



Università degli Studi di Padova

DIPARTIMENTO DI NEUROSCIENZE DNS

CORSO DI LAUREA IN TECNICHE AUDIOPROTESICHE

PRESIDENTE: PROF. GINO MARIONI

TESI DI LAUREA SPERIMENTALE

**VERIFICA DELL' EFFICACIA DEL RECEIVER
ACTIVE VENT NELL' ELIMINAZIONE
DELL'AUTOFONIA, TRAMITE LE MISURE IN VIVO
E TRAMITE AUTOVALUTAZIONE**

RELATORE: Dott. Notarianni Lorenzo

Correlatore: Dott.ssa Vecchini Sara

LAUREANDO: Michele Grassivaro

ANNO ACCADEMICO 2021-2022

ABSTRACT

Uno dei fenomeni che un Audioprotesista può trovarsi a gestire durante un'applicazione audioprotesica, è l'Autofonia.

È fondamentale fare una distinzione tra le 2 variabili che la possono riguardare, ovvero sia l'Occlusione che si manifesta con la sensazione di rimbombo della propria voce, indossando l'apparecchio acustico inserito ma spento e il cosiddetto "Ampclusione" che crea lo stesso sintomo, ma questa volta con l'apparecchio acustico inserito e acceso.

I variabili presi in considerazione legati a questo fenomeno, sono la correlazione tra la configurazione dell'audiogramma del paziente, il tipo di apparecchio acustico scelto, lo specifico sistema di accoppiamento adottato e la dimensione della ventilazione utilizzata sull'auricolare che viene introdotto nel condotto uditivo esterno.

Lo scopo di questa tesi è quello di verificare l'efficacia nell'eliminazione o attenuazione dell'Autofonia tramite misure in vivo e autovalutazione, attraverso una nuova tecnologia introdotta nel 2021 dell'azienda Phonak, chiamata Receiver Active Vent.

Quest'ultimo è dotato di una ventilazione a commutazione micro-meccanica, che permette tramite un dischetto posizionato all'interno del ricevitore, di spostarsi tra l'applicazione open, dove viene lasciato uno spazio di ventilazione comunicante tra il condotto uditivo e l'ambiente esterno e la posizione closed che sposta il dischetto chiudendo la ventilazione comunicante con l'ambiente esterno.

Il campione oggetto di studio è stato un gruppo denominato gruppo 1, di 7 pazienti ipoacusici con configurazione della curva audiometrica caratterizzata da frequenze gravi conservate e con le frequenze acute in discesa.

Per l'applicazione dell'Active vent sono state eseguite le misure Rem con le due modalità di ventilazione (aperta e chiusa) in modo da avere una regolazione personalizzata "su misura" per ogni paziente e avere la consapevolezza di cosa viene erogato a livello della membrana timpanica. Per ampliare ulteriormente il database di pazienti inclusi, sono stati analizzati altri 8 pazienti, denominato gruppo 2, che non soddisfacevano le caratteristiche audiometriche di inclusione. Di questi sono state analizzate soltanto la misura REUR e la REOR sempre nelle 2 modalità aperta e chiusa.

La ricerca si è sviluppata ulteriormente, (solo per il gruppo 1), per analizzare prima il fenomeno dell'effetto occlusione e successivamente dell'Ampclusione, iniziando con la modalità open e poi closed, facendo pronunciare al paziente le 5 vocali e poi instaurando un dialogo.

Basandosi sul concetto "Patient Centred Healthcare" la ricerca vuole dimostrare l'importanza nella professione sanitaria dell'audioprotesista che nulla venga lasciato al caso quando si ha la presa in carico e responsabilità della salute dell'assistito. Quindi l'utilizzo di tecnologie che impiegano automatismi intelligenti, questi devono essere pur sempre validati per ogni paziente con metodiche precise e personalizzate, come per esempio l'uso delle misurazioni in vivo. L'appropriatezza vuole che l'assistenza fornita dall'audioprotesista deve quindi basarsi sulla prestazione intellettuale e non focalizzarsi esclusivamente soltanto sul prodotto o sulla tecnologia e questo in coerenza con i principi e valori espressi nel Codice Deontologico del Tecnico Audioprotesista.

INDICE

| | |
|------------------------------------|---------|
| 1. Introduzione | pag. 5 |
| 2. Scopo | pag. 12 |
| 3. Materiali e metodi | |
| 3.1 Sede e tipologia dell'indagine | pag. 17 |
| 3.2 Campione | pag. 18 |
| 3.3 Modalità di raccolta dati | pag. 19 |
| 3.4 Trattamento statistico | pag. 20 |
| 3.5 Strumenti di valutazione | pag. 25 |
| 3.6 Iter di valutazione | pag. 32 |
| 4. Risultati e discussione | pag. 36 |
| 5. Conclusioni | pag. 77 |
| 6. Bibliografia | pag. 82 |

1. INTRODUZIONE

Le rapide e costanti innovazioni tecnologiche nel settore audioprotesico hanno portato alla realizzazione di tecnologie che sempre di più semplificano il lavoro dell'audioprotesista nella gestione delle variabili, ma allo stesso tempo massimizzano la "user friendliness" per l'assistito.

Una delle più recenti proposte frutto dell'evoluzione tecnologica del 2021, è il Receiver Active Vent, un ricevitore "intelligente" applicato ad apparecchi acustici Rite (Receiver in the ear) che permette di gestire in modo automatico la ventilazione accoppiandosi a 2 modelli di auricolari:

- uno universale realizzato in silicone come auricolare temporaneo, il quale non è prodotto su misura del calco del condotto uditivo del paziente;

- uno realizzato in titanio medicale e su misura del condotto uditivo del paziente. Consigliabile da usare con il progredire dell'adattamento audioprotesico in modo che con l'aumentare dell'amplificazione, l'anti-feedback abbia un taglio meno eccessivo sulle frequenze acute, secondo lo studio condotto da Latzel, M. & Hobi, S, nel (2021), intitolato "Receiver with mechanical vent provides benefit of open and closed acoustics for better speech understanding in noise and naturalness of own voice perception".

Active Vent è dotato di una ventilazione a commutazione micro-meccanica incorporata, abbinata ad un piccolo disco che si sposta fra due posizioni: aperta e chiusa. Un click di conferma indica che il disco ha commutato posizione.

Quando il disco è in posizione aperta, i suoni ambientali riescono a comunicare con il CUE, fornendo così comfort d'ascolto, naturalezza della propria voce e consapevolezza dei suoni ambientali, secondo quanto riportato da Alessandra Winkler, A., Latzel, M., & Holube, I. nel (2016), nello studio intitolato "Open Versus Closed Hearing-Aid Fittings: A Literature Review of Both Fitting Approaches". Trends in hearing, 20, 1-13.

In situazioni d'ascolto difficili con molto rumore di fondo o quando si trasmettono contenuti multimediali in streaming e per la musica, il disco si commuta in posizione chiusa, impedendo ai suoni ambientali di comunicare direttamente all'interno del CUE e aumentando così la concentrazione del parlato proveniente dalla direzione frontale o sul contenuto trasmesso in streaming. Tutto questo è controllato grazie all'intelligenza artificiale da AutoSense OS 4.0, sempre secondo quanto riportato da Latzel, M. & Hobi, S, nel (2021), nell'articolo intitolato "Receiver with mechanical vent provides benefit of open and closed acoustics for better speech understanding in noise and naturalness of own voice perception."

Il ricevitore, va applicato ad apparecchi acustici di tipo Rite, versione Paradise. È possibile osservare la sua massima potenzialità nella fascia tecnologica Paradise 90, proprio perché dotata del programma dedicato denominato "parlato nel rumore di fondo elevato". In questo modo AutoSense 4.0 che regola automaticamente gli apparecchi acustici per adattarsi all'ambiente circostante, analizzando le caratteristiche spettrali dei segnali captati e riconoscendo il "parlato nel rumore di fondo elevato", fa attivare automaticamente l'Active vent in posizione chiusa.

Secondo lo studio condotto da Latzel, M & Hobi, S (2021), dal titolo "Receiver with mechanical vent provides benefit of open and closed acoustics for better speech understanding in noise and naturalness of own voice perception", il ricevitore Active Vent fornisce in media il 10 % in più di comprensione del parlato nel rumore, garantendo un suono naturale in varie situazioni d' ascolto.

I pazienti che possono trarre possibile beneficio da questo ricevitore devono essere esclusivamente persone con un'ipoacusia con le frequenze acute in discesa e i gravi conservati (nello specifico dai 125 Hz fino ai 750 Hz una soglia di audiometria tonale con cuffie fino al massimo ai 25-30 dB HL, i 1000 Hz al massimo fino ai 35 dB HL e le restanti frequenze acute in discesa fino anche a 90-95 dB HL. Inoltre, come altri aspetti da considerare, il paziente non dovrà essere soggetto ad acufene, iperacusia e fonofobia e i livelli di UCL (soglia del fastidio) non devono essere ridotti. E' altresì sconsigliata l'applicazione a persone con il CUE soggetto a produzione eccessiva di cerume e che abbiano una conformazione del condotto uditivo esterno che non consente la presa dell'impronta, escludendo quindi la possibilità di applicare l'auricolare in titanio medicale su misura.

Infine è da tenere presente che questa soluzione non è approvato per pazienti pediatrici al di sotto dei 18 anni e non è compatibile con la formula prescrittiva DSL, sempre secondo lo studio condotto da Latzel, M & Hobi, S (2021), "Receiver with mechanical vent provides benefit of open and closed acoustics for better speech understanding in noise and naturalness of own voice perception".

Questo è giustificato dal fatto che i pazienti pediatrici possono trarre più beneficio con una formula prescrittiva come la DSL, che basandosi sulla normalizzazione della loudness, ottiene delle curve di guadagno che hanno un'amplificazione importante anche sulle frequenze gravi, spesso responsabili appunto dell'amplificazione del rumore di fondo. L'obiettivo di questo aspetto, è l'importanza di garantire al bambino la massima stimolazione a tutte le frequenze, secondo lo studio condotto da Nur Azyani Amri, Tian Kar Quar, Foong Yen Chong, Marlene Bagatto nel 2021, intitolato "Optimising hearing aid output to paediatric prescriptive targets improves outcomes in children".

Le formule prescrittive possibili da utilizzare sono la ADP 2.0 (Adaptive Phonak Digital 2.0) che è la formula di proprietà ideata dalla casa madre Phonak, oppure la formula prescrittiva indipendente NAL-N2, la quale a differenza della DSL, si basa sull'equalizzazione della loudness ottenendo delle curve di guadagno più importanti sulle frequenze medio-acute, dove si concentra anche un peso maggiore verso il computo dell'indice di articolazione, questo per enfatizzare lo spettro vocale dal rumore di fondo presente in concomitanza. Quest'ultimo concetto è stato dimostrato nello studio condotto da Teresa Y C Ching, Earl E Johnson, Sanna Hou, Harvey Dillon, Vicky Zhang, Lauren Burns, Patricia Van Buynder, Angela Wong, Christopher Flynn nel 2013, intitolato "A comparison of NAL and DSL prescriptive methods for paediatric hearing-aid fitting: predicted speech intelligibility and loudness."

Da questa scelta si comprende infatti il legame tra l'Active vent e queste 2 ultime formule prescrittive, che hanno tutte lo stesso obiettivo, ovvero migliorare l'intelligibilità dello spettro vocale nel rumore di fondo.

Ad oggi a causa della pandemia, la ricerca scientifica della Phonak non ha potuto indagare ancora su grandi numeri di pazienti con le misurazioni in vivo.

Questa tesi di Laurea vuole porre accento sull'importanza che l'Audioprotesista agisca in modo responsabile e consapevole a causa delle peculiari caratteristiche elettroacustiche che vengono erogate e misurate a livello della membrana timpanica anche con questo nuovo ricevitore come sistema di accoppiamento e capire quanto a livello fisico-meccanico o da spento e inserito, possa influenzare la risonanza naturale del condotto uditivo esterno, dei pazienti utenti di apparecchio acustico.

Omettere di prendere in considerazione questo aspetto potrebbe riflettere in modo negativo con il risultato audioprotesico e a livello soggettivo dell'assistito. Infatti potrebbe dare al luogo al fenomeno di Autofonia, se non vengono eseguite le misure Rem, questo perché tramite questa metodica è possibile monitorare se ci sia un aumento di amplificazione dovuto all'occlusione del CUE, anche sulle frequenze gravi, pur avendo una soglia uditiva conservata, con l'Active Vent inserito, specialmente nella modalità "closed".

In base alla ricerca condotta da Alessandra Winkler, Matthias Latzel e Inga Holube nel 2016, "Open Versus Closed Hearing-Aid Fittings: A literature Review of Both Fittings Approaches", si ritiene che sia opportuno dare molta importanza alla misura in vivo REOG (real ear occluded gain) in un'applicazione audioprotesica. Questo perché per un paziente con le frequenze gravi conservate, fino all'anno 2020 sarebbe stato sconsigliato applicare un sistema di accoppiamento occlusivo, in quanto avrebbe causato il probabile rischio di Occlusione.

Invece grazie al ricevitore Active Vent è che, come riporta nel suo studio Latzel, M & Hoby, S del (2021) "Receiver with mechanical vent provides benefit of open and closed acoustics for better speech understanding in noise and naturalness of own voice perception", quando Active Vent rimane aperto questo avrà l'effetto di una ventilazione di 3,5 mm (considerata ottimale anche fino all'anno prima per questo quadro audiometrico) e quando Active Vent passa allo stato chiuso equivale a un auricolare su misura occluso.

La particolarità di questo sistema di accoppiamento è che la ventilazione, a differenza degli auricolari su misura tradizionali, si basa su una ventilazione a commutazione micro-meccanica, che permette tramite un dischetto posizionato all'interno del ricevitore, di spostarsi tra l'applicazione open, dove viene lasciato uno spazio di ventilazione comunicante tra il condotto uditivo esterno e l'ambiente esterno e la posizione closed che sposta il dischetto chiudendo la ventilazione comunicante con l'ambiente esterno.

Dillon H. nell'articolo "Hearing aids, 2nd ed Stuttgart", NY: Thieme, (2012), ha definito l'effetto di occlusione oggettiva come l'aumento del livello di pressione sonora misurata alle basse frequenze, con il CUE occluso con un apparecchio acustico inattivo, rispetto al CUE aperto, mentre l'utente parla. Concetto che è stato ulteriormente riportato anche nello studio condotto da Alexandra Winkler, Matthias Latzel e Inga Holube, nel 2016, intitolato "Open Versus Closed Hearing-Aid Fittings: A literature Review of Both Fittings Approaches."

Kuk e Keenan (2006) nella loro ricerca intitolata "How do vents affect hearing aid performance?" Hearing Review, 34 – 42, hanno raccomandato di scegliere la dimensione della ventilazione in base alla perdita dell'udito a 500 Hz: se la perdita dell'udito è uguale o inferiore a 20 dB HL, dovrebbero essere utilizzati apparecchi acustici con ventilazione aperta. Se l'ipoacusia a 500 Hz è compresa tra 20 e 30 dB HL, devono essere utilizzati diametri di ventilazione di 3 mm o superiori e, per ogni aumento di 10 dB della perdita dell'udito, il diametro della ventilazione deve essere ridotto di 0,5 mm. Se nell'apparecchio acustico non è possibile attivare un algoritmo di cancellazione del feedback, si consiglia di ridurre il diametro della ventilazione di 1 mm.

J. Kiessling, S. Margolf-Hackl and S. Gellar, (2001), nell'articolo intitolato "Field Test of an Occlusion-Free Hearing Instrument," inoltre raccomandano che gli apparecchi acustici con ventilazione aperta non dovrebbero essere utilizzati per una perdita dell'udito superiore a 70 dB HL dalle frequenze dei 2 kHz fino a quelle più acute.

Questo perché se le frequenze gravi sono ben conservate, un'amplificazione elevata richiesta per compensare le frequenze più acute, e con una ventilazione aperta di 3,5 mm, genererebbe un elevato rischio di comparsa dell'effetto Larsen. Kiessling consiglia quindi anche per pazienti con questo quadro audiometrico di applicare una ventilazione di 1,8- 2 mm e non di 3,5 mm, in modo da ridurre il rischio che si manifesti l'effetto Larsen. Questo limite di perdita dell'udito corrisponde al guadagno massimo riportato per apparecchi con ventilazione aperta ad alte frequenze di 34 dB, secondo lo studio condotto da Mueller, H. G nel 2009 intitolato "A candid round table discussion on open-canal hearing aid fittings."

2. SCOPO

Lo scopo di questa tesi è quello di applicare il Receiver Active vent, ai pazienti con quadri audiometrici con le frequenze acute in discesa e le frequenze gravi conservate (nello specifico dai 125 Hz fino ai 750 Hz una soglia di audiometria tonale con cuffie fino al massimo ai 25-30 dB HL, i 1000 Hz al massimo fino ai 35 dB HL e le restanti frequenze acute in discesa fino anche a 90 dB HL) e tutte le caratteristiche d'inclusività alla ricerca descritte prima.

