

1222·2022
800
ANNI



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

Università degli Studi di Padova

Dipartimento di Neuroscienze – DNS

Corso di Laurea in Tecniche Audioprotesiche

Presidente Prof. Gino Marioni

Sistema CROS e BICROS

Relatore: Prof. Morello Fermino

Laureando/a:

Fabian Meraner

ANNO ACCADEMICO 2021/22

ABSTRACT

Questa tesi di laurea triennale affronta il tema del sistema uditivo CROS e BiCROS, esaminandone le caratteristiche e le modalità di funzionamento. Particolare attenzione viene data al miglioramento dell'uso di questi apparecchi acustici e a come utilizzarli in determinate situazioni per ottenere il miglior risultato uditivo possibile. Nella prima parte di questo documento, viene discussa la storia di questa tecnologia e la definizione di cosa sia un apparecchio acustico CROS e BiCROS. Viene mostrato per quali persone il rispettivo apparecchio acustico è adatto e quali vantaggi presenta, ma anche quali difficoltà può causare. Allo stesso tempo, descrive come determinare il funzionamento del CROS e del BICROS mediante misurazioni in campo libero.

Nella seconda parte di questo articolo, vediamo come ottenere i migliori risultati in situazioni difficili, come ambienti rumorosi o quando più persone parlano da lati diversi. Sempre in questa parte scopriamo cosa può fare l'interruttore ON/OFF del CROS e del BICROS, ma soprattutto come spiegare questa funzione al paziente per ottenere un buon risultato.

Nella parte pratica, due pazienti saranno messi alla prova per vedere come possono migliorare nelle situazioni in cui ci sono difficoltà. Viene spiegato come utilizzare gli apparecchi acustici e a cosa bisogna prestare attenzione per ottenere un buon risultato. I risultati sono descritti per ciascun paziente.

INDICE

INTRODUZIONE

CAPITOLO I

Cos'è e per chi è fatto il sistema CROS/BICROS

1.1 L'inizio della Tecnologia CROS

1.2 Per chi è fatto il sistema CROS/BiCROS

CAPITOLO II

CROS/BICROS: i benefici e come funziona

2.1 Sistema CROS

2.2 Beneficio di un CROS

2.3 Sistemi BICROS

2.4 Beneficio di un BICROS

CAPITOLO III

Verifica degli apparecchi acustici CROS e BiCROS

3.1 La misurazione dell'effetto ombra della testa

3.2 La verifica degli apparecchi acustici CROS

3.3 La verifica degli apparecchi acustici BiCROS

CAPITOLO IV

Come possiamo migliorare l'uso di un sistema CROS e BICROS?

4.1 Miglioramento con l'uso del ON/OFF SWITCH

4.2 Training del portatore per l'uso corretto del sistema Cros/Bicross

CAPITOLO V

I portatori di CROS e BICROS

5.1 il portatore BiCROS

5.2 il portatore CROS

CONCLUSIONI

BIBLIOGRAFIA

INTRODUZIONE

L'idea di questo lavoro mi è venuta durante gli stage che ho svolto durante il corso di laurea. Quando ho iniziato a lavorare con i clienti, ho visto naturalmente molti modi diversi di applicare gli apparecchi acustici, ma ero particolarmente interessato alle persone che avevano perdite uditive piuttosto difficili. Nei casi in cui non è sufficiente utilizzare due apparecchi acustici, ma è necessario ricorrere ad altri sistemi per migliorare l'udito.

Quando ho lavorato per la prima volta con gli apparecchi acustici BiCROS, mi sono reso conto che non è sempre facile per le persone sentire bene in situazioni difficili, pertanto ho avuto l'idea di approfondire questo argomento e di prenderlo come tema per la mia tesi finale. Per la tesi stessa, ovviamente, avevamo bisogno anche di persone sulle quali svolgere i test che avevamo già all'interno dell'azienda e alle quali ho chiesto se fossero disposte a far eseguire alcuni test per vedere come funziona con CROS o BICROS in situazioni difficili.

Per questo lavoro, naturalmente, mi serviva anche la teoria, che ho ottenuto anche dai produttori di apparecchi acustici. Ho anche potuto attingere a diversi studi condotti dalle aziende per le mie applicazioni pratiche con i pazienti. La parte pratica si è svolta nella sede dell'azienda in cui ho fatto il tirocinio. Tutte le attrezzature, come lo strumento di misurazione REM, gli altoparlanti e i computer, erano disponibili. Poiché la domanda di ricerca di questa tesi è come migliorare l'esito spiegando ai pazienti esattamente come usare un CROS o un BICROS, sono stato anche in grado di dare un valore aggiunto a questi soggetti fino alla fine, in modo che sapessero come usarlo in situazioni difficili.

1.1 L'inizio della tecnologia CROS

In realtà, il sistema CROS è molto semplice. Significa inviare il suono da un lato all'altro, ad esempio se una persona ha una perdita uditiva unilaterale. Quindi il suono viene inviato dall'"orecchio peggiore" all'"orecchio migliore", in modo che il paziente possa sentire di nuovo anche dal lato peggiore.

Il primo brevetto di un sistema CROS di questo tipo è stato depositato nel 1964 dalla Telex Corp. negli Stati Uniti. Ma questa tecnica era già stata utilizzata circa 10 anni prima, solo che nessuno la conosceva.

Tutto è iniziato con l'invenzione del Transistor. In questo modo è stato possibile realizzare apparecchi acustici molto piccoli e inserire molti più componenti nel dispositivo. Solo due anni dopo il primo utilizzo di un apparecchio acustico con transistor, gli apparecchi acustici erano così piccoli che molti componenti elettronici potevano essere inseriti, ad esempio, negli occhiali acustici da un lato. Ma non tutto poteva essere applicato su un solo lato. I quattro componenti principali sono il microfono, il controllo del volume, il ricevitore e la batteria. In questo caso, il microfono, il controllo del volume e l'elettronica sono stati collocati su un lato degli occhiali e il ricevitore e la batteria sul lato opposto.

Questa assemblea aveva un grande vantaggio. Il feedback è stato eliminato perché il microfono e l'altoparlante si trovavano a circa 20 cm di distanza e su lati opposti. Utilizzando questa tecnica, il risultato è stato un sistema CROS. Il suono veniva captato da un lato della testa e trasmesso all'altro lato della testa.

Il primo occhiale a utilizzare questa tecnica è stato il modello L10 del marchio Otariion. È stato lanciato nel 1954 ed è stato, per così dire, il primo sistema CROS, anche prima che venisse ufficialmente riconosciuto come tale. Questi sistemi sono diventati rapidamente molto popolari e presto tutti i produttori di apparecchi acustici hanno inserito nella loro gamma di prodotti gli occhiali con il cosiddetto sistema „CROS“.

Naturalmente, questi apparecchi acustici erano adatti solo per le perdite uditive unilaterali e non per l'applicazione binaurale, in quanto questi sistemi

necessitavano di entrambi gli auricolari per ospitare l'elettronica, il microfono e gli altoparlanti. Un problema che gli ingegneri hanno avuto è stato quello di come inviare il suono da un lato all'altro. La soluzione è stata quella di allungare due fili da un lato all'altro, in questo modo il suono può essere trasmesso e il paziente può sentire.

Ma non ci volle molto e i componenti divennero ancora più piccoli.

Negli anni successivi non si usavano solo gli occhiali, ma anche apparecchi acustici collegati a un tubo sonoro che trasmettevano il suono. Tutto è diventato più facile con l'introduzione della tecnologia wireless. La prima tecnologia Ear to Ear è stata introdotta da Siemens nel 2004 e si chiamava e2e. Con questa tecnologia, per la prima volta, l'utilizzatore dell'apparecchio acustico ha potuto azionare contemporaneamente il dispositivo opposto con alcune funzioni utilizzando un pulsante di controllo su un lato. Al giorno d'oggi è possibile non solo gestire una funzione specifica, ma anche riprodurre l'intero spettro sonoro dall'altra parte. In questo modo è possibile programmare il dispositivo da un lato e riceverlo dall'altro.

