 35

PUNTEGGIO MMSE E TITOLO DI STUDIO DEL CAMPIONE



Rappresentazione grafica della relazione tra punteggio del MMSE e titolo di studio dei partecipanti (n=31).

Fig. 36

PTA migliore e peggiore in campo libero con apparecchio acustico destro (n=26)

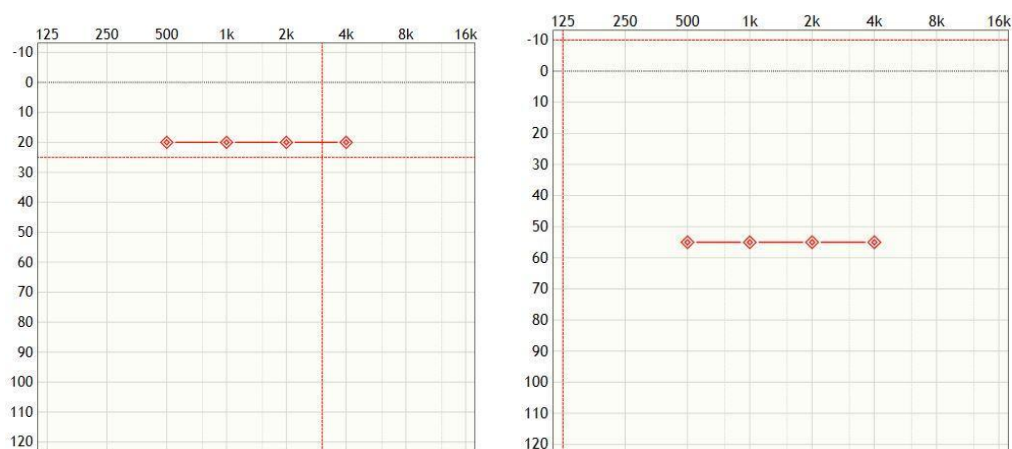


Fig. 37

PTA migliore e peggiore in campo libero con apparecchio acustico sinistro (n=26)

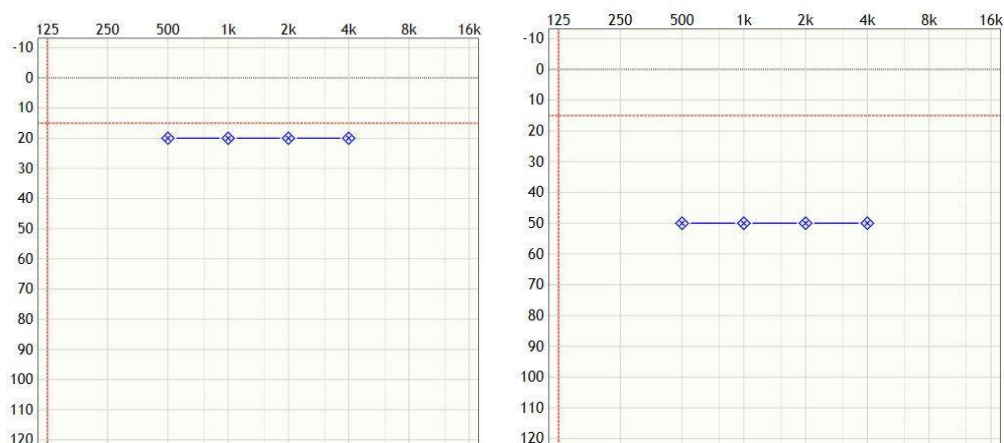


Fig. 38

PTA medio in campo libero con apparecchio acustico destro e sinistro (n=26)

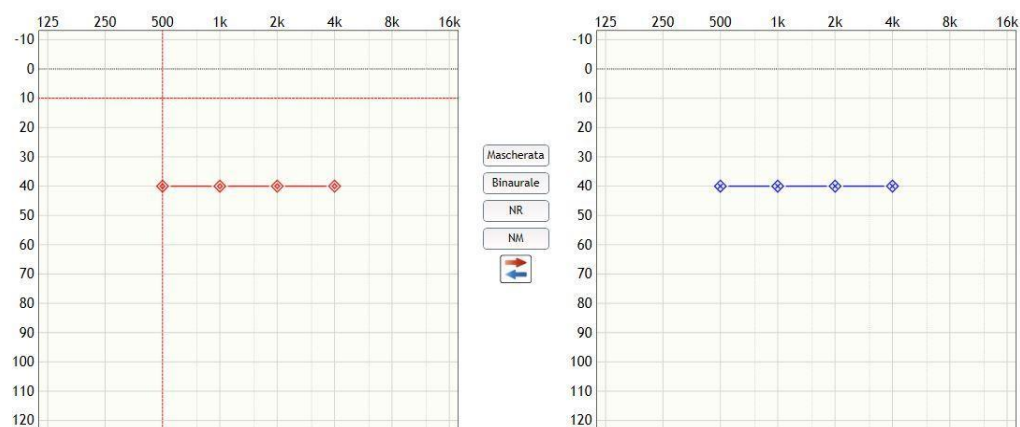


Fig. 39

PTA migliore, peggiore e medio in campo libero con entrambi gli apparecchi acustici indossati (n=26)

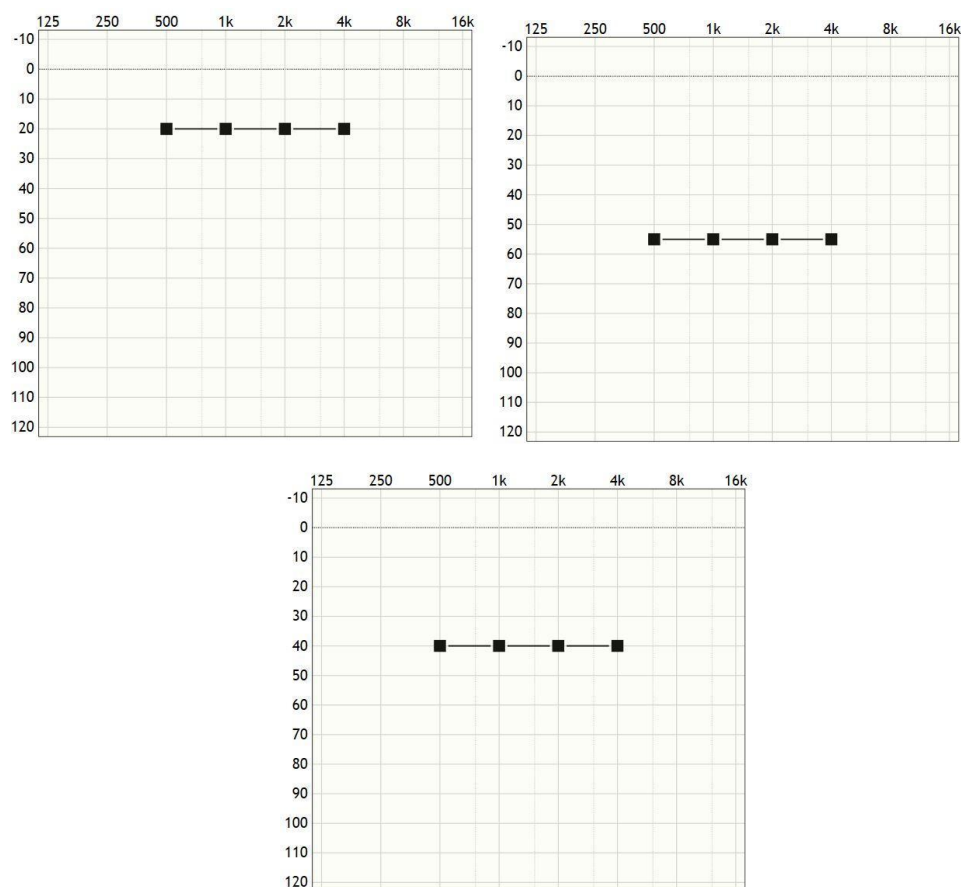


Fig. 40

	PTA CAMPO LIBERO A.A DX	PTA CAMPO LIBERO A.A SX	PTA IN CAMPO LIBERO A.A DX E A.A SX
VALORE MINIMO	22	20	21
VALORE MASSIMO	55	50	53
MODA	38	38	38
MEDIANA	39	38	38,5
MEDIA	39.42 ± 6,61	38.50 ± 6.16	39.34 ± 5.84

Valori del PTA in campo libero con apparecchio acustico destro, sinistro ed entrambi, sul campione finale n=26.

Fig. 41
Soglia vocale a 60 dB in campo libero: migliore, peggiore e media, con entrambi
gli apparecchi indossati (n=26)

