

MAICO AUDIOLOGICAL LIBRARY - II

# MISURAZIONI IN SITU DEGLI APPARECCHI ACUSTICI

a cura di **Liberato Di Leo**

Laureato in Tecniche Audioprotesiche  
Sales & Marketing Manager Maico Italia



[www.maicoitalia.com](http://www.maicoitalia.com)

MAICO AUDIOLOGICAL LIBRARY - II

# MISURAZIONI IN SITU DEGLI APPARECCHI ACUSTICI

a cura di **Liberato Di Leo**

Laureato in Tecniche Audioprotesiche  
Sales & Marketing Manager Maico Italia



[www.maicoitalia.com](http://www.maicoitalia.com)

## INDICE

<b>PRESENTAZIONE</b> .....	<b>5</b>
<b>1. SCOPO</b> .....	<b>7</b>
<b>2. INTRODUZIONE</b> .....	<b>8</b>
<b>3. SCENARIO</b> .....	<b>10</b>
3.1 La necessità di approcci differenziati tra adulti e bambini	
3.2 Scelta tra il guadagno ad inserzione o la risposta protesica in-situ	
3.3 Scelta della prescrizione	
3.4 Scelta del tipo di stimolo	
<b>4. ALLESTIMENTO DELL'ATTREZZATURA</b> .....	<b>13</b>
4.1 Rumore ambientale ed ambiente circostante	
4.2 Calibrazione	
4.3 Registrazione dei risultati	
<b>5. PROCEDURA DI VERIFICA NELL'ADULTO</b> .....	<b>15</b>
5.1 Calibrazione della sonda	
5.2 Verifica della calibrazione	
5.3 Preparazione del paziente	
5.4 Otoscopia	
5.5 Inserimento della sonda	
5.6 Misurare la risposta con orecchio reale non protesica (REUR)	
5.7 Misurare la risposta con orecchio reale occluso (REOR)	
5.8 Derivare il guadagno d'inserzione in-situ (REIG)	
5.9 Modificare la programmazione dell'apparecchio	
5.10 Verificare che l'uscita non ecceda il livello di conforto della loudness	
<b>6. PROCEDURA DI VERIFICA NEI BAMBINI</b> .....	<b>20</b>
6.1 Calibrazione della sonda	
6.2 Verifica della calibrazione	
6.3 Otoscopia	
6.4 Stabilire se utilizzare un approccio derivato dall'accoppiatore (RECD) oppure in-situ (REAR)	
6.4.1. <i>Misurazione della differenza tra orecchio-reale e accoppiatore (RECD)</i>	
6.4.1.1 <i>Misurazione con accoppiatore</i>	
6.4.1.2 <i>Misurazione in-situ</i>	
6.4.1.3 <i>Misurazione REAR</i>	
6.4.2 <i>Approccio REAR in-situ</i>	
6.4.2.1 <i>Generale</i>	
6.4.2.2 <i>Misurazione REUR</i>	
6.4.2.3 <i>Misurazione REAR</i>	
6.5 Modificare la programmazione dell'apparecchio	
6.6 Verificare che l'uscita non ecceda il livello di conforto della loudness	
<b>7. NOTE PER ALTRE TIPOLOGIE DI PAZIENTI</b> .....	<b>27</b>
<b>8. GLOSSARIO</b> .....	<b>29</b>
<b>9. RIFERIMENTI UTILI</b> .....	<b>30</b>



**Ritengo che ormai la precisione dei software, degli algoritmi per la programmazione e la Tecnologia degli Apparecchi Acustici abbiano raggiunto livelli di ampia pregevolezza**

**Ora la nuova sfida passa attraverso la professionalità degli Audioprotesisti.**

**Il futuro sarà dell'eccellenza, e allora la preparazione, la cultura, il servizio saranno il nuovo stato dell'arte ed è per questo che ho voluto condividere questo elaborato, perché lo ritengo parte fondamentale della preparazione dell'audioprotesista del futuro.**

**Le misure in Situ, argomento di maestria audioprotesica ed essenza primaria per un migliore adattamento protesico.**

Per l'importanza e la delicatezza della sezione che segue, voglio precisare che ho posto la massima attenzione nel preparare e tradurre le informazioni contenute in essa, ho tratto ampi stralci dal British Society of Audiology e dalla British Academy of Audiology e anche queste 2 istituzioni affermano che non possono garantire per l'interpretazione e la corretta applicazione di quanto esposto. Pertanto, nessuno potrà essere ritenuto responsabile per eventuali errori o omissioni e non si assumono la responsabilità di eventuali danni che possono essere in qualche modo correlate a quanto scritto. Questo testo non ha fini commerciali ma solo piacevolmente informativi e culturali.

*Liberato Di Leo*  
Laureato in Tecniche Audioprotesiche  
Sales & Marketing Manager Maico Italia

## 1. SCOPO

Questo documento presuppone la conoscenza a priori della materia Audioprotesica, e mira a fornire una base di partenza per sviluppare la propria competenza ed esperienza.

Il termine misurazione in-situ (REM), o con "orecchio reale", è comune tra gli Audioprotesisti e sta ad indicare una serie di misurazioni diverse volte a identificare le caratteristiche acustiche degli apparecchi. In Audiologia clinica, lo scopo delle misurazioni in-situ è essenzialmente quello di comparare e di verificare le proprietà acustiche di un apparecchio rispetto al target prescritto.

In alcune parti di questo documento, si raccomanda l'utilizzo di segnali di 80 e 90 dB SPL. Tali suoni ad alta intensità possono causare disagio, specialmente se improvvisi e inattesi. Essi possono anche aggravare l'acufene. Alti livelli di esposizione possono verificarsi durante lo svolgimento delle misurazioni REM, con questi tipi di livelli di ingresso. Pertanto, è necessario porre grande cura nella preparazione del paziente ed accertarsi che sappia comunicare in modo chiaro e comprensibile qualsiasi eventuale disagio, in modo da essere pronti ad intervenire immediatamente, qualora vi sia un disagio evidente. Può essere opportuno iniziare con livelli più bassi ed aumentare man mano la loro intensità, verificando passo per passo che ciò non provochi alcun fastidio. In questo documento non affrontiamo il tema della formazione del personale per lo svolgimento delle misurazioni REM, tuttavia, va ricordato che questo tipo di lavoro richiede un Audioprotesista esperto, o quanto meno un Audioprotesista che agisca sotto una adeguata supervisione di un tutor.

Questo lavoro è suddiviso in due parti. La prima, tratta metodiche che si applicano principalmente ad adulti protesizzati con ipoacusie neurosensoriali da lievi a moderate. Si presuppone che come logica di prescrizione attuale venga adottata la NAL-NL1 (Dillon, 1999), e NAL-NL2 sebbene vengano ritenute accettabili anche altre logiche di fitting, ben documentate e comprovate, come ad esempio la Desired Sensation Level (DSL) i/o2, di **Cornelisse** et al, 1995.

La seconda parte le metodiche che si applicano ai bambini protesizzati, con ipoacusie di tipo neurosensoriale da lievi a moderate. Le raccomandazioni per il fitting pediatrico comprendono l'impiego della prescrizione DSL i/o, o della NAL-NL1, NAL-NL2 e richiedono l'uso della risposta protesica in-situ (REAR), piuttosto che quella con guadagno d'inserzione (REIG). Diversamente dalle linee guida riservate agli adulti, per i bambini può essere necessario avvalersi anche delle differenze RECD orecchio reale - accoppiatore.

Troverete inoltre anche alcune linee guida riservate ad adulti e bambini con ipoacusie da gravi a profonde e con componenti trasmissive.

Questo documento rispetta lo Standard ISO 12124:2001, Procedure per la misurazione delle caratteristiche acustiche in-situ degli apparecchi. Le indicazioni contenute all'interno di questo documento non sono specifiche, né relative alle diverse case produttrici.

## 2.INTRODUZIONE

La raccomandazione primaria è di sottoporre tutti i pazienti alle misurazioni in-situ, rispettando le appropriate procedure, nel corso della prima visita e secondo le linee guida suggerite da **Gatehouse** et al, (BAAS newsletter, 2001, numero 36).