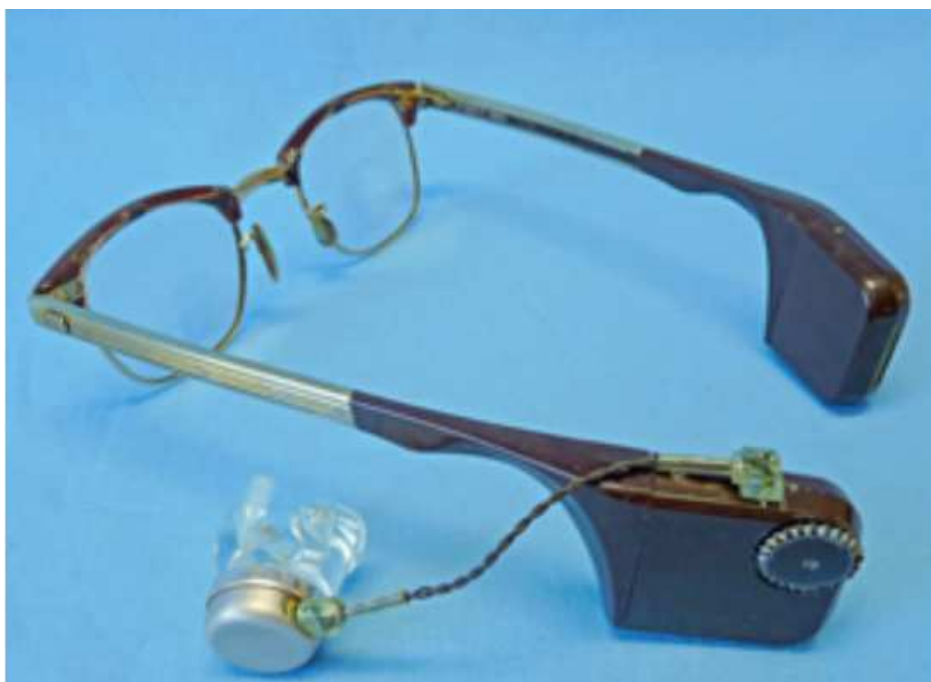


Figura 1



Figura 2

1.2 Per chi è fatto il sistema CROS/BICROS?

Un sistema CROS o BICROS è adatto soprattutto alle persone con perdita uditiva asimmetrica. Soprattutto quando un orecchio non può essere dotato di un normale apparecchio acustico, ci troviamo di fronte a sfide particolari. In questo caso, l'orecchio peggiore non può essere adattato perché la perdita uditiva è troppo grave o la persona è troppo sensibile all'amplificazione o a causa della distorsione del suono. Queste condizioni rendono impossibile l'applicazione di un apparecchio acustico bilaterale, ma proprio un adattamento binaurale sarebbe ottimale per sfruttare tutti i benefici. In particolare, la localizzazione dei suoni è limitata o non è affatto possibile senza un adattamento binaurale. Naturalmente, l'orecchio buono può mantenere la sua funzione grazie all'applicazione di un apparecchio acustico, ma tutti i suoni provenienti dal lato peggiore sono limitati dall'effetto ombra della testa.

Nell'ipoacusia monolaterale, l'effetto ombra della testa può influenzare in modo significativo la percezione dei suoni che arrivano sul lato peggiore dell'orecchio, rendendo gli apparecchi acustici convenzionali inadeguati. L'effetto ombra della testa si verifica quando il suono proveniente da un lato è ostacolato dalla testa stessa, questo fa sì che il suono si attenui e filtri prima di raggiungere l'altro lato della testa. Fletcher, 1953; Shaw, Newman, & Hirsh, 1947; Taylor, 2010; Tillman, Kasten, & Horner, 1963). L'attenuazione causata dall'effetto ombra della testa dipende dalla frequenza, quelle superiori a 2000 Hz sono attenuate di circa 15-20 dB, mentre le frequenze inferiori a 1000 Hz sono attenuate di meno di 10 dB. (Taylor, 2010; Upfold, 1980). Per le persone con ipoacusia monolaterale, questa attenuazione dipendente dalla frequenza rende particolarmente difficile quando il segnale vocale proviene dal lato peggiore. Valente, Enrietto e Layton (2002) hanno riportato che le persone con ipoacusia monolaterale necessitano di un aumento del rapporto segnale/rumore (SNR) fino a 13 dB per ottenere una comprensione del parlato nel rumore simile a quella delle persone con udito normale.

Sotto vediamo una perdita monolaterale con una parte protesizzabile e l'altra parte non protesizzabile. In Questo caso si può applicare il sistema BICROS.

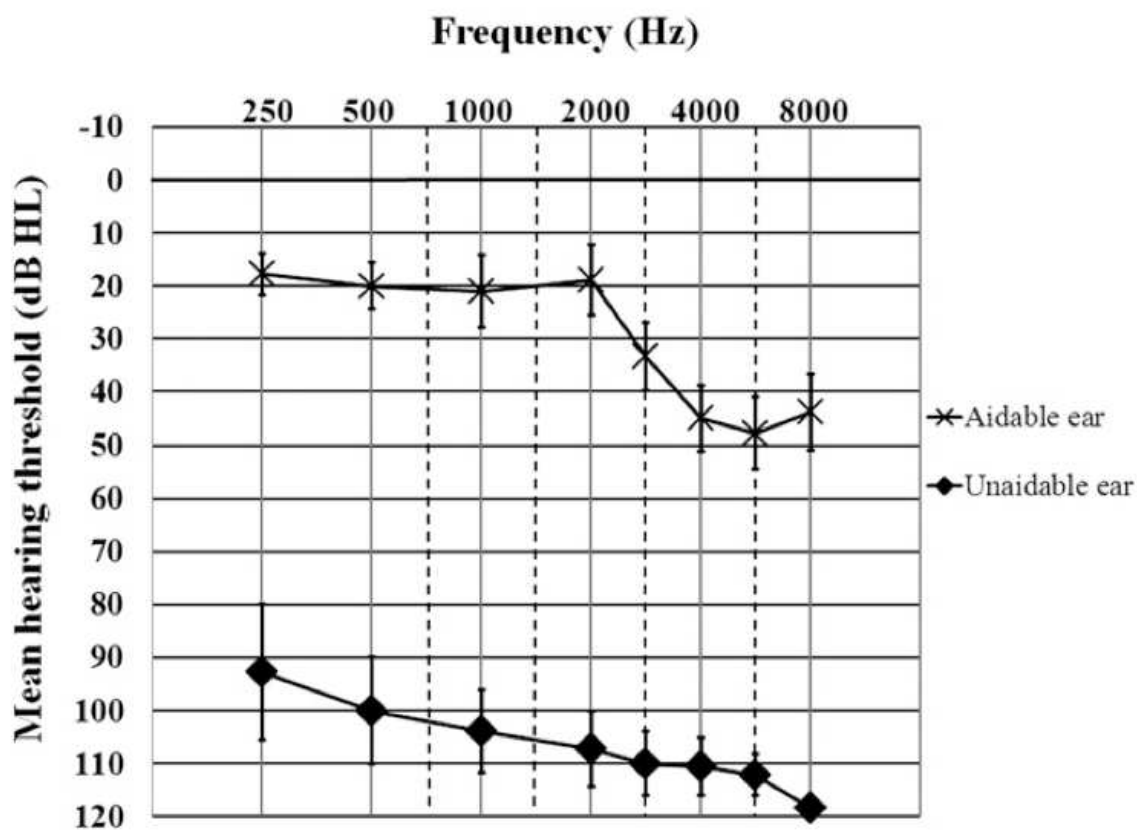


Figura 3

2.1 Sistema CROS

Nel 1965, Harford e Barry introdussero il sistema CROS. È stato progettato esclusivamente per le persone che hanno un udito normale da un lato e una perdita uditiva profonda dall'altro. Il principio del CROS consiste in un microfono e in un ricevitore alloggiati in due dispositivi diversi. Il microfono viene posizionato sul lato dell'orecchio non funzionante e il ricevitore sul lato dell'orecchio normale. In questo modo, il suono che arriva sul lato peggiore può essere registrato e poi trasmesso tramite un cavo o, come si usa oggi, tramite una funzione wireless. (Dillon, 2001; Taylor, 2010).

La Figura mostra una rappresentazione schematica di un sistema CROS. L'instradamento controlaterale del suono consente al paziente di sentire i suoni provenienti dal lato non udente attraverso l'orecchio normale.

