

1222·2022  
**800**  
ANNI



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

Università degli Studi di Padova

Dipartimento di Neuroscienze – DNS

Corso di Laurea Tecniche Audioprotesiche

Presidente Prof. Gino Marioni

TESI DI LAUREA

**Dispositivi CROS e BiCROS per l'ascolto nel  
rumore nei soggetti affetti da ipoacusia monolaterale**

Relatore:

Dott. Scimemi Pietro

Tutor:

Dott. Chisari Marco

Laureando/a:

Rachele Foggia

**ANNO ACCADEMICO 2022/23**



## INDICE

Riassunto	pag. 4
<b>CAPITOLO I</b>	
Introduzione	pag. 5
Tipologie di ipoacusia	pag. 6
Perdita uditiva unilaterale (UHL)	pag. 7
UHL protesizzabile o UHL non protesizzabile	pag. 9
L'importanza dell' ascolto binaurale e l'ascolto selettivo	pag. 9
Differenza di tempo interaurale ITD	pag. 10
Il mascheramento della testa o effetto ombra	pag. 12
Conseguenze dell' ipoacusia unilaterale (UHL) totale	pag. 14
<b>CAPITOLO II</b>	
Le soluzioni CROS e BiCROS	pag. 16
La storia dei Cros: soluzioni del passato	pag. 18
Sistemi Wireless Cros Phonak	pag. 19
Real ear sound	pag. 20
StereoZoom	pag. 20
StereoZoom 2.0	pag. 21
SpeechSensor	pag. 23
<b>CAPITOLO III</b>	
SSQ test	pag. 24
Matrix test	pag. 29
<b>CAPITOLO IV</b>	
Metodi	pag. 31
Analisi dei risultati	pag. 33
Discussione e conclusioni	pag. 37
Bibliografia e iconografia	pag. 39
Ringraziamenti	pag. 40

## RIASSUNTO

La tecnologia CROS o BiCROS rappresentano ad oggi dispositivi fondamentali per soggetti con ipoacusia unilaterale o asimmetrica.

Le soluzioni acustiche CROS trattano le sordità monolaterali, ovvero si utilizzano quando il lato con udito migliore è normale, e un'applicazione BiCROS, quando il lato migliore dell'udito richiede un'amplificazione.

Il più delle volte, nel primo caso in cui in un lato l'udito è normale i soggetti preferiscono fare a meno di questa soluzione, in quanto abituati ormai da tanti anni a sentire solo da un orecchio.

In questa tesi si esplicheranno innanzitutto cos'è l'effetto binaurale e quali vantaggi vi sono, la sommazione della Loudness binaurale, l'ascolto selettivo, la ITD (differenza interaurale) e l'effetto mascheramento della testa.

L'argomento principalmente trattato sarà poi il Matrix Sentence Test, realizzato grazie alla collaborazione di 5 pazienti già portatori esperti di tecnologia CROS o BiCROS, il test è stato eseguito prima senza e poi con i sistemi Cros inviando frontalmente materiale fonetico associato a un rumore di disturbo, col fine di valutare l'efficienza di questi dispositivi e i benefici sulla comprensione del parlato in situazioni di rumore, comparando i risultati ottenuti senza e con ausilio protesico.

Verificheremo inoltre se la direzionalità microfonica presente nei modelli CROS dotati di StereoZoom abbia dei vantaggi rispetto alle direzionalità classiche; per poi focalizzarsi sulla discriminazione del parlato nella vita di tutti i giorni tramite un questionario sottoposto ai pazienti per valutare la loro qualità di vita.

Lo scopo di questa tesi è, innanzitutto, verificare i benefici clinici e l'efficienza dei sistemi CROS, per poi focalizzarsi sull'elaborazione dei dati ottenuti tramite il Matrix test e verificare qual è la migliore situazione per il paziente per trarre maggiore beneficio una volta indossati gli apparecchi. Con una risposta positiva agli esami soggettivi e oggettivi effettuati sarà possibile affermare che i dispositivi CROS sono un'opzione di trattamento efficace per i pazienti con un'ipoacusia unilaterale o asimmetrica.

## **CAPITOLO 1**

### **INTRODUZIONE**

#### **Tipologie di ipoacusia.**

L'ipoacusia è un'incapacità parziale o totale di sentire, l'udito "normale" si riferisce a una soglia uditiva di 20/25 dB o inferiore in entrambe le orecchie, chi ha una soglia uditiva superiore a 20 dB può essere considerato "duro d'orecchio" o "sordo", a seconda della gravità della perdita uditiva. Il termine "duro d'orecchio" è utilizzato per descrivere le persone con perdite uditive da lievi a gravi, in quanto non riescono a sentire bene come chi ha un udito normale. Il termine "sordo" è usato per descrivere la condizione delle persone con una perdita uditiva grave o profonda in entrambe le orecchie che sono in grado di sentire solo suoni molto forti o non sentire affatto. (World Report on Hearing, 2021).

Esistono 3 tipi di perdita dell'udito: conduttiva, neurosensoriale o mista.

Un'ipoacusia conduttiva riguarda il canale uditivo esterno, alla membrana timpanica o agli ossicini uditivi, che rendono difficile la "conduzione" del suono verso l'orecchio interno, un'ipoacusia neurosensoriale è localizzata nella coclea, nel nervo vestibolo cocleare o in entrambi, per un'ipoacusia mista si intende quando nello stesso orecchio si riscontra un'ipoacusia sia conduttiva che neurosensoriale. L'ipoacusia neurosensoriale è la terza causa di disabilità in età adulta colpisce il 65% degli adulti oltre i 60 anni di età, solitamente è permanente e si manifesta spesso in modo graduale e peggiora con l'avanzare dell'età. Le cause naturali dell'ipoacusia neurosensoriale sono fattori genetici, infezioni intrauterine, farmaci ototossici, meningite, malattie croniche (non è ancora chiaro se si tratti di una relazione causale o solo di una correlazione dovuta a processi biologici comuni), otosclerosi, età, rumori forti, carenze nutrizionali, infezioni virali, malattia di Meniere, schwannoma vestibolare e malattie autoimmuni.

Per tipizzare il modo in cui viene riportata la gravità dell'ipoacusia (gradi di ipoacusia), l'OMS ha adottato un sistema di classificazione basato sulle misure audiometriche.

Questo sistema è una revisione di un precedente approccio adottato dall'OMS e si differenzia dal precedente sistema per il fatto che la misurazione dell'insorgenza di una perdita uditiva lieve viene abbassata da 26 dB a 20 dB; la perdita uditiva viene classificata come lieve, moderata, moderatamente grave, grave, profonda o completa; è stata aggiunta la perdita uditiva unilaterale. Oltre alle classificazioni, il sistema rivisto (tabella 1) fornisce una descrizione delle conseguenze funzionali per la comunicazione che possono accompagnare ogni ciascun

livello di gravità.

Mentre le persone senza ipoacusia non hanno problemi o ne hanno pochi a sentire i suoni sia in un ambiente silenzioso che in uno rumoroso, le persone con un'ipoacusia lieve non hanno problemi in ambienti silenziosi, ma possono già avere difficoltà a sentire il parlato in un ambiente rumoroso.

Con l'aumentare della gravità, le persone con ipoacusia hanno difficoltà a sentire i discorsi sia in ambienti silenziosi che in quelli rumorosi.

Grade	Hearing threshold <sup>1</sup> in better hearing ear in decibels (dB)	Hearing experience in a quiet environment for most adults	Hearing experience in a noisy environment for most adults
<b>Normal hearing</b>	Less than 20 dB	No problem hearing sounds	No or minimal problem hearing sounds
<b>Mild hearing loss</b>	20 to < 35 dB	Does not have problems hearing conversational speech	May have difficulty hearing conversational speech
<b>Moderate hearing loss</b>	35 to < 50 dB	May have difficulty hearing conversational speech	Difficulty hearing and taking part in conversation
<b>Moderately severe hearing loss</b>	50 to < 65 dB	Difficulty hearing conversational speech; can hear raised voices without difficulty	Difficulty hearing most speech and taking part in conversation
<b>Severe hearing loss</b>	65 to < 80 dB	Does not hear most conversational speech; may have difficulty hearing and understanding raised voices	Extreme difficulty hearing speech and taking part in conversation
<b>Profound hearing loss</b>	80 to < 95 dB	Extreme difficulty hearing raised voices	Conversational speech cannot be heard
<b>Complete or total hearing loss/deafness</b>	95 dB or greater	Cannot hear speech and most environmental sounds	Cannot hear speech and most environmental sounds
<b>Unilateral</b>	< 20 dB in the better ear, 35 dB or greater in the worse ear	May not have problem unless sound is near the poorer hearing ear. May have difficulty in locating sounds	May have difficulty hearing speech and taking part in conversation, and in locating sounds

(Tabella I, Fig. 1)

## Perdita uditiva unilaterale (UHL)

L'ipoacusia come abbiamo visto può essere raggruppata in varie categorie, quali il tipo, il grado e la configurazione dell'ipoacusia, si può classificare come un'ipoacusia bilaterale, ipoacusia asimmetrica e ipoacusia unilaterale. (UHL)

La perdita dell'udito bilaterale riguarda la perdita uditiva presente in entrambe le orecchie, invece la perdita dell'udito unilaterale (UHL) è quando una persona ha un udito normale in un orecchio e una perdita uditiva nell'altro. Quando qualcuno ha un udito normale in entrambe le orecchie può localizzare accuratamente i suoni ovunque provengano da tutto ciò che li circonda e non c'è alcun effetto ombra della testa in quanto tale. Con l'ipoacusia unilaterale le persone riscontreranno problemi a localizzare i suoni target, capire da dove provengono perché non raccolgono nulla sul lato con l'udito compromesso. L'effetto ombra della testa può davvero influenzare il modo in cui le persone possono localizzare, interagire e ascoltare inoltre l'elaborazione uditiva dei suoni ne risente.