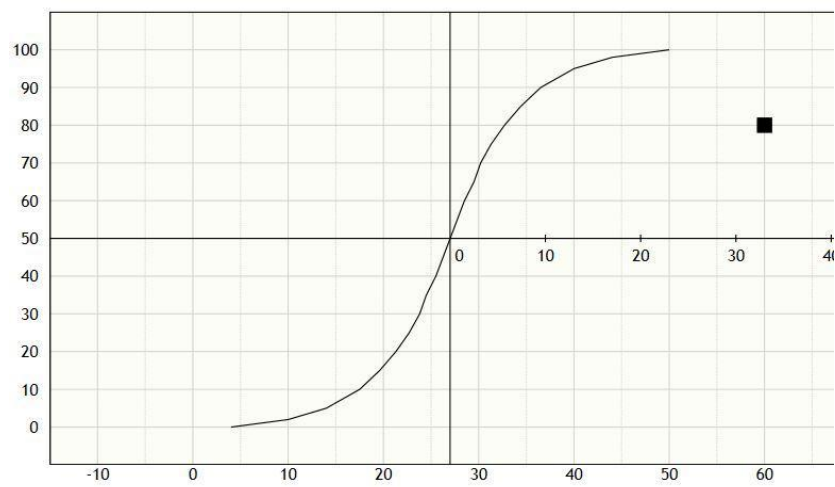
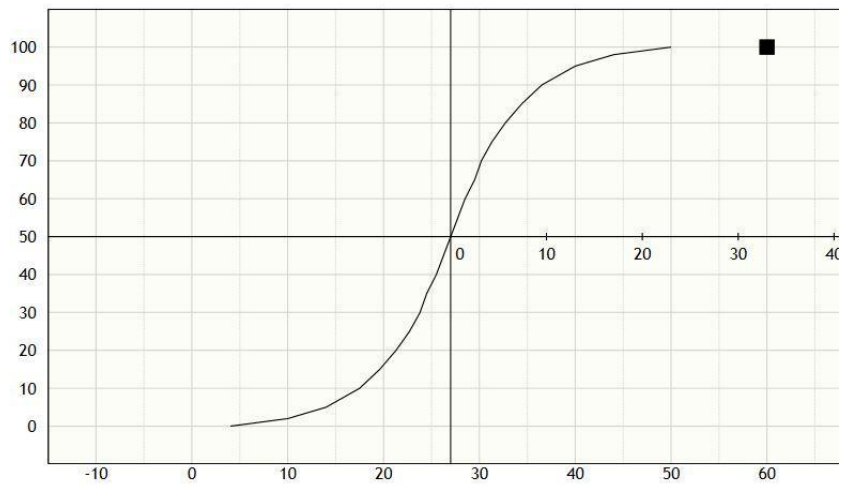
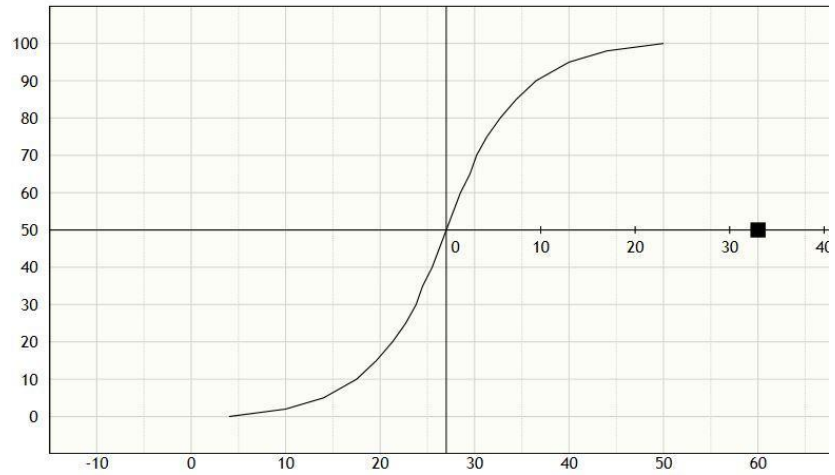


Fig. 42

	Soglia vocale a 60 dB in campo libero binaurale con A.A indossati
VALORE MINIMO	50
VALORE MASSIMO	100
MODA	100
MEDIANA	85
MEDIA	81.15 ± 18.87

Tabella rappresentante le soglie vocali, individuate a 60 dB di intensità, rilevate in campo libero, con cassa posizionata ad 1 mt dal paziente, in camera insonorizzata, con entrambi gli apparecchi indossati, (n=26): valore minimo, massimo, moda, mediana e media con calcolo della deviazione standard.

Fig. 43

PUNTEGGIO MINIMENTAL-TEST POST MIN	18
PUNTEGGIO MINIMENTAL-TEST POST MAX	30
PUNTEGGIO MINIMENTAL-TEST POST MODA	30
PUNTEGGIO MINIMENTAL-TEST POST MEDIANA	27,5
PUNTEGGIO MINIMENTAL-TEST POST MEDIA	26.73 ± 3.61

Tabella rappresentante i punteggi “grezzi” dei Mini Mental State Examination a 3 mesi dall’applicazione degli apparecchi acustici, sul campione finale n=26.

Fig. 44

PUNTEGGIO MINIMENTAL-TEST POST MIN	19.3
PUNTEGGIO MINIMENTAL-TEST POST MAX	29.7
PUNTEGGIO MINIMENTAL-TEST POST MODA	29
PUNTEGGIO MINIMENTAL-TEST POST MEDIANA	29
PUNTEGGIO MINIMENTAL-TEST POST MEDIA	27.77 ± 1.68

Rappresentazione dei valori moda, media con calcolo dev.st, mediana, min e max dei punteggi del Mini Mental State Examination post applicazione protesica, dopo fattore di correzione (ALLEGATO 1), sul campione finale n=26.

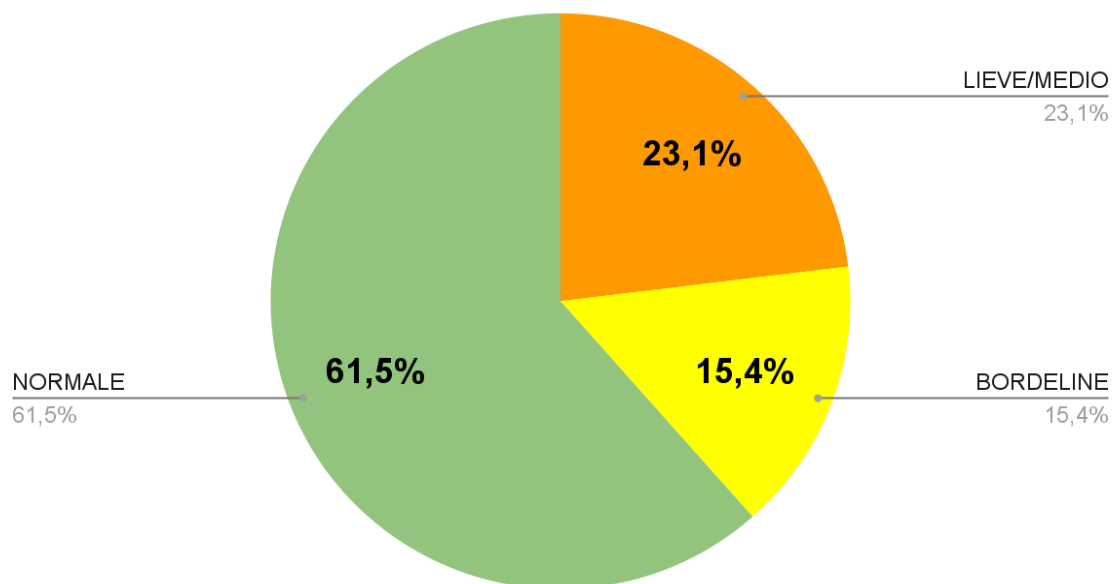
Fig. 45

GRADO DI COMPROMISSIONE	n = 26	%
GRAVE (freq)	0	0%
DA LIEVE A MEDIA (freq)	6	23.1%
BORDERLINE (freq)	4	15.4%
NORMALITA' (freq)	16	61.5%

Suddivisione dei pazienti finali (n=26) in relazione alla gravità della compromissione cognitiva relativa al punteggio del MMSE, a 3 mesi dall'applicazione degli apparecchi acustici.

Fig. 46

SCORE MINI MENTAL STATE EXAMINATION



Rappresentazione grafica dei punteggi del Mini Mental State Examination in base al livello di compromissione delle capacità cognitive classificate come da tabella precedente, in relazione al campione finale n=26.

Fig. 47

ORE MEDIE DI UTILIZZO DEGLI A.A NEI PRIMI 3 MESI DI APPLICAZIONE	(n=26)
4	0
5	1
6	4
7	5
8	3
9	2
10	3
11	1
12	2
13	3
14	2
15	0

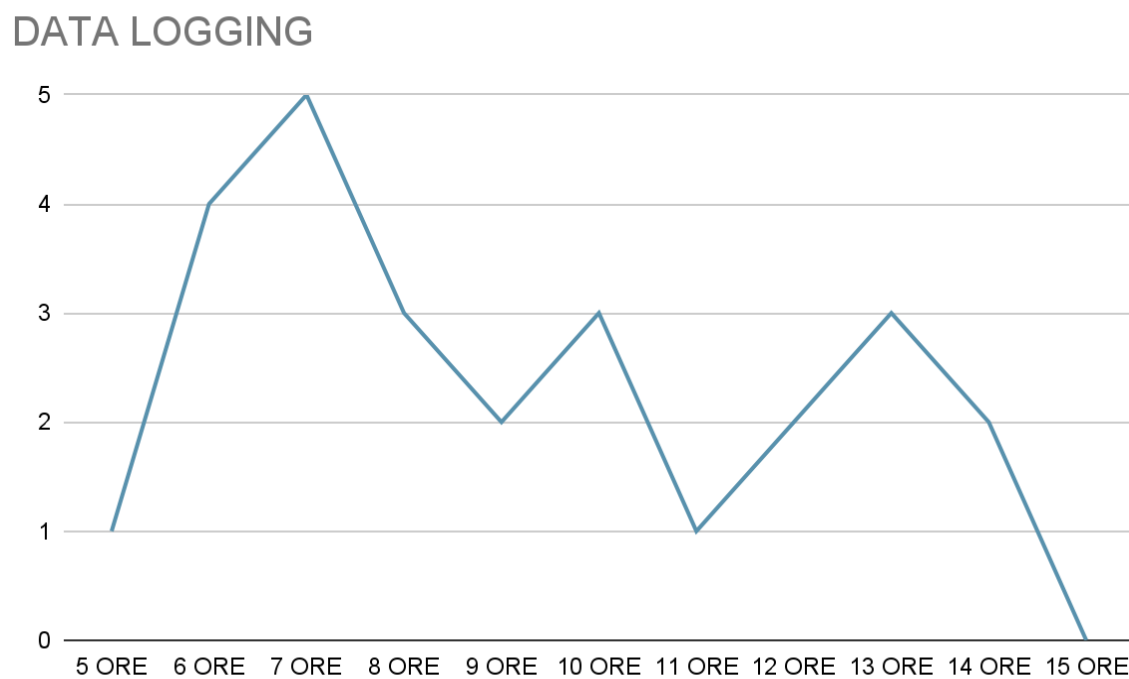
Media della ore di utilizzo degli apparecchi acustici, ricavata dal data logging del software, durante i primi 3 mesi di utilizzo, nei pazienti del campione finale n=26.

Fig. 48

VALORE MINIMO	5
VALORE MASSIMO	14
MODA	7
MEDIANA	8,5
MEDIA	9.15 ± 2.80

Tabella rappresentante il valore minimo, massimo, medio con dev. st., moda e mediana delle ore di utilizzo giornaliero degli apparecchi acustici nei primi 3 mesi di applicazione, considerando il campione finale n=26.

Fig. 49



Rappresentazione grafica della distribuzione del campione (n=26) rispetto alla media delle ore di utilizzo giornaliero degli apparecchi acustici, ricavato dal data logging del software di regolazione dei vari apparecchi.