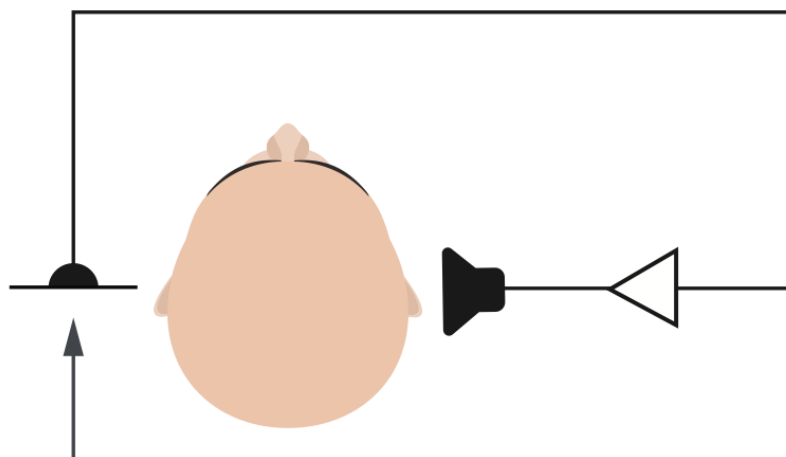


Fig. 4

Per i sistemi CROS, l'individuo deve avere un udito normale o al massimo una lieve perdita ad alta frequenza nell'orecchio migliore (Dillon, 2001; Taylor, 2010). È importante prestare particolare attenzione alla potenziale interazione

tra il guadagno del sistema CROS e l'orecchio normale o quasi normale. Se si applica un guadagno eccessivo, l'utente può percepire e essere infastidito dal rumore udibile del circuito del sistema CROS.

Un guadagno eccessivo in un sistema CROS può provocare un'inversione dei lati dell'udito migliore e di quello peggiore, cioè il rumore del circuito interno può causare un mascheramento nell'orecchio con udito normale (Dillon, 2001). Il corretto adattamento e la verifica di un sistema CROS dovrebbero portare a una sensibilità uditiva simile per i suoni che arrivano a entrambi gli orecchi (Dillon, 2001).

Un'ulteriore applicazione dei sistemi CROS è quella di aumentare il guadagno, evitando il feedback oscillatorio, per le persone con una perdita uditiva aiutabile e in forte pendenza in un orecchio e una perdita non aiutabile nell'altro orecchio.

Un apparecchio acustico convenzionale o un sistema BiCROS (descritto di seguito) aumenterebbe il rischio di feedback a causa della vicinanza del microfono dell'apparecchio acustico e del ricevitore, perché l'individuo ha bisogno di un guadagno significativo alle alte frequenze e di un auricolare aperto per evitare l'occlusione.

Questo rischio di feedback si riduce notevolmente con l'uso di un sistema CROS, che separa il microfono e il ricevitore posizionandoli ai lati opposti della testa dell'individuo (Dillon, 2001).

2.2 Beneficio del CROS

L'utilizzo di un sistema CROS da parte delle persone è accompagnato da alcune sfide, poiché queste persone hanno un orecchio con un udito normale o quasi normale da un lato, nella maggior parte delle situazioni non avranno sempre grandi problemi. (Hayes, 2006). Ciò che è noto e va detto è che dipende molto dalla motivazione di queste persone per un successo con il sistema CROS. Normalmente, con una regolazione CROS, si ottiene una percentuale di successo di circa il 50%. (Harford & Barry, 1965; Harford & Dodds, 1966; Hayes, 2006; Taylor, 2010; Valente, Valente, & Mispagel, 2006). Altri studi sostengono che la percentuale può arrivare al 67%. (Hill, Avron, Digges, Gillman, & Silverstein, 2006). Da ciò si può concludere che il tasso di successo è almeno del 50%, un'informazione importante che l'audioprotesista deve utilizzare nel suo lavoro e, soprattutto, spiegare correttamente al paziente. Il corretto funzionamento di un sistema CROS e i vantaggi che il paziente ne trae possono essere dimostrati e controllati con vari test. Un aspetto importante è sicuramente l'uso di questionari e test di comprensione del parlato, come è comune nell'applicazione di apparecchi acustici, questionari quali l'Hearing Handicap Inventory for the Elderly (HHIE; Ventry & Weinstein, 1982), l'Abbreviated Profile of Hearing Aid Benefit (APHAB; Cox & Alexander, 1995), il Glasgow Hearing Aid Benefit Profile (GHABP; Gatehouse, 1999), l'International Outcome Inventory for Hearing Aids (IOI-HA; Cox et al, 2000; Cox & Alexander, 2002; Cox, Alexander, & Beyer, 2003) e la Speech, Spatial, and Qualities of Hearing Scale (SSQ; Gatehouse & Noble, 2004).

Ci sono stati molti studi diversi che hanno esaminato il CROS. Analizzeremo brevemente due studi per capire quali sono stati i risultati.

Baguley e colleghi (2006), ad esempio, hanno condotto uno studio utilizzando il questionario APHAB per misurare il miglioramento. Ogni persona ha dimostrato di migliorare con l'uso del CROS piuttosto che senza.

Nello studio di Ryu et al. (2014), la soddisfazione soggettiva è stata misurata con la versione coreana dell'HHIE e del SSQ. Tutti i partecipanti hanno riportato

un miglioramento significativo e hanno ottenuto punteggi elevati in tutte le aree e soprattutto un miglioramento nell'intelligibilità del parlato dell'SSQ.

Il requisito per la candidatura al CROS con un udito normale o quasi normale nell'orecchio migliore rappresenta una sfida unica per le persone con perdita monolaterale e per gli audioprotesisti.

Poiché le persone con un udito normale in un orecchio possono sentire relativamente bene in molte condizioni di ascolto, il tasso di successo degli impianti CROS è limitato a circa il 50-60%. Tuttavia, le persone che vengono identificate e adattate con successo ai sistemi CROS possono sperimentare un beneficio significativo in più situazioni, misurato da una serie di comuni questionari self-report.

2.3 Sistema BiCROS

Un sistema BiCROS è costituito da un dispositivo dotato di microfono applicato sull'orecchio peggiore e da un apparecchio acustico applicato sull'orecchio migliore. Il suono che arriva al dispositivo al lato dell'orecchio peggiore viene trasmesso, attraverso una connessione cablata o wireless, all'apparecchio acustico sul lato dell'udito migliore (Dillon, 2001; Taylor, 2010).

I sistemi BiCROS tradizionali combinano sempre i segnali provenienti da entrambi i lati della testa attraverso un unico amplificatore. Questa combinazione di segnali può degradare l'ascolto quando un lato dell'utente si trova di fronte a un rumore o a un SNR inferiore a quello dell'altro lato. Tuttavia, il risultato netto fornirà comunque un beneficio maggiore rispetto a quello che si otterrebbe se l'utente avesse un solo apparecchio acustico sul lato con un SNR più basso (Dillon, 2001). La Figura 2 illustra una rappresentazione schematica di un sistema BiCROS.