Nello specifico è stata verificata l'efficacia del Receiver Active Vent nell'eliminazione dell'Autofonia, tramite misure in vivo e tramite autovalutazione.

Lo svolgimento delle misure ha seguito il seguente iter:

- Analisi delle modifiche alla risonanza naturale del condotto uditivo esterno misurata durante la REUG (real ear unaided gain) durante la misurazione REOG (real ear occluded gain) a seguito della commutazione della ventilazione da open a closed.

Infatti secondo lo studio "Open Versus Closed Hearing-Aid Fittings: A literature Review of Both Fittings Approaches", scritto da Alexandra Winkler, Matthias Latzel e Inga Holube, nel 2016, si evince che un'applicazione audioprotesica di tipo "open" con una ventilazione di 3,5 mm inserita nel condotto uditivo con apparecchio acustico spento, non deve portare ad una riduzione della naturale risonanza del condotto. Diversamente per validare che un'applicazione con ventilazione "chiusa" svolga bene la propria funzione, durante la REUG si dovrebbe evidenziare una riduzione della naturale risonanza del condotto uditivo esterno. Questa fase è stata svolta sia per il gruppo 1 sia per il gruppo 2.

Durante la fase REOG, è stato analizzato il fenomeno dell'Occlusione chiedendo al paziente di pronunciare le 5 vocali (A, E, I, O, U) e di dialogare, e di riferire se la loro voce risultava rimbombante. Da questa fase in poi, sono stati svolti i test soltanto per i pazienti appartenenti al gruppo 1.

L'iter seguito con gli apparecchi acustici spenti e l'Active Vent inserito nel condotto uditivo, prima nella modalità "open" e successivamente "closed".

- Altro obiettivo preposto da questa tesi infatti è di indagare il fenomeno dell'Occlusione con Active Vent, in base allo studio pubblicato nel giugno del 2015 da Thomas Stefan Zurbrügg, A. Stirnemann, Martin Kuster ed Hervé Lissek, intitolato "Objective and Subjective Validation of an Active Control Approach to Reduce the Occlusion Effect in Hearing Aids" nel quale si evince che l'effetto occlusione diversamente dall'Amplificazione, si manifesta con la sensazione di rimbombo della propria voce, ma con l'apparecchio acustico spento e il sistema di accoppiamento inserito nel condotto uditivo.

In particolare lo studio ha la finalità di osservare se durante la REOR, il paziente accusi l'Autofonia, soprattutto con l'Active vent closed nel caso di una configurazione audiometrica con le frequenze gravi conservate. Infatti dalla letteratura scientifica, e secondo lo studio condotto nel febbraio 2016 da Alexandra Winkler, Matthias Latzel e Inga Holube, intitolato "Open Versus Closed Hearing-Aid Fittings: a Literature Review of both Fitting Approaches", è sconsigliato applicare un sistema di accoppiamento occlusivo ad un paziente con le frequenze gravi conservate, in quanto si corre ad un elevato rischio che si manifesti l'effetto Occlusione. In questa ricerca viene valutato se l'Active vent Open rispecchi effettivamente il comportamento fisico di un'applicazione Open e se l'Active Vent Closed che ha il compito di rispecchiare un'applicazione closed tradizionale, rispecchia effettivamente un'applicazione closed. Con entrambi i 2 standard, si è analizzato durante la pronuncia delle 5 vocali (A, E, I, O, U) se i pazienti accusino il fenomeno di Occlusione.

- È stata poi effettuata la misura della REAG (real ear Aided gain), nella quale è stata eseguita la calibrazione per mezzo delle maniglie di regolazione manuali del fitting software dell'apparecchio acustico, con l'obiettivo di avvicinare il più possibile rilevando l'amplificazione delle 3 curve target (G-50, G-65 e G-80) e al target previsto dalla formula prescrittiva presa in considerazione, ovvero in questo caso di studio il NAL-N2. Sono state effettuate delle opportune correzioni nei casi di sotto amplificazioni e le sovrampificazioni rilevate in tutto il range frequenziale dai 125 Hz agli 8000 Hz.

In questa fase svolta per la misura REAR, l'audioprotesista può decidere se eseguirla manualmente o in modo automatico grazie all'assistenza del software dell'apparecchio acustico. Nelle applicazioni audioprotesiche con Active Vent, questo è attualmente solo possibile eseguirlo manualmente, in quanto la piattaforma Phonak Target 7.3.1 non ha ancora configurato le Auto rem.

Nel caso della misura REAR eseguita manualmente, è necessario tenere contemporaneamente aperta la schermata di Otosuite dove vengono rilevate le misure REAR e la schermata del software dell'apparecchio acustico. In questo modo il Professionista sanitario può manualmente, intervenire sulla maniglia di regolazione del software e correggere le sovra e sotto amplificazioni.

L'aspetto critico di questo metodo è inerente alle tempistiche dato che richiede più tempo rispetto al metodo automatico. Inoltre se non si presta attenzione a come cambiano i rapporti di compressione, dopo aver eseguito le modifiche ritenute più opportuno fare per avvicinarsi alla formula prescrittiva, esiste il rischio di non ottenere un risultato ottimale per il paziente.

Con il secondo metodo, ovvero con le Auto Rem, l'audioprotesista può svolgere tutte le misurazioni direttamente dalla schermata del software dell'apparecchio acustico.

Il software diventa strumento in grado di indicare di volta in volta al professionista sanitario cosa fare e infine con la misurazione REAR, regolerà automaticamente, il più vicino possibile al target della formula prescrittiva scelta, l'amplificazione da erogare. Il vantaggio di questa procedura è che in meno di 10 minuti è possibile avere una misurazione REAR ancora più precisa di quella che si potrebbe ottenere manualmente, proprio perché il software tiene conto durante le correzioni per mezzo delle maniglie di regolazione, anche dei parametri di compressione.

Al termine della misurazione REAR, è stata ottenuta in modo oggettivo, una regolazione su misura per ogni paziente, prendendo in considerazione come l'amplificazione veniva erogata a livello della membrana timpanica, tenendo conto della specifica risonanza naturale del CUE. È stato quindi verificato e corretto frequenza per frequenza, che l'amplificazione fornita dall'apparecchio acustico, si comportasse effettivamente come prescritto dalla formula Nal-N2.

- Altro scopo preposto dalla tesi in questa fase, è l'analisi della rappresentazione dell'amplificazione delle tre curve di guadagno (G50, G65 e G80) nello standard Active Vent Open e Closed, per il range di frequenze dai 125 Hz fino ai 1000 Hz, proposto dalla curva target generata da Nal-N2, e visualizzata nella schermata REAR di Otosuite. Questa decisione è stata presa per analizzare il comportamento dell'amplificazione per un range frequenziale, dove la soglia uditiva è conservata e possibile responsabile dell'Amplclusione.

A seguito di questa procedura, sono stati raccolti i dati soggettivi dei pazienti chiedendo loro in condizione test con gli apparecchi acustici accesi di pronunciare dei vocalizzi (le 5 vocali: A, E, I, O, U) per 5 secondi ciascuna e a termine di questo al paziente è stato chiesto di dialogare.

- L'iter seguito per la batteria di test è iniziato con l'Active Vent in assetto open e in condizione d'ascolto senza rumore di fondo e poi in posizione closed, emettendo in free field un rumore di fondo di tipo cocktail party di 65 dB SPL. È stato chiesto al paziente di riferire l'eventuale percezione di rimbombo della propria voce.

In questa fase della ricerca l'oggetto bersaglio d'indagine è il fenomeno dell'Ampclusione con l'Active vent, tenendo conto delle modifiche effettuate grazie alla REAR.

La ricerca si è basata sullo studio condotto nel novembre 2003, di R.W. Sweetow e C.Z. Pirzanski, intitolata "The Occlusion Effect and Ampclusion Effect", che spiega come il fenomeno dell'Ampclusione, a differenza dell'Occlusione, scaturisce la sensazione di voce rimbombante non più a causa della presenza fisica del corpo estraneo posizionata nel condotto uditivo, ma per un'amplificazione erogata dall'apparecchio acustico eccessiva sulle frequenze più gravi dai 250 Hz fino ai 500 Hz.

- L'elemento innovativo di verifica di questa tesi, è stata l'indagine sulla percezione della presenza di Ampclusione dell'utente con ipoacusia alle alte frequenze e con le frequenze gravi conservate, durante l'uso di questo specifico sistema di accoppiamento.

3.MATERIALI E METODI

3.1 SEDE E TIPOLOGIA DELL'INDAGINE

Lo studio è stato condotto nel centro acustico Audionova di Verona, in via Gian Matteo Giberti, sede di tirocinio, nel periodo compreso tra aprile e settembre 2022.

3.2 CAMPIONE

Il criterio di inclusione del campione è stato il seguente:

- Età compresa dai 18 anni fino ai 90 anni;
- Perdita uditiva post linguale;
- Perdita uditiva bilaterale e asimmetrica di grado da lieve a moderato (PTA delle frequenze 500-1000-2000-4000 Hz compresa tra 40 e 60 dB);
- Ipoacusia neurosensoriale, mista e trasmissiva;
- Soglia audiometrica tonale dai 125 Hz fino ai 750 Hz fino al massimo ai 30 dB compresi, i 1000 Hz entro i 35 dB e dai 1500 Hz fino agli 8000 Hz in caduta fino anche ai 90-95 dB nelle frequenze più acute;
- Assenza di acufene;
- Assenza di iperacusia e fonofobia tramite domanda fatta al paziente;
- Livelli di UCL (soglia del fastidio) non ridotti e non inferiori agli 85 dB per le frequenze di 250-500-1000-2000-4000;
- Vocale in cuffia senza la manifestazione di un recruitment eccessivo alle intensità più alte e senza manifestazione di Roll-over;
- Esclusi pazienti aventi produzione eccessiva di cerume;

Per implementare un numero più alto di pazienti per la ricerca, considerando le numerose caratteristiche richieste, è stato deciso di modificare i fattori di inclusione consentendo il reclutamento di pazienti anche sprovvisti di tutte le caratteristiche originalmente previste, e analizzando però soltanto la REUR e la REOR, con l'Active Vent aperto e chiuso. In questo modo si è potuto ottenere un database di ricerca più numeroso ma con la limitazione dell'osservazione di solo questo aspetto in particolare.

3.3. MODALITA' DI RACCOLTA DATI

- I soggetti coinvolti sono stati informati verbalmente sullo scopo dello studio ed hanno rilasciato il loro consenso informato per il trattamento dei loro dati. Tutti i dati soggettivi emersi dall'analisi, sono stati raccolti in una tabella appositamente creata in un file world, dove sono state raggruppate le risposte soggettive del paziente correlate al questionario. Per quanto riguarda tutti i dati oggettivi ottenuti durante le misure Rem, sono stati salvati di volta in volta in un database e sono stati raggruppati in una raccolta di immagini suddivisa per ogni tipo di misurazione eseguito rispettivamente per ogni paziente partecipante al test.

3.4 TRATTAMENTO STATISTICO

- I dati dei pazienti con la perdita uditiva con configurazione audiometrica caratterizzata dalle frequenze gravi conservate e gli acuti in discesa, sono stati stratificati per sesso e in condotto uditivo di destra e di sinistra, e separati dai pazienti a cui è stata somministrata soltanto la misurazione REUR/REOR. Questi ultimi sono stati raggruppati sempre per sesso e per condotto uditivo di destra e di sinistra.
- Per disporre di un riferimento che fosse il più oggettivo possibile sulla valutazione della dimensione del CUE, la tesi si è basata sullo studio pubblicato nel 1989, da Gary P. Rodriquez, Phyllis J. Walker-Edwards e Kenneth J. Gerhardt, intitolato “Outer Ear Measures as Predictors of Ear Canal Resonant Frequency”. Quest’ultimo ha preso spunto a sua volta dalla definizione fisica di come si comporta il condotto uditivo umano, in base a quanto è stato dimostrato da Tonndorf. J, nell’ articolo pubblicato nel 1976, intitolato “Relationship Between the Transmission Characteristics of the Conductive System and NIHL”. Per avere dei parametri tangibili che permettano di definire il diametro e la lunghezza del CUE, risulta essenziale prima capire meglio acusticamente come si comporta il CUE. La fisica acustica dimostra che il condotto uditivo, si comporta in modo analogo a un cilindro e di conseguenza è stato dedotto che anche nel CUE, è presente una frequenza di risonanza. A sua volta infatti, prendendo come esempio un tubo, Tonndorf. J, ha dimostrato che poiché la frequenza di risonanza di un tubo diminuisce all’aumentare della sua lunghezza, il medesimo effetto avviene nel CUE umano.

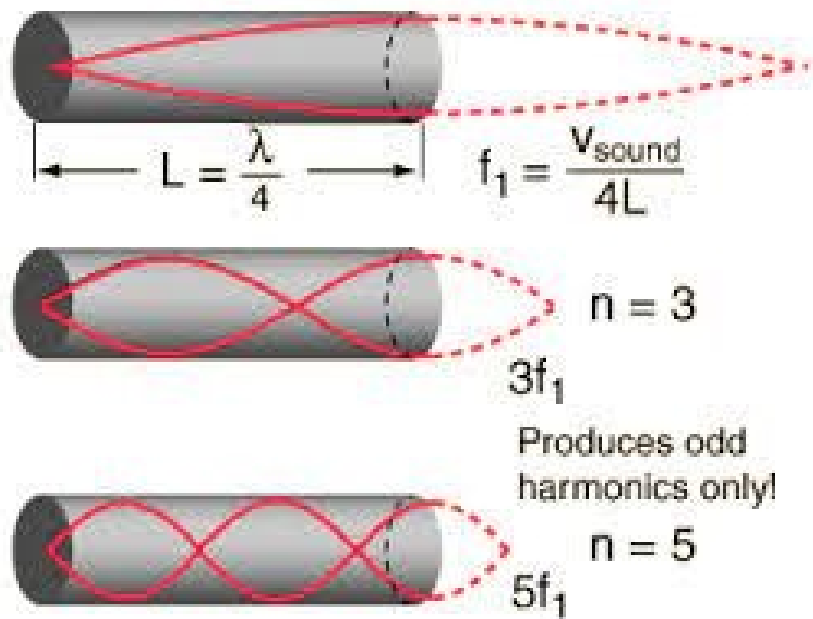


Figura n.1.

Da questi elementi è stata tratta la conclusione che condotti uditivi più lunghi abbiano un picco di frequenza di risonanza più basso, mentre quelli più corti come per esempio nel caso di pazienti pediatrici, avranno un picco di frequenza di risonanza alle frequenze più alte. Per quanto riguarda la misura del diametro è stato dimostrato che lo si può dedurre in base al picco di risonanza di maggior intensità sonora del paziente. Più il picco sonoro sarà elevato, più il diametro del CUE sarà piccolo.

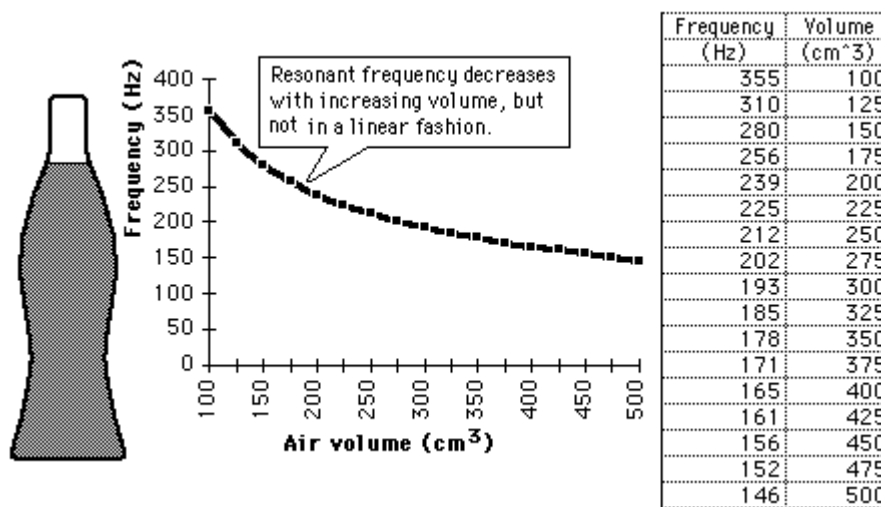


Figura n.2.

Questi ultimi concetti sono stati dimostrati anche tramite il “Coca Cola Bottle Test” (figura n. 2.), in cui è stata analizzata la frequenza di risonanza della specifica forma geometrica di una bottiglia di Coca Cola. Si è evidenziato un comportamento analogo su quanto già dimostrato per il cilindro. Infatti la sua frequenza di risonanza diminuisce all’aumentare del volume, ma non in modo lineare. Da quanto riportato nella (figura n.2.), è possibile osservare che una frequenza di risonanza rilevata a 355 Hz corrisponde indirettamente ad un volume inferiore, rispetto ad una frequenza di risonanza rilevata a 146 Hz.