Le stime dal 2013-2014 dimostrano una prevalenza di UHL tra i neonati pari a circa 0,6-0,7 per 1000 nascite negli Stati Uniti.

Ulteriori prove rivelano che l'UHL progredisce verso una perdita uditiva bilaterale nel 7,5-11% dei casi. Inoltre, il numero di bambini che presentano una UHL aumenta considerevolmente dopo il periodo neonatale, infatti, è stato riferito che circa il 2,5-3% dei bambini in età scolare hanno una UHL. Nonostante l'introduzione di uno screening uditivo neonatale, l'UHL viene talvolta riconosciuta in ritardo.

La definizione di SSD (Single Side Deafness) negli adulti è che un orecchio sia privo di un'effettiva funzione (cioè gli individui non beneficiano/accettano l'amplificazione), mentre l'altro orecchio mostra una funzione uditiva normale. Si stima che la SSD acquisita si verifichi ogni anno in un numero di individui compreso tra 12 e 27 su 100.000 della popolazione generale.

La maggior parte delle perdite è improvvisa e di natura idiopatica, il che significa che la causa non può essere



determinata.

A causa della sua insorgenza improvvisa, la perdita lascia il paziente estremamente debilitato, nonostante ciò, l'errata percezione diffusa nella società è che un orecchio normale sia sufficiente per le interazioni quotidiane, ma i deficit e le sfide che si presentano con la SSD hanno un impatto significativo sull'individuo che ne è affetto, soprattutto se è improvvisa e recente i problemi sono più evidenti, ma l'impatto della SSD è spesso sottovalutato.

### **UHL protesizzabile e UHL non protesizzabile**

I professionisti distinguono tra UHL protesizzabile e UHL non protesizzabile.

Un'UHL protesizzabile si traduce in un beneficio clinico per quell'orecchio quando si fornisce l'amplificazione con un apparecchio acustico. Mentre un'UHL non protesizzabile è definita o da una perdita uditiva clinicamente non assistibile in un orecchio, con un grado di gravità da grave a profondo, con residui uditivi scarsi o nulli, senza alcun beneficio clinico dall'amplificazione, con scarse capacità di riconoscimento del parlato e scarsa discriminazione vocale, difficile gestione della loudness, inoltre alcune volte un orecchio non può essere protesizzato per controindicazione medica o malformazione del condotto.

### **L'importanza dell'ascolto binaurale e ascolto selettivo**

Udire con entrambe le orecchie si definisce udito binaurale, grazie ad esso si ha dei vantaggi tra i quali estrarre informazioni dalle differenze tra i segnali o sfruttare la posizione dell'orecchio meglio orientato, inoltre dall'orecchio il suono è inviato al cervello tramite percorso uditivo fino ai

centri superiori, questo è l'unico percorso che permette all'elaborazione binaurale di attuarsi in base alle informazioni temporali, di livello, fase, frequenza che si incrociano nel cervello per fornire l'elaborazione uditiva, tale rapporto fa sì che il cervello possa stabilire la posizione e il movimento dei suoni all'interno dell'ambiente, tutto ciò chiaramente può avvenire quando più persone parlano contemporaneamente ad esempio a una festa, o in una situazione di cocktail party in situazioni dove si trova molta gente e il rumore di fondo è considerevole, avere un udito binaurale in queste circostanze è essenziale. Non dimentichiamo che l'utilizzo di due orecchi è presente in tutti i mammiferi addirittura certi mammiferi muovono il padiglione per sentire meglio.

L'ascolto selettivo, con due orecchi riesce a focalizzare l'ascolto frontale attenuando tutto quello che viene posteriormente o lateralmente, riuscendo a captare i suoni che derivano da una parte attenuando il brusio di fondo che arriva dalla parte controlaterale. Inoltre se è possibile guardare la persona che ci sta parlando ci aiuta a focalizzare molto meglio l'ascolto e il continuo confronto fra i segnali sonori ricevuti dalle due orecchie che ha luogo nell'encefalo rende possibile l'eliminazione di suoni indesiderati come appunto il rumore di fondo.

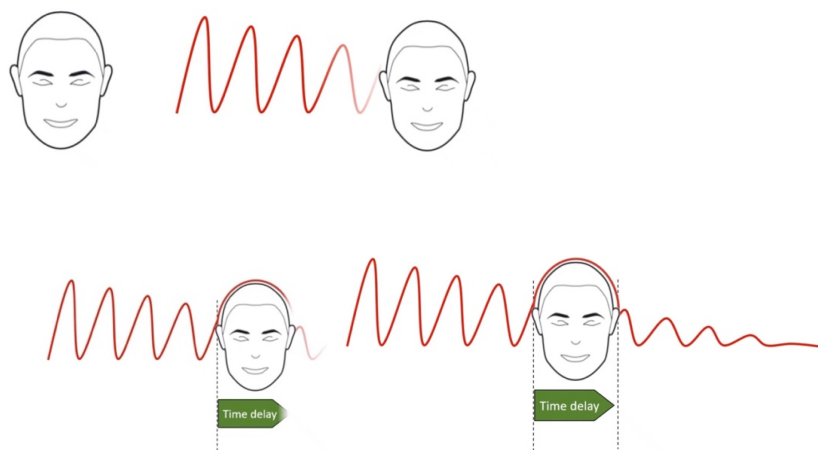
L'uomo comunica molto meglio nel rumore quando si possono utilizzare entrambe le orecchie piuttosto che uno solo.

### **Differenza di tempo interaurale ITD**

La differenza temporale o meglio il ritardo temporale del segnale che giunge alle due orecchie è causata dal differente percorso della sorgente dell'onda sonora fino a

raggiungere le due orecchie, questa differenza di percorso (chiamata in gergo tecnico differenza interaurale) si riflette in una differenza di fase nell'arrivo dei due segnali. Nel caso della fig. 2 nell'orecchio destro il segnale arriverà prima rispetto all'orecchio sinistro ciò implicherà un leggero ritardo temporale all'orecchio sinistro.

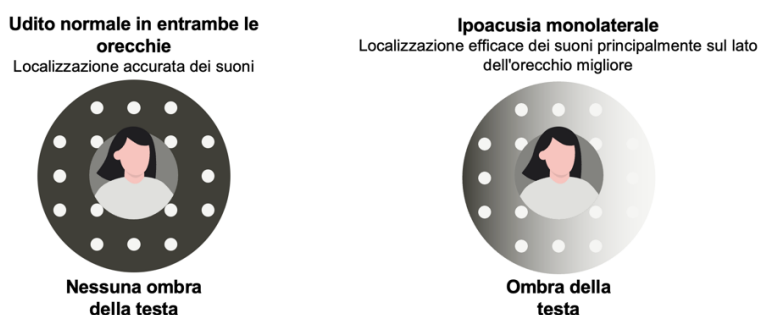
La differenza di tempo interaurale (o ITD), è la differenza temporale di arrivo di un suono tra le due orecchie. È importante per la localizzazione dei suoni, in quanto fornisce un indizio sulla direzione o sull'angolo della sorgente sonora rispetto alla testa. Se un segnale arriva alla testa da un lato, deve percorrere più strada per raggiungere l'orecchio lontano rispetto a quello vicino. Questa differenza di lunghezza del percorso si traduce in una differenza temporale tra gli arrivi del suono alle orecchie, che viene rilevata e aiuta il processo di identificazione della direzione della sorgente sonora. Diversi studi hanno confermato che la discriminazione attraverso la ITD avviene meglio per suoni a bassa frequenza perché questi superano più agevolmente il cranio, molti esperimenti hanno poi certificato che la localizzazione dei suoni è migliore sotto i 2000 1500 Hz.



(Fig. 2)

## Il mascheramento della testa o effetto ombra

La testa agisce come una barriera fisica al suono, pertanto il segnale sonoro risulterà meno intenso all'orecchio più lontano dalla sorgente sonora. La testa blocca la percezione del rumore da parte dell'orecchio che è più lontano al rumore stesso. Quando un segnale arriva da un lato della testa (orecchio vicino) l'intensità del segnale viene attenuata in tutta la testa di un livello medio complessivo di 6 volte. Per suoni che provengono da differenti sorgenti nell'ambiente acustico, il rapporto segnale/rumore (SNR) di ciascun orecchio sarà diverso a causa dell'effetto ombra della testa che produce una perdita di energia del segnale con distorsione in frequenza e quindi una riduzione del SNR. Se si presta attenzione all'orecchio con l'SNR migliore, la percezione del parlato migliora. I pazienti con UHL riducono la ricezione del parlato quando l'SNR più scarso si trova sul lato dell'orecchio funzionante [Bronkhorst e Plomp, 1988; Dillon, 2001].



(Fig. 3)

I suoni a frequenza inferiore che hanno una lunghezza d'onda maggiore possono oltrepassare la testa senza subire modifiche arrivando perciò con la stessa intensità alle due orecchie, più la frequenza è alta, quindi superiore ai 1500 -

2000 khz, più la lunghezza d'onda è piccola e più è probabile che giunga all'orecchio più distante l'onda portando una ILD più corta di quello che sarebbe in realtà.

L'effetto ombra diventa una vera e propria barriera, i suoni che arrivano contro lateralmente all'orecchio migliore sono interamente persi, solo basse frequenze e segnali molto forti possono essere sentiti dall'orecchio migliore però tutto il resto viene disperso. Inoltre, l'effetto ombra della testa aumenta in funzione della frequenza, ad esempio, a frequenze superiori a 2000 Hz, il livello di intensità del segnale all'orecchio lontano può diminuire di 15-20 dB rispetto al livello del segnale all'orecchio vicino. L'attenuazione delle frequenze più alte all'orecchio lontano può influire sul riconoscimento del parlato, ad esempio, se il parlato viene trasmesso al lato dell'orecchio più debole e il rumore viene diretto al lato dell'orecchio migliore allo stesso livello di ingresso, il segnale del parlato si riduce di 6,4 dB a causa dell'effetto ombra, ma il rumore non viene attenuato. Di conseguenza il rapporto segnale/rumore (SNR) è di -6,4 dB al lato dell'orecchio migliore e di +6,4 dB al lato dell'orecchio più debole. È importante tenere presente che l'obiettivo principale di qualsiasi opzione di trattamento di amplificazione per i pazienti con UHL è quello di eliminare l'effetto ombra della testa.