ANALISI STATISTICA

Fig. 50

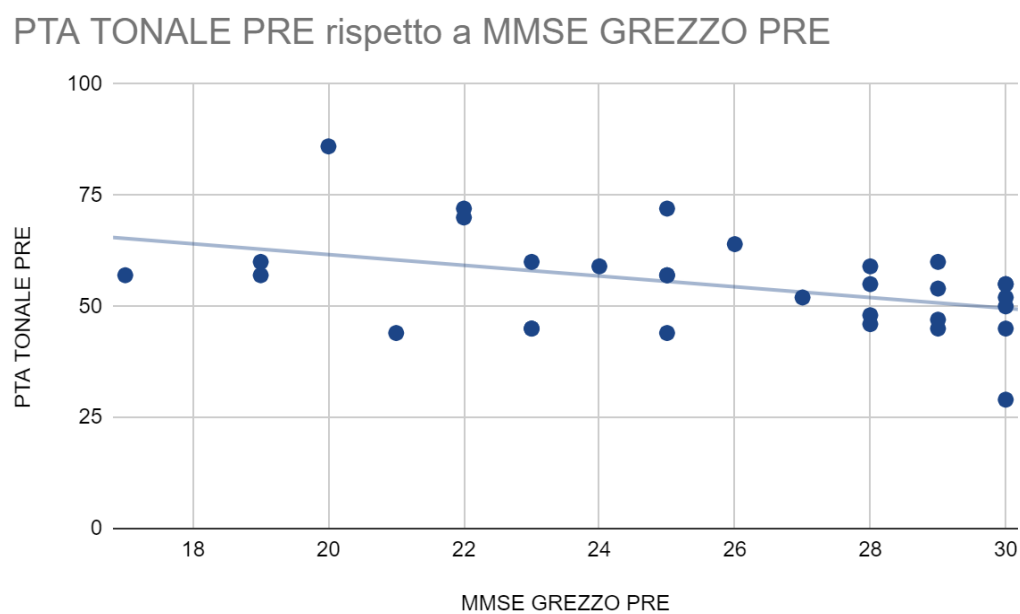
<i>Variables</i>	<i>test</i>	<i>p-value</i>
Soglia tonale PTA PRE vs POST**	t-test	p<0.0001
Soglia vocale PRE vs POST	t-test	p<0.0001
MMSE PRE vs POST	t-test	p=0.01
MMSE PRE vs POST "Aggiustato"	t-test	p=0.05
Correlazione PTA PRE e MMSE PRE*	Spearman rank correlation (2 code)	r=-0.40; p=0.02
Correlazione PTA PRE e MMSE "Aggiustato" PRE*	Spearman rank correlation (2 code)	r=-0.38; p=0.03
Correlazione PTA POST e MMSE POST**	Spearman rank correlation	r=-0.51; p=0.008
Correlazione PTA POST e MMSE "Aggiustato" POST**	Spearman rank correlation	r=-0.41; p=0.04
Correlazione vocale PRE e MMSE PRE*	Spearman rank correlation	r=0.65; p<0.0001
Correlazione vocale PRE e MMSE PRE "Aggiustato"*	Spearman rank correlation	r=0.59; p=0.0006
Correlazione vocale POST e MMSE POST**	Spearman rank correlation	r=0.76; p<0.0001
Correlazione vocale POST e MMSE POST "Aggiustato" **	Spearman rank correlation	r=0.65; p=0.0003
Correlazione ore utilizzo e MMSE POST	Spearman rank correlation	r=0.29; p=0.15
Correlazione ore utilizzo e MMSE POST "Aggiustato"	Spearman rank correlation	r=0.28; p=0.16

*31 pazienti; **26 pazienti

Tabella riassuntiva rappresentante l'analisi statistica svolta sui dati precedentemente descritti.

A seguire la rappresentazione grafica delle correlazioni risultate significative a livello statistico.

Fig. 51



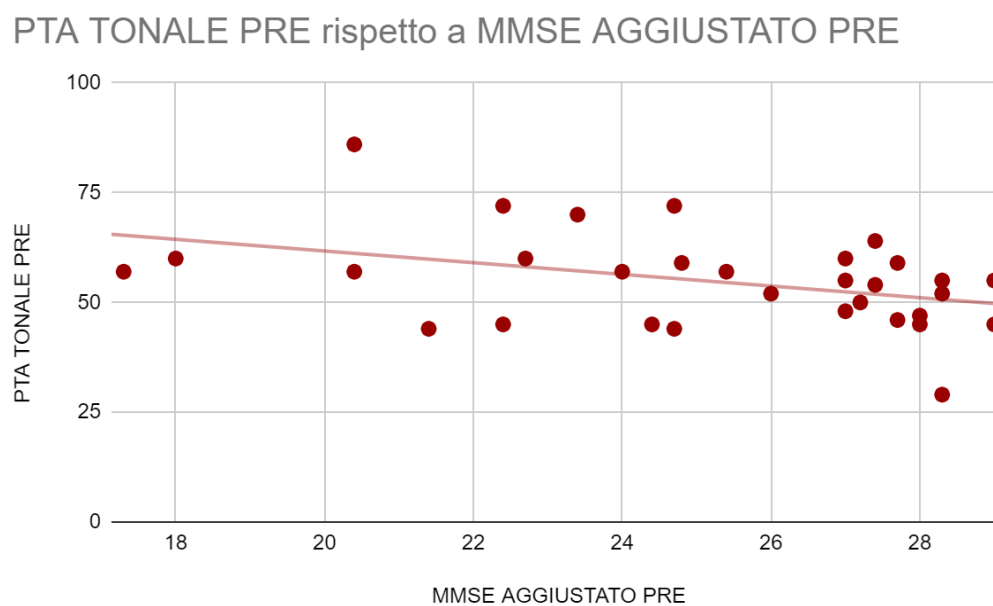
Rappresentazione grafica della correlazione tra le due variabili (n=31):

- soglia tonale PTA pre applicazione protesica
- punteggio MMSE “grezzo” pre applicazione protesica

$r = - 0.40$

$p = 0.02$

Fig. 52



Rappresentazione grafica della correlazione tra le due variabili (n=31):

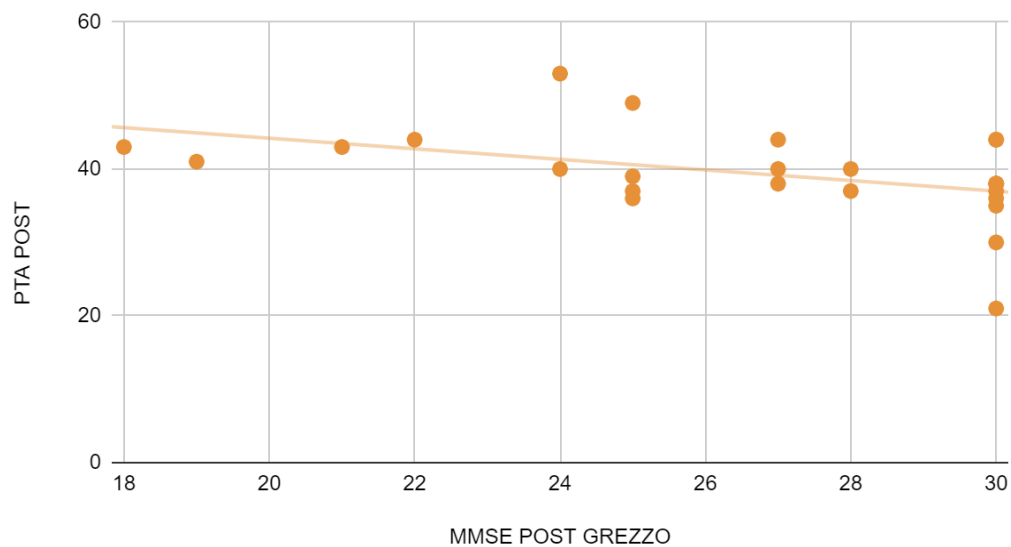
- soglia tonale PTA pre applicazione protesica
- punteggio “aggiustato” MMSE pre applicazione protesica

$r = -0.38$

$p = 0.03$

Fig. 53

PTA POST rispetto a MMSE POST GREZZO



Rappresentazione grafica della correlazione tra le due variabili (n=26):

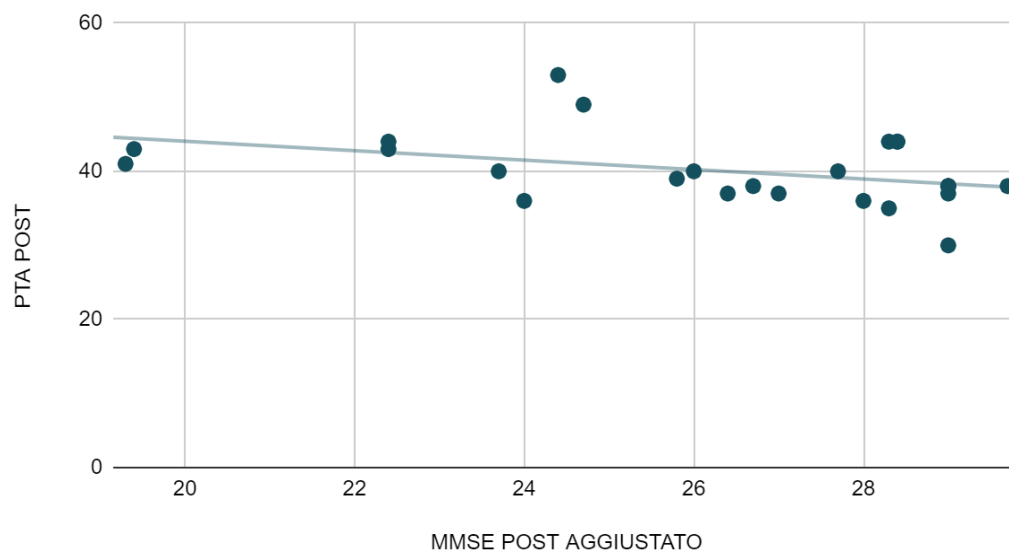
- soglia tonale PTA post applicazione protesica
- punteggio MMSE “grezzo” post applicazione protesica