Tonndorf J et al, per analizzare anche le varie morfologie di CUE nella popolazione in base alle differenti etnie e sesso, ha preso un campione di lavoratori di diverse fabbriche caratterizzate da rumore di fondo elevato da lavoro e con lo scopo anche di indagare quanti fossero affetti da tecnopatia, avendo un esame audiometrico di morfologia “Ski Slope”. Le etnie di questi lavoratori che sono state analizzate nello studio, (sono sia di etnia caucasica, sia di etnia africana) e di sesso maschile e femminile.

Per analizzare le diverse dimensioni dei CUE è stato chiesto di fare un'indagine sulle dimensioni dei tappi anti-rumore realizzati tramite presa d'impronta del CUE. Si è potuto dedurre che gli uomini bianchi caucasici sono risultati avere un CUE più grande rispetto alle donne caucasiche e uomini africani. Mentre la categoria avente CUE più piccoli è risultata quella delle donne africane.

È stato stabilito infine che, come grandezza media mondiale in una persona adulta, il CUE abbia un volume di 2 cm³, un diametro di 0,7 cm e una lunghezza variabile tra i 2,3 cm ai 2,97 cm. Ad oggi, questi valori medi ricavati del CUE, vengono utilizzati dalla piattaforma "Phonak Target 7.3.1", la quale ne tiene conto come dato impiegato in fase di pre-configurazione, per la regolazione di un apparecchio acustico.

In questo software, il picco di risonanza della REUR media di popolazione, è collocato alla frequenza 2650 Hz e ad un livello di pressione sonora di 17 dB SPL.

Il metodo oggettivo utilizzato per definire la dimensione del CUE per questo elaborato, si basa sul confrontare la REUR ottenuta per il paziente preso in esame, con la REUR già presente nel software, basata sui dati statistici della dimensione media mondiale del CUE.

- Di conseguenza più il picco di risonanza della REUR del paziente si colloca a una frequenza più acuta rispetto al picco di risonanza del valore REUR medio statistico mondiale, tanto più risulta plausibile desumere che il CUE abbia una lunghezza più ridotta della media.

- Se la REUR del paziente ha il picco di risonanza collocato ad una frequenza più grave rispetto al picco di risonanza della REUR di media mondiale, allora è possibile dedurre che il CUE è più lungo rispetto alla media.
- Se il picco della REUR del paziente ha un livello di pressione sonora superiore ai 17 dB del picco della REUR mondiale, allora il CUE è di diametro più piccolo rispetto alla media.
- Se il picco della REUR del paziente ha un livello di pressione sonora inferiore ai 17 dB del picco della REUR mondiale, allora il CUE è di diametro più grande rispetto alla media.

A questi dati oggettivi inerenti alla REUR, sono stati incrociati i dati soggettivi ottenuti tramite le impressioni soggettive, riportate durante l'ispezione otoscopica, in modo da avere un confronto su come interagiscono i dati.

- I dati soggettivi inerenti alla sensazione di Occlusione e Ampclusione sono stati raccolti in 2 tabelle di contingenze diverse, con la scissione tra i 2 sessi nelle quali è stata eseguita la somma del numero di risposte.
- I dati oggettivi della Rear ottenuta su Otosuite nel range di frequenze da 125 Hz a 1000 Hz, sono stati analizzati per ogni paziente e create delle cartelle dove sono stati clusterizzati in base al sesso.

3.5 STRUMENTI DI VALUTAZIONE

- I pazienti sottoposti a esame audiometrico da più di un anno, rispetto alla data del test, sono stati sottoposti nuovamente a tutta la batteria di esami Audioprotesici tra cui: audiometria tonale e vocale in cuffia, audiometria tonale per via ossea e soglia del fastidio.
- Il software utilizzato per il fitting dell'Active Vent è stato il Phonak target 7.3.1 e la piattaforma per le misurazioni Rem è stata Otosuite;
- Per eseguire tutte le misurazioni in situ è stato adoperato il sistema Rem "Aurical freefit";
- I questionari per l'autovalutazione del paziente ideati insieme al relatore della tesi, ricavati in REOR, per l'analisi dell'occlusione e in REAR analizzando l'Amplusione, sono stati creati tramite una tabella da un file Word;

QUESTIONARI SOTTOPOSTI AI PAZIENTI

1) QUESTIONARIO PER OCCLUSIONE (CON ACTIVE VENT OPEN)

| VALUTAZIONE SOGGETTIVA DELL'OCCLUSIONE (OPEN) | | | | | |
|---|----------------|---------------------|----------------------------------|--------------------------------|--|
| | INSOPPORTABILE | MOLTO FASTIDIOSO | FASTIDIOSO MA SOPPORTABILE | PRESENTE MA SOPPORTABILE | ASSENTE E PROPRIA VOCE NATURALE |
| A | | | | | |
| E | | | | | |
| I | | | | | |
| O | | | | | |
| U | | | | | |
| PROPRIA VOCE | | | | | |
| | | | | | |

Figura n. 3.

2) QUESTIONARIO PER OCCLUSIONE (CON ACTIVE VENT CLOSED)

| VALUTAZIONE SOGGETTIVA DELL'OCCLUSIONE (CLOSED) | | | | | |
|--|----------------|---------------------|----------------------------------|--------------------------------|--|
| | INSOPPORTABILE | MOLTO FASTIDIOSO | FASTIDIOSO MA SOPPORTABILE | PRESENTE MA SOPPORTABILE | ASSENTE E PROPRIA VOCE NATURALE |
| A | | | | | |
| E | | | | | |
| I | | | | | |
| O | | | | | |
| U | | | | | |
| PROPRIA VOCE | | | | | |
| | | | | | |

Figura n. 4.

3) QUESTIONARIO PER AMPCLUSIONE (CON ACTIVE VENT OPEN)

| VALUTAZIONE SOGGETTIVA DELL'AMPCLUSIONE (OPEN) | | | | | |
|---|-----------------------|-----------------------------|---|---|--|
| | INSOPPORTABILE | MOLTO FASTIDIOSO | FASTIDIOSO MA SOPPORTABILE | PRESENTE MA SOPPORTABILE | ASSENTE E PROPRIA VOCE NATURALE |
| A | | | | | |
| E | | | | | |
| I | | | | | |
| O | | | | | |
| U | | | | | |
| PROPRIA VOCE | | | | | |
| | | | | | |

Figura n. 5.

4) QUESTIONARIO PER AMPCLUSIONE (CON ACTIVE VENT CLOSED)

| VALUTAZIONE SOGGETTIVA DELL'AMPCLUSIONE (CLOSED) | | | | | |
|---|----------------|---------------------|----------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|
| | INSOPPORTABILE | MOLTO FASTIDIOSO | FASTIDIOSO MA SOPPORTABILE | PRESENTE MA SOPPORTABILE | ASSENTE E PROPRIA VOCE NATURALE |
| A | | | | | |
| E | | | | | |
| I | | | | | |
| O | | | | | |
| U | | | | | |
| PROPRIA VOCE | | | | | |
| | | | | | |

Figura n. 6.

DOMANDE DEL QUESTIONARIO SOMMINISTRATO AL PAZIENTE

- DOMANDE INDAGINE EFFETTO OCCLUSIONE CON APPARECCHI ACUSTICI SPENTI:

- 1) “Adesso nonostante gli apparecchi acustici siano spenti e l’auricolare con ricevitore Active Vent inserito nel condotto uditivo, deve pronunciare per 5 secondi le 5 vocali A, E, I, O, U in modo consecutivo. Inoltre dopo la pronuncia delle vocali, instauriamo un dialogo di 30 secondi.”
- 2) “Partiremo con la modalità open. Dopo aver pronunciato le vocali mi deve riferire se ha percepito la sua voce rimbombante: in modo insopportabile, molto fastidioso, fastidioso ma sopportabile, presente ma sopportabile o assente percependo la sua voce naturale. Lo stesso vale per la percezione che ha avuto con il dialogo che abbiamo instaurato.”
- 3) “Ora faremo i medesimi passaggi ma con la modalità Active vent closed. Sentirà il suono di un click che ci conferma che siamo passati in posizione closed. Mi deve ripetere quindi, se con quest’altro standard, ha percepito la sua voce rimbombante: in modo insopportabile, molto fastidioso, fastidioso ma sopportabile, presente ma sopportabile o assente percependo la sua voce naturale. Lo stesso vale per la percezione che ha avuto con il dialogo che abbiamo instaurato”.

- DOMANDE INDAGINE EFFETTO AMPCLUSIONE CON APPARECCHI ACUSTICI ACCESI:

- 4) “Ora con gli apparecchi acustici accesi e l’auricolare con il ricevitore Active Vent inserito, deve pronunciare per 5 secondi le 5 vocali A, E, I, O, U in modo consecutivo”. Dopodiché instauriamo un dialogo della durata di 30 secondi.”
- 5) “Partiamo dalla modalità open. Subito dopo che ha ripetuto le vocali, mi deve dire se ha percepito la sua voce rimbombante: in modo insopportabile, molto fastidioso, fastidioso ma sopportabile, presente ma sopportabile o assente percependo la sua voce naturale. Lo stesso vale per la percezione che ha avuto con il dialogo che abbiamo instaurato.” Queste indagini fatte con lo standard open le eseguiamo senza creare rumore di fondo cocktail party tramite gli altoparlanti in campo libero.”
- 6) “Adesso faremo i medesimi passaggi ma con la modalità Active Vent closed. Mi deve ripetere quindi, se con quest’altro standard, percepisce la sua voce rimbombante: in modo insopportabile, molto fastidioso, fastidioso ma sopportabile, presente ma sopportabile o assente percependo la sua voce naturale. Lo stesso vale per la percezione che ha avuto con il dialogo che abbiamo instaurato. Questa indagine sull’Amplusione con lo standard closed, la eseguiamo creando un rumore di fondo cocktail party di 65 dB SPL tramite gli altoparlanti in campo libero.”

3.6. ITER DI VALUTAZIONE

Tutti i pazienti coinvolti sono pazienti già portatori di apparecchi acustici di tipo Rite.

La base di partenza per le valutazioni comparative tra pazienti, è stata dalle analisi dei dati raccolti di come la risonanza naturale nella REUR si modifica con l'apparecchio acustico spento e Active Vent inserito nel CUE in modalità open e closed, nella misurazione REOR.

Questa è stata la modalità nella quale sono stati ottenuti i dati più numerosi, in quanto è stato possibile proporlo a più pazienti grazie a un criterio d'inclusione meno stringente.

Tutti i condotti uditivi sono stati suddivisi in:

- sesso maschile e femminile;
- condotti udivi di destra e di sinistra;
- in quanti condotti vi era correlazione tra la valutazione otoscopica soggettiva e la specifica misura REUR rilevata, confrontata con il valore statistico medio REUR già presente in Phonak Target 7.3.1, per stabilirne la dimensione;
- a coloro in cui non è stata evidenziata una modifica della risonanza naturale ricavata in REUR durante la misurazione REOR con l'Active Vent aperto, validando in questo modo l'efficacia della modalità open a comportarsi effettivamente come un'applicazione open. Si evince infatti dall'articolo scritto da Francesco Gazia, Bruno Galletti, Daniele Portelli, Giuseppe Alberti, Francesco Freni, Rocco Bruno, Francesco Galletti nel 2020, intitolato "Real Ear Measurement (REM) and auditory performances with open, tulip and double closed dome in patients using hearing aids", che un'applicazione in quanto Open nella REOR, non deve alterare la risonanza del CUE ricavata nella REUR;

- in coloro che durante la REOR con l'Active Vent open, è stato evidenziato un abbassamento della frequenza di risonanza rilevata nel CUE;
- in coloro che durante la REOR con l'Active Vent closed, è stato evidenziato un abbassamento della frequenza di risonanza senza evidenziare un abbassamento a valori negativi e in questo caso dimostrando che l'Active Vent closed si comporta come un'applicazione closed. Inoltre dall'articolo citato precedentemente, si evince che un'applicazione closed, durante la REOR deve portare ad una riduzione notevole della risonanza del condotto uditivo, dove in certi casi puo' abbassare la risonanza a valori negativi sotto lo zero;
- coloro che durante la REOR con l'Active vent closed, hanno riduzione della risonanza scesa a valori negativi, validando sempre come dimostrato in letteratura scientifica, che si comporta come un'applicazione closed;

L'iter di valutazione è proseguito con l'indagine inerente al fenomeno dell'Occlusione su pazienti, con configurazione audiometrica caratterizzata dal calo sulle frequenze acute e con le frequenze gravi conservate a morfologia Ski Slope.

Al paziente è stato chiesto di ripetere le 5 vocali (A, E, I, O, U) e di dialogare, con gli apparecchi acustici spenti e l'Active vent inserito nel condotto uditivo prima nello standard open e poi closed.

Sono stati suddivisi in:

- Coloro che per tutte le 5 vocali e dialogando, non hanno sperimentato occlusione e percepivano la loro voce in modo naturale sia con l'Active vent open sia con l'Active vent closed;
- Coloro che per tutte le 5 vocali e dialogando, rilevavano la presenza di occlusione ma per loro era sopportabile, sia con l'Active vent open sia closed;
- Coloro che per tutte le 5 vocali e dialogando, percepivano un'occlusione fastidiosa ma ancora sopportabile, prima con l'Active vent open e poi closed;

- Coloro che per tutte le 5 vocali e dialogando, hanno avuto un'occlusione molto fastidiosa sia con l'Active vent open sia closed;
- Coloro che per tutte le 5 vocali e dialogando, hanno manifestato la presenza di un'occlusione insopportabile prima con l'Active vent open e poi closed;

L'iter è proseguito con l'esecuzione della misura REAR nel programma (situazione Quiete, con Active Vent Open) e con il programma (Parlato nel Rumore Elevato, con Active Vent Closed). In questa fase è stata avvicinata il più possibile l'amplificazione registrata dal Probe in prossimità della membrana timpanica, per le 3 curve di guadagno (G50, G65 e G80), in corrispondenza delle curve della formula prescrittiva Nal-N2.

A questo punto sono state analizzate su ogni paziente, le curve di amplificazione previste dalla formula prescrittiva in condizione di standard Active Vent Open e Active Vent Closed, (per le frequenze dai 125 Hz fino ai 1000 Hz), osservando le curve target presenti su Otosuite.

Questo range frequenziale è stato preso come riferimento perché corrisponde al range dove il fenomeno dell'Ampclusione può manifestarsi e in modo particolare come nel caso dei pazienti analizzati in questo studio.

I Pazienti sono stati suddivisi in:

- Sesso maschile e femminile;
- In coloro che nel range frequenziale dai 125 ai 1000 Hz, dopo aver completato la taratura REAR con una sovrapposizione il più possibile alle curve Target prescritte da Nal-N2, avevano un'amplificazione superiore al segnale d'ingresso generata dallo speaker, nonostante la soglia uditiva fosse conservata;
- In coloro che nel range frequenziale dai 125 ai 1000 Hz, dopo aver completato la taratura REAR, avevano un'amplificazione pari a zero, ovvero il segnale d'ingresso emanato dallo Speaker non veniva amplificato all'interno del CUE;

- In coloro che nel range frequenziale dai 125 ai 1000 Hz, dopo aver completato la taratura REAR, avevano una sotto amplificazione del segnale d' ingresso emanato dallo Speaker, ovvero il segnale arrivava attenuato all'interno del CUE.

Infine l'iter di valutazione è proseguito con la raccolta dei dati soggettivi di autovalutazione dei pazienti, i quali riferivano se percepivano la sensazione di Ampclusione per ognuna delle 5 vocali (A, E, I, O, U) pronunciate per 5 secondi e la propria voce dialogando con l'Active vent open e poi closed insieme a rumore di fondo di tipo cocktail party a 65 dB. Questi dati soggettivi sono stati incrociati con i dati oggettivi ottenuti durante le misure Rem.

Tramite il questionario appositamente ideato, il totale dei pazienti è stato suddiviso in:

- Coloro che per tutte le 5 vocali e dialogando, non hanno riscontrato il fenomeno di Ampclusione e che hanno riferito di percepire la propria voce naturale sia con l'Active vent open sia con l'Active vent closed;
- Coloro che per tutte le 5 vocali e dialogando, hanno manifestato la presenza di Ampclusione ritenuta sopportabile, sia con l'Active vent open sia closed;
- Coloro che per tutte le 5 vocali e dialogando, percepivano un'Ampclusione fastidiosa ma ancora sopportabile, prima con l'Active open e poi closed;
- Coloro che per tutte le 5 vocali e dialogando, hanno percepito il fenomeno di Ampclusione e ritenuto come molto fastidiosa;
- Coloro che per tutte le 5 vocali e dialogando, hanno manifestato la presenza di un'Ampclusione ritenuta insopportabile;

4. RISULTATI E DISCUSSIONE

Sono stati valutati idonei a seguito della valutazione delle caratteristiche audiometriche e audiologiche, 16 pazienti dal database di pazienti del centro acustico.