“..Ogni qual volta una logica di fitting comprenda un target, dovrebbe essere necessario verificare la resa dell'apparecchio acustico tramite REM, utilizzando uno stimolo in ingresso appropriato a questa fase di test. Si dovrebbe anche tener conto delle tolleranze che possono, in ogni caso, essere raggiunte. Tali tolleranze, rispetto alla logica prescritta sono di +/- 5 dB sulle frequenze di 250, 500, 1000 e 2000 Hz, e di +/- 8 dB su quelle di 3000 e 4000 Hz. Inoltre, in ciascuna ottava la caduta dovrebbe essere compresa tra +/- 5 dB/ottava rispetto al target..”

Queste tolleranze sono piuttosto flessibili e dipendono dal grado dell'ipoacusia e dalla prossimità con cui si intendono raggiungere i target. Tuttavia, prima che tali tolleranze possano essere modificate, è necessario acquisire maggiori dati circa la ripetibilità delle misurazioni REM.

Il guadagno d'inserzione in-situ differisce da quello con accoppiatore 2cc, per valori che si sono dimostrati clinicamente rilevanti. Esiste anche un'evidenza scientifica frutto del lavoro di **Hawkins e Cook**, 2003 che dimostra come il guadagno dell'apparecchio acustico prescritto dal primo algoritmo di fitting del produttore, differisca dai target generati dalle logiche prescrittive.

La misurazione in-situ è dunque l'unico modo per valutare le prestazioni reali di un apparecchio acustico e dell'auricolare, in funzione dello specifico paziente. Tuttavia, si può convenire sul fatto che gli Audioprotesisti non debbano “raggiungere ad ogni costo il target”, qualora la risposta ed il parere del paziente indichino altrimenti.

Eseguire il fitting in funzione del target è un ottimo punto di partenza per la procedura di verifica.

Oggi, comunque, gli apparecchi acustici possiedono molte altre funzioni, oltre al guadagno ed alla compressione, capaci di offrire importanti benefici ai pazienti. In ambito pediatrico, dal momento che i bambini il più delle volte non sono in grado di fornire una risposta soggettiva, attribuire maggiore importanza al raggiungimento del target prescrittivo è sicuramente un approccio molto appropriato.

Riassumendo, le motivazioni per adottare la misurazione REM come parte integrante della procedura di fitting sono:

- Le differenze esistenti tra le misurazioni con accoppiatore e quelle in-situ
- I maggiori benefici per il paziente offerti da un appropriato raggiungimento del target benefit (**Baumfield e Dillon**, 2001, **Mueller**, 2005)

- Il poter contare su una base di misurazione ottimale con cui lavorare, specialmente nel caso di pazienti che, nel tempo, passano a soluzioni audioprotesiche diverse
- La misurazione REM consente di vedere gli effetti della regolazione fine
- La REM offre all'Audioprotesista anche una conferma grafica e visiva, assicurando così che la strategia prescrittiva e di elaborazione del segnale desiderata sia stata implementata correttamente dal software di fitting. In sintesi, la REM aiuta l'Audioprotesista a comprendere meglio l'intero processo di fitting
- La REM è uno strumento utile anche per il counselling, in quanto indica al paziente ed ai familiari cosa è udibile e cosa non lo è
- La REM è utile anche per verificare le funzioni evolute dell'apparecchio acustico, come ad esempio i microfoni direzionali ed i sistemi di riduzione del rumore.

## 3. SCENARIO

### 3.1 La necessità di approcci differenziati tra adulti e bambini

I bambini devono essere considerati in modo diverso dagli adulti. C'è ancora qualche incertezza su che cosa costituisca un udito normale nei neonati (**Ching** et al, 2001). Le differenze acustiche tra il canale uditivo dei bambini e quello degli adulti hanno un impatto sia sui dati audiometrici che sull'amplificazione dell'apparecchio acustico. Le soglie registrate adottando la scala dB HL sono destinate a variare a seconda del tipo di trasduttore e dell'età del bambino, sebbene la sensibilità uditiva non sia cambiata. Questo avviene in quanto la scala dB HL si basa sui dati degli adulti. Per evitare simili errori di misurazione nel prescrivere l'amplificazione, le soglie possono essere espresse tramite il livello di pressione sonora alla membrana timpanica (dB SPL). Esse vengono quindi visualizzate su un cosiddetto "SPLogram" (piuttosto che su un audiogramma che utilizzi valori dB HL). Quindi, è possibile fare un confronto diretto tra le soglie uditive, l'uscita dell'apparecchio acustico e lo spettro del parlato medio a lungo termine (LTASS)<sup>1</sup>. Questo tipo di errori di misurazione, in genere, sono ridotti quando si tratta di adulti e possono avere una minima incidenza negli adulti che presentano una misura di condotto uditivo e di risonanza nella media.

La differenza più evidente tra adulti e bambini è che i bambini sono meno propensi a tollerare l'inserimento della sonda per periodi di tempo prolungati. La misurazione RECD può essere fatta in pochi minuti e poi applicata ai dati dell'accoppiatore, in modo da ricavare l'uscita dell'apparecchio acustico in prossimità della membrana timpanica del bambino. Questo evita al piccolo di dover essere presente durante la regolazione fine dell'apparecchio acustico.

<sup>1</sup>Alcuni aspetti clinici suggeriscono che la misurazione delle soglie negli adulti, espressa in dB SPL, piuttosto che dB HL, conduca ad una maggiore precisione del fitting degli apparecchi acustici (Saunders e Morgan, 2003).

### 3.2 Scelta tra guadagno d'inserzione in-situ e risposta protesica

Il guadagno d'inserzione in-situ (REIG) è diverso dalla risposta protesica con orecchio reale (REAR), in quanto prende in considerazione anche la risposta individuale non protesica (REUR), vale a dire la naturale "amplificazione" che si verifica all'interno del condotto uditivo aperto del paziente, nel condotto non occluso.

Ci sono vantaggi e svantaggi dell'utilizzo di ciascuna misurazione; uno dei vantaggi della REIG è che il posizionamento della sonda è meno critico rispetto a quello necessario per la REAR. L'aumento della SPL alla membrana timpanica può essere misurato in un punto medio del condotto, almeno fintanto che la sonda, durante la procedura REIG, viene collocata nella stessa posizione sia per la misurazione delle condizioni protesiche che di quelle non protesiche (**Dillon**, 2001). Questo è particolarmente rilevante per quegli Audioprotesisti che hanno poca o nessuna esperienza con le misurazioni tramite sonda.

Un paziente la cui REUR è vicina alla media preferisce, molto probabilmente, ricevere un'amplificazione che tenga conto della sua REUR individuale, ovvero tende a preferire la REIG (**Palmer**, 1991). Se la REUR è dissimile dalla media, come si riscontra nei casi di anomalie uditive dell'o-

recchio medio (ad es. mastoidectomia, perforazione) oppure nei bambini, l'uso della REIG può sembrare inappropriato. Un paziente con una REUR che differisce notevolmente dalla media, preferisce ricevere un'amplificazione basata sulla REAR (**Palmer** 1991).

Storicamente, le misure REIG sono state utilizzate negli adulti e gran parte della letteratura clinica, specialmente dalla logica NAL, fa riferimento appunto alla REIG. Attualmente la REIG è raccomandata per gli adulti, ad eccezione di quelli che hanno anomalie uditive nell'orecchio medio/REUR (per ulteriori spiegazioni, vedi **Dillon**, 2001, p. 248). L'uso della REAR è una pratica accettabile per gli adulti e di sicuro costituisce una procedura consigliata per i bambini, essendo il metodo di elezione della DSL i/o.

### 3.3 Scelta della prescrizione

Un target generico è preferibile rispetto ad uno specifico del produttore, in quanto si tratta di una procedura basata sull'evidenza clinica convalidata e come tale mira a minimizzare la differenza che il paziente potrebbe sentire con il cambiamento, considerando che gli apparecchi variano da una casa produttrice all'altra (**Keidser** et al, 2003). Allo scopo di aggiornare regolarmente gli apparecchi DSP dei pazienti, è probabile che i pazienti, nel corso del tempo, cambieranno i propri apparecchi con altre marche.

Per gli adulti, il target prescrittivo preferito è il NAL-NL1 - NAL-NL2. Esistono evidenze cliniche che suggeriscono che, in alcune tipologie di perdite uditive, la logica DSL i/o prescriva più guadagno ad alta frequenza, rispetto a quanto preferito dagli utenti adulti, (**Moore** et al., 2001). Tuttavia, in questo campo sono necessarie ulteriori ricerche. **Parsons** e **Clarke**, ad esempio, suggeriscono che, nell'ambito dei fitting con pazienti adulti, il counselling direttivo riesca a garantire una migliore accettazione della DSL (**Parsons** e **Clarke**, 2002).