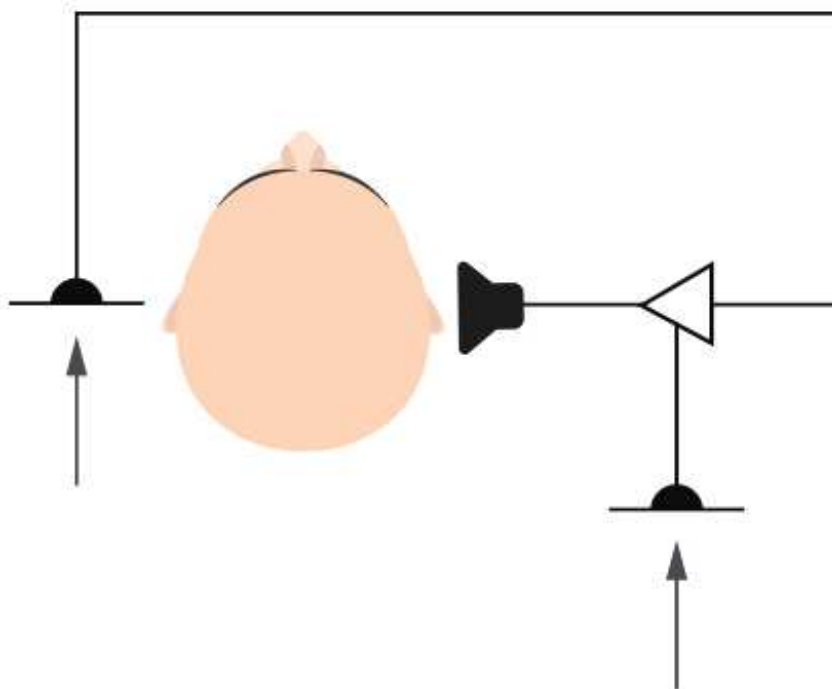


Figura 5

2.4 Beneficio di un BiCROS

Il sistema BiCROS (Bilateral Routing of Sound) è un dispositivo dotato di un altoparlante che viene posizionato sul lato peggiore, mentre sul lato "migliore" viene applicato un normale apparecchio acustico. Anche in questo caso, il suono che arriva sul lato peggiore viene trasmesso tramite una connessione wireless all'orecchio dotato di apparecchio acustico. La differenza rispetto al CROS è che il paziente indossa un apparecchio acustico anche sull'orecchio migliore e presenta una perdita uditiva anche su questo lato. (Dillon, 2001; Taylor, 2010). I sistemi BiCROS possono offrire un vantaggio nel superare l'oscillazione di retroazione, grazie alla separazione tra il microfono dell'orecchio peggiore e l'amplificatore e il ricevitore dell'orecchio con udito migliore. Tuttavia, la quantità di guadagno stabile aggiuntivo offerta da un sistema BiCROS è molto inferiore a quella offerta da un sistema CROS, a causa della vicinanza del microfono e del ricevitore all'orecchio migliore (Dillon, 2001). Confrontiamo un fitting BiCROS di successo con un fitting CROS di successo: l'utente percepisce i benefici del suo sistema BiCROS e desidera continuare a usarlo. A differenza dei candidati al CROS, i candidati al BiCROS hanno maggiori probabilità di notare i loro problemi uditivi in una serie di condizioni di ascolto, perché hanno una perdita uditiva in entrambe le orecchie, pertanto è anche più probabile che percepiscano i benefici dei loro sistemi BiCROS. La motivazione è una componente importante per il successo di un adattamento BiCROS, il raggiungimento di un buon adattamento dell'apparecchio acustico all'orecchio migliore è un primo passo essenziale (Hayes, 2006). Miglioramenti percettibili nell'udibilità e nella consapevolezza dei suoni e della chiarezza del parlato dal lato dell'udito più debole sono obiettivi ragionevoli per un adattamento BiCROS di successo (Hayes, 2006). Poiché è probabile che gli utenti dei sistemi BiCROS percepiscano i benefici in una gamma più ampia di condizioni di ascolto, il tasso di successo dei sistemi BiCROS è in genere più elevato di quello dei sistemi CROS, pari a circa il 70-80% (Hill et al., 2006). Uno studio su utenti esperti di BiCROS ha riportato un tasso di successo del 95% utilizzando i moderni sistemi digitali (Williams et al., 2012).

3.1 La misurazione dell'effetto ombra della testa:

Fase 1

Misurare la risposta dell'orecchio reale non assistito (REUR) per l'orecchio migliore (Figura

- a) Posizionare il diffusore a 45° rispetto all'orecchio.
- b) Posizionare il microfono di riferimento sull'orecchio migliore (cioè sullo stesso lato del diffusore).
- c) Inserire il tubo della sonda nell'orecchio migliore.
- d) Misurare solo l'orecchio migliore

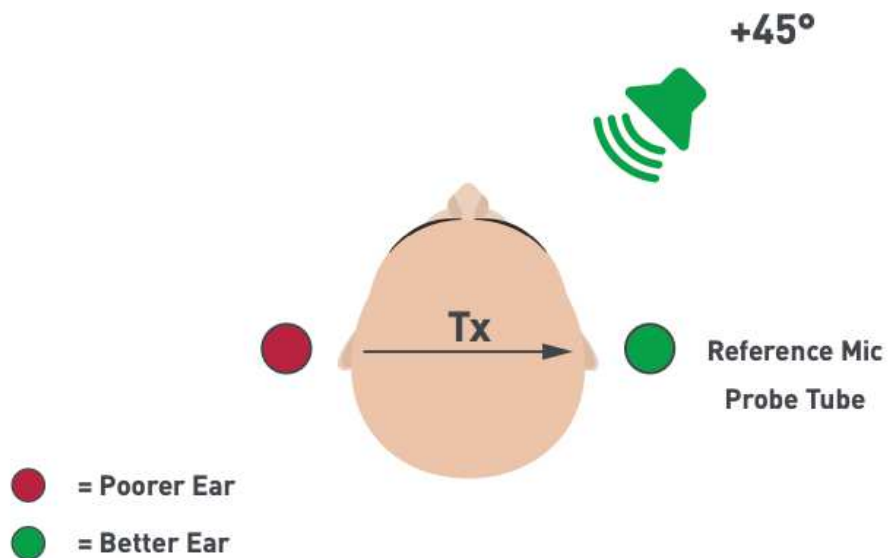


Figura: 6

Fase 2

Misurare il REUR con il suono diretto verso l'orecchio più debole (fig.

- Posizionare lo speaker a 45° rispetto all'orecchio più debole.
- Posizionare il microfono di riferimento sull'orecchio peggiore (cioè sullo stesso lato del diffusore).
- Il tubo sonda rimane nell'orecchio migliore (cioè dal lato opposto a quello del diffusore).
- Attivare l'impostazione di misurazione dell'orecchio reale di CROS.

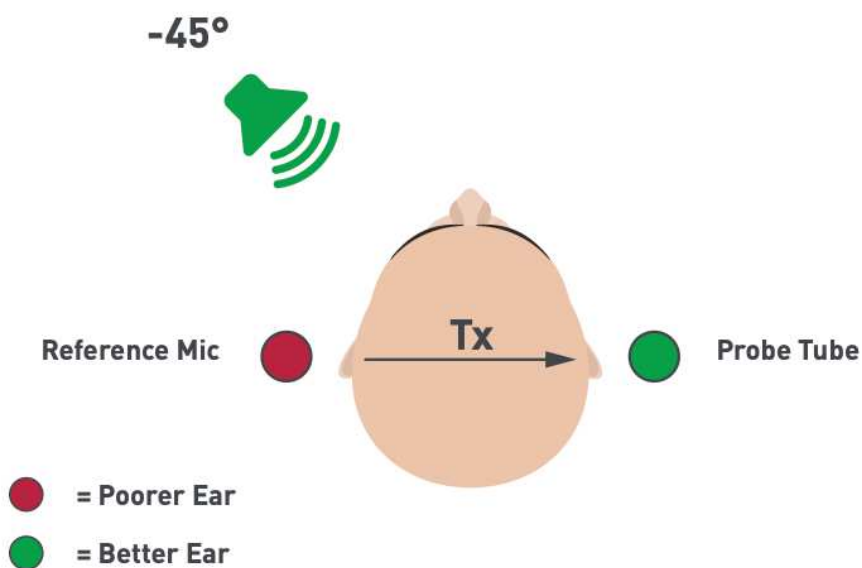


Figura: 7

La differenza tra le due misure (per lo stesso livello di ingresso) ottenute nei passaggi 1 e 2 rappresenta una stima dell'effetto ombra della testa per quel paziente.

3.2 La verifica degli apparecchi acustici CROS:

Fase 1

Misurare la risposta dell'orecchio reale (REAR) per l'orecchio migliore (Figura

- a) Posizionare il diffusore a 45° di azimut rispetto all'orecchio migliore.
- b) Posizionare il microfono di riferimento e il tubo sonda sull'orecchio migliore (cioè sullo stesso lato del diffusore).
- c) Posizionare gli strumenti CROS (ricevitore/trasmittitore) nelle orecchie e accenderli.