Di questi, 4 persone hanno rifiutato di partecipare alla ricerca per evitare l'esposizione al rischio di contagiarsi con il virus SARS-CoV-2, altri 3 hanno concesso la propria disponibilità oltre la scadenza prevista per la raccolta dati, 2 si sono trasferiti fuori regione e hanno rifiutato per problemi logistici.

Il campione finale risulta quindi di soli 7 pazienti ai quali è stato tuttavia possibile somministrare tutto l'iter di valutazione. (Gruppo 1)

- **ANALISI DELLA PTA MEDIA ORECCHIO DESTRO E SINISTRO DEI 7 PAZIENTI:**

- La PTA media per le frequenze di: 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz e 4000 Hz per l'orecchio destro è stata di: 43,75 dB HL.

(Vedi figura n. 7)

- La PTA media per le frequenze di 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz e 4000 Hz per l'orecchio sinistro è stata di: 47,50 dB HL.

(Vedi figura n. 7)

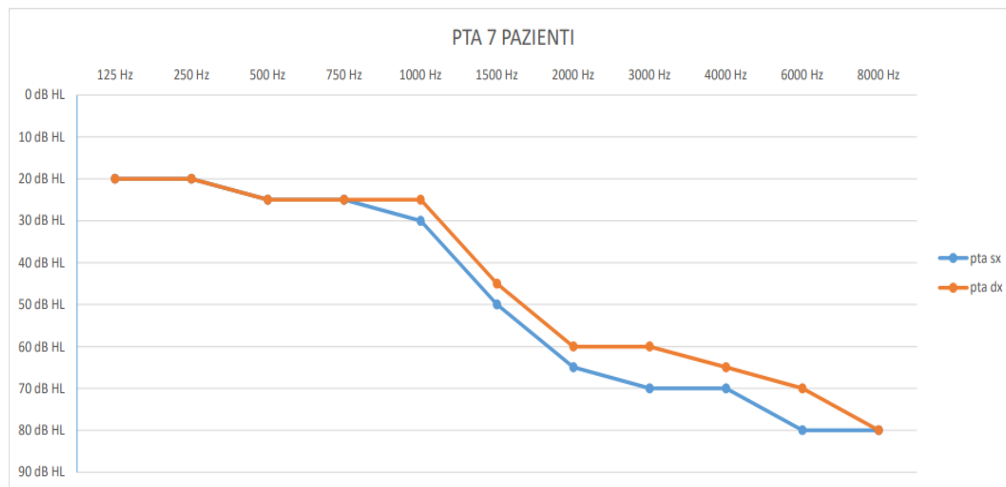


Figura n. 7.

Per ampliare il database è stata creata un'altra sottoclasse di 8 pazienti totali, non aventi le caratteristiche audiometriche ed audiologiche dell'altro gruppo. (Gruppo 2)

In questa sottoclasse sono stati analizzati però esclusivamente la REUR in rapporto con la REOR nello standard Active Vent Open e Active Vent Closed. Così facendo per l'analisi REOR sono stati analizzati 15 pazienti e di conseguenza 30 condotti uditivi diversi.

L'età media dei pazienti maschi considerando sia il gruppo 1 e il gruppo 2 è risultata di 66 anni, mentre per le pazienti femmine è risultata di 58 anni.

ANALISI DELLE REUR DEI 15 PAZIENTI

- **RISULTATI DELL' EFFICACIA DEL METODO UTILIZZATO PER STABILIRE LA GRANDEZZA DEI CUE:**

RISULTATI CORRISPONDENZA TRA MISURA OGGETTIVA RICAVATA IN REUR E VALUTAZIONE SOGGETTIVA OTOSCOPICA

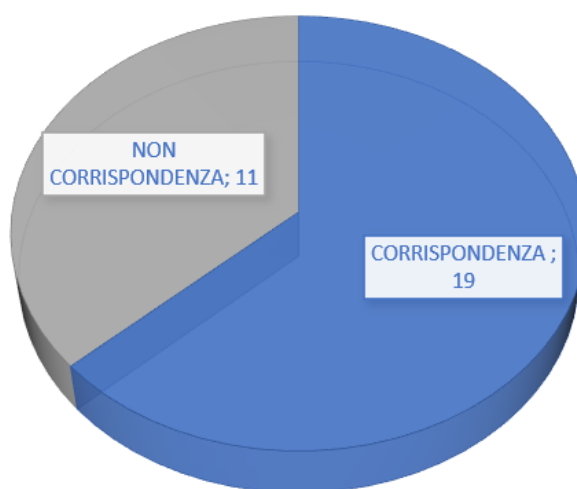


Figura n. 8.

Da questa prima analisi è emerso che su 30 condotti uditivi, in 19 la valutazione soggettiva inerente all'ispezione otoscopica rispecchia la valutazione oggettiva utilizzata per stabilire se il CUE ha un diametro e una lunghezza inferiore o maggiore, rispetto alla grandezza media di cui tiene conto il Software Phonak Target 7.3.1. (Vedi Figura n.8.)

Infatti il software Phonak Target 7.3.1 utilizzato in questa ricerca, propone di default per il fitting degli apparecchi acustici un valore statistico REUR di media mondiale con il picco maggiore a 2650 Hz e con un'intensità di 17 dB SPL.

Il metodo oggettivo ideato per la valutazione del diametro e della lunghezza dei CUE si basa sulla fisica acustica. Comportandosi fisicamente come un tubo, il CUE umano avrà uno specifico picco sonoro e frequenziale di risonanza in determinata in base alle sue dimensioni. Disponendo come riferimento la REUR del valore di media universale impiegata di default da Phonak Target 7.3.1 (vedi figura n. 9, linea tratteggiata rossa e blu), se la REUR misurata per il paziente ha un valore di picco sonoro inferiore ai 17 dB SPL è possibile dedurre che il CUE sia di diametro più grande della media e viceversa con un picco sonoro superiore ai 17 dB è possibile dedurre che il CUE sia di diametro più piccolo della media.

Per quanto riguarda il valore frequenziale in cui si colloca il picco sonoro della REUR, è possibile dedurre che se si colloca ad una frequenza inferiore dei 2650 Hz il CUE è più lungo della media. Viceversa se il picco sonoro della REUR si colloca ad una frequenza superiore ai 2650 Hz, il CUE è più corto della media. Questo è evidente analizzando soprattutto i condotti uditivi pediatrici, in base a quanto riportato dallo studio condotto nel 1990, da J.H Dempster e K. Mackenzie, intitolato "The resonance frequency of the external auditory canal in children". Sono state analizzate le risonanze di 250 bambini di un'età compresa tra i 3 e i 12 anni e J.H Dempster e K. Mackenzie hanno dedotto quindi che il picco di risonanza dei pazienti pediatrici, tende a spostarsi dalle frequenze più acute (massimo picco nelle frequenze acute raggiunto a 3763 Hz nei primi anni di vita) verso le frequenze inferiori tipiche del paziente adulto, entro i 7 anni di vita.

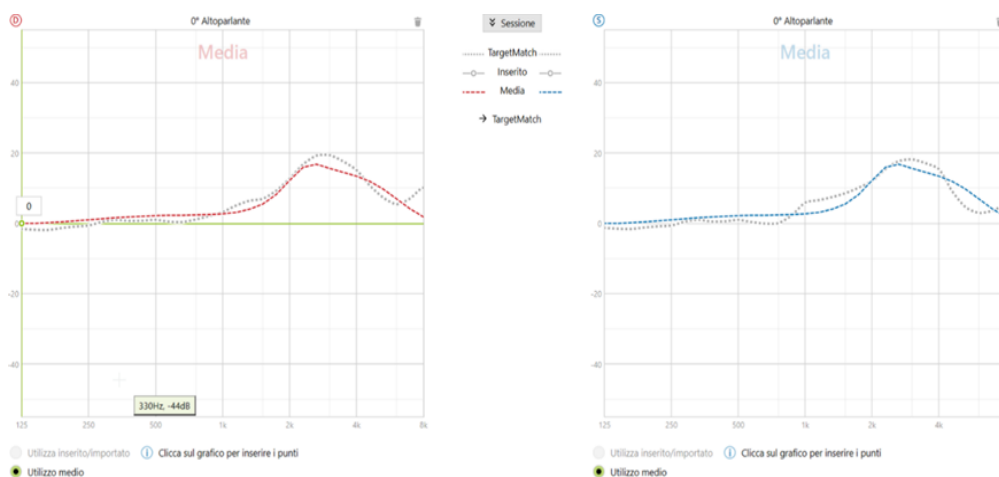


Figura n. 9.

In base a quanto dedotto prima, nella figura n. 9. è messa in evidenza la REUR media di popolazione già presente in Phonak Target 7.3.1 (linea tratteggiata in rosso per la REUR media dell'orecchio destro e linea tratteggiata in blu per la REUR media dell'orecchio sinistro) con la linea tratteggiata in grigio riferita alla REUR specifica di questo paziente.

In questo caso si tratta di un paziente adulto maschio e dalla valutazione otoscopica soggettiva è stato rilevato che i due condotti uditivi avessero una lunghezza simile alla media di popolazione e un diametro leggermente più ristretto rispetto alla Media.

Analizzando le REUR dei 2 condotti uditivi si è potuta dedurre che la valutazione soggettiva otoscopica combaciava correttamente con la misura oggettiva. Infatti per entrambi i CUE il picco maggiore della REUR si posizionava al di sopra dei 17 dB delle 2 linee tratteggiate rosso e blu, indicando che i condotti sono di diametro inferiore rispetto alla media per una minore dispersione di suono all'interno del CUE. I picchi della REUR trovandosi in un range frequenziale vicino ai 2650 Hz hanno dimostrato che come si prevedeva dalla valutazione otoscopica, la lunghezza è comparabile alla media di popolazione.

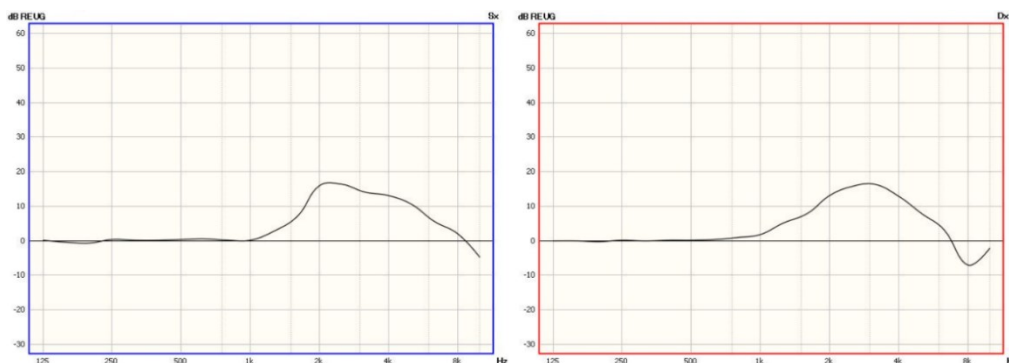


Figura n. 10.

In questo caso nella figura n. 10 sono analizzate le REUR di un altro paziente adulto maschio (riquadro esterno blu orecchio di sinistra e riquadro esterno rosso orecchio di destra).

In questo caso nella valutazione soggettiva otoscopica si è osservata una differenza tra i 2 stessi condotti uditivi, in modo particolare sulla loro lunghezza. Il lato sinistro risultava essere più lungo del lato destro, mentre i loro diametri erano sostanzialmente simili.

Confrontando poi i dati oggettivi ricavati in REUR è stato possibile desumere che il CUE del lato sinistro è contraddistinto da una lunghezza più lunga rispetto alla media di popolazione. Il CUE del lato destro è risultato essere di una lunghezza simile alla media di popolazione e di conseguenza più corto dell'orecchio di sinistra. Per quanto riguarda il diametro dei CUE le valutazioni soggettive ed oggettive coincidevano. Infatti il picco di risonanza maggiore delle REUR di destra e di sinistra si trova a circa 17 dB, come nel caso della REUR media di popolazione.

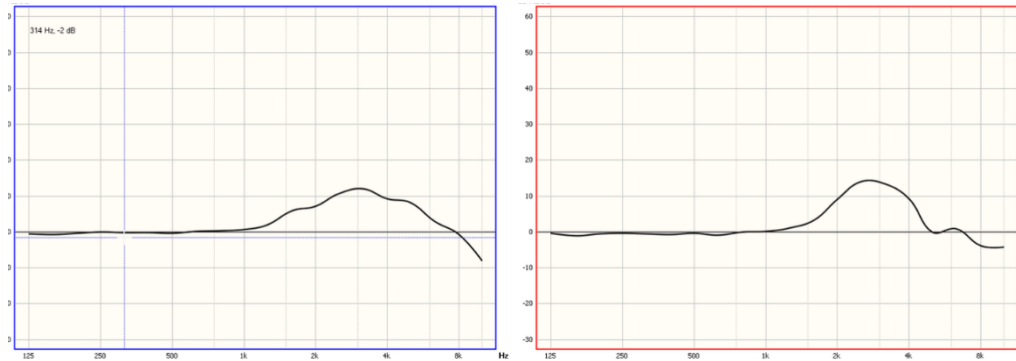


Figura n. 11.

In figura n. 11 invece, questa volta è rappresentata la REUR di una paziente adulta femmina.

Dalla valutazione soggettiva otoscopica è stato evidenziato che entrambi i condotti uditivi erano di lunghezza somigliante tra loro e di una lunghezza simile a quella di media di popolazione. Tra i due CUE però quello del lato sinistro risultava più grande di diametro del lato destro.

Incrociando i dati della valutazione soggettiva con quelli della valutazione oggettiva, è emerso che corrispondevano in modo analogo i dati inerenti alla dimensione e alla lunghezza del CUE.

Infatti nel CUE di sinistra è possibile osservare che il picco di risonanza maggiore è stato rilevato a 12 dB SPL, dimostrando quindi in primis che si tratta di un CUE di diametro più grande della media di popolazione e più grande del CUE di destra avente un picco di risonanza maggiore evidenziato a 15 dB SPL.

ANALISI DELLE REOR NEI 15 PAZIENTI NELLO STANDARD ACTIVE VENT OPEN E CLOSED

In questa seconda fase della ricerca è stato analizzato come il Receiver Active Vent in entrambe le modalità d'impiego (Active Vent Open e Closed) si comportasse durante la misurazione REOR.

In questa analisi è stato possibile raccogliere il maggior numero di dati in quanto è stato possibile fare il test anche a pazienti non aventi le caratteristiche audiometriche ed audiologiche stabilite per i portatori del Receiver Active Vent, in quanto la misurazione è stata fatta ad apparecchi acustici spenti.

Sono stati analizzati in totale 15 pazienti di cui: 7 aventi tutti i requisiti per sottoporsi anche al restante iter della ricerca (classe n. 1) e altri 8 pazienti che non avevano tutti i requisiti necessari e che hanno potuto solo sottoporsi a questo test (classe n. 2).

Per questa fase della ricerca le 2 classi sono state unificate e suddivise in pazienti solo per sesso maschile e femminile e per orecchio destro e sinistro.

ANALISI DELLE REOR CON RECEIVER ACTIVE VENT OPEN:

Lo scopo è stato quello di analizzare su un campione di 30 condotti uditivi diversi e appartenenti a sessi diversi, se innanzi tutto il Receiver Active Vent nella condizione d'uso Open si adatta effettivamente a livello meccanico nel CUE come un'applicazione Open, senza alterare quindi la REUR specifica dei pazienti presi in esame.

Da questo studio è emerso che:

11 PAZIENTI MASCHI (22 condotti uditivi totali):

CUE DI DESTRA:

Su 11 CUE di destra maschili, l'Active Vent Open si è comportato da applicazione Closed su 10 CUE (abbassando la risonanza naturale dei CUE, ma senza portarla mai a valori negativi inferiori allo zero) e solo su 1 condotto si è comportato da applicazione Open, senza alterare la risonanza naturale; (vedi figura n. 12)

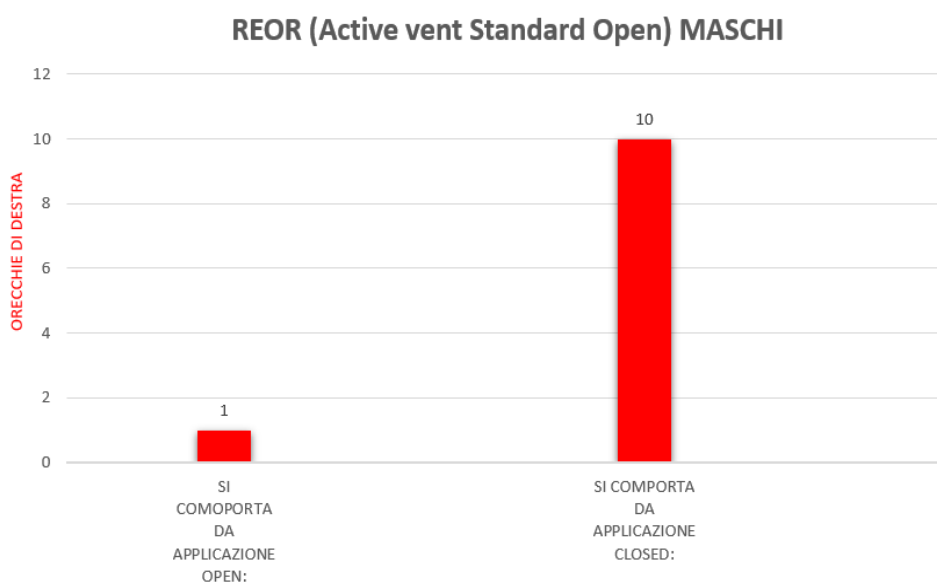


Figura n. 12.