$r = -0.51$

$p = 0.008$

Fig. 54

PTA POST rispetto a MMSE POST AGGIUSTATO



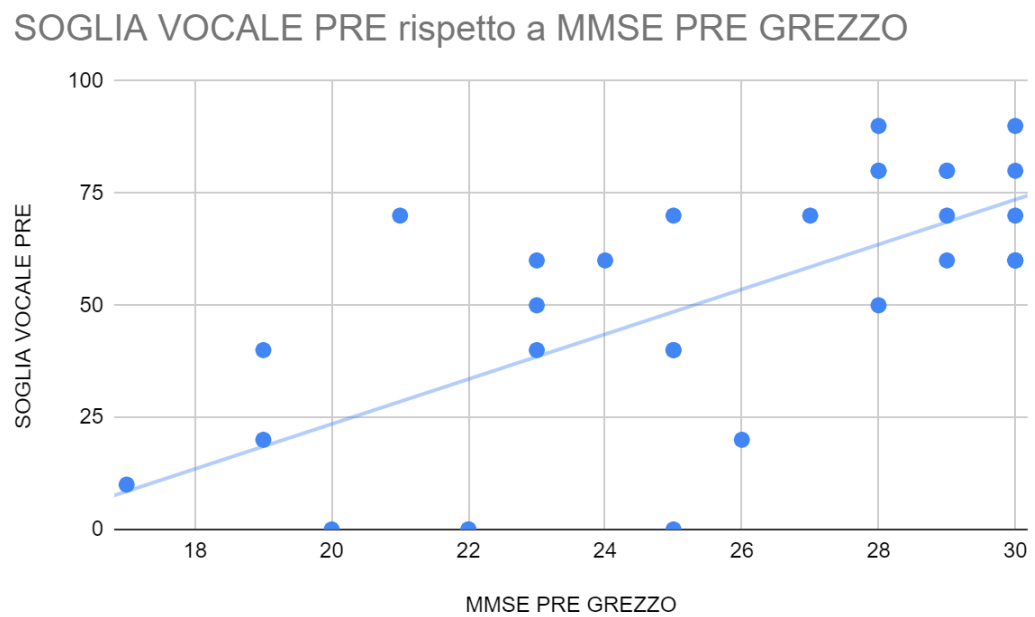
Rappresentazione grafica della correlazione tra le due variabili (n=26):

- soglia tonale PTA post applicazione protesica
- punteggio MMSE “aggiustato” post applicazione protesica

$r = -0.41$

$p = 0.04$

Fig. 55



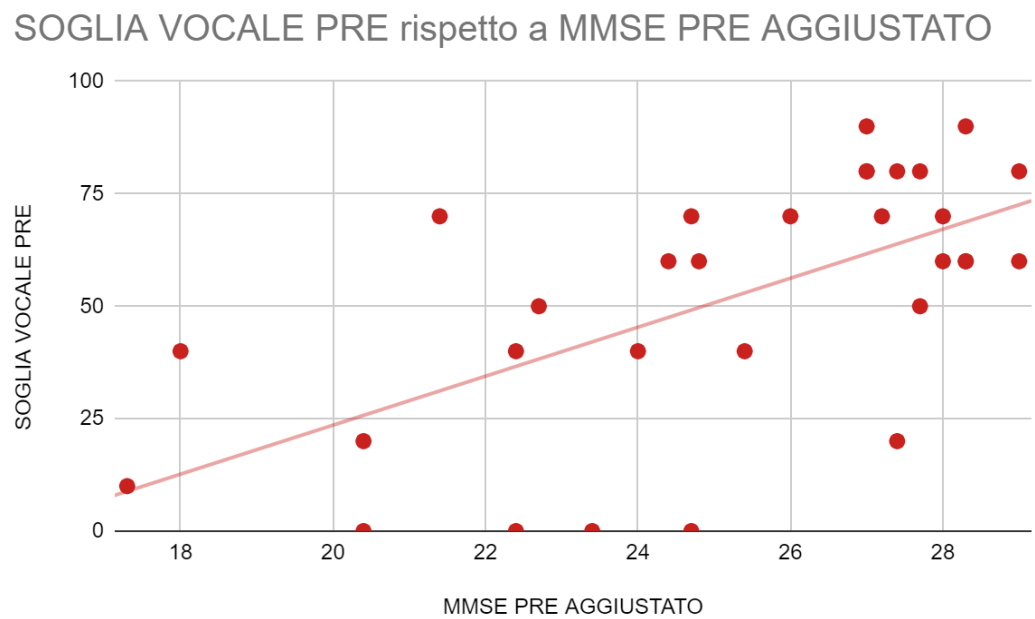
Rappresentazione grafica della correlazione tra le due variabili (n=31):

- soglia vocale a 60 dB in campo libero senza apparecchi
- punteggio MMSE “grezzo” prima dell’applicazione protesica

$r = + 0.65$

$p < 0.0001$

Fig. 56



Rappresentazione grafica della correlazione tra le due variabili (n=31):

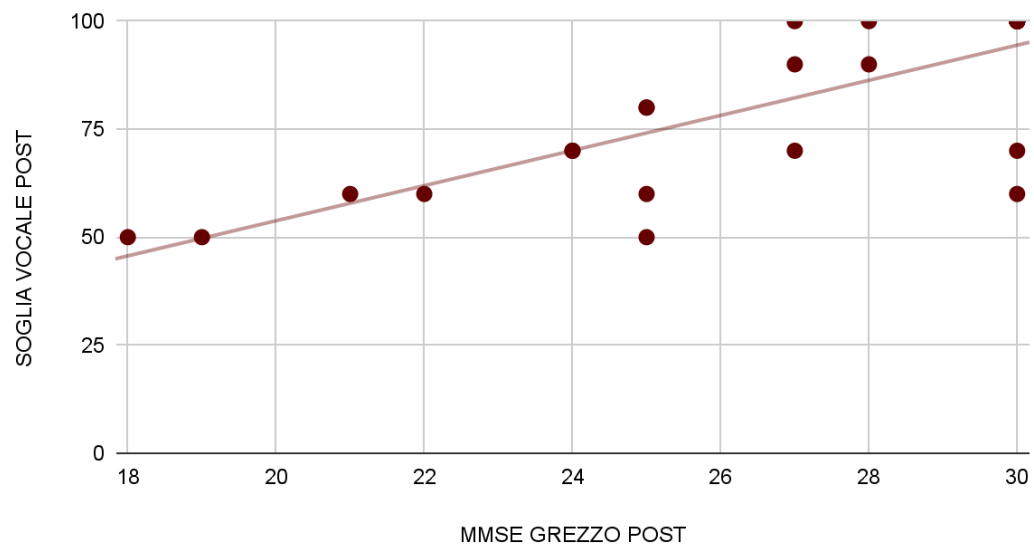
- soglia vocale a 60 dB in campo libero senza apparecchi
- punteggio MMSE “aggiustato” prima dell’applicazione protesica

$$r = + 0.59$$

$$p = 0.0006$$

Fig. 57

SOGLIA VOCALE POST rispetto a MMSE GREZZO POST



Rappresentazione grafica della correlazione tra le due variabili (n=26):

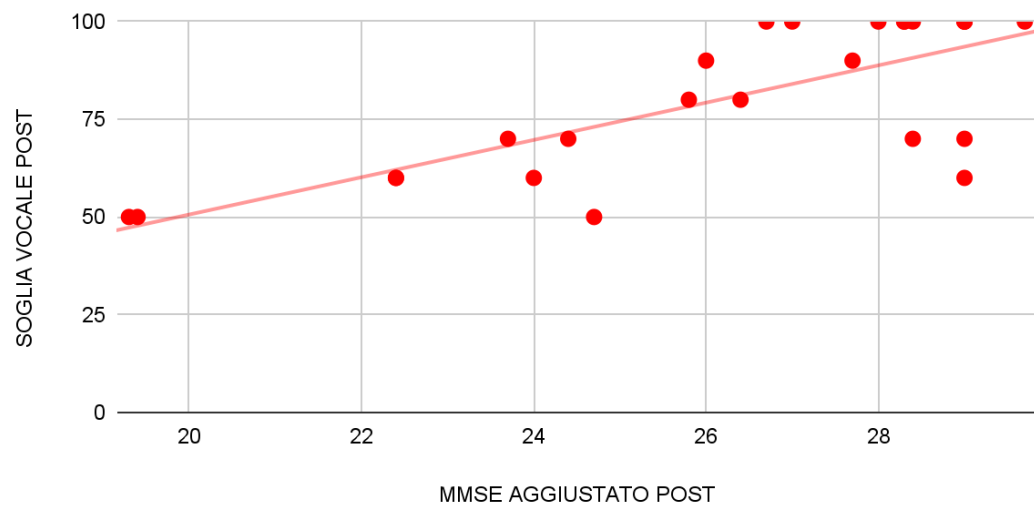
- soglia vocale a 60 dB in campo libero con entrambi gli apparecchi indossati
- punteggio MMSE “grezzo” a tre mesi dall’applicazione protesica

$$r = + 0.76$$

$$p < 0.0001$$

Fig. 58

SOGLIA VOCALE POST rispetto a MMSE AGGIUSTATO POST



Rappresentazione grafica della correlazione tra le due variabili (n=26):

- soglia vocale a 60 dB in campo libero con entrambi gli apparecchi indossati
- punteggio MMSE “aggiustato” a tre mesi dall’applicazione protesica

$$r = + 0.65$$

$$p = 0.0003$$

Dall'analisi dei risultati è emerso che all'interno del campione totale di studio (n=31) vi era una distribuzione di partecipanti di sesso maschile (20) quasi doppia rispetto alle femmine (11) e l'età media si collocava intorno i 79 anni circa. (Fig.6)

Non si è potuta constatare però una correlazione per quanto riguarda sesso e presbiacusia, anche se pare sia leggermente più soggetta la popolazione maschile.¹⁷

Per quanto riguarda il titolo di studio il campione totale (n=31) è risultato molto eterogeneo, con una prevalenza di diploma (6 su 20) e licenza di 5° elementare (5 su 20) per gli uomini e licenza di 5° elementare (5 su 11) e licenza di 3° media (4 su 11) per le donne. (Fig.9 e Fig.10)

La maggior parte del campione totale (n=31) non vive solo (87.10%), può quindi contare sull'aiuto dei familiari e su uno stile di vita che eviti l'isolamento sociale. (Fig.11 e Fig.12)

Analizzando i dati relativi alla perdita uditiva si è visto che il PTA medio della soglia tonale rilevata in campo libero senza protesi, corrispondeva a perdite uditive neurosensoriali bilaterali di modesta entità, con un valore di perdita uditiva media intorno ai 55 dB. (Fig.22 e Fig.23)

Allo stesso modo, anche per quanto riguarda la soglia vocale ricavata in campo libero, senza apparecchi, a 60 dB di intensità, il quadro audiologico era compatibile con perdite uditive di grado medio, con una media di parole ripetute corrette del 50% circa. (Fig.25 e Fig.26)

¹⁷ Mcgilwray A. Ageing: Restoration Project. *Nature* (2016) 531:S4-S5.2. Helzner EP. et al. "Race and sex differences in age-related hearing loss: the Health, Ageing and Body Composition Study". *Journal of the American Geriatrics Society* (2005) 53:2119-2127.