Per ridurre i problemi dell'effetto ombra bisogna portare il suono all'orecchio migliore, ripristinando la ricezione multi-direzionale dei suoni, successivamente vedremo due modalità di trattamento, quando l'orecchio migliore è normoudente l'apparecchio acustico CROS (Contralateral Routing of Signal) che è un sistema con un microfono posizionato nell'orecchio peggiore non protesizzabile ed un apparecchio ricevente nel lato normoacusico, la seconda modalità si applica quando l'orecchio migliore è ipoacusico

ma protesizzabile, BiCros (Bilateral Microphones with Contralateral Routing of Signal) è un sistema con microfono nell'orecchio non protesizzabile ed apparecchio che riceve ed amplifica nel lato ipoacusico, quindi la tecnologia è la stessa ma nel secondo caso avendo una ipoacusia amplificherà e riceverà anche il suono, mentre il CROS riceve senza amplificare.

### **Conseguenze dell'ipoacusia unilaterale (UHL) totale**

La relazione di una ricerca di mercato condotta dal Gruppo di consulenza per l'ipoacusia unilaterale (Advisory Group for Single Sided Deafness), supportato da Entific Medical Systems indica che il 39% delle persone affette da ipoacusia unilaterale totale causata da neurinoma acustico trovano maggiore difficoltà nel lavorare e quasi il 25% degli intervistati sono stati costretti a smettere di lavorare (Dimmelow et al., 2003).

Lo studio ha dimostrato che la mancanza di udito "stereo" rende molto difficile la partecipazione alle conversazioni con singoli o in gruppo pertanto le persone affette da ipoacusia unilaterale totale si sentono in imbarazzo e spesso dichiarano di "avere il timore di offendere gli altri, non sentendo quello che dicono" (Dimmelow et al., 2003). Queste persone dichiarano di avvertire una mancanza di fiducia, una sensazione di isolamento, imbarazzo ed emarginazione sociale (Dimmelow et al., 2003).

Lo studio conclude affermando che le persone con ipoacusia unilaterale totale devono affrontare diverse sfide e conseguenze di ciò, in quanto

- compromette la capacità di determinare la direzione del suono a causa dell'effetto ombra provocato dalla testa

- compromette la capacità di sentire i suoni provenienti dal lato affetto da ipoacusia
- compromette la capacità di separare il rumore di fondo dai suoni target. Le conversazioni sociali che coinvolgono più di due persone in un ambiente rumoroso possono essere molto stancanti e frustranti per le persone affette da UHL totale.

Tuttavia, è necessario un maggiore sforzo da parte dei soggetti colpiti per compensare la SSD in ambienti di ascolto complessi, con il tempo, l'aumento dell'impegno di ascolto provoca un affaticamento uditivo e di conseguenza un ridotto rendimento a scuola, sul lavoro o nella vita privata, in generale. L'aumento dell'handicap uditivo per le persone con SSD è fortemente legato ai deficit di percezione spaziale dovuti alla mancanza del senso uditivo. Tale sforzo percepito e gli studi sulla fatica hanno dimostrato che la fatica aumenta e lo sforzo aumenta.

### Sfide di chi soffre di un'ipoacusia da un solo lato

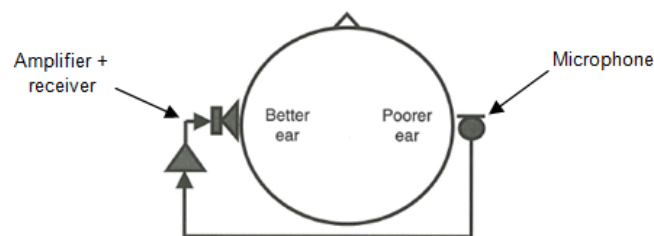


(Fig. 4)

## CAPITOLO 2

### Le soluzioni CROS e BiCROS

L'approccio più comune per chi è affetto da anacusia o ipoacusia non protesizzabile in un lato e normoacusia dall'altro lato è l'utilizzo di un sistema che trasferisca il suono dal lato patologico a quello sano come accennato in precedenza, conosciuto come sistema CROS (Controlateral Routing of the Signal – Harford & Barry, 1965), comporta il posizionamento di un microfono dal lato non protesizzabile che preleva il segnale e lo invia controlateralmente attraverso un sistema wireless, ad un apparecchio acustico retroauricolare o endoauricolare al lato normoacusico o quasi tale. Dato il fatto che l'orecchio migliore è normoacusico o comunque vicino ad esserlo, nessuna o una minima amplificazione è fornita al segnale cross visto che lo scopo fondamentale è quello di superare l'effetto ombra della testa. (Courtois e al. 1988.)



*Fig.1. Block diagram of a CROS system as viewed from above the head. Adapted From Dillon (2001)*

(Fig. 5)

Per gli utenti affetti da ipoacusia anche dal lato migliore, è possibile inviare efficacemente il segnale controlaterale attraverso l'utilizzo della modalità BiCROS (Bilateral Contralateral Routing of the Signal) (Dillon, 2001). In un sistema Bi-CROS il microfono è applicato in entrambi i lati e a differenza del sistema CROS, il segnale da trasferire al lato migliore verrà amplificato coerentemente con l'ipoacusia. Allo stesso tempo il lato ipoacusico con protesi avrà



un'amplificazione del segnale per sopperire alla perdita uditiva del soggetto.

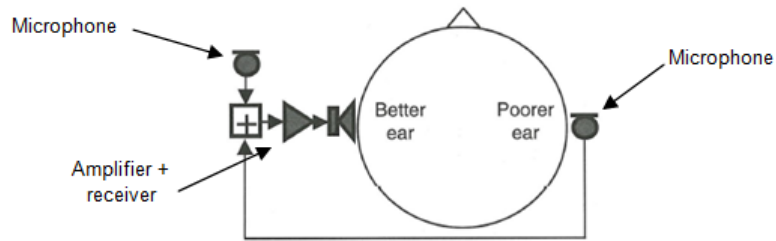
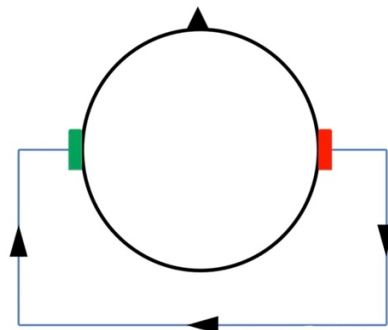


Fig. 2. Block diagram of a Bi-CROS system as viewed from above the head. Adapted from Dillon (2001)

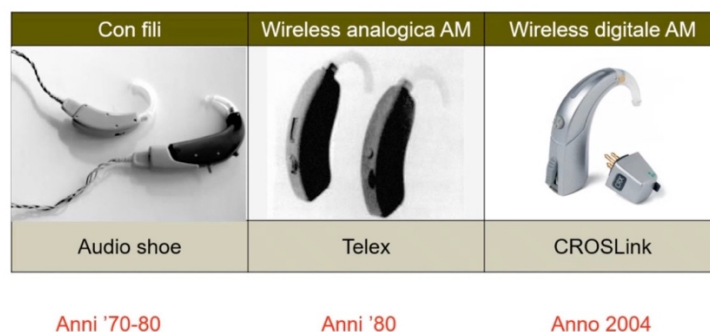
(Fig. 6)

La soluzione CROS rende il soggetto un ascoltatore da “due lati” ma non un ascoltatore con “due orecchi”, perchè l'orecchio che lavora è sempre quello normacusico o ipoacusico non protesizzabile, il suono che io ricevo nel lato anacusico viene inviato al lato normoacusico creando un percorso specifico, perciò in questo caso (fig. 7) la persona riceverà l'ascolto dal lato destro ma lo potrà comprendere utilizzando il lato sinistro, normacusico o ipoacusico che sia.



(Fig. 7)

## La storia dei Cros: soluzioni del passato

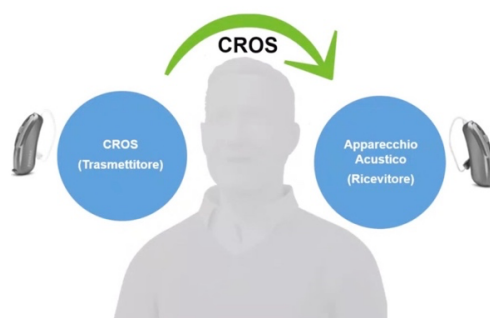


(Fig. 8)

Le soluzioni CROS fino gli anni 70-80 si avvalevano di un utilizzo di trasmettitori e apparecchi uniti da un cavetto che li mettesse in comunicazione, successivamente durante gli anni '80 la tecnologia Wireless a modulazione d'ampiezza Telex non ha avuto molto successo a causa delle dimensioni dei due strumenti, apparecchio e ricevente.

Phonak lanciò CROSLink nel 2004 usata fino al 2010 circa che si avvaleva di un piccolo ricevitore che si univa poi a una protesi che poteva ricevere il suono dall'apparecchio controlaterale con un trasmettitore applicato.

Dal 2009 i sistemi CROS sono totalmente Wireless e utilizzano un trasmettitore CROS nel lato anacusico e un apparecchio acustico sempre della stessa piattaforma nel lato controlaterale, una tecnologia molto più avanzata con una tecnologia Binaural VoiceStream che non richiede nessun filo di collegamento ma una trasmissione streaming tra uno strumento e l'altro in modalità wireless.