CUE DI SINISTRA:

Su 11 condotti uditivi di sinistra maschili, l'Active Vent Open si è comportato da applicazione Closed su 10 CUE (abbassando la risonanza naturale dei CUE, ma senza portarla mai a valori negativi inferiori allo zero) e solo su 1 condotto si è comportato da applicazione Open, senza alterare la risonanza naturale; (Vedi figura n. 13)

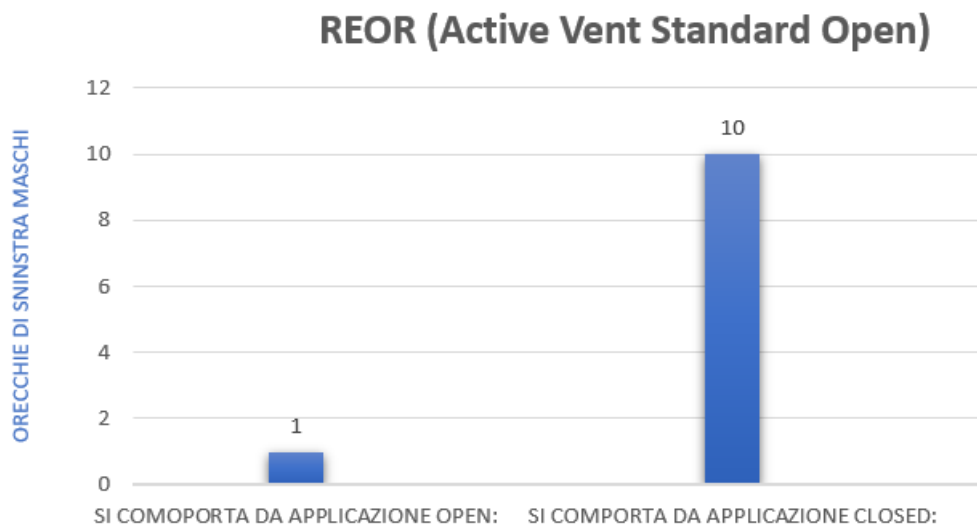


Figura n. 13.

RAPPRESENTAZIONE DI 2 REOR OTTENUTE DAL CAMPIONE DI PAZIENTI MASCHI RACCOLTI CON ACTIVE VENT OPEN CON RISULTATI DIVERSI:

- Active Vent open anziché comportarsi da applicazione Open, si comporta da applicazione closed: (vedi figura n. 14)

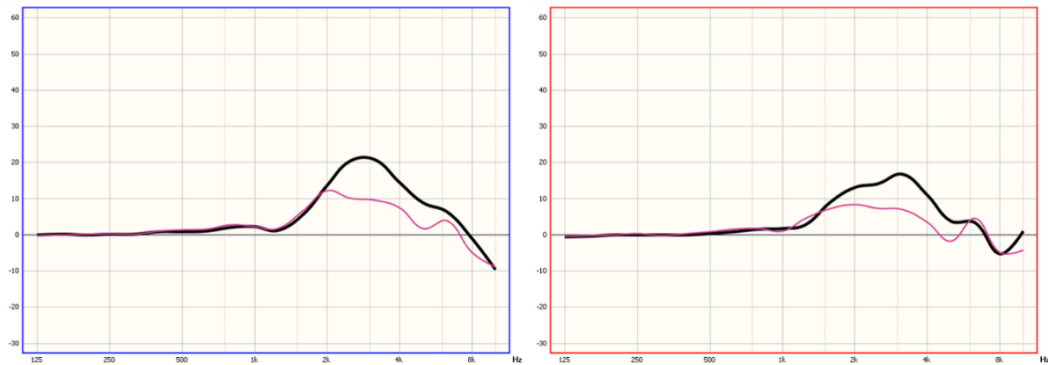


Figura n. 14.

- Active Vent Open si comporta da applicazione Open: (Vedi figura n. 15)

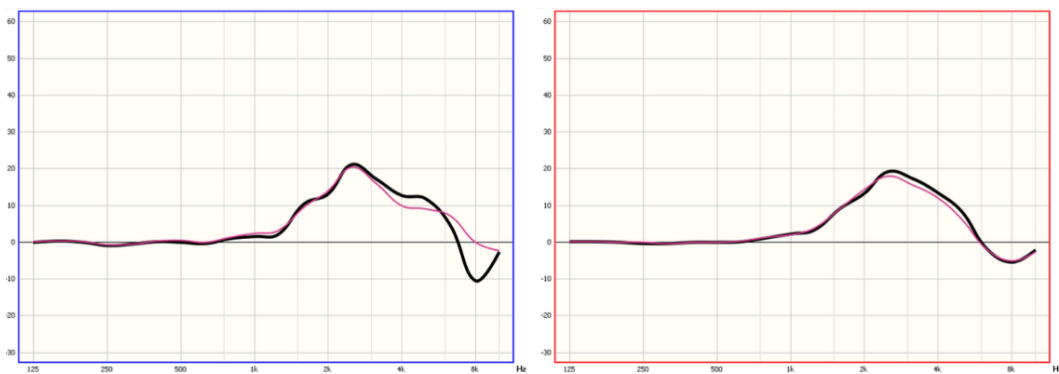


Figura n. 15

4 PAZIENTI FEMMINE (8 condotti uditivi totali):

CUE DI DESTRA:

- Su 4 condotti uditivi di destra femminili, l'Active Vent Open si è comportato da applicazione Closed su tutti e 4 i CUE (abbassando la risonanza naturale dei CUE, ma senza portarla mai a valori negativi inferiori allo zero); (Vedi figura n. 16)

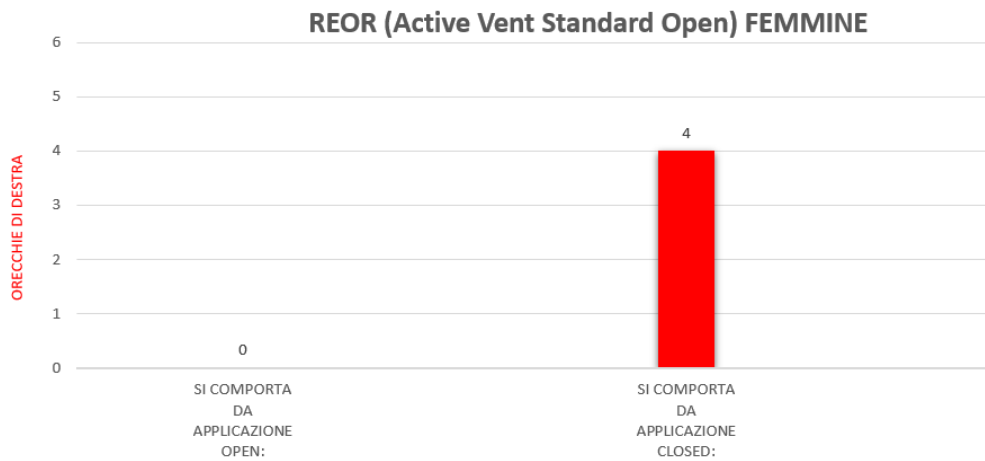


Figura n. 16

CUE DI SINISTRA:

- Su 4 condotti uditivi di sinistra femminili l'Active Vent Open si è comportato da applicazione Closed su tutti e 4 i CUE (abbassando la risonanza naturale dei CUE, ma senza portarla mai a valori negativi inferiori allo zero); (Vedi figura n. 17)

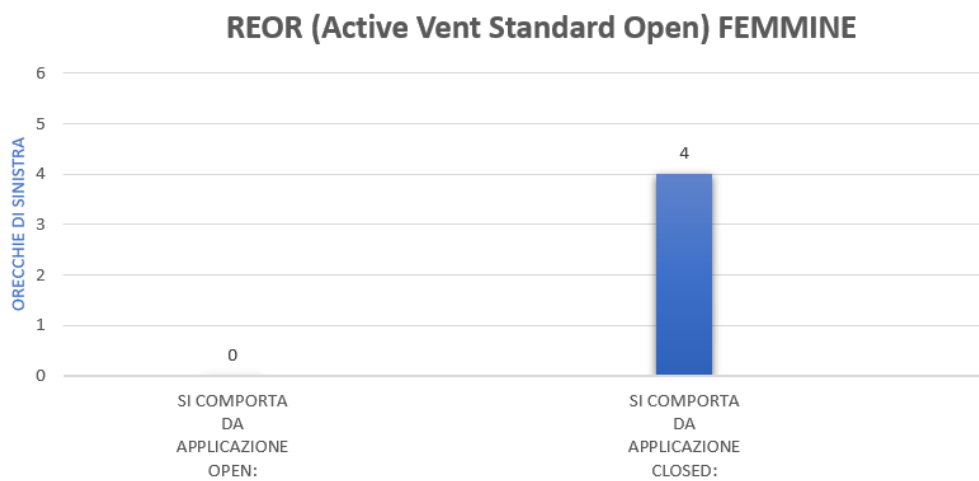


Figura n. 17.

RAPPRESENTAZIONE DI 2 REOR OTTENUTE DAL CAMPIONE DELLE PAZIENTI FEMMINE CON ACTIVE VENT OPEN: (Vedi figura n. 18)

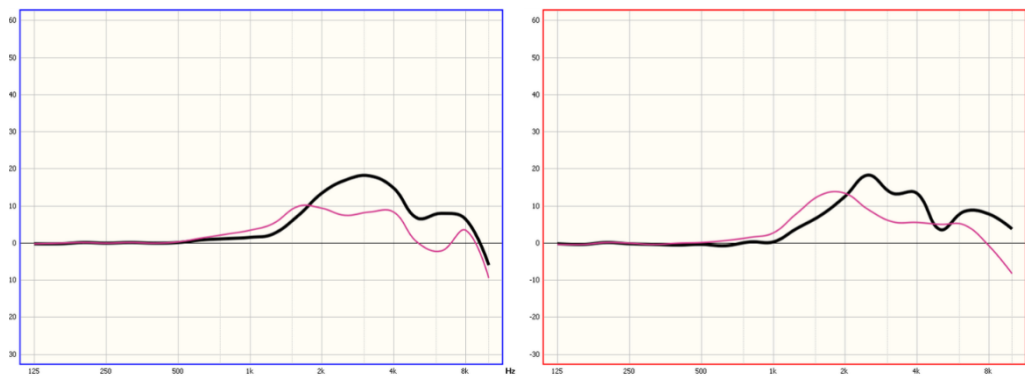


Figura n. 18.

ANALISI DELLE REOR CON RECEIVER ACTIVE VENT CLOSED:

Da questo studio è emerso che su 11 pazienti maschi (22 Condotti uditivi esterni totali):

CUE DI DESTRA:

- Su 11 condotti uditivi di destra maschili, l'Active Vent Closed si è comportato da applicazione Closed, senza portare però la naturale risonanza del condotto uditivo a valori negativi al di sotto dello zero su 7 CUE. Mentre nei restanti 4 condotti uditivi l'Active Vent Closed si è sempre comportato da applicazione closed, ma portando a valori negativi inferiori allo zero, la naturale risonanza dei CUE. (Vedi figura n. 19)

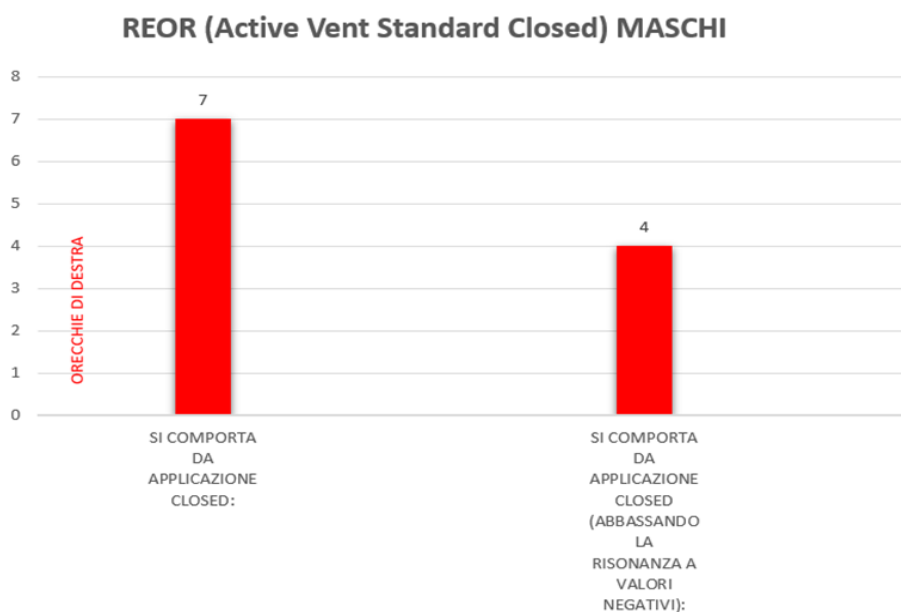


Figura n. 19.

CUE DI SINISTRA:

Su 11 condotti uditivi di sinistra maschili, l'Active Vent Closed si è comportato da applicazione Closed, senza portare però la naturale risonanza del condotto uditivo a valori negativi al di sotto dello zero su 6 CUE. Mentre nei restanti 5 condotti uditivi l'Active Vent Closed si è sempre comportato da applicazione closed, ma portando a valori negativi inferiori allo zero, la naturale risonanza dei CUE. (Vedi figura n. 20)

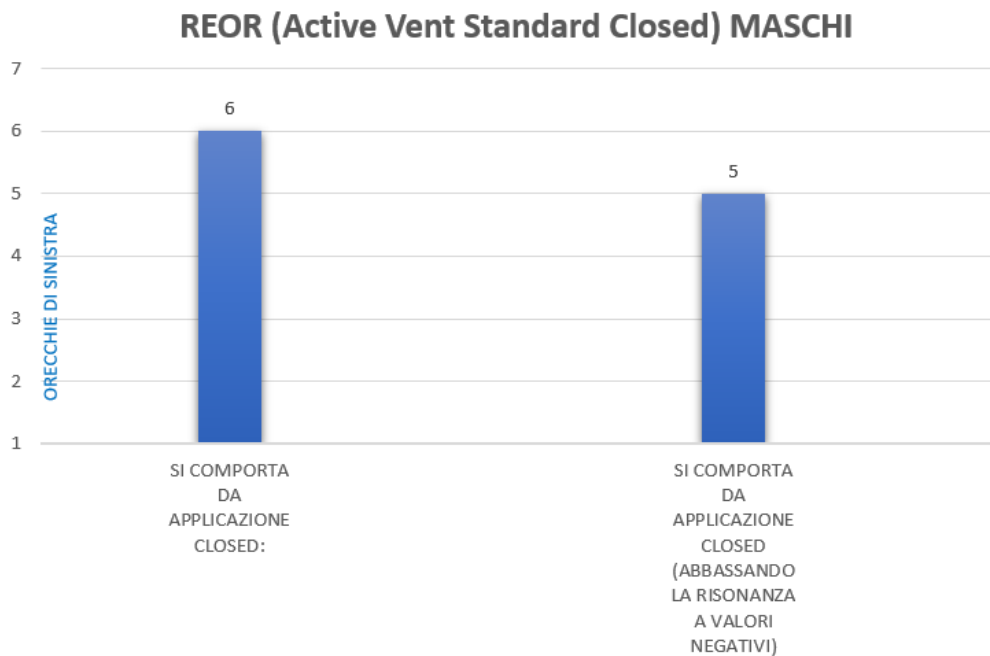


Figura n. 20.

RAPPRESENTAZIONE DI 2 REOR OTTENUTE DAL CAMPIONE DI PAZIENTI MASCHI RACCOLTI CON ACTIVE VENT CLOSED CON RISULTATI DIVERSI:

- REOR ottenuta con Active Vent Closed su un paziente maschio, ottenendo l'effetto di un'applicazione Closed ma che non scende a valori negativi al di sotto dello zero: (Vedi figura n. 21)

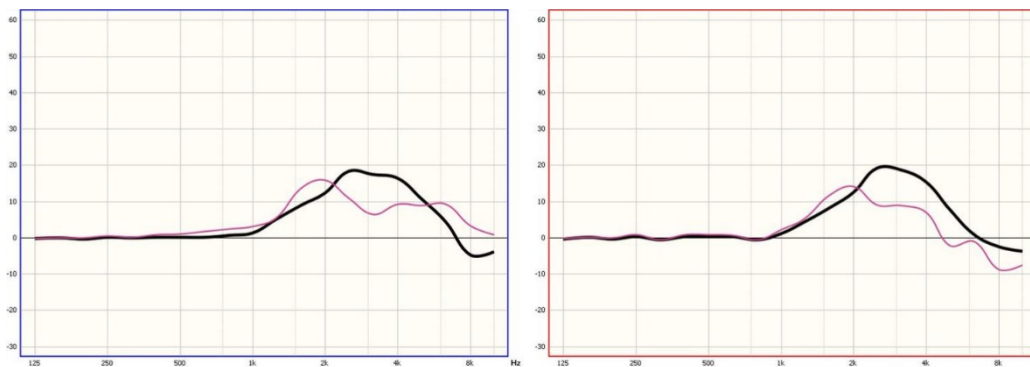


Figura n. 21.