Per i bambini, il target prescrittivo preferito è la DSL i/o. Tuttavia, se i bambini ricevono una applicazione audioprotesica con NAL-NL1, è necessario selezionare la REAR, invece della REIG. Questo perché i target REIG sono basati sulla media della risonanza del condotto uditivo degli adulti, cosa quindi inadeguata per l'utilizzo in ambito pediatrico, considerando che i bambini hanno spesso un condotto uditivo la cui risonanza ha frequenze più elevate, rispetto a quelle tipiche negli adulti. La mancata applicazione di un target appropriato è negativa, in quanto può causare una sotto-amplificazione delle frequenze medie. Un altro motivo importante in favore della scelta della REAR è che essa permette di visualizzare tutte le variabili rilevanti, un aspetto utile, ad esempio, quando la decisione da prendere è di "sotto amplificare" rispetto al target. Questo, quindi, si rivela l'unico modo per verificare che vi sia una buona udibilità del parlato.

Inoltre, è necessario verificare che l'implementazione della regola prescrittiva tenga in dovuto conto anche la somma tra fattori binaurali o trasmissivi. Potrebbe essere necessario, infatti, applicare un fattore di correzione appropriato sia ai target dei fitting bilaterali (per esempio -3 dB) che agli elementi trasmissivi (ad es. 25-75% di differenza aereo-ossea).

### 3.4 Scelta del tipo di stimolo

Fino a quando il parlato corrente (con la sua media temporale) è ampiamente disponibile, per le procedure REIG e REAR si raccomanda di utilizzare un segnale modulato e modellato sul parlato. Ecco perché:

- Gli stimoli a banda larga sono meno sensibili agli artefatti correlati con le misurazioni e l'elaborazione sonora degli apparecchi acustici (ad esempio l' "effetto fioritura" che si nota sulle basse frequenze quando si utilizza un tono puro sweep).
- Il rumore in forma di parlato rappresenta uno stimolo più realistico rispetto ai segnali tonali.
- Il rumore in forma di parlato può essere selezionato tramite il software di fitting, assicurando così la compatibilità dei segnali con il guadagno prescritto e quello misurato.
- La modulazione del rumore in forma di parlato permette di regolare l'apparecchio acustico così come viene usato dal paziente, senza che si corra il rischio di attivare i circuiti di soppressione rumore. L'Audioprotesista, tuttavia, per ogni singolo apparecchio acustico, è tenuto a verificare questo aspetto tramite i protocolli di fitting delle case produttrici.
- L'esperienza ha dimostrato che il rumore modulato a forma di parlato è più facile da gestire a scopo di training e di addestramento rispetto, ad esempio, al parlato reale o al balbettio elaborato dell'International Collegiate of Rehabilitative Audiology (ICRA). Se la risposta non ha un tempo medio, per l'Audioprotesista magari ancora inesperto può essere più difficile mettere in relazione la risposta misurata con i target prescrittivi. Man mano che l'Audioprotesista acquisisce più confidenza con l'utilizzo della REM con rumore modulato in forma di parlato, il successivo utilizzo del balbettio elaborato ICRA o del parlato reale può essere più appropriato.

Per poter documentare che i target siano stati soddisfatti in modo appropriato, per questo tipo di stimoli modulati è preferibile utilizzare una risposta con tempo medio.

Quando si effettua la verifica della risposta (RESR) con saturazione ed orecchio-reale, impiegando livelli di intensità elevata, si consiglia di utilizzare un tono sweep di tipo warble, piuttosto che un rumore a forma di parlato. Questo perché un tono warble tende comunque ad essere meno forte ed è in grado di raggiungere con precisione il livello di stimolo desiderato su ogni frequenza (per esempio 90 dB SPL) attraverso l'altoparlante REM.

Uno stimolo a banda larga non avrà probabilmente nessuna frequenza vicino ai 90 dB SPL, e questo può portare a sottovalutare le prestazioni reali dell'apparecchio acustico. Inoltre, un tono warble può essere variato anche sulle frequenze centrali, così da consentire la regolazione fine dell'apparecchio acustico anche in quelle aree che creano disagio.

Alcuni produttori di apparecchi acustici impiegano il rumore a banda larga per impostare l'uscita massima (in genere negli apparecchi con 10 e più canali). Per questo, quando si misura la RESR è preferibile utilizzare un rumore modulato a forma di parlato. In caso di dubbi, si può provare con un tono sweep di tipo warble e con il segnale di rumore modellato sul parlato, scelta che assicura che l'apparecchio acustico venga regolato in modo più conservativo.

## 4. ALLESTIMENTO DELL'ATTREZZATURA

Prima di utilizzare l'attrezzatura, è importante accertarsi che vengano caricate le impostazioni predefinite, ovvero di default, del software appropriato. Il tipo di stimolo e la visualizzazione dei parametri sono di particolare importanza.

Anche la configurazione dell'hardware deve essere controllata, in particolare quando si misura la RECD: bisogna controllare il posizionamento dell'accoppiatore e dei microfoni di riferimento.

Se l'attrezzatura REM viene utilizzata anche in ambito pediatrico, quindi sia per gli adulti che per i bambini, può essere una scelta oculata e più prudente impostare file differenti, in modo che ciascuno comprenda le regolazioni predefinite corrette per ogni circostanza.

### 4.1 Rumore ambientale e situazione esterna

Per eseguire la REM non è necessario ricorrere ad una camera anecoica. Tuttavia, è preferibile farlo in una stanza tranquilla, in quanto il rumore ambientale non dovrebbe alterare i risultati del test per più di 1 dB, su qualsiasi frequenza. Il segnale presentato in fase di test dovrebbe superare il rumore di sottofondo di almeno 10 dB, su tutte le bande in frequenza. L'ambiente del campo sonoro dovrebbe permettere di controllare il livello del segnale di prova. Esso, infatti, dovrebbe essere entro i 3 dB del livello del segnale di test desiderato (ISO 12124:2001).

L'altoparlante deve essere posizionato in modo che non sia sul retro del tavolo. Bisogna anche verificare che non vi siano superfici ampie, piane e riflettenti vicino al paziente. Se è possibile, l'altoparlante ed il microfono di riferimento una volta posizionato sul paziente, dovrebbero trovarsi entrambi a 1 m di distanza almeno dalla superficie riflettente più vicina. Avere l'altoparlante rivolto verso il centro della stanza è spesso il modo migliore per allestire la sala. Può essere accettabile anche posizionare l'altoparlante sulla parete, mantenendolo però ad almeno 1 m di distanza dall'angolo.

### 4.2 Calibrazione

L'attrezzatura REM dovrà rispettare le norme BS EN 61669 (2001) e, negli ultimi 12 mesi, deve essere stata sottoposta a controlli e ad una calibrazione completa. Se l'apparecchiatura è portatile e la si utilizza in molti luoghi diversi, è consigliabile effettuare questa taratura ad intervalli di 3-6 mesi, o anche più di frequente, in quanto c'è la possibilità che il microfono possa cadere.

### 4.3 Registrazione dei risultati

I seguenti dati (solitamente memorizzati in formato elettronico tramite NOAH) dovrebbero essere inclusi nella registrazione e comunque tenuti a portata di mano:

- Codice identificativo del paziente, orecchio testato, data del test



- Dettagli dell'apparecchiatura, compreso il numero di serie e numero di versione del software utilizzato e data dell'ultima calibrazione
- Tipo di REM: per esempio, risposta protesica o guadagno d'inserzione
- Segnale di test, tipo e livello, tipo di campo sonoro, metodi di misurazione e di equalizzazione utilizzati
- Angolo azimutale di incidenza del suono, angolo di elevazione dell'incidenza del suono e distanza dall'altoparlante
- Tipo di apparecchio acustico e relative regolazioni
- Tipo di accoppiamento all'orecchio, incluso i dettagli della ventilazione
- Condizioni ambientali

Si raccomanda di salvare tutte le tracce (vale a dire le impostazioni iniziali, il REM migliore e le preferenze del paziente) per tutti i livelli di intensità usati. Tuttavia, non è necessario salvare quelle tracce registrate durante la procedura di regolazione.