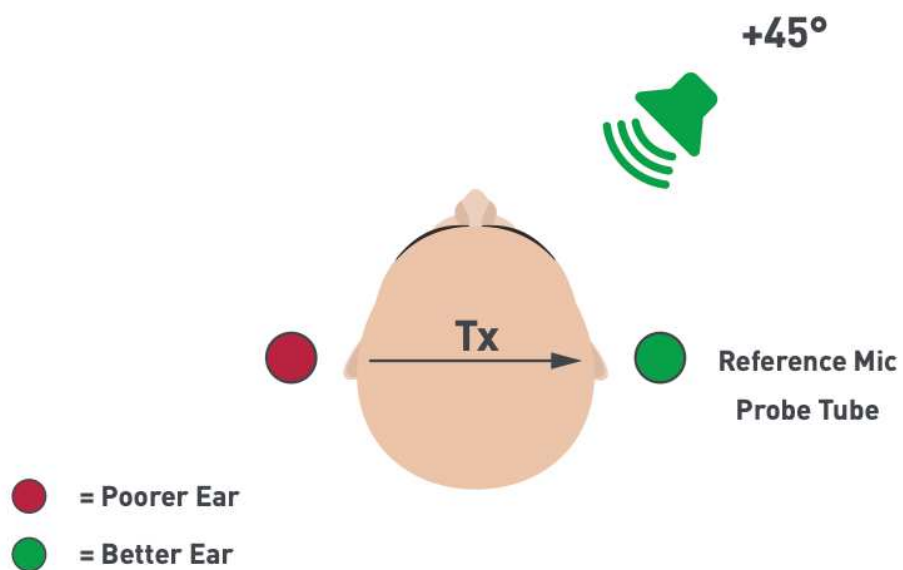


Figura 8

Fase 2

Misurare la risposta dell'orecchio più debole (REAR) (Figura

- a) Posizionare il diffusore a 45° di azimut rispetto all'orecchio più povero.
- b) Posizionare il microfono di riferimento sull'orecchio più povero (cioè sullo stesso lato del diffusore).
- c) Il tubo della sonda rimane nell'orecchio migliore.

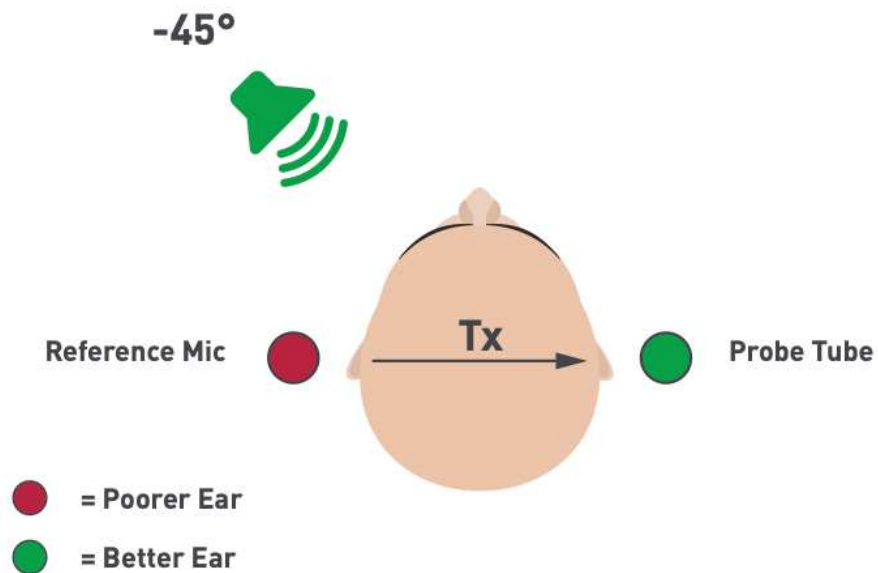


Figura 9

Fase 3

Misurare la parte posteriore a 0° di azimut (Figura)

- a) Posizionare il diffusore a 45° di azimut

- b) Posizionare il microfono di riferimento sull'orecchio peggiore o sull'orecchio migliore.
- c) Il tubo della sonda rimane nell'orecchio migliore.

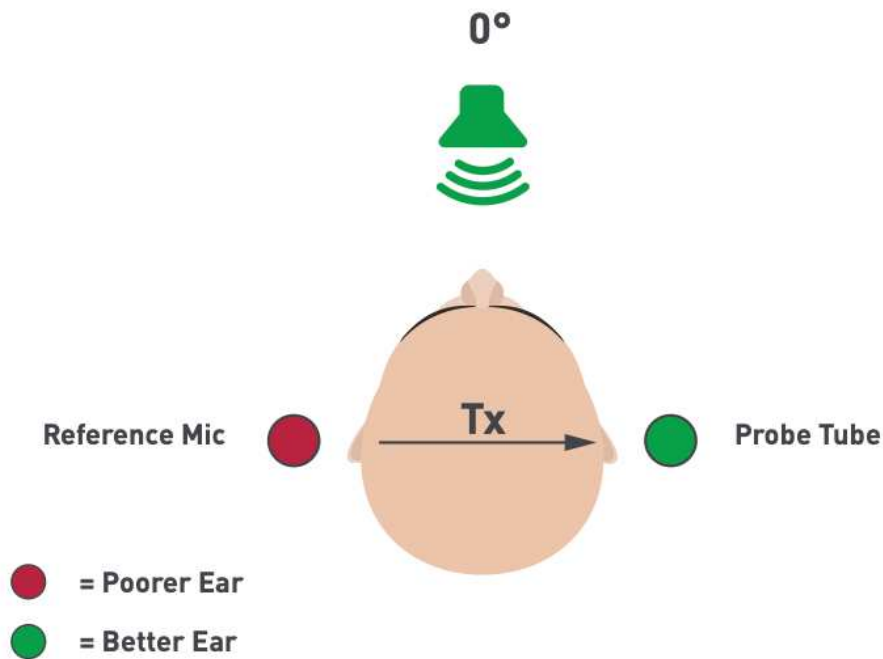


Figura: 10

Tutte le misurazioni devono essere effettuate con lo stesso stimolo allo stesso livello. Le curve nella fase 1 e nella fase 2 devono essere vicine. In caso contrario, regolare la risposta CROS e ripetere la fase 2 fino a quando il REAR del lato peggiore corrisponde al REAR del lato migliore. La fase 3 dovrebbe presentare una curva regolare. Una risposta irregolare può indicare problemi di fasatura dell'apparecchio acustico o essere il risultato di riflessioni da parte di oggetti vicini.

3.3 La verifica degli apparecchi acustici BiCROS:

Fase 1

Misurare la risposta posteriore per l'orecchio migliore (Figura

- a) Posizionare il diffusore a 45° di azimut rispetto all'orecchio migliore.
- b) Posizionare il microfono di riferimento sull'orecchio migliore (cioè sullo stesso lato del diffusore).
- c) Inserire il tubo probe nell'orecchio migliore.
- d) Posizionare gli strumenti BiCROS (sia il ricevitore che il trasmettitore) sulle orecchie e accenderli.

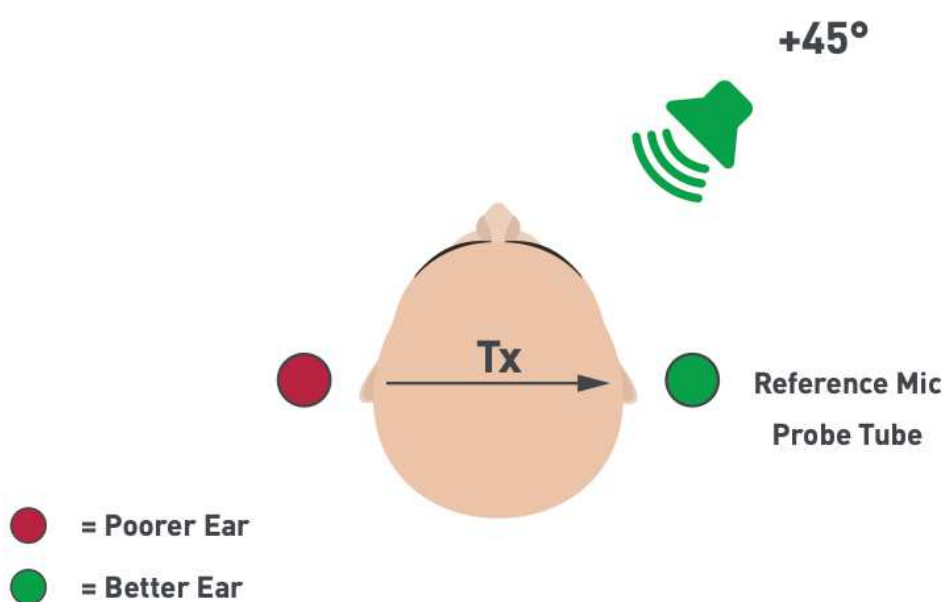


Figura 11

Fase 2

Misurare la risposta dell'orecchio più debole (Figura

- a) Posizionare il diffusore a 45° di azimut rispetto all'orecchio più debole.
- b) Posizionare il microfono di riferimento sull'orecchio povero.
- c) Il tubo sonda rimane nell'orecchio migliore.