- REOR ottenuta con Active Vent Closed su un paziente maschio, ottenendo l'effetto di un'applicazione Closed, facendo abbassare la risonanza naturale a valori negativi al di sotto dello zero: (vedi figura n. 22)

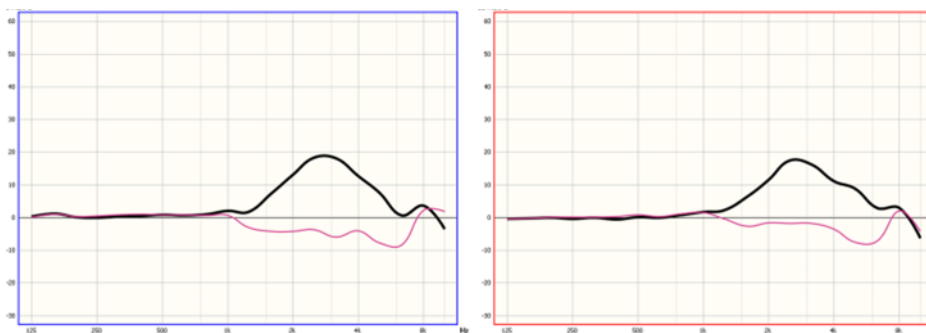


Figura n. 22.

4 PAZIENTI FEMMINE (8 condotti uditivi totali):

CUE DI DESTRA:

- Su 4 condotti uditivi di destra femminili, l'Active Vent Closed si è comportato da applicazione Closed (abbassando la risonanza naturale dei CUE, ma senza portarla mai a valori negativi inferiori allo zero su 1 condotto uditivo.

Mentre per i restanti CUE di destra l'Active Vent Closed si è sempre comportato da applicazione closed, ma in questo caso abbassando la risonanza naturale dei condotti uditivi a valori negativi inferiori allo zero. (Vedi figura n. 23)

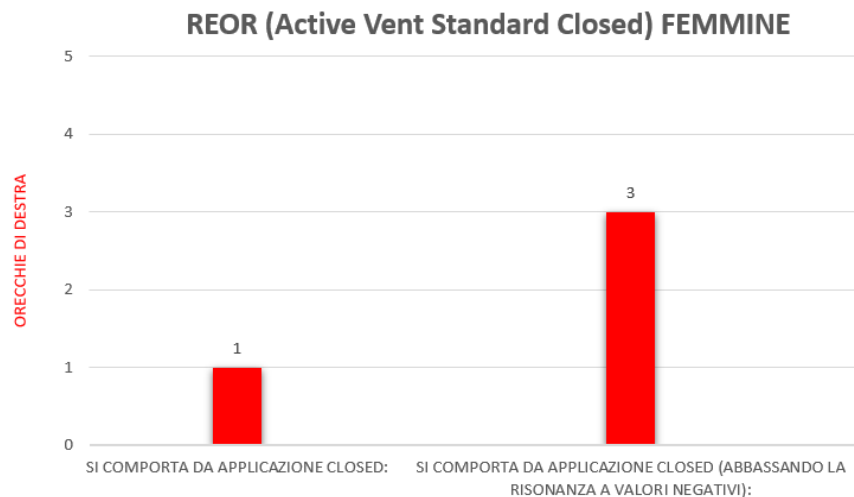


Figura n. 23.

CUE DI SINISTRA:

- Su 4 condotti uditivi di sinistra femminili, l'Active Vent Closed si è comportato da applicazione Closed (abbassando la risonanza naturale dei CUE, ma senza portarla mai a valori negativi inferiori allo zero su 1 condotto uditivo.

Mentre per i restanti 3 CUE di destra l'Active Vent Closed si è sempre comportato da applicazione closed, ma in questo caso abbassando la risonanza naturale dei condotti uditivi a valori negativi inferiori allo zero. (Vedi figura n. 24)

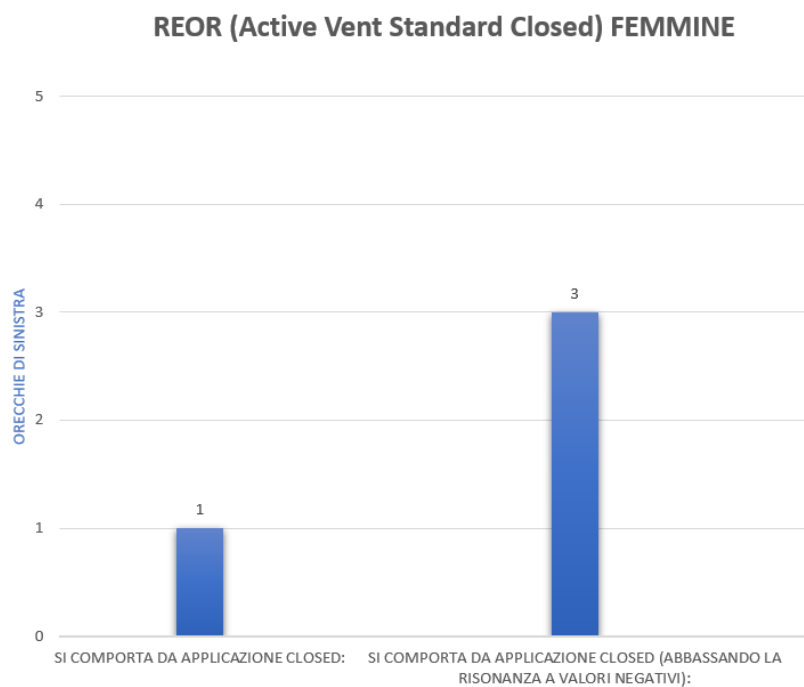


Figura n. 24.

RAPPRESENTAZIONE DI 2 REOR OTTENUTE DAL CAMPIONE DI PAZIENTI FEMMINE RACCOLTI CON ACTIVE VENT CLOSED CON RISULTATI DIVERSI:

- REOR ottenute con Active Vent Closed su una paziente femmina, ottenendo l'effetto di un'applicazione Closed ma che non scende a valori negativi al di sotto dello zero: (Vedi figura n. 25)

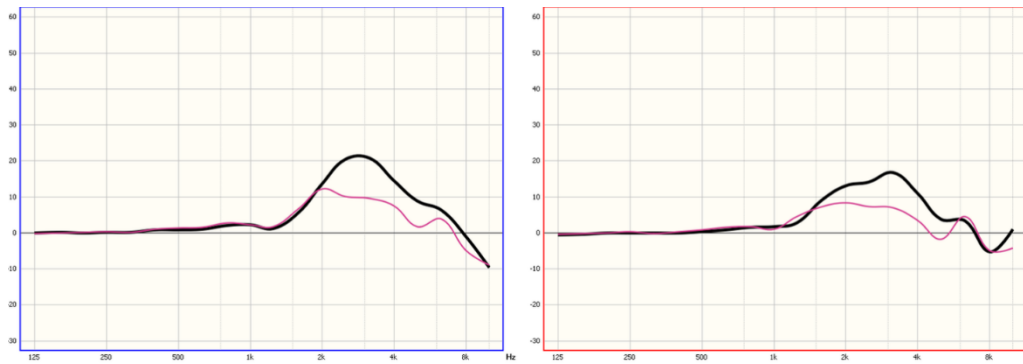


Figura n. 25.

- REOR ottenute con Active Vent Closed su una paziente femmina, ottenendo l'effetto di un'applicazione Closed, facendo abbassare la risonanza naturale a valori negativi al di sotto dello zero: (Vedi figura n. 26)

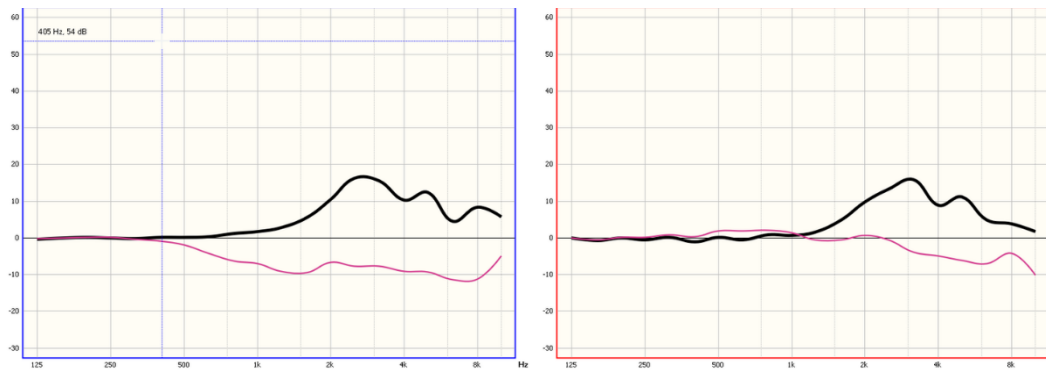


Figura n. 26.

ANALISI DELLE RISPOSTE DATE DAI 7 PAZIENTI APPARTENENTI AL GRUPPO DI STUDIO 1, AL QUESTIONARIO SOGGETTIVO INERENTE AL FENOMENO DELL'OCCLUSIONE

Dopo l'analisi su 30 CUE del comportamento a livello fisico-meccanico, del Receiver Active Vent nella modalità Open e Closed tramite la REOR sia nel gruppo 1 sia nel gruppo 2 di pazienti, la ricerca è proseguita con la somministrazione del questionario soggettivo ideato per l'autovalutazione del fenomeno dell'Occlusione.

Questo questionario è stato però sottoposto solo ai pazienti del gruppo 1, poiché categoria di pazienti in possesso di tutte le caratteristiche audiologiche e audiometriche di inclusione per analizzare il fenomeno dell'Occlusione.

È stato ottenuto così un Totale di 7 pazienti inclusi, di cui 6 maschi e 1 femmina. In questo caso per le risposte soggettive inerenti al fenomeno dell'Occlusione sono state divise per sesso tra pazienti maschi e la singola paziente femmina.

- Prima è stato somministrato il questionario con successiva analisi delle risposte dei pazienti con Active Vent Open, senza rumore di fondo tipo Cocktail Party in campo libero, in quanto in questo caso viene analizzato l'effetto Occlusione con gli apparecchi acustici inseriti e spenti.
- Successivamente è stato somministrato il questionario analizzando le risposte dei pazienti con Active Vent Closed, facendo stare i pazienti nello studio del centro acustico senza emettere nessun rumore di fondo Cocktail Party, come nel caso dell'analisi del fenomeno dell'Occlusione con il Receiver Active Vent open.

ANALISI RISPOSTE AL QUESTIONARIO SOGGETTIVO PER L'OCCLUSIONE CON IL RECEIVER ACTIVE VENT OPEN NEI PAZIENTI MASCHI:

In questa analisi, dopo aver applicato il Receiver Active Vent in modalità Open ai pazienti, sono state fatte pronunciare al paziente, per 5 secondi le 5 vocali (A, E, I, O, U).

La scelta ha preso ispirazione dallo studio condotto nel 2005, intitolato: "Vent Configurations on subjective and objective occlusion effect", di Francis Kuk, Denise Keenan e Chi-Chuen Laun, nel quale è stato analizzato l'effetto Occlusione su 9 persone con un esame audiometrico con le frequenze acute compromesse, con apparecchi acustici endoauricolari di tipologia CIC. È stato osservato che al variare della ventilazione, dalla più occlusiva, fino a ventilazioni più aperte, facendo ripetere al paziente come vocalizzo la vocale "i", si andava sempre di più a ridurre l'effetto Occlusione.

La scelta delle 5 vocali come vocalizzi inoltre si basa sul concetto delle formanti. Infatti un suono vocalico può essere caratterizzato acusticamente come un insieme di formanti.

La prima formate (abbreviata F1) è direttamente proporzionale al grado di apertura della cavità orale: una bassa F1 indica una vocale chiusa, mentre una elevata F1 indica una vocale aperta. (figura n. 27)

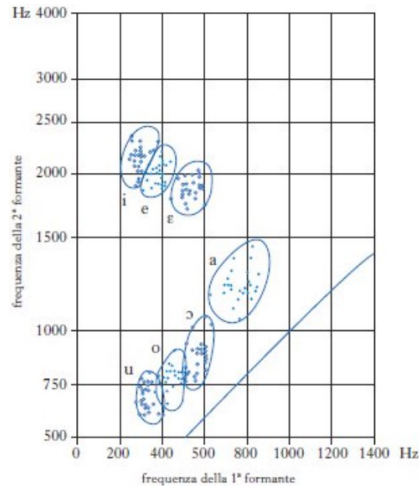


Figura n. 27.

(Audiologia protesica II edizione, Umberto Ambrosetti, Federica Di Berardino, Luca Del Bo, Minerva Medica, 2018)

Osservando che le F1 corrispondenti alle 5 vocali (A,E,I,O,U) si distribuiscono in un range frequenziale inferiore ai 1000 Hz, sono state valutate come idonee per analizzare l'effetto Occlusione e successivamente ad apparecchi acustici accesi per l'effetto Ampclusione, con il Receiver Active Vent in pazienti con una soglia uditiva conservata fino ai 1000 Hz.

È emerso che su 6 pazienti maschi totali:

- su 1 di loro il fenomeno dell'Occlusione è stato assente e la propria voce era naturale e questo paziente è stato l'unico che durante la REOR fatta in precedenza nello standard Open, è stato rilevato che l'Active Vent si è comportava effettivamente come un'applicazione Open. (Vedi figura n. 28)
- Mentre nei restanti 5 è stata rilevata la percezione del fenomeno di Occlusione, ma in modo sopportabile. Nel loro caso durante la REOR analizzata in precedenza l'Active Vent Open si comportava come un'applicazione Closed. (Vedi figura n. 28)

| VALUTAZIONE SOGGETTIVA DELL'OCCLUSIONE | | | | | |
|---|-----------------------|-------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|--|
| (Active Vent Open) | | | PAZIENTI: 6 maschi | | |
| | INSOPPORTABILE | MOLTO FASTIDIOSO | FASTIDIOSO MA SOPPORTABILE | PRESENTE MA SOPPORTABILE | ASSENTE E PROPRIA VOCE NATURALE |
| A | | | | 5 | 1 |
| E | | | | 5 | 1 |
| I | | | | 5 | 1 |
| O | | | | 5 | 1 |
| U | | | | 5 | 1 |
| PROPRIA VOCE | | | | 5 | 1 |

Figura n. 28.

ANALISI RISPOSTE AL QUESTIONARIO SOGGETTIVO PER L'OCCLUSIONE CON IL RECEIVER ACTIVE VENT OPEN NEI PAZIENTI FEMMINE:

- Per il campione femminile rispetto a quello maschile in questa ricerca, è stata potuta analizzare solo 1 femmina, in quanto è stato constatato che solo una paziente di sesso femminile aveva tutte le caratteristiche idonee per far parte del (gruppo 1).

In questo caso svolgendo il medesimo test eseguito ai pazienti maschi con il Receiver Active Vent Open e gli apparecchi acustici spenti, la singola paziente femmina ha manifestato la presenza di Occlusione, ma pur sempre ad un livello sopportabile. Nel suo caso specifico durante la misurazione REOR è stato rilevato che l'Active Vent si comportava come un'applicazione Closed. (Vedi figura n. 29)

| VALUTAZIONE SOGGETTIVA DELL'OCCLUSIONE | | | | | |
|--|-----------------------|-------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|--|
| (Active Vent Open) TOTALE PAZIENTI FEMMINE: 1 | | | | | |
| | INSOPPORTABILE | MOLTO FASTIDIOSO | FASTIDIOSO MA SOPPORTABILE | PRESENTE MA SOPPORTABILE | ASSENTE E PROPRIA VOCE NATURALE |
| A | | | | 1 | |
| E | | | | 1 | |
| I | | | | 1 | |
| O | | | | 1 | |
| U | | | | 1 | |
| PROPRIA VOCE | | | | 1 | |

Figura n. 29.

ANALISI RISPOSTE AL QUESTIONARIO SOGGETTIVO PER L'OCCLUSIONE CON IL RECEIVER ACTIVE VENT CLOSED NEI PAZIENTI MASCHI:

Anche in questa analisi, come già fatto in precedenza, per l'analisi soggettiva dell'Active Vent Open, sono state fatte pronunciare al paziente, per 5 secondi le 5 vocali (A, E, I, O, U), applicandogli questa volta il Receiver Active Vent Closed.