## 5. PROCEDURA DI VERIFICA NEGLI ADULTI

Verificare di aver selezionato il target prescrittivo appropriato (ad esempio NAL-NL1) all'interno del software REM. Inoltre, controllare che i parametri all'interno del software siano stati selezionati correttamente, ad esempio il limite multi-canale, il numero dei canali di compressione, la soglia di compressione, la tipologia monolaterale/bilaterale, la data di nascita, la misura della ventilazione<sup>2</sup>. La posizione di riferimento dovrebbe essere rivolta verso la superficie e l'orientamento fissato a 45° oppure a 0°.

<sup>2</sup> Il numero di pazienti adulti con fitting aperto è attualmente in aumento, grazie ai più sofisticati sistemi di gestione di feedback. Per la verifica di questi fitting è importante che tutto il software sia impostato in modo appropriato, che l'apparecchiatura REM sia abilitata ad applicare un metodo di sostituzione simile (Lantz et al., 2007) - vedere il Glossario. Inoltre, per i pazienti con ipoacusia da lieve a moderata, sulle frequenze inferiori ai 1000 Hz, potrebbero essere accettabili anche adempimenti del target meno adeguati, pur di dare al paziente i benefici di una chiocciola non occlusa.

### 5.1 Calibrazione della sonda

Questa operazione deve essere fatta ogni qual volta si utilizzi una sonda nuova. Ciò significa che deve essere fatta per ogni paziente e, nel caso la sonda venga cambiata durante la procedura di test, è necessario ripetere la calibrazione.

Posizionare la sonda in modo che si trovi vicino all'apertura del microfono di riferimento, senza bloccare uno dei microfoni. Tenere la cuffia frontalmente a 0,5 m di distanza dall'altoparlante, in modo che sonda e microfono siano rivolti verso l'altoparlante. Fare attenzione a non frapporre la mano tra altoparlante e microfono. Dopo essersi assicurati che la cuffia abbia una posizione corretta, eseguire la procedura di calibrazione.

### 5.2 Verifica della calibrazione

Tenere la sonda ed il microfono nella stessa posizione, registrare i valori come se si misurasse una risposta con orecchio aperto utilizzando uno stimolo a banda larga (ad es. rumore rosa) di 65 dB SPL. Verificare se c'è una risposta piatta (come stabilito dal fornitore dell'apparecchiatura). Se così non fosse, ripetere la calibrazione. Un valore inferiore ai 250 Hz potrebbe non essere ottenibile - entro i 5 dB è considerato accettabile.

NB: Si consiglia di leggere anche la sezione 4.2 sulla calibrazione.

### 5.3 Preparazione del paziente

Bisogna far accomodare il paziente, in posizione seduta, avendo cura che l'orecchio sottoposto a test si trovi:

- (a) ad un angolo azimutale di 45° o 0°<sup>3</sup> rispetto all'altoparlante, (si dovrebbe stabilire una prassi all'interno del centro audioprotesico e fare in modo che tutti i pazienti siedano nella stessa posizione),
- (b) ad una distanza di 0,5 m dall'altoparlante, ovvero allo stesso livello dell'altoparlante, e non del mobile su cui esso è poggiato, quindi, non più in alto, né più in basso.

<sup>3</sup> 0° di azimuth si ottengono quando il naso del paziente è rivolto direttamente verso l'altoparlante.

Può essere utile attaccare un pezzo di corda all'altoparlante, in modo da consentire il facile posizionamento del paziente e dargli delle indicazioni visive su dove guardare. Circa gli aspetti che riguardano il posizionamento del paziente esiste un'interessante guida basata sull'evidenza clinica (**Stone e Moore, 2004**). Gli studiosi suggeriscono di provare fino a trovare la soluzione migliore, in quanto un angolo azimutale di 0° è preferibile a quello di 45°, poiché ciò comporta minori variazioni nella posizione.

Bisogna dare le dovute istruzioni al paziente, affinché sieda il più fermo possibile durante la misurazione, stando attento a mantenere la stessa posizione della testa. Inoltre, va rassicurato sul fatto che, in caso di disagio, potrà interrompere il test in qualsiasi momento.

#### 5.4 Otoscopia

L'otoscopia deve sempre precedere la REM. Bisogna prestare particolare attenzione se si verifica una delle seguenti circostanze: perforazione, drenaggio auricolare, cavità mastoidea, fuoriuscite dall'orecchio, presenza di cerume che occupa più di un terzo della sezione trasversale del condotto uditivo. Come discusso nella sezione 3.2 di cui sopra, in queste circostanze, può essere consigliabile considerare il fitting con risposta protesica con orecchio reale (REAR), piuttosto che il guadagno d'inserzione (REIG). Per maggiori dettagli sulla misurazione REAR, vedere la sezione 6.4.2.

#### 5.5 Inserimento della sonda

Per ogni paziente bisogna usare sempre una sonda nuova e sterilizzata. Si consiglia di utilizzare la sonda più sottile (quella ad es. da 1,1 mm) in quanto crea meno disagio per il paziente, qualora tocchi la parete del condotto uditivo o la membrana timpanica.

Il posizionamento della sonda è molto importante. La normativa ISO 12124 (2001) descrive quattro metodi per l'inserimento della sonda, volti a soddisfare il requisito generale, ovvero quello di posizionare l'ingresso del microfono entro 6 mm di distanza dalla membrana timpanica, e di fare in modo (ove possibile) che oltre l'uscita del suono dell'apparecchio vi siano almeno 5 mm di spazio.

Questo documento consiglia di unire i due metodi descritti nella norma ISO 12124 (2001). Inizialmente si può utilizzare il posizionamento visivo, usando un indicatore a 27 mm dall'estremità della sonda, ed eseguendo successivamente la verifica acustica sui 6000 Hz, come descritto nella sezione 5.6.

Il marker può essere regolato a 27 mm dall'estremità della sonda (questa distanza può essere variata in modo da adeguarsi alle diverse lunghezze di condotto uditivo). Verificare che la sonda si estenda 5 mm oltre l'uscita del suono dell'apparecchio acustico. Se è così, inserire con delicatezza la sonda nell'orecchio fino a quando l'indicatore si trova in prossimità del trago. In caso contrario, la distanza di 27 mm può essere aumentata, ma con massima cautela, specialmente nel caso di orecchie di piccole dimensioni. È utile collegare un piccolo righello (15 cm) nella parte superiore dell'attrezzatura REM, in modo che misurare i 27 mm sia molto più facile e veloce.

Per verificare che la sonda si trovi sulla parte inferiore del condotto uditivo, servirsi dell'otoscopio.

#### 5.6 Misurare la risposta con orecchio reale non protesica (REUR)

Dopo aver collocato la sonda nell'orecchio, utilizzare uno stimolo a banda larga (ad es. rumore rosa) di 65 dB SPL. Questa misurazione viene utilizzata per ricavare il guadagno, mentre lo spettro preciso dello stimolo a banda larga non è decisivo.

Una volta che la risposta si è stabilizzata, controllare che non sia troppo acuta, e che il guadagno assoluto a 6000 Hz sia inferiore a -5 dB. Se questo avviene, riposizionare la sonda o spostare leggermente il paziente. Registrare la risposta ottenuta.

Inserire con cautela la chiocciola e l'apparecchio acustico nell'orecchio, facendo attenzione a non spostare la sonda. Anche dopo che l'apparecchio è arrivato nella giusta posizione, l'indicatore dovrebbe trovarsi sempre in prossimità del trago.

#### 5.7 Misurare la risposta con orecchio reale occluso (REOR)

Spegnere l'apparecchio (OFF) oppure predisporlo in modalità "mute" tramite software. Registrare utilizzando uno stimolo a banda larga (per es. rumore rosa) di 65 dB SPL.

In considerazione della risonanza naturale del condotto uditivo, c'è da aspettarsi una riduzione del picco intorno ai 2000 - 3000 Hz. Controllare che il guadagno non si sia troppo ridotto sulle basse frequenze. Se fosse così, riposizionare l'apparecchio acustico e controllare la sonda, verificando la presenza di cerume o umidità.

La misurazione REOR può essere utilizzata anche per verificare qualsiasi risonanza associata con la ventilazione (ad esempio intorno ai 500 Hz). Questo fattore può essere un avvertimento per l'Audioprotesista, circa la necessità di apportare delle modifiche alla chiocciola.