(Fig. 9)

## Sistemi Wireless Cros Phonak

L'evoluzione della soluzione CROS/BiCROS negli anni è andata sempre più a migliorarsi sia esteticamente, tecnologicamente che anche nella gestione nel fitting.

I sistemi CROS più innovativi tra le diverse funzioni è molto importante lo Stereo Zoom che aiuta a migliorare l'intelligibilità del parlato in ambienti rumorosi impegnativi o quando il parlato viene presentato verso il lato dell' orecchio peggiore, quando il discorso è presentato frontalmente in presenza di rumore diffuso o in condizioni di quiete.

Gli apparecchi acustici moderni migliorano la comprensione del parlato, riducono lo sforzo uditivo e favoriscono la consapevolezza del mondo circostante, il modo più conosciuto è l'elaborazione multi- microfono, nota come beamforming o cono direzionale. Il beamforming utilizza le informazioni spaziali fornite da due microfoni situati sull'apparecchio acustico, i quali interagiscono fra loro per aumentare la sensibilità in una direzione e ridurla nelle altre direzioni, formando così un "cono" virtuale (Derleth et al., 2021). Il cono direzionale noto come 'direzionale fisso' è un cono direzionale monoaurale statico con lo zero fisso nella posizione posteriore, però le situazioni comunicative in cui ci si può trovare nella vita di tutti i giorni non sono sempre statiche, in questo caso entra in gioco UltraZoom, un cono direzionale monoaurale adattivo che varia la posizione dello zero per ottimizzare il vantaggio SNR (Stewart et al., 2019).

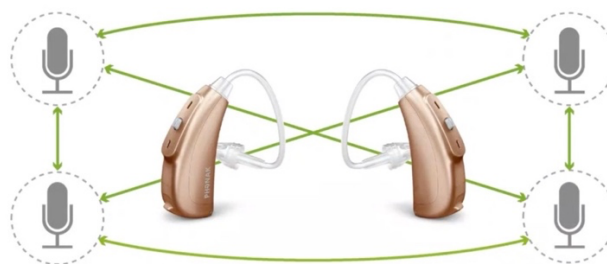
## Real ear sound

Real Ear Sound (RES), sviluppata nel 2005, è progettata per ripristinare il naturale modello di direttività dell'orecchio esterno tramite l'applicazione della direzionalità solo sulle alte frequenze (oltre 1,5 kHz) e combina i vantaggi del rilevamento dei suoni ambientali riducendo al contempo le fonti di confusione anteriore/posteriore, comuni con i microfoni omnidirezionali (Appleton, 2020; Keidser et al., 2009; Raether, 2005).

## StereoZoom

Grazie alla tecnologia Binaurale VoiceStream che mette in comunicazione i 2 microfoni di destra e di sinistra si ammettono delle modalità microfoniche che possono emulare quello che avverrebbe in un soggetto normaudente.

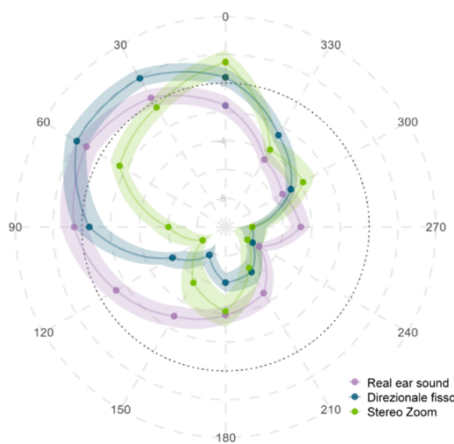
Una rete esclusiva di 4 microfoni



(Fig. 10)

Grazie al fatto che i 4 microfoni possono comunicare tra di loro (fig.10) si riesce a mettere a punto la tecnologia microfonica denominata StereoZoom (SZ), un cono direzionale con uno zero adattivo che utilizza il sistema a quattro microfoni creando questo cono di ascolto dedicato quando il rumore di fondo tende ad aumentare la voce frontale che è prevalente al soggetto, essendo molto più ristretto il cono di ascolto anche la direzionalità sarà molto più ristretta per focalizzare un soggetto in mezzo a molti, quello che noi faremmo in un cocktail party piuttosto che in

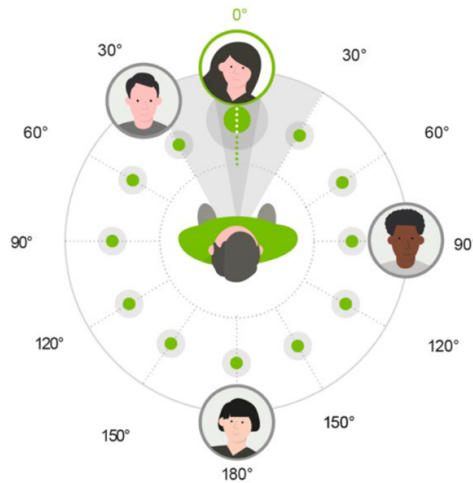
un bar o in un ristorante per focalizzare il soggetto con cui stiamo conversando. (Stewart et al., 2019). Questo punto stretto di focalizzazione offre un'intelligibilità del parlato migliorata nel rumore forte, diversi studi hanno dimostrato miglioramenti anche nello sforzo uditivo e un aumento significativo della comunicazione complessiva con una posizione del corpo meno inclinata verso il parlante. (Appleton & König, 2014, Picou et al., 2014) (Latzel & Appleton-Huber, 2015). (Winneke et al., 2020). (Schulte et al., 2018).



**Fig. 11:** Differenza media tra SNR in entrata e SNR in uscita dell'apparecchio acustico misurati nell'orecchio sinistro con Real Ear Sound (viola), Direzionale fisso (blu) e StereoZoom (verde). L'apparecchio acustico è posizionato sulla testa di un manichino (KEMAR) e il parlante si muove intorno al manichino facendo passi di 30°. Le registrazioni vengono misurate con SNR in entrata da -5 a +10 dB e 4 diversi rumori di fondo.

## StereoZoom 2.0

StereoZoom 2.0 (SZ 2.0) rappresentato nella Fig. 12, sostituisce le generazioni precedenti di SZ, è una modalità microfono direzionale binaurale stretta che viene attivata nel programma parlato con rumore di fondo elevato. Rispetto a SZ, permette un passaggio più fluido tra i programmi d'ascolto dalla transizione da parlato nel rumore (UltraZoom) a parlato con rumore di fondo elevato (SZ 2.0). L'intensità di SZ 2.0 mantiene una maggiore consapevolezza di spazio a livelli di rumore inferiori e una maggiore concentrazione sul parlato a livelli superiori.

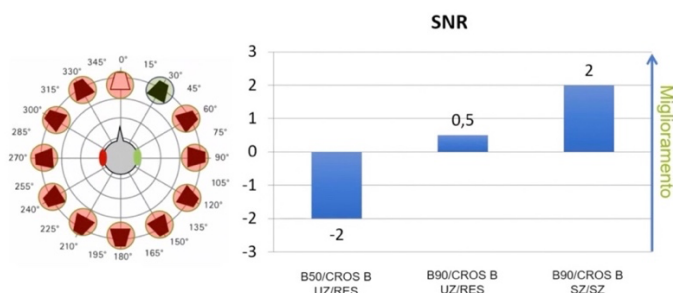


**Fig. 12 StereoZoom 2.0**

Quando il livello del rumore che circonda il cliente aumenta, la direzionalità dei microfoni passa gradualmente da UltraZoom (cono direzionale largo) a StereoZoom 2.0 (cono direzionale stretto). Questo fornisce un bilanciamento fra una maggiore consapevolezza spaziale e la concentrazione sul parlato frontale, in base all'ambiente d'ascolto. L'intensità di StereoZoom 2.0 si attiva gradualmente mentre il livello di rumore aumenta.

Stereozoom è stato validato sia in portatori di apparecchi acustici classici ma anche nell'ambito nella tecnologia CROS chi utilizza lo StereoZoom come vediamo nella fig.13 rispetto a chi non utilizza la tecnologia CROS vediamo che abbiamo un rapporto segnale/rumore molto più basso di -2 per comprendere un certo target del parlato, mentre quando utilizziamo una tecnologia StereoZoom direzionale più ristretta abbiamo un miglioramento perché il rapporto segnale/ rumore tenderà ad aumentare, quindi discrimino meglio anche se il rumore è più elevato perché il rapporto segnale/rumore con questa tecnologia tenderà ad alzarsi quindi abbiamo un vantaggio di 4dB, da -2 a +2.

## StereoZoom - Validazioni



Field Study News – Phonak CROS II – Electroacoustic measurements look at key performance aspects of two wireless CROS systems (July 2015)

**Fig. 13:** Differenza media tra SNR in entrata e SNR in uscita dell'apparecchio acustico misurati nell'orecchio sinistro con Real Ear Sound (viola), Direzionale fisso (blu) e StereoZoom (verde). L'apparecchio acustico è posizionato sulla testa di un manichino (KEMAR) e il parlante si muove intorno al manichino facendo passi di 30°. Le registrazioni vengono misurate con SNR in entrata da -5 a +10 dB e 4 diversi rumori di fondo.

## SpeechSensor

Walden et al. (2004) hanno valutato le risposte di utenti di apparecchi acustici che hanno monitorato i segnali e il rumore su un periodo di 4 settimane. Gli studiosi hanno segnalato che per l'80% del tempo i segnali provenivano dalla direzione frontale e per il 20% da un'altra direzione. Esiste quindi una quantità significativa di situazioni d'ascolto in cui i clienti potrebbero non guardare direttamente il parlante (Hayes, 2019). Il vantaggio principale di SZ si ottiene quando il parlato proviene dalla direzione frontale, dato che gli utenti di apparecchi acustici tendono a guardare nella direzione del parlante. La ricerca di Walden et al. dimostra tuttavia che non è sempre così. SpeechSensor rileva automaticamente dove si trova il parlante dominante e invia questa informazione ad AutoSense OS 5.0, il sistema di classificazione automatica presente negli apparecchi acustici Phonak, per regolare di conseguenza la modalità microfono. Se il parlato proviene da sinistra/destra si attiva un cono direzionale fisso. Se il parlato proviene da dietro si attiva Real Ear Sound e se proviene da davanti viene utilizzato SZ 2.0.