È emerso che su 6 pazienti maschi totali:

- 6 pazienti maschi hanno percepita la presenza del fenomeno di Occlusione, ma ad un livello sopportabile. Incrociando questi dati soggettivi con le loro REOR svolte in precedenza, è stato osservato che il Receiver Active Vent Closed si comportava a livello fisico-meccanico come un'applicazione closed. (Vedi figura n. 30)

| VALUTAZIONE SOGGETTIVA DELL'OCCLUSIONE | | | | |
|---|-------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|--|
| (Active Vent Closed) | | | PAZIENTI: 6 maschi | |
| INSOPPORTABILE | MOLTO FASTIDIOSO | FASTIDIOSO MA SOPPORTABILE | PRESENTE MA SOPPORTABILE | ASSENTE E PROPRIA VOCE NATURALE |
| A | | | 6 | |
| E | | | 6 | |
| I | | | 6 | |
| O | | | 6 | |
| U | | | 6 | |
| PROPRIA VOCE | | | 6 | |

Figura n. 30.

ANALISI RISPOSTE AL QUESTIONARIO SOGGETTIVO PER L'OCCLUSIONE CON IL RECEIVER ACTIVE VENT CLOSED NEI PAZIENTI FEMMINE:

- In questo caso, svolgendo il medesimo test eseguito a pazienti maschi con il Receiver Active Vent Closed e gli apparecchi acustici spenti, la singola paziente femmina ha manifestato la presenza di Occlusione, ma pur sempre ad un livello sopportabile.

Nel suo caso specifico durante la misurazione REOR è stato rilevato che l'Active Vent si comportava come un'applicazione Closed.

(Vedi figura n. 31)

| VALUTAZIONE SOGGETTIVA DELL'OCCLUSIONE | | | | | |
|--|----------------|------------------|----------------------------|--------------------------|---------------------------------|
| (Active Vent Closed) TOTALE PAZIENTI FEMMINE: 1 | | | | | |
| | INSOPPORTABILE | MOLTO FASTIDIOSO | FASTIDIOSO MA SOPPORTABILE | PRESENTE MA SOPPORTABILE | ASSENTE E PROPRIA VOCE NATURALE |
| A | | | | 1 | |
| E | | | | 1 | |
| I | | | | 1 | |
| O | | | | 1 | |
| U | | | | 1 | |
| PROPRIA VOCE | | | | 1 | |

Figura n. 31.

ANALISI DELLE REAR OTTENUTE DAI 7 PAZIENTI APPARTENENTI AL GRUPPO 1

L'iter è proseguito per i 7 pazienti appartenenti al gruppo 1 (6 maschi e 7 femmine) con l'attivazione degli apparecchi acustici e la taratura REAR (Real Ear Aided Response) nello Standard Active Vent Open e Closed. In questo caso, tramite la piattaforma Otosuite e la piattaforma Phonak Target 7.3.1 sono state eseguite le misurazioni REAR, per il programma Situazione Quiete, ovvero il programma che permette al Receiver Active Vent di rimanere in modalità operativa Open e nel programma Parlato Nel Rumore Elevato, ovvero il programma che permette al Receiver Active Vent di rimanere in modalità operativa Closed. Per la realizzazione di questa taratura è stato utilizzato l'Aurical Freefit, e l'invio in free field di tre segnali ISTS separatamente, all'intensità di 50, 65 e 80 dB. Tramite il Probe posizionato in prossimità del timpano è stato possibile rilevare le caratteristiche elettroacustiche d'amplificazione dell'apparecchio acustico in base ai segnali inviati nelle due modalità operative dell'Active Vent.

In questo caso specifico la formula prescrittiva alla quale è stato fatto riferimento è stata il Nal- N2. Dopo aver fatto le dovute correzioni nelle 3 curve di amplificazione per far avvicinare il più possibile l'amplificazione alle curve Target prescritte, è stato analizzato come l'apparecchio acustico con il Receiver Active Vent in modalità Open e Closed, gestiva l'amplificazione nel range di frequenze ancora udibile dal paziente, ovvero sia dai 125 Hz fino ai 1000 Hz.

Prima della raccolta dei dati inerenti alla misura REOR, è stato ipotizzato che sia l'Active Vent Open, sia l'Active Vent Closed, si comportassero da applicazione Open, e che l'amplificazione per il range frequenziale dai 125 Hz fino ai 1000 Hz prevista dalla formula Nal-N2, fosse pari a zero Decibel SPL.

L'ipotesi è giustificata dal fatto che questo range frequenziale corrisponde ad una soglia uditiva conservata e infatti fino al 2020 un'applicazione di tipo open, secondo lo studio condotto nel 2014, da Maria Fernanda Capoani Garcia Mondelli, Tatiana Manfrini Garcia, Fabiana Midori Tokuhara Hashimoto e Andressa Vital Rocha, intitolato "Open fitting: performance verification of receiver in the ear and receiver in the Aid", sostiene che l'amplificazione prevista dal Nal-N2 deve essere pari a zero Decibel nelle frequenze gravi, nel caso di applicazioni audioprotesiche di tipo Open, nei pazienti con ipoacusia con gli acuti in discesa e le frequenze gravi conservate.

Nel caso del Receiver Active Vent, in entrambi i 2 standard su tutti e 7 i pazienti, invece dopo aver eseguito la taratura nella REAR, si è osservato che per il range frequenziale dai 250 Hz fino ai 1000 Hz, la formula Nal-N2 tarava gli apparecchi acustici con una sotto amplificazione rispetto ai segnali d'ingresso. Per esempio quindi analizzando la curva di guadagno G-50 è stato possibile osservare che se il suono emanato dallo speaker arrivava all'ingresso dell'apparecchio acustico a 50 dB, poi in prossimità del timpano analizzando per esempio i 250 Hz di tutti e 7 i pazienti in entrambi i 2 standard dell'Active Vent, si rilevava un segnale sonoro processato dall'apparecchio che si attestava tra i 45 e i 40 dB. Questa caratteristica ha evidenziato in modo oggettivo quindi, una sotto amplificazione per questo range frequenziale specifico per tutti e 7 i pazienti. Il medesimo fenomeno si è manifestato anche per le altre 2 curve di guadagno G65 e G80.

In questa analisi delle REAR i 6 pazienti maschi e la singola paziente femmina sono stati unificati in unico gruppo ed è stata fatta la suddivisione solo per le orecchie di destra e di sinistra.

La suddivisione è stata fatta in base a 2 parametri, rispettivamente sia per il programma quiete con Active Vent Open, sia per il programma Parlato Nel Rumore Elevato con Active Vent Closed in:

- Coloro che avevano una sotto amplificazione rispetto al segnale d'ingresso emanato dallo Speaker nelle 3 curve di guadagno di 5 dB di media, per il range frequenziale dai 250 Hz fino ai 1000 Hz, con il Receiver Active Vent Open;
- Coloro che avevano una sotto amplificazione rispetto al segnale d'ingresso emanato dallo Speaker nelle 3 curve di guadagno di 10 dB di media, per il range frequenziale dai 250 Hz fino ai 1000 Hz, con il Receiver Active Vent Open;
- Coloro che avevano una sotto amplificazione rispetto al segnale d'ingresso emanato dallo Speaker nelle 3 curve di guadagno di 5 dB di media, per il range frequenziale dai 250 Hz fino ai 1000 Hz, con il Receiver Active Vent Closed;
- Coloro che avevano una sotto amplificazione rispetto al segnale d'ingresso emanato dallo Speaker nelle 3 curve di guadagno di 10 dB di media, per il range frequenziale dai 250 Hz fino ai 1000 Hz, con il Receiver Active Vent Closed;

• ANALISI RISULTATI DELLE SOTTO AMPLIFICAZIONI

PROGRAMMA QUIETE CON ACTIVE VENT OPEN:

Da questa analisi è stato possibile osservare che nel programma Quiet (con Active Vent Open), nel 100 % di tutti i CUE di destra e di sinistra è stata rilevata una sotto amplificazione del segnale ISTS¹ in ingresso per tutte le 3 curve di guadagno (G50, G65 e G80) dai 250 Hz fino ai 1000 Hz.

Analizzando ancora più nello specifico le sotto amplificazioni rilevate, è stato ottenuto che nel Programma Quiet:

- In 5 CUE su 7 di destra è stata ottenuta una sotto amplificazione media fino a 10 dB per tutte le 3 curve di guadagno previste dalla formula prescrittiva Nal -N2;
- In 5 CUE su 7 di sinistra è stata ottenuta una sotto amplificazione media fino a 10 dB per tutte le 3 curve di guadagno previste dalla formula prescrittiva Nal -N2;
- In 2 CUE su 7 di destra è stata ottenuta una sotto amplificazione media fino a 5 dB per tutte le 3 curve di guadagno previste dalla formula prescrittiva Nal -N2;
- In 2 CUE su 7 di sinistra è stata ottenuta una sotto amplificazione media fino a 5 dB per tutte le 3 curve di guadagno previste dalla formula prescrittiva Nal -N2;

¹ ISTS (International Speech Test Signal) è un segnale di test riconosciuto a livello internazionale che può essere utilizzato nella valutazione tecnica degli apparecchi acustici e per le misurazioni sonda-microfono, proprietà del parlato e consentito per condizioni di misurazione riproducibili. Si basa su registrazioni naturali del parlato che non sono intelligibili a causa del remix e della segmentazione. Il segnale riflette una madre parlante di sei diverse lingue madri (inglese americano, arabo, cinese, francese, tedesco e spagnolo) che legge "Il vento del nord e il sole". L'ISTS è modellato secondo gli standard LTASS (Long Term Average Speech Spectrum). Holube, I. & EHIMA-ISMADHA Working Group. (2006). Short description of the international speech test signal (ISTS). *Center of Competence HörTech and Institute of Hearing Technology and Audiology, Oldenburg, Germany.*

PROGRAMMA PARLATO NEL RUMORE ELEVATO CON ACTIVE VENT CLOSED:

Da questa analisi è stato possibile osservare che nel programma parlato nel rumore elevato (con Active Vent closed), nel 100 % di tutte le orecchie destra e di sinistra è stata rilevata una sotto amplificazione del segnale ISTS in ingresso per tutte le 3 curve di guadagno (G50, G65 e G80) dai 250 Hz fino ai 1000 Hz.

Analizzando ancora più nello specifico le sotto amplificazioni rilevate è stato ottenuto che nel Programma Parlato nel rumore elevato:

- In 6 CUE su 7 di destra è stata ottenuta una sotto amplificazione media fino a 10 dB per tutte le 3 curve di guadagno previste dalla formula prescrittiva Nal - N2;
- In 6 CUE su 7 di sinistra è stata ottenuta una sotto amplificazione media fino a 10 dB per tutte le 3 curve di guadagno previste dalla formula prescrittiva Nal - N2;
- In 1 CUE su 7 di destra è stata ottenuta una sotto amplificazione media fino a 5 dB per tutte le 3 curve di guadagno previste dalla formula prescrittiva Nal -N2;
- In 1 CUE su 7 di sinistra è stata ottenuta una sotto amplificazione media fino a 5 dB per tutte le 3 curve di guadagno previste dalla formula prescrittiva Nal - N2;

- **ANALISI DELLE RISPOSTE SOGGETTIVE DEL FENOMENO DELL'AMPCLUSIONE**

A questo punto della ricerca dopo aver analizzato come veniva gestita l'amplificazione acustica sia nella modalità Active Vent Open e Closed, sono stati somministrati i questionari soggettivi per indagare l'eventuale presenza di Ampclusione.

È stato chiesto a loro di ripetere le 5 vocali (A,E,I,O,U) per 5 secondi, prima in una condizione di ascolto silenzioso con la modalità Open e poi in un ambiente rumoroso utilizzando il rumore Cocktail party di intensità pari a 65 dB, ma con lo Standard Closed, proprio per simulare il tipo di contesto sonoro in cui si attiva il programma parlato nel rumore elevato.

Per questa analisi le risposte dei 7 pazienti sono state raccolte senza distinzione di sesso e suddivise soltanto in base allo standard Active Vent Open e Closed.

Le risposte sono state suddivise in: "Assente e propria voce naturale, presente ma sopportabile, fastidioso ma sopportabile, molto fastidioso e insopportabile".

RISPOSTE SOGGETTIVE CON ACTIVE VENT OPEN:

| VALUTAZIONE SOGGETTIVA DELL'AMPCLUSIONE | | | | | |
|--|-----------------------|-----------------------------|---|---|--|
| (Active Vent Open) | | | | TOTALE PAZIENTI: 7 | |
| | INSOPPORTABILE | MOLTO FASTIDIOSO | FASTIDIOSO MA SOPPORTABILE | PRESENTE MA SOPPORTABILE | ASSENTE E PROPRIA VOCE NATURALE |
| A | | | | | 7 |
| E | | | | | 7 |
| I | | | | | 7 |
| O | | | | | 7 |
| U | | | | | 7 |
| PROPRIA VOCE | | | | | 7 |

Figura n. 32.

- **DISCUSSIONE DELLE RISPOSTE SOGGETTIVE CON ACTIVE VENT OPEN:**

Da questa analisi dei dati ottenuti (figura n. 32) è stato rilevato che nel 100 % del campione di pazienti analizzato, è assente il fenomeno di Ampclusione con lo standard Active Vent Open.

In base ai risultati ottenuti durante la REOR, dove si è osservato che lo standard Open a livello fisico-meccanico si comporta di fatto come un'applicazione Closed in 28 CUE su 30 totali e generando fenomeno di Occlusione in 6 pazienti su 7 totali, si è dimostrato un dato interessante il fatto che con gli apparecchi acustici accesi e la loro amplificazione non ci siano state casistiche di Ampclusione.

Questo studio ha consentito di ipotizzare, osservando le REAR ottenute nello Standard Active Vent Open, che questo ricevitore, (consigliato per la protesizzazione di ipoacusie Ski Slope), sia stato programmato in modo che la formula prescrittiva applicata (in questo caso la Nal-N2) tenga conto che il Receiver Active Vent non si comporta fisicamente come un'applicazione Open nel CUE. Avendo quindi l'obiettivo di fornire il comfort di ascolto di un'applicazione tradizionale Open, la formula prescrittiva si è dimostrato tramite le misurazioni REAR, che genera una sotto amplificazione per il range frequenziale dove la soglia uditiva è ancora conservata, ovvero sia dai 125 Hz fino ai 1000 Hz, in modo da compensare la reazione fisica-meccanica che genera nel CUE. (Vedi figura n. 33)

Un ulteriore prova che va a validare quest' ipotesi è che, ad apparecchi acustici spenti e con inserito l'Active Vent Open, con l'analisi del REOR, si è osservato che in 6 pazienti su 7, era presente il fenomeno di Occlusione, seppur in modo sopportabile. Mentre ad apparecchi accesi la sensazione di rimbombo della propria voce si è annullata. Con questi 2 aspetti si può supporre quindi che l'Active Vent Open, per mezzo della formula prescrittiva, tenga conto di questo aspetto e per rendere possibile il comfort di ascolto di un'applicazione Open, applichi un'attenuazione al segnale di ingresso per le frequenze uditive ancora conservate, non incorrendo quindi nella generazione del fenomeno di Ampclusione.

ESEMPI DI REAR TARATE E OTTENUTE NEL PROGRAMMA QUIETE CON ACTIVE VENT OPEN:

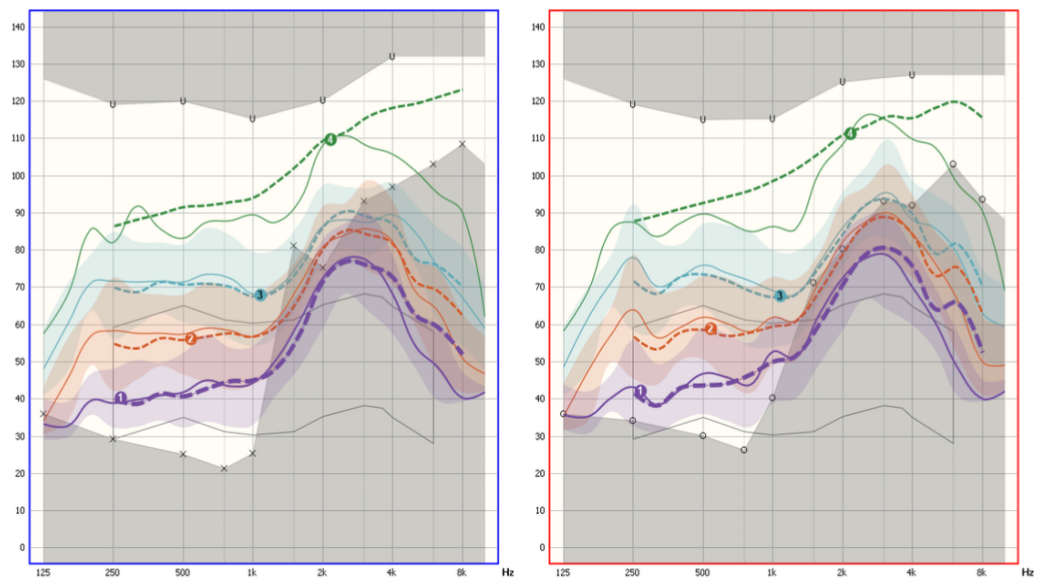


Figura n. 33.