Per quanto riguarda la scelta degli apparecchi acustici, essa è stata molto varia, ed è stata fatta in relazione alla perdita uditiva, alle dimensioni del condotto uditivo ed alle esigenze e richieste del paziente stesso, quando possibile.

Gli apparecchi acustici retroauricolari sono stati scelti nella maggior parte dei casi (19 su 31), con quasi egual distribuzione della tipologia RITE (9) e di quella BTE (10); qualora fosse possibile, e le capacità manuali del paziente lo permettessero, si è optato invece per protesi acustiche endoauricolari su misura (12 su 31). (Fig.13 e Fig.14)

Il tipo di tecnologia, legato alla quantità di canali per la regolazione dei dispositivi acustici, si distingue in: base, media e avanzata.

In più della metà dei casi (61.30%) si è optato per un livello tecnologico medio, con un range di canali di regolazione da 6 a 12.

A seguire si trova il livello più avanzato (22.57%), con un numero di canali superiore a 12, ed in ultimo si colloca invece il livello base (16.13%), con un numero di canali uguale o inferiore a 4. (Fig.16)

L'indagine è poi proseguita somministrando a tutti i pazienti (n=31) il Mini Mental State Examination (MMSE).

La decisione di utilizzare questo test è stata presa dopo accurata revisione della letteratura; esso, nonostante in alcuni studi siano stati evidenziati dei limiti, è ritenuto ancora oggi il gold standard per la diagnosi precoce delle demenze senili: pratico e facile da utilizzare, specialmente nella sua versione abbreviata. (ALLEGATO 1) ¹⁶

Nel recente studio critico *“Cognitive Screening of Adults With Postlingual Hearing Loss: A Systematic Review”* del 2020, si conclude che, dopo aver provato ad utilizzare molti tipi di screening cognitivi diversi per lo studio dei pazienti con perdita uditiva postlinguale, ad oggi l'effetto della perdita uditiva sul declino cognitivo è ancora ignoto e non c'è nessuno strumento certo che si possa utilizzare come screening delle funzioni cognitive.

I più usati sono il MMSE e il MoCA, e sono ancora oggi considerati i più attendibili, anche se, nel caso di pazienti con perdita uditiva, i risultati potrebbero essere non del tutto attendibili.

Ad oggi però, nonostante i tentativi, non esiste un test di screening cognitivo progettato per essere utilizzato con persone ipoacusiche; il MMSE rimane quindi la scelta migliore.¹⁸

I risultati del MMSE “grezzi” pre applicazione protesica del campione iniziale (n=31), hanno evidenziato una media di punteggio di 25.61, compatibile con un grado di compromissione cognitiva “borderline”. (Fig.27)

Eseguendo poi la “correzione” dei risultati, facendo riferimento alla apposita tabella con i coefficienti di correzione (ALLEGATO 1) in base a titolo di studio ed età del paziente, si ottiene un punteggio medio “aggiustato” di 26.3, ai limiti della normalità. (Fig.28)

La distribuzione del campione iniziale, rispetto al grado di compromissione delle capacità cognitive, è risultata quindi essere con una prevalenza di punteggi normali (45.2%), a seguire si trovano punteggi riferibili ad un livello di compromissione delle capacità cognitive da lieve a medio (29%), si continua con punteggi borderline (22.6%) ed infine si trovano i punteggi che evidenziano un deficit cognitivo grave (3.2%). (Fig.30 e Fig.31)

Dopo un periodo di adattamento e riabilitazione uditiva, a circa 3 mesi dall’ applicazione degli apparecchi acustici, i pazienti del gruppo finale (n=26), sono stati invitati per una visita di controllo in cui sono stati effettuati gli esami di recupero protesico (o guadagno funzionale) ed è stato somministrato nuovamente il MMSE.

¹⁸ Mallory Raimond, Devon Barrett, Daniel Juno Lee, Shenita Peterson, Nikhila Raol, Ester X. Vivas, “Cognitive Screening of Adults With Postlingual Hearing Loss: A Systematic Review”, April 16, 2020.

Per quanto riguarda il recupero protesico, il PTA della soglia tonale, rilevato in campo libero con entrambe le protesi indossate, ha ottenuto un risultato medio di 39 dB circa (contro i 54.8 dB registrati precedentemente senza apparecchi). (Fig.40)

La relazione tra le variabili PTA tonale pre e post applicazione protesica è stata successivamente statisticamente misurata tramite il t-test per campioni appaiati a due code ed è risultata significativa: si è infatti ottenuto un risultato di $p < 0.0001$.

Si può quindi ragionevolmente affermare che, grazie all'utilizzo di apparecchi acustici adeguatamente scelti e tarati, la differenza tra la media del PTA pre e post applicazione è reale e significativa. (Fig. 50)

Anche la soglia vocale è stata rivalutata.

In campo libero, con entrambe le protesi accese, ad un'intensità di 60dB, ora il risultato vocale è circa dell'80% (contro il 50% senza apparecchi). (Fig.42)

Anche in questo caso si è proceduto con l'analisi statistica, considerando la differenza delle medie tra il PTA della soglia vocale in campo libero a 60 dB senza protesi e con protesi, grazie all'utilizzo del t-test per campioni appaiati a due code: si è ottenuto un risultato di recupero uditivo altamente significativo (con $p < 0.0001$).

Si può dunque affermare che, anche per quanto concerne la capacità di discriminazione, l'aiuto delle protesi acustiche è misurabile e ripetibile, con una differenza significativa tra la soglia pre e post in tutto il campione di studio ($n=26$). (Fig.50)

A seguito di questa indagine statistica possiamo quindi confermare che gli apparecchi acustici sono un mezzo verificato e affidabile per il recupero uditivo, sia in termini di suoni che di discriminazione vocale.¹⁹

¹⁹ A. Young Choi, Hyun Joon Shim, Sung Hee Lee, Sang Won Yoon, Eun-Jeong Joo, "Is Cognitive function in Adults with Hearing Impairment Improved by the Use of

Si prosegue poi con il confronto dei risultati del MMSE prima e dopo 3 mesi di riabilitazione uditiva con protesi acustiche.

Grazie all'utilizzo del t-test si è potuto anche in questo caso analizzare la differenza delle medie dei punteggi preliminari e finali del MMSE, "grezzi" e "aggiustati".

Si ottiene un risultato significativo con $p = 0.1$ prendendo in considerazione i risultati "grezzi"; quelli "aggiustati" invece evidenziano una $p = 0.05$, risultato borderline, al limite della significabilità statistica.

Possiamo quindi affermare che c'è una sostanziale differenza tra il punteggio iniziale e quello finale del MMSE, ma statisticamente si colloca al limite, sarebbe opportuno un campione più numeroso ed un follow up più a lungo termine per avere dati più concreti.²⁰

Si è poi proceduto con l'analisi statistica di altre variabili attraverso l'indice di correlazione R per ranghi di Spearman.

Si sono presi in considerazione i dati relativi alla soglia tonale pre applicazione protesica ed il punteggio del MMSE preliminare, grezzo e aggiustato.

In entrambi i casi si ottiene una relazione statisticamente significativa in cui, all'aumentare della soglia tonale corrisponde una diminuzione del punteggio del MMSE.

Quindi si può affermare che a perdite uditive peggiori si associano punteggi del MMSE peggiori: nel caso di punteggi grezzi si è ottenuto un $r = - 0.40$ e una $p = 0.02$, mentre per quelli aggiustati una $r = - 0.38$ e una $p = 0.03$.

(Fig.51 e Fig.52)

Hearing Aids" Clinical and Experimental Otorhinolaryngology, vol.4, No 2:72-76, June 2011.

²⁰ Peracino A. "Hearing loss and dementia in the ageing population." *Audiology and Neurotology* (2014) 19 (suppl. 1):6-9.

Allo stesso modo si sono confrontati i dati del PTA post applicazione, quindi con gli apparecchi indossati dopo un periodo di circa 3 mesi di riabilitazione acustica, con il punteggio del MMSE post, grezzo e aggiustato.

Anche in questo caso la correlazione è statisticamente significativa, si trova sempre l'associazione tra PTA peggiori con punteggi MMSE peggiori, quindi sordità più importanti correlano con punteggi MMSE più bassi.

Si ottiene una $r = -0.51$ e una $p = 0.008$ nel caso di punteggi grezzi, per quelli aggiustati invece: $r = -0.41$ $p = 0.04$. (Fig.53 e Fig.54)

Quanto detto ha dimostrato quindi un'associazione tra la soglia tonale e il punteggio del MMSE, sia senza che con gli apparecchi.

Tali risultati sarebbero in accordo con quanto rilevato già in altri studi, ove la relazione tra perdita uditiva nella terza età e le condizioni neuropsichiatriche sono state definite “dosi-dipendente”, ovvero il rischio di disturbi cognitivi, l'incidenza di demenza e la depressione aumenterebbero all'aumentare del grado di perdita uditiva.^{21 22 6}

Si è poi indagato se anche per la soglia vocale ci fosse la stessa relazione.

Prendendo in considerazione la soglia vocale a 60 dB di intensità pre applicazione e i punteggi del MMSE preliminari, grezzi e aggiustati, si evidenziano valori significativi dal punto statistico.

Infatti, all'aumentare della soglia vocale aumenta anche il valore del MMSE, allo stesso modo a soglie più basse sono associati punteggi MMSE peggiori.