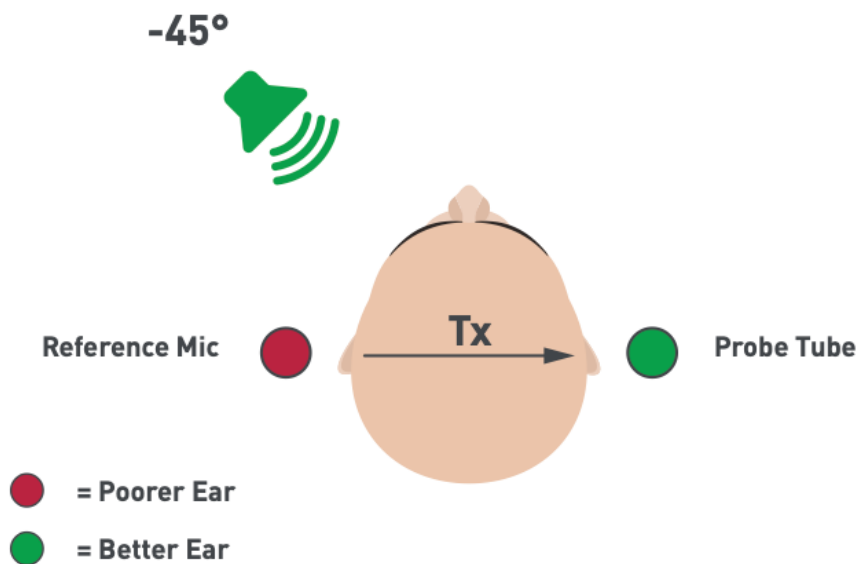


Figura 12

La risposta misurata nella fase 1 deve essere regolata per approssimare gli obiettivi dell'orecchio reale prescritti dalla formula di adattamento, utilizzando il lato migliore. Il REAR misurato nella fase 2 deve essere simile a quello ottenuto nella fase 1 per lo stesso livello di ingresso.

4.1 Miglioramento con l'uso del ON/OFF SWITCH

Sebbene i sistemi CROS e BiCROS si siano evoluti e migliorati nel corso degli ultimi decenni, gli ascoltatori continuano a dover affrontare delle problematiche quando utilizzano questi sistemi. Sappiamo che gli ascoltatori preferiscono e sentono meglio quando utilizzano i moderni sistemi CROS e BiCROS rispetto ai sistemi basati su tecnologie di precedente generazione (Hill et al., 2006; Williams et al., 2012). Sappiamo anche che in molte situazioni gli utenti traggono beneficio e preferiscono l'ascolto con i sistemi CROS/ BiCROS rispetto all'ascolto unilaterale o non assistito (Hill et al., 2006; Hol, Kunst, Snik, & Cremers 2010; Kuk, Korhonen, Crose, & Lau, 2014; Lin et al., 2006; Ryu et al., 2014). Tuttavia, una serie di condizioni di ascolto continua a mettere in difficoltà gli utenti di CROS/BiCROS (Hol, Bosman, Snik, Mylanus, & Cremers, 2005; Hol et al., 2010; Kuk et al., 2014; Lin et al., 2006; Ryu et al., 2014). Sebbene da tempo gli utenti siano in grado di avviare e interrompere la trasmissione dai loro sistemi CROS/BiCROS, i metodi per farlo sono stati storicamente macchinosi e indiscreti. Storicamente, gli utenti dovevano aprire lo sportello della batteria del dispositivo trasmittente o rimuovere il dispositivo ricevente dall'orecchio per interrompere la trasmissione CROS/BiCROS. Recentemente, i progressi nelle tecnologie dei sistemi CROS/BiCROS hanno offerto ulteriori vantaggi agli utenti di BiCROS attraverso il controllo manuale della trasmissione (Kuk, Seper, Lau, Crose, & Korhonen, 2015). I moderni approcci al controllo manuale della trasmissione CROS/BiCROS includono la commutazione attraverso memorie di dispositivi controllati in modalità wireless e interruttori a livello di singolo dispositivo. Questi nuovi approcci al controllo manuale sono più discreti, efficienti e facili da usare rispetto alle opzioni precedenti.

L'interruttore „ON/OFF“ ha una funzione molto importante. Con tutti gli apparecchi acustici oggi è possibile attivare la funzione che consente di spegnere e allo stesso tempo regolare il volume. Lo stesso vale ovviamente per i sistemi Cros e Bicros. Come sappiamo, in caso di ipoacusia monolaterale si riscontrano sempre problemi di intelligibilità del parlato. Anche con l'uso di

dispositivi Cros/Bicros, i portatori in realtà hanno sempre problemi non appena si aggiunge il rumore ambientale. Naturalmente, dipende sempre dal lato e dall'intensità del rumore di fondo. Tuttavia, con l'uso corretto dei sistemi Cros/Bicros, il risultato può essere notevolmente migliorato rispetto a un normale apparecchio acustico. Molti studi hanno dimostrato che un pulsante „ON/OFF“ per l'intelligibilità del parlato ha un grande vantaggio per le persone con udito monolaterale. Non solo per l'intelligibilità del parlato, ma anche per la localizzazione del suono. È stata migliorata anche la capacità di distinguere la destra dalla sinistra.

Quando i suoni sono presentati sul lato dell'orecchio non udente, non c'è un vantaggio significativo, ma se chi li indossa sa come gestire l'accensione e lo spegnimento dei cros/bicros, questo problema può essere risolto.

Per una copertura ottimale, un sistema CROS/BICROS ha sempre bisogno di un interruttore „ON/OFF“.

Non solo, ma la persona che indossa l'apparecchiatura deve sapere e imparare a usarla e gestirla per migliorare l'intelligibilità del parlato in tutte le situazioni. Sarebbe sensato spiegare l'uso corretto dei BiCROS fin dall'inizio.

All'inizio sarebbe molto utile lasciare il sistema CROS sempre acceso. Non appena ci si rende conto che l'intelligibilità del parlato non è più sufficiente in una determinata situazione, si dovrebbe cercare di disattivare il sistema Cros. Questo può avvenire durante una conversazione o in una nuova situazione di ascolto.

Se spegnendo il sistema CROS si ottiene un miglioramento dell'intelligibilità del parlato, allora si dovrebbe lasciare il CROS spento, poiché il rumore che ci colpisce proviene molto probabilmente da quel lato, cioè dal lato del CROS.

Non solo l'accensione e lo spegnimento del sistema CROS/BiCROS portano benefici, ma anche l'aumento o la diminuzione del volume stesso. In ogni situazione, si può provare se è meglio accendere o spegnere il sistema o solo modificare il volume, sia dell'apparecchio acustico stesso che del sistema CROS/BiCROS.

4.2 Training del portatore per l'uso corretto del sistema CROS/BICROS

Un altro punto importante da ricordare è che non è solo l'interruttore „ON/OFF“ del sistema Cros/Bicros a fare la differenza tra una buona e una cattiva comprensione. Piuttosto, sono l'educazione e la formazione del portatore che portano a un buon risultato. Per questo motivo è importante spiegare correttamente tutto al paziente fin dall'inizio dell'applicazione di Cros/Bicros e fare pratica con lui su come usarlo correttamente. Di solito ci vogliono circa 15 minuti per spiegare come usarlo correttamente.

Per esercitarsi, sarebbe utile fare diversi test con il parlato nel rumore per assicurarsi che il paziente sia in grado di usarlo correttamente. Per farlo correttamente, sono necessari almeno 2 altoparlanti, uno sul lato dell'orecchio ausiliato e l'altro sul lato dell'orecchio non ausiliato. Esiste una buona guida per spiegarlo correttamente e comprenderlo meglio.

„Istruzioni pratiche: Regolazione „ON/OFF“ per una comprensione ottimale del parlato:

"Lei indossa un apparecchio acustico BiCROS che la aiuta a sentire da entrambi i lati. Questo può essere utile in molte situazioni quotidiane. Tuttavia, l'apparecchio acustico BiCROS capta anche suoni che non volete sentire. In queste situazioni, sapere come regolare l'interruttore "on/off" e il controllo del volume può aiutarvi a sentire di più ciò che volete sentire e meno ciò che non volete sentire. Ecco cosa fare:

1. *Azione: Spegnere il microfono BiCROS (nella parte inferiore del trasmettitore).*
2. *Chiedere: "Non è possibile". Chiedete: Il parlato è più chiaro?*
3. *Risposte:*
 - a. *Sì, meglio: regolate il volume (su e giù) dell'apparecchio acustico per rendere il parlato ancora più chiaro;*

b. Nessuna differenza: riaccendere il microfono BiCROS. Regolare il volume (su e giù) dell'apparecchio acustico/microfono BiCROS per migliorare il parlato.

c. No, peggio: riaccendere il microfono BiCROS. Regolare il volume di BiCROS (su e giù) per migliorare il parlato.