RISPOSTE SOGGETTIVE CON ACTIVE VENT CLOSED:

| VALUTAZIONE SOGGETTIVA DELL'AMCLUSIONE | | | | | |
|---|-----------------------|-------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|--|
| (Active Vent Closed) | | | | | TOTALE PAZIENTI: 7 |
| | INSOPPORTABILE | MOLTO FASTIDIOSO | FASTIDIOSO MA SOPPORTABILE | PRESENTE MA SOPPORTABILE | ASSENTE E PROPRIA VOCE NATURALE |
| A | | | | | 7 |
| E | | | | | 7 |
| I | | | | | 7 |
| O | | | | | 7 |
| U | | | | | 7 |
| PROPRIA VOCE | | | | | 7 |

Figura n. 34.

- **DISCUSSIONE DELLE RISPOSTE SOGGETTIVE CON ACTIVE VENT CLOSED:**

Da questa analisi e dai dati ottenuti (figura n. 34) è stato rilevato che nel 100 % del campione di pazienti analizzato è assente il fenomeno di Ampclusione anche con lo standard Active Vent Closed

In base ai risultati ottenuti durante la REOR, dove si è osservato che la modalità operativa Closed a livello fisico-meccanico si comporta di fatto come un'applicazione Closed nel su tutti i 30 CUE (gruppo 1 e 2) e generando in 7 pazienti su 7 (gruppo 2) l'effetto Occlusione, si è dimostrato un dato interessante il fatto che con gli apparecchi acustici accesi e la loro amplificazione, non ci siano state casistiche di Ampclusione.

In questo studio è stato ipotizzato, osservando le REAR ottenute nello Standard Active Vent Closed (Vedi figura n. 35), che questo ricevitore consigliato per la protesizzazione di ipoacusie Ski Slope, sia stato programmato in modo che la formula prescrittiva applicata (in questo caso la Nal-N2), tenga conto del bisogno di una compensazione sonora per non incorrere al fenomeno di Autofonia dato che l'Active vent closed, a livello fisico meccanico si comporta come un'applicazione closed, per un target di pazienti aventi le frequenze gravi conservate.

Per far sì che questo avvenga, si è ipotizzato e successivamente dimostrato che la formula prescrittiva tramite le misurazioni REAR, genera una sotto amplificazione per il range frequenziale dove la soglia uditiva è ancora conservata, ovvero sia dai 125 Hz fino ai 1000 Hz.

Un'ulteriore prova che va a validare quest'ipotesi è stata che, ad apparecchi acustici spenti e con inserito l'Active Vent Closed, quando è stata analizzata la REOR, si è osservato che in 7 pazienti su 7, che era presente il fenomeno di Occlusione, seppur in modo sopportabile. Mentre poi ad apparecchi accesi la sensazione di rimbombo della propria voce si è annullata. Con questi 2 aspetti si può supporre quindi che l'Active Vent Closed, per mezzo della formula prescrittiva, tenga conto di questo aspetto e per rendere possibile il comfort di ascolto di un'applicazione Open, applichi un'attenuazione al segnale di ingresso per le frequenze uditive ancora conservate.

ESEMPI DI REAR TARATE E OTTENUTE NEL PROGRAMMA PARLATO NEL RUMORE ELEVATO CON ACTIVE VENT CLOSED

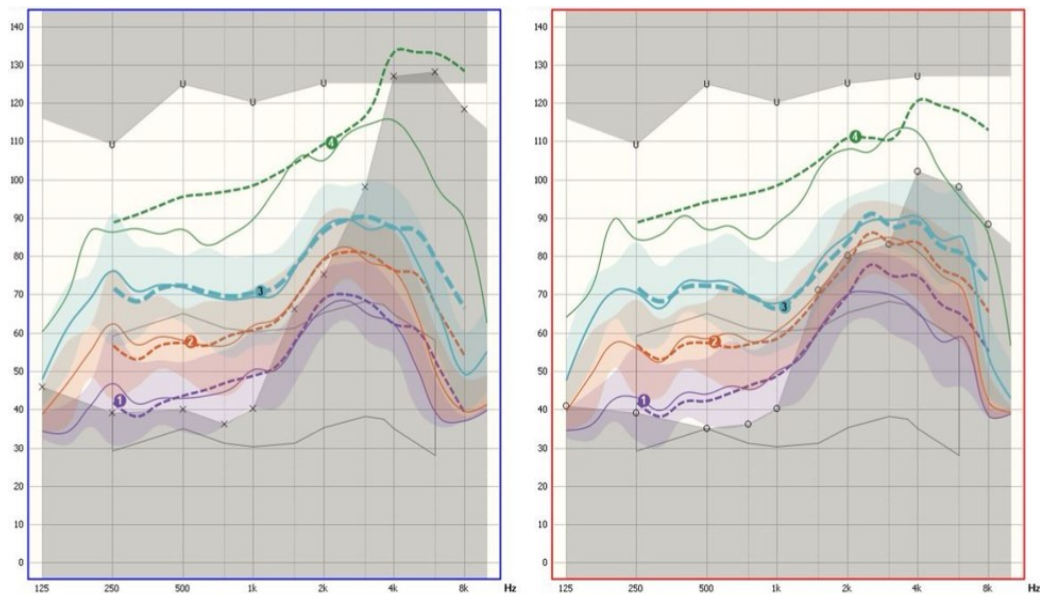


Figura n. 35.

5. CONCLUSIONI

Con questo studio, tenendo conto di tutti i test svolti, è ragionevole affermare che il Receiver Active Vent, previene in modo efficace il fenomeno dell'Autofonia.

Per giungere a questa conclusione è stato fondamentale analizzare, prima di tutto il suo comportamento in modalità Open e Closed a livello fisico-meccanico all'interno del meato acustico esterno. Di fondamentale importanza è stata la misurazione REOR, la quale permette di capire se il sistema di accoppiamento scelto per un'applicazione audioprotesica, si comporta opportunamente come realmente previsto.

Oggetto d'indagine di questa tesi, è se questo sistema di accoppiamento in modalità Open, si comporta realmente come un'applicazione Open con ventilazione di 3,5 e lo standard Closed come accoppiamento di tipo occlusivo.

Da quello che si è potuto evincere con l'Active Vent Open su 30 condotti uditivi analizzati:

- su 11 condotti di destra maschili, in 10 si è comportato da applicazione Closed abbassando la risonanza naturale del CUE, mentre in 1 singolo condotto di destra maschile si è comportato da applicazione Open non alterando minimamente la risonanza naturale. Anche sui rispettivi 11 condotti uditivi di sinistra dei medesimi pazienti maschi in 10 l'Active Vent Open si è comportato da applicazione Closed e in 1 solo Condotta da applicazione Open.
- Su 4 condotti uditivi di destra e 4 condotti di sinistra femminili, l'Active Vent Open si è comportato sempre da applicazione Closed.

Da quello che si è potuto evincere è stato con l'Active Vent Closed su 30 condotti uditivi analizzati:

- Su 11 condotti uditivi maschili di destra, in 7 si è comportato da applicazione Closed abbassando la risonanza naturale ma senza farla scendere mai a valori negativi inferiori allo zero e sui restanti 4 condotti udivi di destra maschili si è comportato facendo abbassare la risonanza naturale a valori negativi. Su 11 condotti uditivi maschili di sinistra invece, in 6 si è comportato da applicazione closed, senza scendere a valori negativi e negli altri 5 condotti maschili di sinistra, ha abbassato la risonanza fino a raggiungere valori negativi.
- Su 4 condotti uditivi femminili di destra, su 3 di questi si è comportato da applicazione closed abbassando la risonanza a valori negativi inferiori allo zero e in un solo condotto destra si è comportato da applicazione closed, senza portare la risonanza a valori negativi. Per quanto riguarda i 4 condotti uditivi di sinistra, in 3 di questi la risonanza è scesa a valori negativi e solo in 1 la risonanza si è abbassata senza scendere a valori negativi.

Questa indagine ha voluto dimostrare e invitare a prendere in considerazione, anche per studi futuri, l'importanza di analizzare sempre il ruolo dell'auricolare all'interno del CUE ancora prima fare eccessiva affidamento al comportamento dell'apparecchio acustico in funzionamento, come strategia a monte per evitare una bassa soddisfazione del paziente portatore di apparecchi acustici. Questa ricerca inoltre ha anche dato luogo all'ideazione di un metodo oggettivo per aiutare l'audioprotesista, utilizzando la misura REUR a identificare se un condotto uditivo abbia un diametro e una lunghezza inferiore o superiore alla media mondiale.

Incrociando i dati oggettivi ottenuti con quelli soggettivi, si è evidenziata una predominanza in entrambi generi di pazienti al fenomeno di Occlusione ad apparecchi acustici spenti, nelle due modalità operative dell'Active Vent, in modo presente ma sopportabile.

Avendo raggiunto alla conclusione che il limite di questo sistema di accoppiamento risiede nel suo effettivo comportamento fisico-meccanico, è stato di fondamentale importanza analizzare il suo funzionamento ad apparecchi acustici accesi.

Con questo passaggio si è osservata l'efficacia di questa tecnologia nel contrastare i suoi limiti rilevati tramite la REOR. Infatti ad apparecchi accesi nessun paziente ha percepito fenomeno di Ampclusione e ha percepito in modo naturale la sua voce in entrambi gli standard di operazione. L'ipotesi presa in considerazione da questa ricerca trova risposta nell'analisi della misura REAR. Infatti si è potuto notare come questa tecnologia insieme alla formula prescrittiva Nal-N2, tenga in considerazione del suo reale comportamento fisico meccanico e per risolverlo applichi una sotto amplificazione che può variare dai 5 ai 10 dB SPL nel range frequenziale dai 250 fino ai 1000 Hz, proprio dove il paziente ha ancora una soglia uditiva ancora conservata. Questo concetto è rafforzato anche dal fatto che se da spento l'apparecchio acustico con l'Active Vent in entrambi gli standard, genera in modo predominante l'effetto Occlusione, ci si sarebbe aspettato di rilevare le medesime risposte in pazienti anche ad apparecchi accesi. Invece con l'accensione degli apparecchi viene tenuto conto di questo limite e tramite la gestione del segnale in ingresso e la formula prescrittiva, il Receiver Active Vent riesce ad abbattere la sensazione di rimbombo della propria voce.

Considerando quindi che i pazienti in fin dei conti l'apparecchio acustico lo utilizzano da acceso e non da spento, con questo studio è stato possibile confermare l'efficacia del Receiver Active Vent nell'eliminazione dell'Autofonia.

Con quanto analizzato però, l'indagine vuole dimostrare e promuovere ulteriori ricerche nel settore audioprotesico, sull'importanza di utilizzare in modo completo le misure REM, in quanto è impensabile e irresponsabile, eseguire delle applicazioni audioprotesiche senza tenere conto dei dati anatomici specifici, come per esempio la risonanza naturale degli assistiti o senza indagare fino in fondo tramite un approccio metodico, la possibile insoddisfazione di ascolto per i pazienti portatori di apparecchi acustici.

Questa ricerca avendo potuto analizzare in modo completo tutti questi aspetti su 7 pazienti, tramite l'uso esclusivo dell'auricolare universale in silicone, propone in futuro di estendere il campione di CUE analizzati per ampliare il database di dati, sia con l'auricolare in silicone, sia con l'auricolare in titanio, costruito su misura per i condotti uditivi dei pazienti.

Inoltre per avere ulteriori dati soggettivi ricavati dai pazienti, si propone di analizzare in futuro le risposte fornite dai pazienti utilizzando il Receiver Active Vent anche per diversi giorni all'aperto, per mettere alla prova questa tecnologia nella vita quotidiana. In questo tipo di analisi sarebbe opportuno testarlo con l'auricolare in titanio, che essendo una soluzione su misura, garantirebbe minor dispersione di suono e di conseguenza un taglio dell'anti-feedback meno accentuato sulle frequenze acute, ottenendo così una chiarezza di ascolto migliore. Al termine dell'ipotetica settimana di prove all'esterno che si propone, si avrebbe la possibilità di ottenere e disporre dei dati oggettivi per mezzo del data logging, per rilevare quanto tempo effettivamente la persona ha trascorso in situazione di parlato nel rumore elevato, ovvero la situazione dove questa tecnologia dovrebbe supportare maggiormente il paziente ipoacusico. Questa metodica potrebbe offrire all'Audioprotesista una lettura delle dinamiche più vicino all'uso nel mondo reale e nel quotidiano del paziente, con la finalità tangibile di disporre di informazioni utili per consigliare alla persona, se per il suo stile di vita quotidiano sonoro, può avere realmente bisogno e ottenere beneficio dal Receiver Active Vent.

In conclusione si fa presente che gli elementi critici di questa indagine sono la bassissima numerosità del campione reclutato e l'assenza di un gruppo di controllo di pazienti utenti di una protesizzazione di tipo tradizionale, il che avrebbe offerto un modo per comparare con maggiore oggettività la performance dell'Active Vent versus modelli di accoppiamento meno evoluto.

6. BIBLIOGRAFIA

- (1) “Latzel, M & Hobi, S, (2021), “Receiver with mechanical vent provides benefit of open and closed acoustics for better speech understanding in noise and naturalness of own voice perception”, [based on preliminary evidence] Phonak Field Study News in preparation.
- (2) “Alexandra Winkler, A., Latzel, M., & Holube, I. (2016), “Open Versus Closed Hearing-Aid Fittings: A Literature Review of Both Fitting Approaches”. Trends in hearing, 20, 1-13.
- (3) Nur Azyani Amri, Tian Kar Quar, Foong Yen Chong, Marlene Bagatto, (2021), “Optimising hearing aid output to paediatric prescriptive targets improves outcomes in children”.
- (4) Teresa Y C Ching, Earl E Johnson, Sanna Hou, Harvey Dillon, Vicky Zhang, Lauren Burns, Patricia van Buynder, Angela Wong, Christopher Flynn, (2013), “A comparison of NAL and DSL prescriptive methods for paediatric hearing-aid fitting: predicted speech intelligibility and loudness.”
- (5) Dillon H. (2012), “Hearing aids, 2nd ed Stuttgart”, NY: Thieme.
- (6) Kuk e Keenan (2006), “How do vents affect hearing aid performance?” Hearing Review, 34 – 42.
- (7) J. Kiessling, S. Margolf-Hackl and S. Gellar, (2001), “Field Test of an Occlusion-Free Hearing Instrument”.

- (8) Mueller, H. G. (2009), “A candid round table discussion on open-canal hearing aid fittings.”
- (9) Thomas Stefan Zurbrügg, A. Stirnemann, Martin Kuster ed Hervè Lissek, (2015), “Objective and Subjective Validation of an Active Control Approach to Reduce the Occlusion Effect in Hearing Aids.”
- (10) R.W. Sweetow e C.Z. Pirzanski, (2003), “The Occlusion Effect and Amplification Effect.”
- (11) Gary P. Rodriguez, Phyllis J. Walker-Edwards e Kenneth J. Gerhardt (1989), “Outer Ear Measures as Predictors of Ear Canal Resonant Frequency.”
- (12) Tonndorf. J, (1976), “Relationship Between the Transmission Characteristics of the Conductive System and NIHL.”
- (13) 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.”
- (14) J.H Dempster e K. Mackenzie, (1990), “The resonance frequency of the external auditory canal in children.”
- (15) Francis Kuk, Denise Keenan e Chi-Chuen Laun, (2005), “Vent Configurations on subjective and objective occlusion effect.”

- (16) Maria Fernanda Capoani Garcia Mondelli, Tatiana Manfrini Garcia, Fabiana Midori Tokuhara Hashimoto e Andressa Vital Rocha, (2014), “Open fitting: performance verification of receiver in the ear and receiver in the Aid.”
- (17) Audiologia protesica II edizione, 2018, Umberto Ambrosetti, Federica Di Berardino, Luca Del Bo, Minerva Medica.

8. RINGRAZIAMENTI

Desidero ringraziare il relatore Professor Lorenzo Notarianni, e la correlatrice Professoressa Sara Vecchini, per avermi pazientemente seguito e supportato alla realizzazione di questa tesi.

Un ringraziamento speciale anche al Dott. Gianluca Larotonda, che mi ha seguito come Tutor di tirocinio in questi 3 anni di Università, facendomi appassionare a questa bellissima Professione sanitaria e mi ha dato la possibilità di poter eseguire tutti i test necessari per la realizzazione di questa tesi.

Infine desidero ringraziare la mia famiglia per aver sempre sostenuto e supportato le mie scelte.