²¹ Justin S. Golub, Katharine K. Brewster, Adam M. Brickman, Adam J. Ciarleglio, Ana H. Kim, José A., " Association of Audiometric Age-Related Hearing Loss With Depressive Symptoms Among Hispanic Individuals". *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg.* 2019 Feb; 145(2): 132–139. Published online 2018 Dec 6.

²² Jennifer A. Deal, Josh Betz, Kristine Yaffe, Tamara Harris, Elizabeth Purchase-Helzner, Suzanne Satterfield, Sheila Pratt, Nandini Govil, Eleanor M. Simonsick, Frank R. Lin,. "Hearing impairment and incident dementia and cognitive decline in older adults: the Health ABC study." *The Journals of Gerontology: Series A*, Volume 72, Issue 5, 1 May 2017, Pages 703–709.

Questo avviene sia per quanto riguarda i punteggi grezzi ($r = + 0.65$ $p < 0.0001$) che per quelli aggiustati ($r = + 0.59$ $p = 0.0006$).

(Fig. 55 e Fig. 56)

Si può allora affermare che c'è una relazione tra queste due variabili, dove in corrispondenza di risultati vocali peggiori troviamo punteggi MMSE peggiori, sarebbe sicuramente opportuno indagare tale correlazione in un campione più ampio.

Con lo stesso metodo si sono presi in considerazione i dati relativi ai risultati vocali post applicazione protesica, sempre a 60 dB in campo libero, con entrambi gli apparecchi acustici indossati, in relazione ai punteggi del MMSE risomministrato a 3 mesi, sia grezzi che aggiustati.

Anche in questo caso la correlazione è statisticamente significativa, si trova sempre l'associazione tra soglie vocali peggiori con punteggi MMSE peggiori.

Si ottiene una $r = 0.76$ e una $p < 0.0001$ nel caso di punteggi grezzi, per quelli aggiustati invece: $r = 0.65$ e $p = 0.003$. (Fig.57 e Fig.58).

E' noto come le funzioni cognitive siano essenziali, al di là delle abilità uditive, per poter ascoltare, comprendere e comunicare.²³

E' quindi plausibile pensare che i soggetti con una peggiore discriminazione verbale siano anche tendenzialmente più soggetti ad avere un decadimento cognitivo.

Ad oggi è ancora oggetto di studio come tale meccanismo avvenga e se vi sia un meccanismo di tipo causale o meno tra le patologie.

Alcuni autori hanno infatti suggerito che i soggetti con perdita uditiva sperimentino un maggiore carico cognitivo rispetto ai soggetti normoudenti.

²³ M. Kathleen Pichora-Fuller and Gurjit Singh, "Effects of Age on Auditory and Cognitive Processing: Implications for Hearing Aid Fitting and Audiologic Rehabilitation". *Trend in Amplification*, Vol. 10, Issue 1, pag 29-59, March 2006.

Secondo questa teoria lo sforzo uditivo necessario per sentire avverrebbe a discapito di altre risorse cognitive, come ad esempio la memoria di lavoro e l'apprendimento.

E' però anche possibile che esista un meccanismo comune che contribuisca allo sviluppo sia della perdita uditiva che del decadimento cognitivo, come ad esempio patologie di tipo microvascolare oppure comuni processi alla base di patologie neurologiche ad oggi sconosciute.²⁴

Infine, si è preso in analisi il dato relativo alle ore medie di utilizzo dei dispositivi acustici, in relazione con i punteggi del MMSE post applicazione, sia grezzi che aggiustati.

In questo caso non abbiamo ottenuto risultati con significabilità statistica, infatti per i punteggi grezzi si è ottenuto un $r = + 0.29$ e una $p = 0.15$ mentre per i punteggi aggiustati un $r = 0.28$ ed una $p = 0.16$. (Fig.50)

Non è possibile quindi affermare che un utilizzo degli apparecchi acustici più costante durante il giorno correli con punteggi del MMSE migliori, sarebbe opportuno, anche in questo caso, verificare il dato su un campione di studio più ampio e vario.

L'analisi dei dati è in accordo con quanto affermato nello studio "*Age-related changes in auditory and cognitive abilities in elderly persons with hearing aids fitted at the initial stages of hearing loss*" effettuato presso il Dipartimento di lingua e audiologia dell'Università di Tsukuba in Giappone.

Anche in questo progetto infatti si evidenzia quanto la prescrizione di apparecchi acustici, già nei primi stadi dell'ipoacusia, sia importante, ma non sono riusciti a trovare una significativa correlazione dal punto di vista statistico tra il deficit uditivo e quello cognitivo.

²⁴ Chern A., Golub J. S. et al. "Age-related hearing loss and dementia". *Alzheimer Dis Assoc Disord.* 2019 Jul-Sep; 33(3): 285–290.

Anche nel loro caso c'erano dei limiti metodologici, come un campione di studio troppo piccolo e la necessità di condurre uno studio longitudinale sulle funzioni cognitive e di ascolto di tutti i partecipanti, con un follow up più lungo nel tempo.²⁵

Anche nello studio *“Co-occurring Hearing Loss and Cognitive Decline in Older Adults: A Dual Group-Based Trajectory Modeling Approach”* del 2021 si giunge a conclusioni molto simili.

In questo caso, nonostante un campione ampio (1.445 partecipanti) ed un follow up a lungo termine (10 anni), si arriva sempre a concludere che ipoacusia e declino cognitivo sono due condizioni molto spesso correlate ma che seguono due traiettorie distinte.

Si è poi cercato di capire se gli apparecchi acustici potessero influenzare lo sviluppo di queste due patologie, ma non si è rilevata una differenza statisticamente significativa nel ruolo che i dispositivi acustici possano avere nella prevenzione del deficit cognitivo; anche se era evidente una correlazione tra i pazienti ipoacusici che non usavano gli apparecchi ed un basso punteggio del MMSE.²⁶

Essendo che ad oggi la perdita uditiva è una patologia ancora poco trattata rispetto alla sua prevalenza e che precede l'insorgenza di demenza dai 5 ai 10 anni, rappresenta un ideale fattore di rischio modificabile.²³

Infatti, anche in un altro studio: *“Does hearing function in older adults with hearing impairment improve by hearing aid use?”* ci si interroga sul ruolo degli apparecchi acustici in termini di prevenzione e correzione dei deficit cognitivi.

²⁵ C. Obuchi, T. Harashima, M. Shiroma, “Age-related changes in auditory and cognitive abilities in elderly persons with hearing aids fitted at the initial stages of hearing loss”, *Audiology Research* 2011; volume 1:e11.

²⁶ Yvonne Tran, Diana Tang, Charles Lo, Catherine McMahon, Paul Mitchell, Bamini Gopinath, “Co-occurring Hearing Loss and Cognitive decline in Older Adults: A Dual Group-Based Trajectory Modeling Approach”. *Frontiers in Aging Neuroscience*, December 24, 2021.

In questo studio si sono analizzati due gruppi di ipoacusici con un'età media di circa 72 anni, nel primo gruppo si è proceduto con l'applicazione di apparecchi acustici adeguatamente tarati, nel secondo invece no.

Dopo un periodo di 12 mesi si è constatato che le soglie uditive e i risultati di recupero protesico erano molto migliorati nei pazienti sottoposti a riabilitazione uditiva con protesi acustiche, ma non sono state dimostrate performance migliori nei test cognitive rispetto al gruppo di controllo senza apparecchi acustici.

Questo porta a concludere che l'utilizzo di apparecchi è utile e va a colmare la perdita uditiva, sono quindi un ottimo strumento per quanto riguarda il recupero del danno sensoriale, ma non hanno nessun effetto sul sistema centrale e di conseguenza sulle funzioni cognitive.²⁷

Tali conclusioni sono le stesse a cui si giunge nel presente studio, ovvero un significativo miglioramento nella percezione dei suoni e delle parole, ma risultati al limite della significabilità statistica per quanto riguarda i punteggi del MMSE relativi al deficit cognitivo.

Un altro studio è "*Is cognitive function in adults with hearing impairment improved by the use of hearing aids?*", svolto presso il Dipartimento di Otorinolaringoiatria e neuropsichiatria della University school of medicine di Seoul, Korea.

L'obiettivo dello studio è quello di dimostrare se le capacità cognitive, nei pazienti con perdita uditiva, migliorano grazie all'utilizzo di protesi acustiche.

Anche in questo caso si sono suddivisi i partecipanti in 2 gruppi: uno sottoposto a riabilitazione uditiva con protesi acustiche, l'altro, il gruppo di controllo, no.

Sono stati sottoposti sia ad indagine audiologica che a test cognitivi al t = 0 e a 6 mesi di distanza.

²⁷ S.A.H. Von Hooren, L. J. C. Anteunis, S. A. M. Valentijn, H. Bosma, R. W. H. M. Ponds, J. Jolles, M. P. J. Van Boxtel, "*Does Cognitive Function in older adults with hearing impairment improve by hearing aid use?*". *International Journal of Audiology* 2005; 44:265-271.

Si conclude che le abilità legate alla capacità cognitiva della comprensione del linguaggio, specialmente nel rumore, subiscono un significativo miglioramento; questi risultati indicano quindi che gli apparecchi acustici possono indurre l'acclimatamento del sistema nervoso centrale per le funzioni cognitive strettamente legate al linguaggio, ma i meccanismi sono ancora motivo di studio.^{19 28 29}

²⁸ Hanson MA., Gluckman PD. "Early developmental conditioning of later health and disease: physiology or pathophysiology?" *Physiological Reviews* (2014) 94:1027-1076.

²⁹ Professor Gill Livingston et Al "The Lancet International Commission on Dementia Prevention and Care". *The Lancet*, 2017.

5. CONCLUSIONI

Con questo studio abbiamo rilevato come il trattamento della presbiacusia con protesi acustiche, adeguatamente scelte e tarate, sia di fondamentale importanza per il recupero del gap uditivo.

Quali professionisti audioprotesisti abbiamo dunque il ruolo fondamentale di accompagnare il paziente durante un percorso di riabilitazione uditiva personalizzato, svolgendo controlli periodici ed esami di recupero protesico per renderci conto dell'effettivo risultato ottenuto dal paziente.