#### 5.8 Derivare il guadagno d'inserzione in-situ (REIG)

A questo punto, accendere l'apparecchio acustico (o attivarlo tramite software) facendo attenzione a non spostarlo. Il programma di ascolto dell'apparecchio dovrebbe essere quello di utilizzo quotidiano, con le solite funzioni attive<sup>4</sup>. Inoltre, va selezionata la misura corretta della ventilazione. Lasciare attiva la funzione di eliminazione del feedback, in modo da prevenirlo.

Selezionare un segnale in ingresso di 65 dB SPL con rumore modulato in forma di parlato e registrare i valori. (Se, per qualsiasi motivo, si sceglie di utilizzare un rumore costante, perché magari la propria attrezzatura REM non dispone di uno stimolo sonoro con questo tipo di caratteristiche, prima di effettuare le misurazioni bisogna disabilitare qualsiasi eventuale guadagno, diminuendo nell'apparecchio acustico la funzionalità del sistema di riduzione del rumore.)

Si ricorda, nei casi in cui l'orecchio medio presenti delle anomalie o il guadagno non protesico sia atipico, di considerare l'impiego della risposta protesica con orecchio reale (REAR) piuttosto che il guadagno d'inserzione in-situ.

<sup>4</sup> I microfoni direzionali devono essere impostati su omni-direzionale, a meno che non siano state fatte delle misurazioni con direzionalità specifiche.

### 5.9 Modificare la programmazione dell'apparecchio

Confrontare i valori REAR o REIG misurati con quelli target. Se necessario, regolare il software di programmazione per portare i valori misurati più vicino al target, in relazione al tipo di stimolo ed al livello utilizzato. È più efficiente regolare la programmazione durante la visualizzazione della REIG o della REAR, in tempo reale. Se il software di programmazione fornisce livelli di acclimatazione/adattamento che riducono il guadagno per i neo-utenti, per la verifica dei target generici è consigliabile impostare l'apparecchio acustico con il livello di acclimatazione o adattamento più elevato.

In circostanze particolari, per quanto riguarda le modifiche più appropriate da effettuare, si consiglia di seguire le indicazioni del produttore dell'apparecchio acustico.

La verifica, utilizzando i 65 dB SPL, garantirà l'udibilità per il livello di intensità media del parlato. La verifica con livelli in ingresso diversi (per esempio 50, 65 e 80 dB SPL) è utile in quanto fornisce all'Audioprotesista una conferma visiva e lo rassicura sul fatto che il software di fitting abbia implementato nell'apparecchio acustico la strategia di elaborazione appropriata.

**Quando si usano gli 80 dB SPL bisogna procedere con estrema cautela e solo se si possiede l'esperienza professionale necessaria.** Con alcuni pazienti, per accertarsi che non vi siano disagi, può essere utile aumentare l'intensità con passi da 65 dB SPL, piuttosto che procedere direttamente fino agli 80 dB SPL. Inoltre, può essere necessario regolare il guadagno in modo diverso per i suoni deboli e per quelli forti, così da avvicinarsi al target con tutti i livelli in ingresso. Qualora venga espresso qualche disagio relativo alla loudness, va considerata l'opportunità di regolare la potenza massima in uscita (MPO) per raggiungere il target degli 80 dB SPL in ingresso.

All'interno di alcuni ambienti, inoltre, può essere necessario registrare i valori a 55 o a 60 dB SPL anziché a 50 dB SPL, come riportato nella sezione 4.1 dedicata al rumore ambientale. Se, nonostante la regolazione, il paziente reputa ancora troppo forte il suono dell'apparecchio, avvalersi del proprio giudizio clinico per ridurre l'acclimatazione o il livello di adattamento. Accertarsi che queste modifiche mantengano il modellamento della frequenza impostato durante la REM (se ciò non si verifica, servirsi dei controlli del guadagno per ottenere dei livelli di loudness accettabili per il paziente.)

### 5.10 Verificare che l'uscita non superi i livelli di sconforto della loudness

Questa è una parte essenziale per ogni fitting degli apparecchi acustici ed è particolarmente importante qualora si sia aumentato il guadagno, per raggiungere il target dei 65 dB SPL. È un argomento ancora non molto dibattuto tra gli esperti, ma vi è consenso sul fatto che è meglio regolare il valore MPO, in modo controllato, presso il centro audioprotesico, piuttosto che lasciare al paziente la possibilità di gestire la loudness, procurandosi disagio nelle situazioni della vita reale.

Questo obiettivo può essere raggiunto in uno di questi due modi:

- Misurare la risposta della saturazione in-situ (RESR). **Bisogna procedere con cautela, e solo se si ha la dovuta esperienza.** Si può utilizzare un segnale di 90 dB SPL per assicurare che il livello di loudness del paziente (ULL) non venga superato<sup>5</sup>. Per alcuni pazienti, può essere consigliabile procedere per passi fino a raggiungere il segnale di 90 dB SPL. La misurazione RESR deve essere eseguita utilizzando la REAR, anziché la REIG. In generale, è preferibile un tono warble rispetto ad un rumore, per i motivi già indicati nella sezione 3.4, circa il tipo di stimolo. Per testare le frequenze in modo separato e distinto (per esempio su quelle dove compaiono dei picchi REAR) è consigliabile utilizzare, prima o in sua sostituzione, un segnale sweep su tutte le frequenze.

Il paziente deve essere avvertito che il segnale è forte e, in caso, che il tono sweep verrà presentato su tutte le frequenze, richiedendo così più tempo rispetto al rumore modulato sul parlato.

**È fondamentale utilizzare sempre cautela ed il proprio giudizio clinico, specialmente nei pazienti con acufene o iperacusia.** Se il paziente esprime o mostra disagio, interrompere immediatamente, regolare la MPO e riprovare.

- Per misurare RESR, utilizzare un approccio derivato da accoppiatore, misurando, ad esempio, la RECD del paziente (vedere la sezione appropriata del protocollo pediatrico). Un'altra opzione, prima di effettuare le misurazioni RESR in situ come descritto in precedenza, è quella di eseguire per prima cosa le misurazioni con accoppiatore e di regolare, se necessario, il valore MPO.

In aggiunta, si possono utilizzare dei suoni ambientali per verificare che l'uscita non superi i livelli di sconforto della loudness. Usare, ad esempio, il rumore di un cucchiaino nella tazza vicino all'orecchio, oppure sbattere le forbici su una scrivania, invitare il paziente a camminare lungo una strada trafficata ecc.

È responsabilità diretta dell'Audioprotesista prendere in considerazione i criteri di rischio riguardanti il rumore stabiliti dalla direttiva vigente e dunque, di bilanciarli in modo appropriato per ogni singolo paziente, valutandoli in rapporto ai benefici clinici ottenuti tramite le misurazioni.

L'esposizione al rumore per mezzo di altri test audiometrici (ad esempio il mascheramento nell'audiometria di toni puri, la determinazione dei livelli di sconforto della loudness, il test dei riflessi acustici) vanno altresì considerati. (Vedere la direttiva "Physical Agents Noise Directive", 2003/10/EC.)

Per l'Audioprotesista è consigliabile posizionarsi lontano dall'altoparlante, in modo da evitare l'eccessiva esposizione al rumore. Alla fine della sessione REM, bisogna estrarre con attenzione la sonda dall'orecchio e controllarlo accuratamente tramite otoscopia.

<sup>5</sup> Alcune attrezzature hanno un taglio automatico del segnale, per impedire ai livelli di pressione sonora di eccedere il valore specificato dall'utente.

## 6. PROCEDURA DI VERIFICA NEI BAMBINI

Per i bambini si raccomanda di usare la risposta protesica in-situ (REAR). Essa può essere misurata o prevista tramite un approccio derivato dall'accoppiatore.

Per la misurazione delle soglie uditive nei bambini, la selezione del tipo di trasduttore è particolarmente importante, in quanto essa detta il fattore di correzione da utilizzare per convertire le soglie da dB HL in dB SPL in prossimità della membrana timpanica.

Ogni qualvolta la situazione lo renda possibile, per misurare le soglie e la RECD bisogna inserire gli auricolari accoppiati a chiocciole su misura, in modo da assicurare una conversione accurata.