## **CAPITOLO 3**

### **SSQ TEST**

La comunicazione nel rumore è una delle situazioni d'ascolto più difficili per le persone con ipoacusia e uno dei fattori più importanti per sentirsi soddisfatti dagli apparecchi acustici (Abrams & Kihm, 2015). Gli utenti di apparecchi acustici hanno bisogno di un rapporto Segnale/Rumore (SNR) migliore rispetto ai soggetti normoudenti per lo stesso livello di performance (Killion, 1997).

I questionari fanno parte dell'iter audioprotesico per evidenziare disability ed handicap del soggetto, permettono via via di evidenziare il livello di soddisfazione raggiunto dal paziente, grazie ai questionari possiamo inoltre comprendere problemi, bisogni motivazioni e aspettative del soggetto.

SSQ test (Speech, Spatial, and Qualities of Hearing Scale) è un questionario di autovalutazione della disabilità uditiva composto da 53 domande inerenti alle situazioni di ascolto complesse tipiche della vita reale di tutti i giorni, le risposte hanno tutte una scala che va da 0 (per niente) a 10 (perfettamente), inoltre ogni domanda prevede una casella che si può barrare se non ci si è mai trovati in quella situazione e non è applicabile. L'SSQ è un collegamento intermedio tra la misurazione audiologica della perdita uditiva di una persona e la valutazione del paziente su come tale perdita uditiva influisce sulla sua vita in generale.

Le prime 14 domande sono una scala di valutazione della discriminazione vocale in varie situazioni, dette cocktail party o più semplicemente quando si è al ristorante, al bar o in luoghi affollati, ma anche varie domande di situazioni di ascolto mentre si guarda la televisione, quando si parla al



telefono o quando più persone parlano contemporaneamente. La seconda parte è la scala di valutazione spaziale che comprende 17 domande riguardanti l'udito spaziale, la capacità di localizzare dove si trova la fonte sonora, l'intensità e la distanza di essa, sia se si vede da chi o dove deriva che quando non si vede.

La terza sezione è la scala di valutazione dell'udito, 22 domande rivolte al paziente per determinare la chiarezza, naturalezza e la distinzione dei vari suoni prendendo in considerazione anche la musica, quesiti per valutare la sua esperienza uditiva con gli apparecchi acustici.

S[peech] S[patial] Q[ualities] versione 3.1.2 – I. Scala di valutazione della discriminazione vocale

NOME	CONDIZIONE	DATA
1. Sta parlando con un'altra persona in una stanza dove c'è anche la TV accesa. Senza abbassare il volume della TV, riesce a seguire quello che dice la persona con cui sta parlando?	Per niente 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Min Max	Perfettamente barrare se non applicabile <input type="checkbox"/> o non sentito
2. Sta parlando con un'altra persona in un tranquillo salotto con la moquette. Riesce a seguire quello che dice l'altra persona?	Per niente 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Min Max	Perfettamente barrare se non applicabile <input type="checkbox"/> o non sentito
3. È seduto con un gruppo di circa cinque persone attorno ad un tavolo. È un posto piuttosto tranquillo. Lei può vedere ogni componente del gruppo. Riesce a seguire la conversazione?	Per niente 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Min Max	Perfettamente barrare se non applicabile <input type="checkbox"/> o non sentito
4. È a tavola con un gruppo di circa cinque persone in un ristorante affollato. Lei può vedere ogni componente del gruppo. Riesce a seguire la conversazione?	Per niente 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Min Max	Perfettamente barrare se non applicabile <input type="checkbox"/> o non sentito
5. Sta parlando con un'altra persona. C'è un costante rumore di fondo, tipo condizionatore o acqua che scorre. Riesce a seguire quello che dice l'altra persona?	Per niente 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Min Max	Perfettamente barrare se non applicabile <input type="checkbox"/> o non sentito
6. È a tavola con un gruppo di circa cinque persone in un ristorante affollato. Lei <u>non</u> può vedere ogni componente del gruppo. Riesce a seguire la conversazione?	Per niente 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Min Max	Perfettamente barrare se non applicabile <input type="checkbox"/> o non sentito

(Fig. 14)

7. Sta parlando con qualcuno in un luogo in cui c'è molta eco, tipo una chiesa o il terminal di una stazione ferroviaria. Riesce a seguire quello che dice l'altra persona?	Per niente 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Min Max	Perfettamente	barrare se non applicabile <input type="checkbox"/> o non sentito
8. Riesce a sostenere una conversazione con qualcuno, se vicino a lei c'è già un'altra persona che parla con un timbro di voce uguale a quella con cui sta parlando?	Per niente 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Min Max	Perfettamente	barrare se non applicabile <input type="checkbox"/> o non sentito
9. Riesce a sostenere una conversazione con qualcuno, se vicino a lei c'è già un'altra persona che parla con un timbro di voce diversa da quella con cui sta parlando?	Per niente 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Min Max	Perfettamente	barrare se non applicabile <input type="checkbox"/> o non sentito
10. Sta ascoltando qualcuno che parla con lei, mentre cerca di seguire le notizie alla TV. Riesce a seguire ciò che stanno dicendo entrambi?	Per niente 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Min Max	Perfettamente	barrare se non applicabile <input type="checkbox"/> o non sentito
11. Sta conversando con una persona, in una stanza in cui ci sono molte altre persone che parlano. Riesce a seguire ciò che dice la persona con cui sta parlando?	Per niente 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Min Max	Perfettamente	barrare se non applicabile <input type="checkbox"/> o non sentito
12. In un gruppo di persone che si alternano nella conversazione, riesce a seguire agevolmente la conversazione senza perdere la parte iniziale di ciò che dice ogni nuovo interlocutore?	Per niente 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Min Max	Perfettamente	barrare se non applicabile <input type="checkbox"/> o non sentito

(Fig. 15)

13. Riesce a parlare agevolmente al telefono? [utilizzando uno, nessuno od entrambi gli apparecchi?]	Per niente 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Min Max	Perfettamente	barrare se non applicabile <input type="checkbox"/> o non sentito
14. Qualcuno accanto a lei inizia a parlare mentre sta ascoltando qualcuno al telefono. Riesce a seguire ciò che viene detto da entrambi?	Per niente 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Min Max	Perfettamente	barrare se non applicabile <input type="checkbox"/> o non sentito

(Fig. 16)

### SSQ3.1 II. Scala di Valutazione Spaziale

1. È fuori in un luogo estraneo. Sente qualcuno che sta usando un tagliaerba, ma non può vedere dov'è. Riesce a dire con precisione da che parte arriva il rumore?	Per niente 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Min Max	Perfettamente	barrare se non applicabile <input type="checkbox"/> o non sentito
2. È seduto attorno ad un tavolo o ad una riunione con diverse persone. Non può vedere tutti. Riesce ad individuare ogni persona non appena questa inizia a parlare?	Per niente 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Min Max	Perfettamente	barrare se non applicabile <input type="checkbox"/> o non sentito
3. È seduto tra due persone. Una di queste inizia a parlare. Riesce a dire con esattezza se si tratta della persona alla sua sinistra o alla sua destra, senza guardare?	Per niente 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Min Max	Perfettamente	barrare se non applicabile <input type="checkbox"/> o non sentito
4. È in una casa estranea. C'è silenzio. Sente sbattere una porta. Riesce a capire con esattezza da dove proviene il rumore?	Per niente 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Min Max	Perfettamente	barrare se non applicabile <input type="checkbox"/> o non sentito
5. È ad un piano intermedio di un vano scale di un palazzo. Sente un suono provenire da un altro piano. Riesce a capire prontamente da quale piano provenga il suono?	Per niente 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Min Max	Perfettamente	barrare se non applicabile <input type="checkbox"/> o non sentito
6. È all'aperto. Sente un cane che abbaia forte. Riesce a capire immediatamente dov'è senza guardare?	Per niente 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Min Max	Perfettamente	barrare se non applicabile <input type="checkbox"/> o non sentito

(Fig. 17)

7. È fermo sul marciapiede di una strada affollata. Riesce a sentire con esattezza da quale direzione arriva un autobus o un camion prima di vederlo?	Per niente 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Min Max	Perfettamente	barrare se non applicabile <input type="checkbox"/> o non sentito
8. Per strada, riesce a capire quanto sia distante una persona dal suono della sua voce o dei suoi passi?	Per niente 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Min Max	Perfettamente	barrare se non applicabile <input type="checkbox"/> o non sentito
9. Riesce a capire dal rumore quanto sia lontano un autobus o un camion?	Per niente 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Min Max	Perfettamente	barrare se non applicabile <input type="checkbox"/> o non sentito
10. Riesce a capire dal rumore in quale direzione si muove un autobus o un camion. Se, per esempio, da destra a sinistra oppure da sinistra a destra?	Per niente 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Min Max	Perfettamente	barrare se non applicabile <input type="checkbox"/> o non sentito
11. Riesce a capire in quale direzione si muove una persona dal suono della sua voce o dei suoi passi. Se, per esempio, da destra a sinistra oppure da sinistra a destra?	Per niente 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Min Max	Perfettamente	barrare se non applicabile <input type="checkbox"/> o non sentito
12. Riesce a capire, dal suono della sua voce o dei suoi passi, se una persona si sta avvicinando o allontanando da lei?	Per niente 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Min Max	Perfettamente	barrare se non applicabile <input type="checkbox"/> o non sentito

(Fig. 18)