Quindi, facciamo pratica. Ascolterete il parlato immerso nel rumore proveniente da diversi altoparlanti. Vorrei che seguiste le tre fasi descritte sulla scheda e che mi diceste cosa fareste (a, b o c) in ciascun caso“.

Istruzioni per il test di riconoscimento vocale:

"Ascolterete la voce di un uomo proveniente da uno di questi altoparlanti. Egli pronuncerà la frase 'Di' la parola ...' e poi la parola target. Voglio che ripetiate la parola target. Se non siete sicuri della parola, tirate a indovinare. Non c'è alcuna penalità per chi indovina. Queste parole possono essere ascoltate in silenzio o con un rumore di fondo proveniente dagli altoparlanti. Per i test con rumore di sottofondo, riprodurrò un campione in loop della voce dell'uomo - "di la parola". Durante questo tempo, seguite i passi che abbiamo praticato in precedenza e decidete come preferite il BiCROS - acceso o spento - e qualsiasi regolazione del „Volume Control“. Quando avrete preso una decisione, fatemelo sapere. Inizieremo il test con l'impostazione microfonica del CROS che preferite (acceso o spento). Avete domande?“.

Istruzioni pratiche sulla localizzazione

"Lei indossa un apparecchio acustico BiCROS che la aiuta a sentire da entrambi i lati. Questo può essere utile in molte situazioni quotidiane. Tuttavia, potrebbe anche rendere difficile la localizzazione dei suoni. In queste situazioni, sapere come regolare l'interruttore „ON/OFF“ e il controllo del volume può aiutare a capire da dove proviene un suono. Ecco cosa fare:

- 1. Azione: Spegnerne il microfono BiCROS (nella parte inferiore del trasmettitore)*
- 2. Chiedere: "Non è possibile". Chiedere: Il suono si sente alla stessa intensità?*
- 3. Risposte:*

a. Sì, la stessa intensità - suono dal lato dell'apparecchio acustico

b. No, non si sente il suono o si sente un suono molto debole dal lato del trasmettitore CROS.

Quindi, facciamo pratica. Ascolterete un suono proveniente da diversi altoparlanti. Vorrei che seguiste le tre fasi descritte sulla scheda per determinare la posizione del suono. Quando avete finito con un suono, premete 'NEXT' per ascoltare il suono successivo“.

Istruzioni per il test sulla localizzazione:

"Sentirete alcuni suoni provenire da ciascuno di questi altoparlanti. Voglio che identifichiate da dove provengono i suoni. Dovete essere rivolti verso l'altoparlante di fronte a voi. Quando sente un suono, può regolare l'interruttore „ON/OFF“ e il volume dell'apparecchio acustico BiCROS. Il suono viene riprodotto per 1 minuto o fino a quando l'utente non ha identificato la posizione del suono. Sullo schermo c'è un cerchio che rappresenta la stanza vista dall'alto con le quattro direzioni indicate (davanti/dietro, sinistra/destra). Dovete toccare lo schermo che corrisponde alla direzione da cui avete sentito il suono. Indovinate se non siete sicuri. Una volta data la risposta, premete "ok" sullo schermo e verrà presentato il suono successivo. Avete domande?“. (Widex Office of Research in Clinical Amplification, Lisle, IL, Corresponding author: Francis Kuk, Ph.D.,)

4.1 Il portatore BICROS

Maria ha 78 anni e da ben 15 anni non sente bene. A causa di una perdita uditiva unilaterale, per lei è molto difficile comunicare con gli altri, soprattutto in presenza di rumori aggiuntivi. È completamente sorda dall'orecchio destro a causa di un'improvvisa perdita dell'udito avvenuta 15 anni fa. Naturalmente, nel frattempo ha imparato a convivere con questa disabilità. Negli ultimi anni, inoltre, ha riscontrato una perdita dell'udito da lieve a moderata nell'orecchio destro e le è stato prescritto un apparecchio acustico per il lato destro, Ma ancora nessun sistema BiCROS.

Maria vive da sola nel suo appartamento e raramente si trova in ambienti rumorosi. A volte, quando arrivano i nipoti o viene invitata a cena da qualche parte, ha difficoltà a capire cosa le viene detto.

Dopo aver preso in considerazione tutti i dati e i problemi da lei descritti e aver utilizzato la nuova audiometria, le è stato consigliato un BiCROS per il lato peggiore, oltre all'apparecchio acustico sulla parte migliore.

Un dispositivo BiCROS è stato consigliato principalmente per comprendere meglio il parlato proveniente dall'orecchio sinistro e per ridurre le sue difficoltà quando il parlato proviene dall'orecchio destro.

Dopo il primo adattamento, è molto importante spiegare il funzionamento esatto. A Maria è stato spiegato esattamente come utilizzare l'apparecchio acustico e anche il dispositivo BiCROS.

Per le prime settimane non sono stati impostati programmi e non sono state fatte impostazioni per modificare il volume o per accendere e spegnere il sistema BiCROS. Naturalmente, è molto importante testare molte situazioni nelle prime settimane ed è esattamente quello che ha fatto il paziente.

Alla prima visita di controllo, il paziente ha riferito un grande cambiamento nella comprensione del parlato, soprattutto quando gli amici vengono per cena. Al bar, dove c'è anche musica e rumore di sottofondo, Maria fa fatica a capire esattamente ciò che viene detto. Si tratta di una differenza positiva, ma il paziente ha detto che potrebbe anche migliorare, soprattutto nelle situazioni in cui c'è rumore.

Sulla base dei risultati delle prime settimane, si è deciso di eseguire un' Audiometria vocale in campo libero con competizione.

Prima di eseguire il test, al paziente viene spiegato esattamente come funziona. Per utilizzare correttamente il sistema BiCROS, prima del test è necessario effettuare un'impostazione che consenta di spegnere e riaccendere il BiCROS. Durante il test, quando il rumore proviene da sinistra o da destra, il paziente deve cercare di accendere o spegnere il dispositivo BiCROS per comprendere meglio il parlato.

Il test viene eseguito in combinazione con due altoparlanti, ciascuno a 90 gradi dalla testa, a una distanza di 1 metro dalla paziente.

Prima si esegue il test normalmente con entrambi i dispositivi accesi e si riproduce il segnale vocale da un lato e il rumore dall'altro. Successivamente si riprova lo stesso e questa volta col BiCROS sia spento che acceso contemporaneamente per capire che effetto ha questo metodo sull'intelligibilità del parlato.

Quando il segnale vocale veniva riprodotto sul lato dell'apparecchio acustico, cioè l'orecchio migliore, e il segnale di rumore veniva riprodotto sul lato del dispositivo BiCROS, il risultato era che il rumore limitava l'intelligibilità del parlato. In questo caso, la paziente ha dovuto spegnere il microfono del BiCros. Lo spegnimento ha cambiato immediatamente l'intelligibilità del parlato e per renderlo ancora più udibile, Maria ha anche alzato il volume dell'apparecchio acustico.

Quando il rumore è stato riprodotto sul lato dell'apparecchio acustico e il segnale vocale sul lato BiCROS, lo stesso è avvenuto. Il sistema BiCROS deve essere acceso in questo caso per vedere se c'è un miglioramento. Il miglioramento è avvenuto, ma la paziente ha dovuto abbassare il volume dell'apparecchio acustico per ridurre al minimo il rumore.

Durante il test, la paziente deve provare ad accendere e spegnere il BiCROS o a modificarne il volume per esempio dall' apparecchio acustico per riuscire a capire meglio il parlato.

In questo modo, il paziente può esercitarsi e provare queste funzioni nella vita quotidiana.

Dopo 3 settimane è stata fissata un'ulteriore visita di controllo per vedere se c'è stato un miglioramento.

Nella seconda visita di controllo, la paziente ha affermato che l'intelligibilità del parlato è migliore in diverse situazioni quando preme l'interruttore ON/OFF. Naturalmente, dipende dall'uso, ma se prima lo si è provato e poi lo si è messo in pratica nella vita quotidiana, un aumento dell'intelligibilità del parlato è possibile.