La RECD va misurata in caso si contrapponga l'utilizzo dell'accoppiatore derivato al posto delle misurazioni in-situ. Per qualsiasi tipologia di apparecchio acustico è importante accertarsi che la strategia di elaborazione del segnale e la soglia di compressione siano impostate in modo corretto.

### 6.1 Calibrazione della sonda (stesso protocollo degli adulti)

Questa operazione deve essere fatta ogni qual volta si utilizzi una sonda nuova. Ciò significa che deve essere fatta per ogni paziente e, nel caso la sonda venga cambiata durante la procedura di test, è necessario ripetere la calibrazione.

Posizionare la sonda in modo che si trovi vicino all'apertura del microfono di riferimento, senza bloccare uno dei microfoni. Tenere la cuffia frontalmente a 0,5 m di distanza dall'altoparlante, in modo che sonda e microfono siano rivolti verso l'altoparlante. Fare attenzione a non frapporre la mano tra altoparlante e microfono. Dopo essersi assicurati che la cuffia sia in posizione corretta, eseguire la procedura di calibrazione.

### 6.2 Verifica della calibrazione (stesso protocollo degli adulti)

Tenere la sonda ed il microfono nella stessa posizione, registrare i valori come se si misurasse una risposta con orecchio aperto utilizzando uno stimolo a banda larga (ad es. rumore rosa) di 65 dB SPL. Verificare se c'è una risposta piatta (come stabilito dal fornitore dell'apparecchiatura). Se così non è, ripetere la calibrazione. Un valore inferiore ai 250 Hz potrebbe non essere ottenibile - entro i 5 dB è considerato accettabile.

### 6.3 Otoscopia

L'otoscopia deve sempre precedere la REM. Bisogna prestare particolare attenzione se si verifica anche solo una delle seguenti circostanze: perforazione, drenaggio auricolare, cavità mastoidea, fuoriuscite dall'orecchio, presenza di cerume che occupa più di un terzo della sezione trasversale del condotto uditivo.

### 6.4 Stabilire se utilizzare un approccio derivato dall'accoppiatore (RECD) oppure in-situ (REAR)

Arrivato a questo punto, l'Audioprotesista dovrà prendere una decisione: se seguire un approccio derivato da accoppiatore (sezione 6.4.1), che comprende la misurazione della RECD, o adottare una misurazione REAR in situ (sezione 6.4.2). Questa decisione dipenderà da una serie di fattori, tra cui la capacità di cooperazione del bambino. L'approccio derivato da accoppiatore, misurando la RECD, ha dimostrato di essere affidabile e preciso (Munro e Hatton, 2000) ed ha il vantaggio di richiedere solo una misurazione, consentendo quindi un uso più efficace delle risorse cliniche.

Se si vuol adottare l'approccio derivato dall'accoppiatore, ma la RECD non è ancora stata misurata, (vale a dire nel caso in cui non si siano seguiti i passi spiegati nelle sezioni 6.4.1.1 e 6.4.1.2) l'Audioprotesista deve verificare se è possibile adottare la trasformazione della RECD previsionale, facendo attenzione che il software applichi il calcolo corretto in funzione dell'età del bambino.

#### 6.4.1. Misurazione della differenza tra orecchio-reale e accoppiatore (RECD)

##### 6.4.1.1. Misurazione con accoppiatore

Ove possibile, il passaggio dell'accoppiatore deve essere misurato per primo (questo non richiede la presenza del paziente e può essere effettuato in anticipo, così da ottimizzare i tempi).

Garantire il riferimento del microfono e che i microfoni impiegati per la misurazione siano collegati alle porte corrette. Verificare anche che il sistema REM sia in modalità di accoppiatore. Procedere quindi con attenzione all'accoppiamento del trasduttore delle cuffie a inserto con l'accoppiatore, utilizzando la lunghezza dello stesso tubetto usato per il fitting del BTE. Quindi, chiudere il coperchio del box anecoico.

Registrare la risposta del microfono nell'accoppiatore (il livello ed il tipo di stimolo, di solito sono pre-impostati dalle apparecchiature stesse). Su alcune apparecchiature è possibile utilizzare le risposte con accoppiatore memorizzate. Si tratta di una misurazione non fisiologica e, come tale, non dovrebbe cambiare nel tempo. Eventuali modifiche possono indicare problemi con l'accoppiatore e/o l'accoppiamento stesso oppure la necessità di eseguire una nuova calibrazione del microfono o del box anecoico. Si suggerisce di stampare su carta un modello della risposta prevista, in modo che l'audioprotesista riesca facilmente ad identificare tali cambiamenti.

##### 6.4.1.2. Misurazione in-situ

Il prossimo passo prevede l'esecuzione della misurazione in-situ, che richiede di collocare con molta cautela la sonda nell'orecchio del bambino.

Per ogni paziente bisogna usare sempre una sonda nuova e sterilizzata. Si consiglia di utilizzare la sonda più sottile (quella ad es. da 1,1 mm) in quanto crea meno disagio per il paziente, qualora tocchi la parete del condotto uditivo del bambino oppure la membrana timpanica.

Il posizionamento della sonda è molto importante e deve essere fatto con la massima precisione. La norma ISO 12124 (2001) descrive quattro metodi per l'inserimento della sonda, che sono specifici per gli adulti (leggere, in proposito, la sezione sul protocollo per adulti). Per i bambini è necessario apportare le seguenti modifiche.

Il marker nero dovrebbe essere usato sulla sonda in base alle seguenti linee guida:

- 0-6 mesi - 11 mm**
- 6-12 mesi - 15 mm**
- 1-5 anni - 20 mm**
- 5+ anni - 25 mm**

Dopo l'otoscopia, inserire la sonda nell'orecchio fino a quando l'indicatore si trova in prossimità del trago. È utile posizionare un piccolo righello (15 cm) alla parte superiore dell'attrezzatura REM, così da misurare velocemente la distanza del marcatore. Usare un otoscopio per controllare che la sonda sia situata lungo la parte inferiore del canale. È l'ideale verificare che l'estremità della sonda si trovi almeno 5 mm oltre l'estremità della chiocciola, per evitare gli effetti di eventuali onde stazionarie. Nei neonati, tuttavia, ciò potrebbe non essere possibile a causa della breve lunghezza del condotto uditivo.

Inserire con cautela la chiocciola, collegata all'inserito del trasduttore, nell'orecchio facendo attenzione a non spostare la sonda. Misurare così la seconda parte dei valori RECD.

Un modo di inserimento alternativo della sonda, per la misurazione della RECD nei neonati al di sotto dei 8 mesi di età, prevede l'inserimento della sonda e dell'inserito insieme (Bagatto et al, 2006). La sonda può essere accoppiata alla chiocciola, oppure al tip del dispositivo per le emissioni otoacustiche (OAE), utilizzando una pellicola ed una distanza di 11 mm dall'indicatore fino alla fine della sonda.

La RECD deve essere misurata bilateralmente. Qualora ciò non sia possibile, utilizzare i valori RECD registrati da un orecchio anche per l'altro orecchio, non sottoposto a test (Munro e Buttfeld, 2005), supponendo così che la funzionalità dell'orecchio medio, sulla base dei risultati otoscopici e timpanometrici, sia simile. Si considera buona prassi salvare le misurazioni RECD in una sessione specifica di NOAH, prima di procedere a ulteriori verifiche, in modo da ridurre al minimo il rischio di una possibile perdita di dati.

#### 6.4.1.3. Misurazione REAR derivata da accoppiatore

Procedere con attenzione all'accoppiamento dell'apparecchio acustico con l'accoppiatore, utilizzando la stessa lunghezza del tubetto che si adopera per il fitting del BTE.

Verificare che nel software REM sia stato impostato il target appropriato e controllare di essere nella modalità di misurazione corretta (accoppiatore-test). Assicurarsi di aver selezionato o misurato la RECD oppure di averla prevista, a seconda del tipo di misurazione che si sta adottando.

A questo punto, accendere l'apparecchio acustico (o attivarlo tramite software). Il programma di ascolto dell'apparecchio dovrebbe essere quello di utilizzo quotidiano, con tutte le consuete funzioni attivate. Il livello di acclimatazione selezionato deve essere il più elevato e la misura della ventilazione corretta.