13. Riesce a capire dal rumore se un autobus o un camion si sta avvicinando o allontanando da lei?	Per niente 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Min Max	Perfettamente	barrare se non applicabile <input type="checkbox"/> o non sentito
14. I suoni che riesce a sentire le sembrano essere dentro la sua testa piuttosto che provenire dall'esterno?	Dentro la mia testa 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Min Max	Dall'esterno	barrare se non applicabile <input type="checkbox"/> o non sentito
15. I suoni delle persone o delle cose che riesce a sentire, ma che non può vedere subito, le sembrano più vicini di quanto pensasse una volta visualizzati?	Molto più vicini 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Min Max	non più vicini	barrare se non applicabile <input type="checkbox"/> o non sentito
16. I suoni delle persone o delle cose che riesce a sentire, ma che non può vedere subito, le sembrano più lontani di quanto pensasse una volta visualizzati?	Molto più lontani 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Min Max	non più lontani	barrare se non applicabile <input type="checkbox"/> o non sentito
17. Le sembra che i suoni siano esattamente dove si aspettava che fossero?	Per niente 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Min Max	Perfettamente	barrare se non applicabile <input type="checkbox"/> o non sentito

(Fig. 19)

## SSQ3.1 III Scala di Valutazione Altre Qualità dell'Udito

1. Pensi a quando sente due cose contemporaneamente, per esempio, l'acqua che scorre in un catino [un elettrodomestico] [un aereo che passa] e, al contempo, una radio accesa [i colpi di un martello] [un camion che passa]. Questi suoni le sembrano distinti l'uno dall'altro?	Per niente 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Min Max	Perfettamente	barrare se non applicabile <input type="checkbox"/> o non sentito
2. Quando sente più di un suono alla volta, ha l'impressione che sia un unico suono confuso? * *Se così fosse, può fare qualche esempio dei suoni in questione?	Confusi 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Min Max	Distinti	barrare se non applicabile <input type="checkbox"/> o non sentito
3. Si trova in una stanza dove una radio trasmette musica. Qualcun altro nella stanza sta parlando. Riesce a percepire la voce separatamente dalla musica?	Per niente 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Min Max	Perfettamente	barrare se non applicabile <input type="checkbox"/> o non sentito
4. Distingue con facilità varie persone che conosce dal suono della loro voce?	Per niente 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Min Max	Perfettamente	barrare se non applicabile <input type="checkbox"/> o non sentito
5. Distingue con facilità i vari brani musicali che conosce meglio?	Per niente 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Min Max	Perfettamente	barrare se non applicabile <input type="checkbox"/> o non sentito

(Fig. 20)

6. Riesce a percepire la differenza tra i vari suoni, per esempio, un'auto da un autobus, l'acqua che bolle in un pentolino da una padella che frigge?	Per niente 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Min Max	Perfettamente	barrare se non applicabile <input type="checkbox"/> o non sentito
7. Quando ascolta la musica, riesce a distinguere i vari strumenti che suonano?	Per niente 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Min Max	Perfettamente	barrare se non applicabile <input type="checkbox"/> o non sentito
8. Quando ascolta la musica, le sembra chiara e naturale?	Per niente 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Min Max	Perfettamente	barrare se non applicabile <input type="checkbox"/> o non sentito
9. I suoni di ogni giorno che riesce a sentire facilmente le sembrano chiari (non confusi)	Per niente 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Min Max	Perfettamente	barrare se non applicabile <input type="checkbox"/> o non sentito
10. Le voci degli altri le sembrano chiare e naturali?	Per niente 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Min Max	Perfettamente	barrare se non applicabile <input type="checkbox"/> o non sentito
11. I suoni di ogni giorno che riesce a sentire le sembrano artificiali o innaturali?	Innaturali 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Min Max	Naturali	barrare se non applicabile <input type="checkbox"/> o non sentito

(Fig. 21)

12. La sua voce le sembra naturale?	Per niente 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Min Max	Perfettamente	barrare se non applicabile <input type="checkbox"/> o non sentito
13. Riesce facilmente a giudicare l'umore di un'altra persona dal timbro della sua voce?	Per niente 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Min Max	Perfettamente	barrare se non applicabile <input type="checkbox"/> o non sentito
14. Quando ascolta qualcuno o qualcosa deve concentrarsi molto?	Concentrarmi duramente 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Min Max	non ho bisogno di concentrarmi	barrare se non applicabile <input type="checkbox"/> o non sentito
15. [solo per adattamenti bilaterali da lungo tempo] Se spegne un apparecchio acustico, senza regolare l'altro, le sembra che tutto sia innaturalmente tranquillo?	Troppo tranquillo 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Min Max	Normale	barrare se non applicabile <input type="checkbox"/> o non sentito
16. In auto, quando guida, riesce a sentire facilmente cosa le dice la persona che le siede accanto? [usa un solo apparecchio, quale, perché?]	Per niente 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Min Max	Perfettamente	barrare se non applicabile <input type="checkbox"/> o non sentito
17. Quando in auto siede accanto al posto di guida, riesce a sentire facilmente ciò che le dice il conducente? [usa un solo apparecchio, quale, perché?]	Per niente 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Min Max	Perfettamente	barrare se non applicabile <input type="checkbox"/> o non sentito

(Fig. 22)

18. Quando parla con gli altri, quanto deve sforzarsi per capire quello che viene detto?	Molto sforzo 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Min Max	Nessuno Sforzo	barrare se non applicabile <input type="checkbox"/> o non sentito
19. Riesce ad ignorare altri suoni quando cerca di ascoltare qualcosa?	Ignoro con difficoltà 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Min Max	Ignoro con facilità	barrare se non applicabile <input type="checkbox"/> o non sentito
20. [Solo per adattamenti bilaterali da lungo tempo] Quali sono i suoni più deboli che sa di non riuscire a sentire [Unilaterale rispetto a Bilaterale]?			
21. Ci sono circostanze in cui decisamente preferisce non usare/usare solo un apparecchio acustico?			
22. Ci sono circostanze in cui decisamente preferisce usare uno/due apparecchio/i acustico/i?			

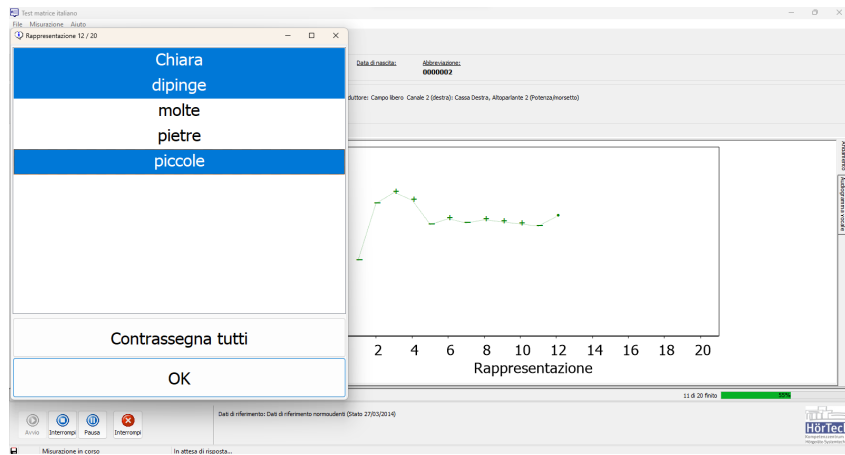
(Fig. 23)

## **Italian Matrix Test**

La comprensione del parlato è fondamentale per molti aspetti della nostra vita: le relazioni, il lavoro, lo studio e il benessere, ci permette di comunicare con le persone intorno a noi senza essere isolati e favorisce la qualità di vita in generale. Le ricerche di mercato evidenziano che una migliore comprensione del parlato è una delle esigenze più importanti dagli utenti portatori di apparecchi acustici (Appleton, 2022).

Il Matrix Sentence Test (MST) o “test della matrice di frasi” è un test di audiometria vocale adattiva sviluppato a Oldenburg in Germania che determina la soglia di percezione del parlato di  $\pm 1$ dB in presenza di un rumore fisso a 65dB questo fa sì che ci sia una competizione. Prima di iniziare il test l'esaminatore può scegliere quale cassa usare per il suono e quale per le parole, creando un cocktail party o simulando una situazione di ascolto nel rumore in cui ci si può trovare nella vita di tutti i giorni, come al ristorante, al bar, o in un luogo affollato.

Vengono inviate all'ascoltatore 20 frasi imprevedibili dal momento che sono senza senso ma sempre della stessa struttura, sono composte da 5 parole (nome, verbo, aggettivo, oggetto, quantità) scelte a caso da una matrice di 50 parole. L'ascoltatore durante lo svolgimento del test dovrà ripetere le parole che riesce a comprendere e l'esaminatore segnerà le parole corrette.



(Fig. 24 Matrix test misurazione in corso)

Il test si adatta in base alle risposte date dal paziente, di conseguenza l'intensità dello stimolo vocale varia in modo adattivo in base alle risposte corrette, se le risposte esatte sono più della metà l'intensità tenderà a diminuire, viceversa, l'intensità aumenterà in caso di risposta negativa, fin quando non si troverà il risultato, chiamato SRT (Signal Reception Threshold) cioè la soglia di percezione del segnale, in cui vi sarà un'intelligibilità del 50%.

SRT è la differenza tra l'intensità delle parole e quella del rumore del test, più il numero del SRT è vicino o minore dello zero migliore sarà il risultato del test.