Possiamo affermare che i punteggi del Mini Mental State Examination sono legati alla gravità della perdita uditiva, infatti a punteggi peggiori si associano quadri audiologici più gravi, sia in termini di audiometria tonale che vocale, andando quindi a confermare le maggiori ricerche in ambito clinico: ovvero che la sordità rappresenta un fattore di rischio per lo sviluppo di disturbi cognitivi, anche se i meccanismi che sottendono alla relazione tra le due patologie sono ancora da investigare e finché tale obiettivo non sarà raggiunto sarà anche molto difficile che vengano delineate le indicazioni di trattamento raccomandate.

Non possiamo invece ad oggi, come negli altri studi analizzati in questo lavoro, affermare che il trattamento con protesi acustiche risulti protettivo e preventivo nei confronti del declino cognitivo.

Anche in quest'ambito sono quindi necessarie ulteriori ricerche, possibilmente con una aumentata numerosità e variabilità campionaria, soprattutto per quanto concerne le abilità cognitive, ed un periodo di riabilitazione con apparecchi acustici di lungo termine.

In conclusione possiamo affermare che la consapevolezza di quanto precedentemente affermato rappresenta sia per i professionisti della salute, sia per la società, un aspetto importante rispetto alla credenza, ad oggi ancora diffusa, che la perdita uditiva legata all'età sia un inevitabile processo di senescenza a volte accettato passivamente dai pazienti.

Le evidenze scientifiche impongono un' attenzione globale verso i problemi di udito quali possibili fattori di rischio modificabili per lo sviluppo di disturbi cognitivi e demenza.

6. BIBLIOGRAFIA

1. Dr Mario Valenti Milito, *“Le principali patologie dell’età senile”*, A.O.U Policlinico V Emanuele, 2019.
2. Silvano Prosser, Alessandro Martini, Novembre 2020 “Argomenti di Audiologia”, Omega Edizioni.
3. Schuknecht et Al, “Atrophy of the stria vascularis, a common cause for hearing loss.” *The Laringoscope*, October 1974.
4. Lina Falanga, *“Demenza e ipoacusia: relazione di un’esperienza presso i CDGD di Lonato e Salò”*. Gruppo di ricerca Geriatrica, Brescia 25 Gennaio, 2019.
5. Consensus Paper, *“Il cervello in ascolto: lo stretto intreccio tra udito e abilità cognitive”*, Edelman, 2017.
6. Lin FR. et al. *“Hearing loss and incident dementia.”* *Archives Neurology* (2011) 68:214–220.
7. Hurd MD. et al. *“Monetary costs of dementia in the United States.”* *N Engl J Med* (2013) 368:1326-1334.
8. Alzheimer’s Disease International World Alzheimer Report 2016.
9. Frank R. Lin, Kristine Yaffe, Jin Xia, Quian-Li, Tamara B. Harris, Elizabeth Purchase-Helzner, Suzanne Satterfield, Hilsa N. Anyonayon, Ferrucci Luigi, Eleanor M. Simonsick. *“Hearing Loss and Cognitive Decline in Older Adults”*, American Medical Association, *Jama Intern Med*/Vol 173 (NO.4), Feb. 25, 2013.

10. Professor Gill Livingston et Al “*The Lancet International Commission on Dementia Prevention and Care*”. The Lancet, 2017.
11. MyungJin Huh, “*The Relationship between cognitive function and hearing loss among the elderly*”, J.Phys. Ther. Sci. 30: 174-176, 2018
12. Xinxing Fu, Bo Liu, Shuo Wang, Robert H. Eikelboom, Dona M. P. Jayakody, “*The Relationship Between Hearing Loss and Cognitive Impairment in a Chiense Eldery Population: The Baseline Analysis*”, Frontiers in Neuroscience, November 26, 2021.
13. Palvinder Kaur, Sheue Lih Chong, Palvannan Kannapiran, W.S. Kelvin Teo, Charis Ng Wei Ling, Chiang Win Weichen, Gan Ruling, Lee Sing Yin, Tang Yin Leng, Soo Ying Pei, Thein Tze Kang, Lim Zhen Han, Lin Peizhen, Lynne Lim Hsueh Yee and Pradeep Paul George, “*Cost-utility analysis of hearing aid device for older adults in the community: a delayed start study*”. BMC Health Services Research, 20:1112, 2020.
14. Julian Sarant, David Harris, Peter Busby, Paul Maruff, Adrian Schembri, Urike Lemke and Stefan Lunter, “*The effect of Hearing Aid Use on Cognition in Older Adults: Can We Delay Decline or Even Improve Cognitive Function?*”. Journal of Clinical Medicine, Jen. 17, 2020.
15. David B. Norris, Molly S. Clark, Sonya Shipley, “*The Mental Status Examination*”. University of Mississippi Medical Center, American Family Physician, October 15, 2016. Volume 94, Number 8.
16. Pasquarelli E, “*Tra normalità e demenza. Definizioni biomediche, rappresentazioni e vissuti del declino cognitivo in anzianità*”, Rivista delle società italiana di antropologia medica, 41-41, Ottobre 2016, pp-181-207.

17. Mcgilwray A. Ageing: Restoration Project. Nature (2016) 531:S4-S5.2.
Helzner EP. et al. "*Race and sex differences in age-related hearing loss: the Health, Ageing and Body Composition Study*". Journal of the American Geriatrics Society (2005) 53:2119-2127.
18. Mallory Raimond, Devon Barrett, Daniel Juno Lee, Shenita Peterson, Nikhila Raol, Ester X. Vivas, "*Cognitive Screening of Adults With Postlingual Hearing Loss: A Systematic Review*", April 16, 2020.
19. A. Young Choi, Hyun Joon Shim, Sung Hee Lee, Sang Won Yoon, Eun-Jeong Joo, "*Is Cognitive function in Adults with Hearing Impairment Improved by the Use of Hearing Aids*" Clinical and Experimental Otorhinolaryngology, vol.4, No 2:72-76, June 2011.
20. Peracino A. "*Hearing loss and dementia in the ageing population.*" Audiology and Neurotology (2014) 19 (suppl. 1):6-9.
21. Justin S. Golub, Katharine K. Brewster, Adam M. Brickman, Adam J. Ciarleglio, Ana H. Kim, José A., "*Association of Audiometric Age-Related Hearing Loss With Depressive Symptoms Among Hispanic Individuals*". JAMA Otolaryngol Head Neck Surg. 2019 Feb; 145(2): 132–139. Published online 2018 Dec 6.
22. Jennifer A. Deal, Josh Betz, Kristine Yaffe, Tamara Harris, Elizabeth Purchase-Helzner, Suzanne Satterfield, Sheila Pratt, Nandini Govil, Eleanor M. Simonsick, Frank R. Lin., "*Hearing impairment and incident dementia and cognitive decline in older adults: the Health ABC study.*" The Journals of Gerontology: Series A, Volume 72, Issue 5, 1 May 2017, Pages 703–709.

23. M. Kathleen Pichora-Fuller and Gurjit Singh, *“Effects of Age on Auditory and Cognitive Processing: Implications for Hearing Aid Fitting and Audiologic Rehabilitation”*. Trend in Amplification, Vol. 10, Issue 1, pag 29-59, March 2006.
24. Chern A., Golub J. S. et al. *“Age-related hearing loss and dementia”*. Alzheimer Dis Assoc Disord. 2019 Jul-Sep; 33(3): 285–290.
25. C. Obuchi, T. Harashima, M. Shiroma, *“Age-related changes in auditory and cognitive abilities in elderly persons with hearing aids fitted at the initial stages of hearing loss”*, Audiology Research 2011; volume 1:e11.
26. Yvonne Tran, Diana Tang, Charles Lo, Catherine McMahon, Paul Mitchell, Bamini Gopinath, *“Co-occurring Hearing Loss and Cognitive decline in Older Adults: A Dual Group-Based Trajectory Modeling Approach”*. Frontiers in Aging Neuroscience, December 24, 2021.
27. S.A.H. Von Hooren, L. J. C. Anteunis, S. A. M. Valentijn, H. Bosma, R. W. H. M. Ponds, J. Jolles, M. P. J. Van Boxtel, *“Does Cognitive Function in older adults with hearing impairment improve by hearing aid use?”*. International Journal of Audiology 2005; 44:265-271.
28. Hanson MA., Gluckman PD. *“Early developmental conditioning of later health and disease: physiology or pathophysiology?”* Physiological Reviews (2014) 94:1027-1076.
29. Professor Gill Livingston et Al *“The Lancet International Commission on Dementia Prevention and Care”*. The Lancet, 2017.

7. SITOGRAFIA

1. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>
2. <http://www.alzheimer.it/>
3. <https://www.audiologiaefoniatria.it/>
4. <https://www.thelancet.com/>
5. <https://www.neuropsicologiaweb.it>
6. <https://www.salute.gov.it>
7. <https://www.alz.org>
8. <https://www.hear-it.org/it>
9. <https://www.audiology.org/>
10. <https://www.hopkinsmedicine.org>
11. <https://www.webmd.com>
12. <https://www.hearingloss.org>
13. <https://www.dementia.org>
14. <https://www.istat.it/>
15. <https://www.censis.it>
16. <https://orl.it>
17. <https://orl.news/pubblicazioni/>

ALLEGATO A:

Mini Mental State Evaluation (M.M.S.E.)