Selezionare un segnale in ingresso di 65 dB SPL con rumore modulato in forma di parlato e registrare i valori. (Se, per qualsiasi motivo, si sceglie di utilizzare un rumore costante, perché magari la propria attrezzatura REM non dispone di uno stimolo sonoro con questo tipo di caratteristiche, prima di effettuare le misurazioni bisogna disabilitare qualsiasi eventuale guadagno, diminuendo nell'apparecchio acustico la funzionalità del sistema di riduzione del rumore (selezionare il test in-situ/accoppiatore all'interno del software dell'apparecchio), prima di eseguire le misurazioni).

Effettuare il confronto con il target di 65 dB SPL e prendere nota delle eventuali frequenze in cui la risposta si discosta sostanzialmente dal target. Aumentare il livello di ingresso a 80 dB SPL e, quindi, diminuire di 50 dB SPL, rilevando eventuali discrepanze rispetto al valore del target.

#### *Apparecchio acustico lineare (taglio dei picchi o limitazione in uscita della compressione)*

Seguire la procedura sopra illustrata, ma testare soltanto il livello in ingresso a 65 dB SPL (in aggiunta, gli 80 dB SPL, ma solo per la limitazione in uscita della compressione). Assicurarsi di aver selezionato i parametri appropriati nel software REM.

### 6.4.2. Approccio REAR in-situ

#### 6.4.2.1. Generale

Ragionando in termini teorici, la REAR è una misura assoluta, quindi non è necessario misurare anche la REUR. Tuttavia, se il bambino si dimostra collaborativo, può essere utile eseguire questa misura in quanto offre un ulteriore controllo del corretto posizionamento della sonda e informa l'Audioprotesista circa la presenza di eventuali deviazioni significative all'interno del condotto uditivo.

Bisogna far accomodare il bambino, in posizione seduta, avendo cura che l'orecchio sottoposto a test si trovi a 45° o 0° di azimuth rispetto all'altoparlante. Tuttavia, specie nei casi in cui si adotta l'Audiometria con Rinforzo Visivo, il bambino tenderà a girare la testa in risposta al segnale dell'altoparlante. In questi casi, è preferibile far sedere il bambino a 0 gradi azimutali, avendo cura di mettere un'immagine o un disegno per lui interessante sulla parete, in modo da attrarre l'attenzione del bimbo. Il piccolo paziente, quindi, dovrebbe trovarsi ad una distanza di 0,5 m dall'altoparlante, allo stesso livello dell'altoparlante, e non del mobile su cui esso è poggiato, quindi, in sostanza, non più in alto, né più in basso.

Ancora una volta, si ricorda che per la misurazione REAR è necessario posizionare correttamente la sonda, seguendo le stesse linee guida che abbiamo indicato per la RECD, nella sezione precedente.

#### 6.4.2.2. Misurazione REUR (opzionale)

Dopo aver collocato la sonda nell'orecchio, utilizzare uno stimolo a banda larga di 65 dB SPL. Una volta che la risposta si è stabilizzata, controllare che non sia troppo acuta e che il guadagno assoluto a 6000 Hz sia inferiore a -5 dB. Se questo avviene, riposizionare la sonda o spostare leggermente il paziente. Registrare la risposta ottenuta.

#### 6.4.2.3. Misurazione REAR

Inserire con cautela la chiocciola e l'apparecchio acustico nell'orecchio, facendo attenzione a non spostare la sonda. Quando l'apparecchio è arrivato nella giusta posizione, l'indicatore dovrebbe trovarsi in prossimità del trago.

##### Apparecchio acustico non lineare

Controllare che nel software REM sia stato impostato il target appropriato e che si trovi nella modalità corretta di misurazione (per es. orecchio reale-sonda).

A questo punto, accendere l'apparecchio acustico (o attivarlo tramite software). Il programma di ascolto dell'apparecchio dovrebbe essere quello di utilizzo quotidiano, con tutte le consuete funzioni attivate. Il livello di acclimatazione selezionato deve essere il più elevato e la misura della ventilazione corretta.

Selezionare un segnale in ingresso di 65 dB SPL con rumore modulato in forma di parlato e registrare i valori. Se, per qualsiasi motivo, si sceglie di utilizzare un rumore costante, perché magari la propria attrezzatura REM non dispone di uno stimolo sonoro con questo tipo di caratteristiche, prima di effettuare le misurazioni bisogna disabilitare qualsiasi eventuale guadagno, diminuendo nell'apparecchio acustico la funzionalità del sistema di riduzione del rumore (selezionare nel software dell'apparecchio acustico in-situ/accoppiatore).

Effettuare il confronto con il target di 65 dB SPL e prendere nota delle eventuali frequenze in cui la risposta si discosta sostanzialmente dal target. Aumentare il livello di ingresso a 80 dB SPL e, quindi, diminuire a 50 dB SPL rilevando eventuali discrepanze rispetto al valore del target.

*Quando si usano gli 80 dB SPL bisogna procedere con estrema cautela e soltanto se si hanno l'esperienza e la competenza professionali per farlo.* Con alcuni pazienti, per accertarsi che non vi siano disagi, può essere utile aumentare l'intensità con passi da 65 dB SPL, piuttosto che procedere direttamente fino agli 80 dB SPL.

##### Apparecchio acustico lineare (taglio dei picchi o limitazione in uscita della compressione)

Seguire la procedura sopra illustrata, ma testare soltanto il livello in ingresso a 65 dB SPL (in aggiunta, gli 80 dB SPL, ma solo per la limitazione in uscita della compressione). Assicurarsi di aver selezionato i parametri appropriati nel software REM.

### 6.5 Modificare la programmazione dell'apparecchio

*Modificare la programmazione dell'apparecchio acustico a seconda dell'approccio selezionato, decidendo se essa verrà eseguita tramite accoppiatore o in-situ. Nel caso si adotti*

*un approccio derivato dall'accoppiatore, accertarsi che il sistema REM sia nella modalità accoppiatore corretta (se si usa l'approccio in-situ la modalità deve essere sonda/orecchio-reale).* Si consiglia di inserire tutti i dati RECD misurati nel software dell'apparecchio acustico, in modo da migliorare l'accuratezza del primo 'auto-fitting'. In tal caso, l'Audioprotesista deve sapere con chiarezza come poi queste informazioni verranno gestite dal software.

Apportare le modifiche necessarie nel software dell'apparecchio acustico, in modo da soddisfare al meglio i target di tutti i livelli in ingresso. Questo di solito richiede regolazioni distinte per livelli di ingresso deboli (50-65 dB SPL) e quelli forti (80 dB SPL). Se possibile, effettuare le regolazioni dell'apparecchio acustico proprio mentre l'esecuzione del sistema REM è in corso, in modo che gli effetti delle eventuali modifiche possano essere immediatamente registrati. Ciò, tuttavia, non è sempre possibile: alcune configurazioni di hardware e software potrebbero non consentirlo e dunque si invita il personale a testare questi valori, chiedendo il supporto della casa produttrice dell'apparecchio.

Qualora non sia possibile avere la precisa corrispondenza tra i target e tutti i livelli in ingresso, bisogna valutare quali possono essere le implicazioni. Nei bambini l'acquisizione del linguaggio è una tappa importantissima che può trarre beneficio da una corrispondenza più precisa con i target del parlato debole (Dillon 2001). D'altra parte, si può sostenere che è altrettanto importante soddisfare anche i target molto forti, al fine di evitare il superamento del livello di sconforto della loudness, verificando così la strategia di ampia compressione del campo dinamico dell'apparecchio acustico.

Se l'apparecchio acustico è sotto target per i livelli di ingresso deboli (50 dB SPL) è probabile che funzioni in modo lineare e pertanto bisogna attivare il controllo del volume. È inoltre probabile che sia necessario ricorrere a dei compromessi, per cercare di soddisfare tutti e tre questi target. Infatti, potrebbe verificarsi che non sia possibile soddisfare il target per i livelli deboli in ingresso, oppure per quelli del rumore a forma di parlato, magari a causa di un basso livello di espansione, soprattutto sulle alte frequenze.

### 6.6 Verificare che l'uscita non superi i livelli di sconforto della loudness

Questa è una parte essenziale per ogni fitting degli apparecchi acustici ed è particolarmente importante qualora si sia aumentato il guadagno, per raggiungere il target dei 65 dB SPL. È un argomento ancora non molto dibattuto tra gli esperti, ma vi è consenso sul fatto che è meglio regolare il valore MPO in modo controllato, presso il centro audioprotesico, piuttosto che dare al paziente la possibilità di provare disagio nelle situazioni della vita reale.