Impostazioni blocco		
<b>Test matrice italiano rumore</b>		
Modalità rumore:		<b>standard</b>
Elenco di test:		<b>20/itamatrix20.14</b>
Controllo del livello:		<b>Soglia del 50%</b>
Convoluzione:		
Livello fisso:		<b>Livello del rumore parassita</b>
Modalità risposta:		<b>aperta</b>
-----		
Rappresentazione corrente		
Livello dei suoni...	Canale 1	<b>65,0</b> [dB]
Livello del rumo...	Canale 2	<b>65,0</b> [dB]
S/N:		<b>0,0</b> [dB]
-----		
Risultati		
Soglia del 50%:		<b>2,3</b> [dB]

(Fig. 25)

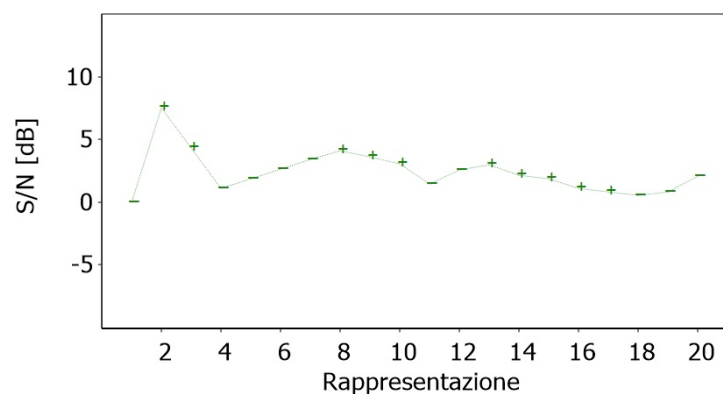


Fig. 26 Esempio risultati di una persona portatrice di BiCros

## CAPITOLO 4

### METODI

Questo studio è stato realizzato grazie alla collaborazione di 5 pazienti di cui 3 uomini e 2 donne con età media di 80 anni (Tab. II). Tutti soffrono di ipoacusia monolaterale con una interessante perdita anche nell'orecchio migliore, per questo motivo sono tutti portatori di tecnologia BiCros.

Paziente	Anni	PTA orecchio migliore	PTA Orecchio peggiore	Portatopreda
1	82	48,65 dB	Anacusia dx	1 anno
2	69	52,5 dB	Anacusia dx	1 anno
3	84	47,5 dB	Anacusia sx	8 anni
4	81	81,25 dB	Anacusia dx	1 anno
5	88	62,5 dB	92,5 dB	6 anni

(Fig. 27, Tab II)

I pazienti sono tutti seguiti regolarmente quando necessitano di assistenza o di una regolazione, gli apparecchi acustici vengono utilizzati da tutti i soggetti tutto il giorno eccetto uno che negli ultimi mesi ha avuto problemi di salute, essendo stato molto a letto l'ha un po' trascurato, ma ora sta iniziando a utilizzarlo nuovamente. L'insorgenza dell'anacusia per i pazienti è sorta da bambini anche se nella maggior parte di essi è stata diagnosticata tardivamente visto la mancanza all'epoca degli screening neonatali di routine previsti al giorno d'oggi. Dopo aver controllato gli apparecchi acustici e eseguito l'otoscopia del CUE ai pazienti, ho aiutato ogni singola persona nella compilazione del questionario sulla autovalutazione della disabilità uditiva, visto contiene 53 domande totali ho assistito personalmente all'aiuto nella lettura, per una corretta esecuzione e chiarimenti su determinate domande del SSQ test.

Successivamente ho fatto accomodare il paziente nella stanza silente per l'esecuzione del Matrix Sentence Test, secondo sei modalità. Sono state utilizzate come segnale (S) frasi inviate in campo libero da un altoparlante posizionato di fronte ( $0^\circ$ ), assieme al rumore di fondo, prima con entrambi gli apparecchi e dopo solo con l'apparecchio acustico nell'orecchio migliore senza l'aiuto del microfono/Bicos, come terza modalità il rumore di competizione (N) di 65 dB d'intensità è stato inviato a destra ( $+90^\circ$ ) e a sinistra ( $-90^\circ$ ) rispetto al soggetto, secondo le stesse modalità di invio prima eseguite con tutti e due gli apparecchi e poi senza il Cros/BiCros.



## ANALISI DEI RISULTATI

I risultati per quanto riguarda l'SSQ test hanno dimostrato un beneficio grazie ai sistemi Cros e BiCros in diverse situazioni di ascolto. La prima parte, interessava ambienti di quiete, quando più persone parlano contemporaneamente, mentre si ascolta la televisione o si parla al telefono.

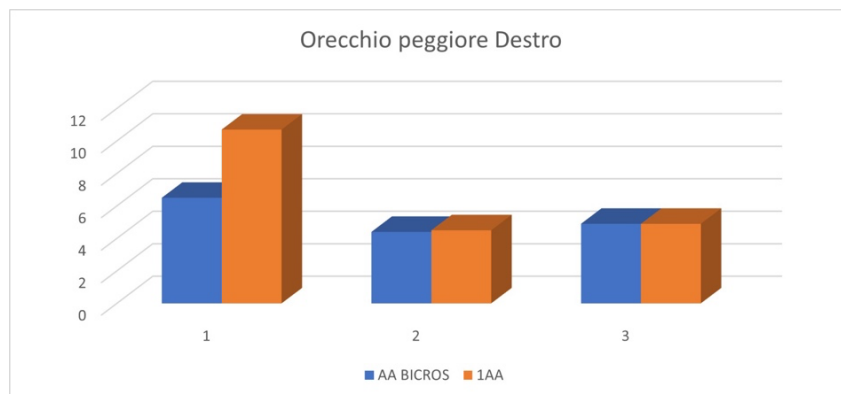
In questa prima scala composta da 14 domande la media risulta essere 6,2, sopra la sufficienza, i soggetti riferiscono maggiore facilità in situazione di quiete e quando le persone parlano una alla volta, e maggiore difficoltà quando in presenza di rumore di fondo non possono vedere i componenti mentre parlano e di conseguenza senza leggere il labiale.

La seconda parte riguardante la valutazione spaziale la media è stata 5,7, vicino alla sufficienza ma inferiore alla precedente scala, in quanto quasi tutti i pazienti hanno buona discriminazione sulla valutazione della direzionalità della fonte sonora eccetto un paziente. Alle domande sull'intensità e distanza riferisce che riesce a intuire per la maggior parte delle volte, ma di non aver mai avuto l'effetto stereo, pertanto alle domande che riguardano la localizzazione sul piano orizzontale quindi se una fonte arriva da destra o sinistra le risposte non sono potute essere applicabili.

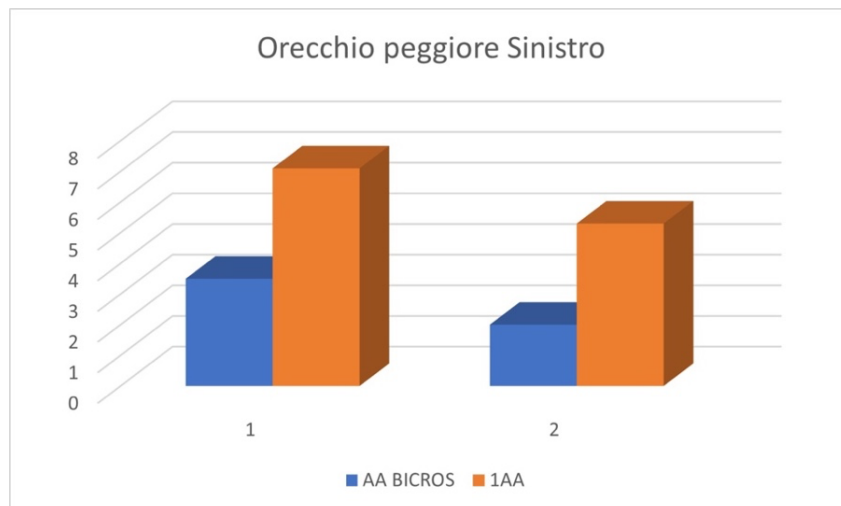
L'ultima parte riguardante la musica o altri suoni dell'udito tra cui anche le voci ha avuto un punteggio più che sufficiente di 7,6. La maggior parte di questi pazienti soprattutto per quanto riguarda la musica sono stati molto soddisfatti sui benefici ottenuti grazie ai dispositivi Cros e gli apparecchi compatibili.

Tutti i pazienti sono stati collaboranti anche per il Matrix Sentence test, utilizzando 6 modalità di ascolto. La prima modalità prevedeva l'invio da una cassa posta frontalmente sia del materiale fonetico che del rumore, nella seconda

modalità le frasi venivano inviate sempre frontalmente ma questa volta il rumore veniva riprodotto da una cassa posta dal lato sinistro, nell'ultima modalità la cassa dal lato di destra riproduceva il rumore e la cassa frontale inviava sempre il segnale. Il test è stato ripetuto due volte per ogni modalità per arrivare a un totale di 6 modalità diverse, prima con tutti e due gli apparecchi quindi anche con il CROS/BiCros e poi solo con l'apparecchio acustico abbinato nel lato dell'orecchio migliore.



(Fig. 28)



(Fig. 29)

In questo primo caso la media complessiva grazie ai sistemi BiCros è stata di 4,26dB mentre la prestazione solo con l'apparecchio acustico nel lato migliore è stato un risultato negativo in quanto di 6,5dB, peggiore di 2dB.

Nella terza modalità di esame in cui il rumore arriva nella cassa posizionata nel lato sinistro rispetto al soggetto (-90°), la media complessiva è stata di 4,3dB solo con un AA e 3,16dB nella quarta modalità con 2AA. In un paziente il risultato è stato molto positivo in quanto è risultata una media di -2,6dB. Già queste prime modalità dimostrano che grazie alla tecnologia BiCros si hanno dei risultati positivi nel comprendere le frasi nel rumore indifferentemente da dove sia la provenienza.