Test somministrabile ☐ sì ☐ no

In che anno siamo? (0-1)	
In che stagione siamo? (0-1)	
In che mese siamo? (0-1)	
Mi dica la data di oggi? (0-1)	
Che giorno della settimana è oggi? (0-1)	
Mi dica in che nazione siamo? (0-1)	
In quale Regione italiana siamo? (0-1)	
In quale città ci troviamo? (0-1)	
A che piano siamo? (0-1)	
Far ripetere: “pane, casa, gatto”. La prima ripetizione dà adito al punteggio. Ripetere finché il soggetto esegue correttamente, max 6 volte (0-3)	
Far contare a ritroso da 100 togliendo 7 per cinque volte: ○ - 93 ○ - 86 ○ - 79 ○ - 72 ○ - 65 Se non completa questa prova, allora far sillabare all’indietro la parola: MONDO: O-○ D-○ N-○ O-○ M-○ (0-5)	
Chiedere la ripetizione dei tre soggetti precedenti (0-3)	
Mostrare un orologio ed una matita chiedendo di dirne il nome (0-2)	
Ripeta questa frase: “tigre contro tigre” (0-1)	

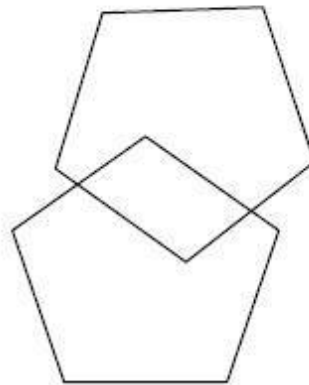
Prenda questo foglio con la mano destra, lo pieghi e lo metta sul tavolo (0-3)	
Legga ed esegua quanto scritto su questo foglio (chiuda gli occhi) (0-1)	
Scriva una frase (deve ottenere soggetto e verbo) (0-1)	
Copi questo disegno (pentagoni intrecciati)* (0-1)	

Punteggio Totale _____

Punteggio totale corretto per età e scolarità**... _____

Punteggio massimo totale = 30

* Disegno:



**Coefficienti di aggiustamento del MMSE per classi di età ed educazione nella popolazione italiana.

Intervallo di età	65 - 69	70 - 74	75 - 79	80 - 84	85 - 89
<i>Anni di Scolarizzazione</i>					
0 - 4 anni	+0,4	+0,7	+1,0	+1,5	+2,2
5 - 7 anni	-1,1	-0,7	-0,3	+0,4	+1,4
8 - 12 anni	-2,0	-1,6	-1,0	-0,3	+0,8
13 - 17 anni	-2,8	-2,3	-1,7	-0,9	+0,3

Il coefficiente va aggiunto (o sottratto) al punteggio grezzo del MMSE per ottenere il punteggio aggiustato.

ALLEGATO B:

N°	NOME	COGNOME	SESSO	ANNO DI NASCITA	ETA' AL MOMENTO DELLA PROTESIZZAZIONE	TITOLO DI STUDIO	VIVE SOLO S/NO	TIPO APPLICAZIONE	TIPO TECNOLOGIA	SOGLIA TONALE PTA PRE in campo libero	SOGLIA TONALE PTA PRE in cuffia DX	SOGLIA TONALE PTA PRE in cuffia SX	SOGLIA VOCALE PRE A 60 DB in campo libero	SOGLIA VOCALE PRE A 60 DB in cuffia DX	SOGLIA VOCALE PRE A 60 DB in cuffia SX	MMSE PRE	MMSE AGGIUSTATO	SOGLIA TONALE PTA POST in campo libero	SOGLIA TONALE PTA POST in campo libero SX	SOGLIA VOCALE POST A 60 DB campo binaurale	MMSE POST AGGIUSTATO	MEDIA ORE UTILIZZO	NOTE				
1	PAZIENTE 1	M	1955	66	LAUREA	NO	ENDO	AVANZATA	50	41	42	70	70	70	30	27,2	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	RIEUTO PSICOLOGICO		
2	PAZIENTE 2	F	1928	94	5° ELEMENTARE	SI	RETRO BTE	MEDIA	70	62	65	0	0	0	22	23,4	✓	✓	40	45	60	21	22,4	14	FRATTURA FEMORE		
3	PAZIENTE 3	M	1930	92	5° ELEMENTARE	NO	ENDO	MEDIA	64	60	50	20	10	20	26	27,4	✓	✓	44	45	70	27	28,4	13			
4	PAZIENTE 4	M	1945	76	DIPLOMA	NO	RETRO RITE	MEDIA	52	55	42	70	70	80	27	26	✓	✓	40	42	37	90	27	26	8		
5	PAZIENTE 5	F	1939	83	DIPLOMA	NO	RETRO RITE	MEDIA	59	55	52	50	60	50	28	27,7	✓	✓	38	37	100	30	29,7	10			
6	PAZIENTE 6	M	1933	88	5° ELEMENTARE	NO	ENDO	BASE	57	48	48	20	0	30	19	20,4	✓	✓	43	43	50	18	19,4	6			
7	PAZIENTE 7	M	1946	75	DIPLOMA	NO	RETRO RITE	MEDIA	45	37	38	60	70	70	30	29	✓	✓	30	30	100	30	29	12			
8	PAZIENTE 8	M	1945	76	3° MEDIA	NO	ENDO	MEDIA	57	55	36	40	20	50	25	24	✓	✓	36	38	60	25	24	12			
9	PAZIENTE 9	F	1935	86	3° MEDIA	SI	RETRO BTE	BASE	59	32	30	60	60	40	24	24,8	✓	✓	39	38	80	25	25,8	6			
10	PAZIENTE 10	F	1945	76	5° ELEMENTARE	SI	ENDO	BASE	60	52	40	50	40	50	23	22,7	✓	✓	40	38	40	70	24	23,7	13		
11	PAZIENTE 11	F	1930	91	5° ELEMENTARE	NO	RETRO BTE	BASE	45	19	40	60	70	60	23	24,4	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	GRANDE MALATTIA	
12	PAZIENTE 12	M	1943	77	3° MEDIA	NO	ENDO	MEDIA	45	40	40	60	70	60	29	28	✓	✓	37	35	38	70	30	29	7		
13	PAZIENTE 13	M	1946	75	LAUREA	NO	RETRO BTE	AVANZATA	29	27	20	90	90	90	30	28,3	✓	✓	22	20	100	30	28,3	11			
14	PAZIENTE 14	M	1945	76	3° MEDIA	NO	RETRO RITE	AVANZATA	55	47	50	80	90	70	30	29	✓	✓	38	35	40	100	30	29	8		
15	PAZIENTE 15	F	1940	82	3° MEDIA	NO	RETRO BTE	MEDIA	72	68	63	0	0	0	22	22,4	✓	✓	44	48	40	60	22	22,4	7		
16	PAZIENTE 16	M	1937	85	5° ELEMENTARE	NO	ENDO	MEDIA	45	52	38	40	0	50	23	22,4	✓	✓	37	42	80	25	26,4	5			
17	PAZIENTE 17	F	1954	67	DIPLOMA	NO	RETRO RITE	MEDIA	60	48	45	80	80	100	29	27	✓	✓	36	35	38	100	30	28	14		
18	PAZIENTE 18	F	1941	79	5° ELEMENTARE	SI	RETRO BTE	MEDIA	72	68	63	0	0	0	25	24,7	✓	✓	49	50	47	50	25	24,7	9		
19	PAZIENTE 19	M	1944	77	5° ELEMENTARE	NO	RETRO BTE	MEDIA	44	52	37	70	0	80	25	24,7	✓	✓	40	42	38	90	28	27,7	7		
20	PAZIENTE 20	F	1951	70	3° MEDIA	NO	RETRO BTE	MEDIA	54	52	45	80	60	90	29	27,4	✓	✓	44	45	42	100	30	28,4	10		
21	PAZIENTE 21	M	1945	76	LAUREA	NO	ENDO	MEDIA	55	47	55	60	70	0	30	28,3	✓	✓	44	43	45	100	30	28,3	6		
22	PAZIENTE 22	M	1940	80	1° MEDIA	NO	RETRO BTE	BASE	57	48	55	40	50	50	25	25,4	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	TRASFERITO	
23	PAZIENTE 23	M	1941	81	1° MEDIA	NO	ENDO	MEDIA	44	37	50	70	90	50	21	21,4	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	PROBLEMI SNC	
24	PAZIENTE 24	F	1944	78	5° ELEMENTARE	NO	ENDO	MEDIA	46	41	41	80	100	100	28	27,7	✓	✓	38	40	100	27	26,7	8			
25	PAZIENTE 25	M	1934	88	5° ELEMENTARE	NO	RETRO RITE	MEDIA	57	45	50	10	30	20	17	17,3	✓	✓	41	39	44	50	19	19,3	6		INIZIALE DECODIMENTO
26	PAZIENTE 26	F	1945	76	3° MEDIA	NO	RETRO RITE	AVANZATA	47	38	40	70	80	70	29	28	✓	✓	38	31	40	60	30	29	10		
27	PAZIENTE 27	M	1945	76	DIPLOMA	NO	RETRO RITE	MEDIA	60	50	57	40	40	10	19	18	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	PAKISTAN
28	PAZIENTE 28	M	1939	81	DIPLOMA	NO	RETRO BTE	MEDIA	86	82	75	0	0	0	20	20,4	✓	✓	53	55	50	70	24	24,4	7		
29	PAZIENTE 29	M	1946	77	DIPLOMA	NO	RETRO RITE	AVANZATA	48	43	40	90	90	90	28	27	✓	✓	37	38	35	100	28	27	7		
30	PAZIENTE 30	M	1946	77	DIPLOMA	NO	ENDO	AVANZATA	55	48	43	80	60	100	28	27	✓	✓	38	38	35	100	30	29	13		
31	PAZIENTE 31	M	1947	78	LAUREA	NO	ENDO	AVANZATA	52	48	43	60	50	70	30	28,3	✓	✓	35	35	30	100	30	28,3	9		

8. RINGRAZIAMENTI

Desidero, in queste poche righe, ringraziare tutti coloro che mi hanno aiutata nella stesura del mio elaborato di tesi.

Ringrazio il Prof. Gino Marioni, relatore di questa tesi, per la disponibilità, il supporto e la gentilezza con cui mi ha aiutata nella realizzazione del mio progetto di tesi.

Allo stesso modo desidero ringraziare di cuore la mia correlatrice, la Dott.ssa Sara Vecchini, che ha seguito con pazienza la stesura dello studio, accompagnandomi e consigliandomi in ogni sua parte.

Un doveroso grazie a tutti i pazienti che hanno preso parte al progetto con gentilezza ed interesse, rendendomi partecipe delle loro personali esperienze: da ognuno ho imparato qualcosa.

Grazie anche ai miei colleghi: il Dr. Baldo, Simone, Alessandro, Teresita, Elena, Olga, Alfredo, Sabina, Lucia e Luisa per avermi insegnato tanto in questi 3 anni e per il prezioso supporto.

Desidero ringraziare anche i miei compagni di corso che, nonostante la pandemia e la distanza, hanno reso questo percorso bellissimo, in particolare Mihaela, Marco, Angela, Federica, Cinzia, Giulia, Veronica ed Emanuele.

Un ringraziamento speciale va alla mia meravigliosa famiglia per aver sempre creduto in me e per il prezioso sostegno anche in questa nuova avventura.

Infine grazie a Marco, che mi ha sempre incoraggiata e spronata a fare del mio meglio, sei la mia forza.