Maria è molto contenta di avere anche il dispositivo BiCROS per avere una certa qualità di vita in più.

4.1 Il portatore CROS

Marco ha 63 anni e ha perso l'udito sul lato sinistro a causa di un incidente. L'orecchio destro ha un udito normale. Non ha problemi in ambienti tranquilli e nemmeno quando il discorso proviene dal lato destro. Marco diventa infelice quando va in ristoranti dove c'è molto rumore di sottofondo e non riesce a capire cosa viene detto sul suo lato sinistro. È molto attivo nella vita e quindi si trova spesso in un ristorante o in un bar. Vorrebbe un dispositivo che lo aiuti a sentire di nuovo bene dal lato sinistro.

In questo caso, gli è stato consigliato un sistema CROS, questo ha la funzione di accensione, spegnimento o modifica del volume.

Marco è molto motivato a provare il CROS per vedere se fa la differenza.

Naturalmente, il dispositivo CROS è meno utilizzato di un dispositivo BICROS. Il paziente presenta una perdita monolaterale e per questo si deve osservare se il paziente ha un miglioramento con il sistema CROS. In questi casi spesso potrebbe risultare fastidioso o non fare alcuna differenza.

Per questo motivo è molto importante che l'audioprotesista istruisce al paziente il corretto utilizzo.

Il CROS è stato impostato fin dall'inizio in modo da poter essere attivato o disattivato, e anche possibile modificare il volume.

Già alla prima visita è stata effettuata un'audiometria vocale in campo libero uguale come per il nostro primo paziente. Anche in questo caso, abbiamo provato esattamente come utilizzare il dispositivo per ottenere i migliori risultati possibili.

Durante il test, il rumore viene somministrato sul lato dell'orecchio migliore e il segnale vocale sul lato dell'apparecchio acustico CROS. Non appena ciò avviene, il paziente deve accendere il sistema, il quale può trasmettere il discorso dal lato non udente all'altro lato, in modo che in questa situazione capisca anche il discorso che arriva dal lato non udente. Tuttavia, se avviene il contrario, cioè non appena il rumore viene emesso dal lato del dispositivo CROS, Marco deve spegnerlo, perché altrimenti ha una fonte di interferenza maggiore e il ricevitore dal lato migliore compromette la comprensione del

parlato a causa del rumore. Naturalmente, abbiamo anche provato a ridurre il volume, ma per Marco non ha funzionato, quindi spegnere l'apparecchio acustico CROS è stata la soluzione migliore in questa situazione.

Con questa prova e con le conoscenze apprese in questa sessione, Marco ha potuto provare come funziona nella vita quotidiana per le 2 settimane successive.

Alla prima visita di controllo, Marco ha subito detto che c'era un miglioramento significativo nelle situazioni in cui il parlato era dalla parte del sistema CROS. In questo caso, riusciva anche a capire bene, soprattutto quando si riunivano più persone. Tuttavia, non appena c'era un rumore di fondo, soprattutto sul lato dell'apparecchio acustico CROS, doveva spegnerlo o addirittura toglierlo, perché non riusciva più a capire chiaramente e gli dava più fastidio che aiuto. Per questo paziente, quindi, l'apparecchio acustico CROS è adatto solo per le situazioni in cui non c'è rumore. Tuttavia, nelle riunioni o negli incontri con più persone in assenza di rumore, può di nuovo captare il parlato sul lato sinistro e comprendere ciò che proviene da lì e ciò che viene detto. Anche Marco ha deciso di utilizzare l'apparecchio acustico CROS, anche se non sempre, ma almeno in certe situazioni lo aiuta e quindi ha un valore aggiunto per lui.

CONCLUSIONI

L'obiettivo comune di tutti questi dispositivi è quello di garantire l'udibilità e la percezione dei segnali provenienti dal lato non udibile. Tuttavia, le aspettative di prestazioni realistiche possono variare a seconda del dispositivo. La motivazione è la chiave del successo. L'utilizzatore deve riconoscere una o più situazioni in cui il suo orecchio non udibile sta compromettendo un aspetto delle sue prestazioni. L'aspettativa principale per qualsiasi adattamento CROS/BiCROS è un notevole beneficio nelle situazioni che creano problemi. Se l'adattamento allevia l'imbarazzo o la frustrazione in una situazione di ascolto chiave, il portatore lo considererà un successo e sarà motivato a utilizzare regolarmente lo strumento in quella situazione e in altre simili. L'efficacia di un pulsante „ON/OFF“ situato sul trasmettitore CROS per migliorare i compiti di comunicazione, come per esempio la comprensione del parlato in presenza di rumore e la localizzazione del suono, dipende soprattutto dalle capacità cognitive e fisiche di chi indossa il BiCROS.

Le persone che non sono in grado di regolare l'interruttore „ON/OFF“ probabilmente non trarrebbero alcun beneficio da questa funzione. Allo stesso tempo, la comodità con cui l'interruttore di accensione/spegnimento viene messo a disposizione di chi lo indossa potrebbe potenzialmente influenzarne l'usabilità. La presenza di un meccanismo di accensione/spegnimento che richiede una manipolazione scomoda non incoraggerà probabilmente un uso costante.

Un punto importante da ricordare è che non è stata la semplice disponibilità dell'interruttore ON/OFF sul trasmettitore a fare la differenza. Sono piuttosto l'educazione e la formazione dei pazienti che hanno portato ai risultati attuali.

BIBLIOGRAFIA

Teder H. *The first wireless CROS*. *Canadian Audiologist*. 2014;1(2). Available at: canadianaudiologist.ca/issue/volume-1-issue-2-2014/column/stories-from-the-past

Harford E, Barry J. *A rehabilitative approach to the problem of unilateral hearing impairment: contralateral routing of signals (CROS)*. *J Speech Hear Disord*. 1965;30:121-138.

Herbig R, Barthel R, Branda E. *A history of e2e wireless technology*. *Hearing Review*. 2014;21(2):34-37.

Taylor, B. (2010). *Contralateral routing of the signal amplification strategies*. *Seminars in Hearing*, 31(4), 378-392.

Comparison of Speech-in-Noise and Localization Benefits in Unilateral Hearing Loss Subjects Using Contralateral Routing of Signal Hearing Aids or Bone-Anchored Implants. Snapp, Hillary A.*; Holt, Fred D.†; Liu, Xuezhong*; Rajguru, Suhrud M.*

Hayes, D. (2006). *A practical guide to CROS/BiCROS Fittings*. *Audiology Online*. Retrieved from <http://www.audiologyonline.com/articles/practical-guide-to-cros-bicross-977>

Hill, S. L., III, Avron, M., Digges, E. N. B., Gillman, N., & Silverstein, H. (2006). *Assessment of patient satisfaction with various configurations of digital CROS and BiCROS hearing aids*. *Ear, Nose & Throat Journal*, 85(7), 427.

Kuk, F., Korhonen, P., Crose, B., & Lau, C. (2014). *CROS your heart: renewed hope for people with asymmetric hearing losses*. *Hearing Review*, 21(6), 24-29.

Dillon H. (2001) Hearing Aids. New York, NY: Thieme.

Basic and advanced considerations in CROS and BiCROS fitting: streaming control and counselling; Jeff Crukley and Adriana Goyette

Hill, S. L., III, Avron, M., Digges, E. N. B., Gillman, N., & Silverstein, H. (2006). Assessment of patient satisfaction with various configurations of digital CROS and BiCROS hearing aids. Ear, Nose & Throat Journal

Harford, E., & Barry, J. (1965). A rehabilitative approach to the problem of unilateral hearing impairment: The contralateral routing of signals (CROS). Journal of Speech & Hearing Disorders.

Kuk, F., Seper, E., Lau, C., Crose, B., & Korhonen, P. (2015). Effects of Training on the Use of a Manual Microphone Shutoff on a BiCROS Device. Journal of the American Academy of Audiology, 26(5)

Kuk F, Korhonen P, Lau C, Keenan D, Norgaard M. (2013) Evaluation of a pinna compensation algorithm for sound localization and speech perception in noise. Am J Audiol 22(1)

Figura 1, 2

The first wireless CROS. Canadian Audiologist. 2014;1(2)

Figura 3

Journal of the American Academy of Audiology/Volume 26, Number 5, 2015

Figura 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12

Starkey: Basic and advanced considerations in CROS and BiCROS fitting: streaming control and counselling; Jeff Crukley and Adriana Goyette