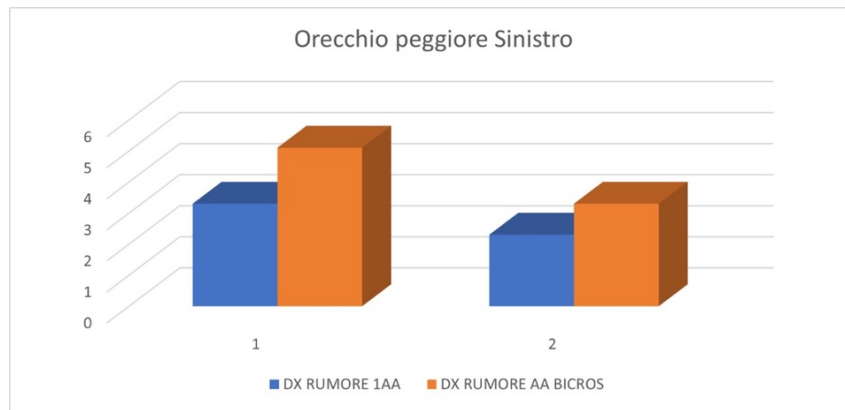


(Fig. 30)

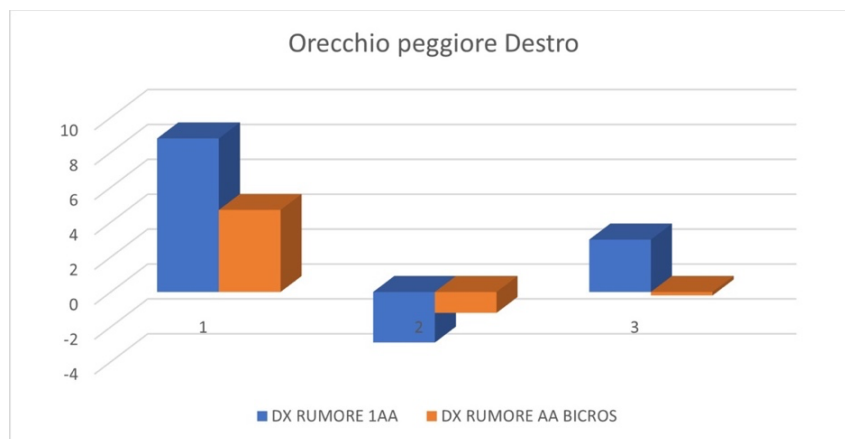


(Fig. 31)

Nell'ultima modalità in cui il rumore è inviato da una cassa posta dal lato di destra e le frasi frontalmente ci si aspetta sia la situazione più facile per chi ha una ipoacusia peggiore dal lato di destra.



(Fig. 32)



(Fig. 33)

La media con i due apparecchi è stata abbastanza positiva di 2,39 dB e di 2,9dB solo con 1AA in quest'ultima fase.

Osservando i grafici possiamo dire che i risultati migliori sono stati ottenuti in questa penultima modalità, con l'aiuto di BiCros la media è stata di 2,39 dB come abbiamo appena visto in cui il rumore era proveniente da destra (+90°) e il parlato frontalmente (0°). E' stato un risultato medio positivo in questa situazione (+90°) anche per chi ha il destro come orecchio migliore, in quanto il rumore poteva coprire decisamente le frasi che venivano inviate (0°), si aspettava fosse la situazione più difficile assieme alla terza modalità in cui il rumore proveniente da sinistra poteva creare disagio per i soggetti con ipoacusia migliore da quel lato ma così non è stato avendo avuto buoni risultati.

## **DISCUSSIONE E CONCLUSIONI**

Dai test soggettivi e oggettivi effettuati in questo studio emergono i numerosi benefici che si possono ottenere grazie agli apparecchi acustici CROS, avendo dimostrato di essere una buona valutazione dai risultati ottenibili. Gli apparecchi acustici CROS svolgono in maniera soddisfacente il loro compito di captare il segnale dall'orecchio peggiore e di trasmetterlo nell'orecchio buono, migliorando decisamente le capacità di discriminare e determinare la direzionalità del suono eliminando l'effetto ombra causato dalla testa. Inoltre CROS aiuta l'ascolto nelle situazioni difficili come in presenza di rumore dando priorità al parlato e attenuando il rumore che lo circonda aiutando anche a non affaticarsi troppo e non essere frustrati, soprattutto nei soggetti anziani i quali tendono ad auto isolarsi quando non riescono a essere partecipi o a seguire una conversazione dall'inizio alla fine. L'eliminazione dell'effetto ombra della testa e il ripristino della binauralità ha avuto ottimi risultati come esaminato dall'SSQ test, le risposte sulla posizione e il movimento dei suoni nell'ambiente sono state più che soddisfacenti e tutte oltre la sufficienza per quasi tutti i pazienti a cui è stato sottoposto il test.

Inoltre anche dal Matrix Sentence test abbiamo visto come i risultati erano decisamente migliori quando si applicava l'apparecchio acustico CROS/BiCROS rispetto ai risultati solo con 1AA, anche quando si poteva supporre che l'amplificazione del rumore poteva distrarre dall'invio delle frasi così non è stato.

Con una media complessiva positiva dei risultati ottenuti dai test possiamo affermare che i dispositivi CROS sono

un'ottima soluzione per trattare una ipoacusia unilaterale, aiutando in situazioni di ascolto difficili senza affaticarsi e permettendo di comunicare senza isolarsi, cercando di ripristinare il più possibile la binauralità e soprattutto eliminare l'effetto ombra della testa.

È spettacolare il meccanismo con cui CROS trasferisce il suono dell'orecchio peggiore a quello migliore permettendoti di farti sentire da un orecchio quello che sentiresti con entrambe le orecchie.

## BIBLIOGRAFIA

World Report on Hearing, 2021

Bronkhorst e Plomp, 1988; Dillon, 2001

Dimmelow et al., 2003

Audiol Neurotol 2015;20(suppl1):67–72DOI:  
10.1159/000380751

Binaural Auditory Outcomes in Patients with Postlingual  
Profound Unilateral Hearing Loss: 3 Years after Cochlear  
Implantation.

*Griet Mertens, Andrea Kleine Punte, Marc De Bodt, Paul  
Van de Heyning.*

Department Otorhinolaryngology, Head and Neck Surgery,  
Antwerp University Hospital, and University of Antwerp,  
Antwerp, Belgium.

Courtois e al. 1988, Derleth et al., 2021

Stewart et al., 2019

Appleton, 2020; Keidser et al., 2009; Raether, 2005

Appleton & König, 2014, Picou et al., 2014, Latzel &  
Appleton-Huber, 2015, Winneke et al., 2020

Schulte et al., 2018

Abrams & Kihm, 2015

Killion, 1997

Appleton, 2022

## ICONOGRAFIA

World Report on Hearing, 2021, “Grades of hearing loss and  
related hearing experience

Phonak Field Study News - Spezzoni/foto screenshot  
catturate da filmato formazione Cros su gentile concessione  
di Sonova Italia

## RINGRAZIAMENTI

*In conclusione di questo elaborato vorrei ringraziare tutti coloro che mi sono stati vicini durante il mio percorso universitario e hanno fatto sì che riuscissi nella realizzazione della mia crescita personale e professionale, senza di loro sarebbe stato sicuramente tutto più difficile.*

*In primis vorrei ringraziare il mio relatore il dott. Pietro Scimemi per avermi supportata nella stesura della tesi soprattutto nei momenti iniziali di indecisione che con gentilezza ha subito accettato di aiutarmi.*

*Un ringraziamento speciale anche al mio correlatore Marco Chisari per la sua disponibilità e pazienza in qualsiasi momento è stato un pilastro per la realizzazione di questa tesi.*

*Grazie di cuore a Serena Rizzo la mia tutor una persona speciale che mi ha fatto strada nel mio percorso universitario, mi ha spiegato con amore e pazienza tutto ciò che avrei dovuto mettere in pratica aprendomi porte e dandomi opportunità che ha servito al mio bagaglio personale di conoscenze per la mia professione, a te devo tanto e ringrazio ogni giorno di aver avuto l'onore di avere una persona così accanto in questa mia esperienza.*

*Grazie a te papino che senza di te questo percorso non sarebbe mai potuto nemmeno iniziare, grazie per l'esempio che mi hai sempre dato e per la figura professionale che mi hai sempre fatto ammirare fin da quando ero piccola, se ho scelto questa professione per il mio futuro è tutto grazie a te che mi hai sostenuta in ogni momento standomi vicino e accompagnandomi anche nei*



*momenti difficili, facendo sì che il mio sogno si potesse realizzare ed essere la persona che sono.*

*Grazie anche a te mamma, grazie per essere la mamma che sei, per avermi dato l'opportunità di intraprendere questo percorso, per essermi stata sempre vicina, accompagnandomi a Padova quando stavo male o anche solo per farmi compagnia anche se voleva dire aspettare ore che finissi le lezioni o gli esami, grazie per tutto l'amore che mi dai ogni giorno, sei la mia migliore amica.*

*Grazie a te pippo, il mio fratellone che anche tu sei sempre stato al mio fianco facendomi svagare nei momenti difficili e soprattutto per la gioia immensa che mi hai dato con il nostro piccolo Kevin.*

*Grazie a voi Nonna e Toni che avete seguito con me su zoom tutte le lezioni di misure elettriche i mesi che stavo male, per avermi sempre coccolata e non avermi mai lasciata sola in modo che non perdessi mai neanche una lezione, per avermi sempre aiutata fin da piccola e grazie per essermi sempre vicini, siete i nonni migliori che potessi desiderare!*

*Grazie ai miei zii Denis e Lisa sui cui posso sempre contare nel momento del bisogno, per essere il mio rifugio ogni volta che mi succede qualcosa di bello o di brutto, mi avete sempre spronata a dare il meglio di me e soprattutto grazie del vostro grande supporto per la riuscita di questa tesi.*

*Un grazie speciale anche a te Fabio che in questi anni mi hai aiutata ogni volta che ne avevo bisogno, grazie alla tua esperienza, gentilezza e pazienza nell'impararmi le cose, sei un vero maestro che mi aiuta a crescere pian piano ogni giorno.*