Misurare la risposta della saturazione in-situ (RESR). *Bisogna procedere con cautela, e solo se si ha la dovuta esperienza (o si è sotto la guida e la supervisione di un audioprotesista esperto).* La verifica degli alti può essere fatta in-situ o adottando un approccio derivato dall'accoppiatore, misurando, ad esempio, i valori RECD del bambino. La misurazione RESR deve essere eseguita utilizzando la REAR, anziché la REIG.

Si può utilizzare un tono warble di 90 dB SPL per assicurare che il livello di sconforto della

loudness previsto per il paziente (ULL) non venga superato. In generale, è preferibile un tono warble rispetto al rumore, per i motivi già indicati nella sezione 3.4 circa il tipo di stimolo. Per testare le frequenze in modo separato e distinto (per esempio su quelle dove compaiono dei picchi REAR) è consigliabile utilizzare, prima o in sua sostituzione, un segnale sweep su tutte le frequenze.

L'Audioprotesista deve essere consapevole di qualsiasi limitazione potenziale, derivante dall'utilizzo dei valori ULL previsti.

Per questo, inizialmente, si consiglia di verificare la risposta dell'apparecchio acustico ad un livello di intensità elevato tramite accoppiatore, in modo da evitare eventuali disagi (nota: questo necessita della misurazione RECD di cui abbiamo parlato nella sezione 5).

Se è stata eseguita una REAR, rimuovere l'apparecchio acustico dalla chiocciola e dall'accoppiatore ed utilizzare come lunghezza del tubetto la stessa che si adopera per il fitting del BTE.

All'interno del software REM selezionare la modalità accoppiatore.

Regolare l'uscita massima dell'apparecchio acustico, nel caso i valori ULL vengano superati o non soddisfino il target dei 90 dB SPL. I valori ULL non dovrebbero mai essere superati, quindi, ogni qual volta sia possibile è buona norma modellare la potenza massima in uscita (MPO) adottando i parametri elettroacustici appropriati.

Se nella risposta dell'apparecchio acustico è presente un picco isolato che supera il target o il valore ULL, utilizzare un maggior grado di attenuazione. Servirsi sempre del proprio giudizio clinico, nel caso la RESR debba essere misurata in situ, ed avvertire il bambino che il segnale che sta per ascoltare sarà piuttosto forte. Interrompere immediatamente qualora il bimbo mostri segni di fastidio<sup>6</sup>.

*È responsabilità diretta dell'Audioprotesista prendere in considerazione i criteri di rischio riguardanti il rumore, stabiliti dalla direttiva vigente e, dunque, di bilanciarli in modo appropriato per ogni singolo bambino, valutandoli in rapporto ai benefici clinici ottenuti tramite le misurazioni.* L'esposizione al rumore per mezzo di altri test audiometrici (ad esempio l'audiometria con rinforzo visivo, il test dei riflessi acustici) vanno altresì considerati. (Vedere la direttiva "Physical Agents Noise Directive", 2003/10/EC.)

Per l'Audioprotesista è consigliabile posizionarsi lontano dall'altoparlante, in modo da evitare l'eccessiva esposizione al rumore.

<sup>6</sup> Alcune attrezzature hanno un taglio automatico del segnale, per impedire ai livelli di pressione sonora di eccedere il valore specificato dall'utente.

## 7. NOTE PER ALTRE TIPOLOGIE DI PAZIENTI

### Pazienti con ipoacusia con elementi trasmissivi

Bisogna essere consapevoli che la misurazione in-situ sulle orecchie con perdita uditiva trasmissiva necessita di un'attenta interpretazione, in quanto è difficile sapere se il livello di intensità registrato è in effetti lo stesso di quello trasmesso nell'orecchio medio (ad es. **Cleaver**, 1998).

Tuttavia, in un orecchio con un'ipoacusia trasmissiva stabile, la REM sarà utile perlomeno come misurazione di base.

In genere, è prassi accettata che i pazienti che presentano un'ipoacusia con elementi trasmissivi necessitano di maggiore guadagno, rispetto a chi ha una ipoacusia neurosensoriale pura.

Se il paziente ha una perdita trasmissiva significativa (utilizzare, come linea guida, un valore > 15dB quale media della differenza aereo ossea per i 500, 1000 e 2000 Hz), quindi in base alla percentuale degli elementi trasmissivi (fra 25-75%) si può fare in modo di raggiungere il target aumentando il guadagno complessivo.

All'Audioprotesista deve essere chiaro che qualsiasi guadagno aggiuntivo viene aggiunto ai target generati dal software nell'ambito del fitting dell'apparecchio acustico.

La maggior parte delle case produttrici applica delle leggere modifiche alle prescrizioni generiche. Quindi, è importante accertarsi che la propria misurazione REM tenga in conto anche questo aspetto.

Tuttavia, si consiglia di ascoltare sempre con particolare attenzione i commenti del paziente circa il volume del suono e di avere molta cautela, specialmente con i bambini, nei casi in cui i livelli di udibilità abbiano una conduzione aerea di tipo fluttuante.

I pazienti che presentano una perdita uditiva puramente trasmissiva possono preferire una strategia di fitting lineare. Questo aspetto è ancora parzialmente inesplorato, specialmente in ambito pediatrico, tuttavia questa categoria di bambini, in genere, può tollerare un guadagno più elevato ed una uscita massima superiore, rispetto ai bambini con SNHL (**Stelmachowicz**, comunicazione personale).

Si fa notare che la NAL-NL1 prende in considerazione anche le soglie di conduzione ossea, ma è importante che nella schermata di impostazioni iniziali della NAL-NL1 si selezionino i parametri appropriati.

La DSL [i/o] 4.1 non considera le soglie di conduzione ossea, mentre la DSL m[i/o] 5.0, invece, lo permette (vedere Poster di **Bagatto** et al, Sound Foundation, Chicago, 2004).

**Pazienti con ipoacusie gravi**

La metodica è sostanzialmente la stessa, come per i pazienti con perdite da lievi a moderate.

Tuttavia, nel caso delle ipoacusie gravi, va posta maggiore attenzione sull'udibilità ed il comfort, piuttosto che su una stretta aderenza ai target.

**Pazienti con ipoacusia profonda**

È generalmente accettato che l'amplificazione dell'apparecchio acustico, negli adulti con una perdita di sordità neurosensoriale profonda acquisita, spesso tende a migliorare la capacità di lettura del labiale del paziente.

Bisogna evitare i rapporti di compressione elevati (> 3:1), in modo che il paziente possa trarre beneficio da una strategia di tipo lineare (taglio dei picchi o limitazione della compressione in uscita).

Tuttavia, nei bambini e nei giovani adulti con sordità da grave a profonda, esistono casi che mostrano benefici nell'adottare l'ampia compressione del campo dinamico, WDRC (Marriage et al, 2005). Ancora una volta l'enfasi va posta sull'udibilità ed il comfort, piuttosto che sulla stretta aderenza ai target.

**8. GLOSSARIO**

**Il guadagno di inserzione** si riferisce alla differenza (vale a dire il guadagno) espresso in decibel tra una misurazione con e senza protesi acustica, mentre la risposta protesica si riferisce ai valori dB SPL (ossia all'uscita) misurata nel canale uditivo con l'apparecchio acustico acceso e collocato in-situ. La posizione precisa all'interno del condotto uditivo, dove viene effettuata la misurazione in-situ è chiamata "punto di misurazione".

Le attrezzature usate vengono descritte con vari termini e nell'ambito della NAL-NL1 la risposta REAR è indicata come REAG. Le seguenti definizioni rappresentano l'ISO12124 (2001).

**Guadagno Orecchio Reale Non Protesizzato (REUG)**

La differenza in dB, tra il valore SPL rilevato al punto di misurazione e il livello del segnale di test, in funzione della frequenza, con un condotto uditivo non occluso.

**Risposta in-situ non protesica (REUR)**

Il valore SPL in funzione della frequenza, rilevato al punto di misurazione, per il livello di segnale specifico utilizzato per il test, con condotto uditivo non occluso.

**Risposta con orecchio reale occluso (REOR)**

Il valore SPL in funzione della frequenza, rilevato al punto di misurazione, per il livello del segnale specificato per il test con un apparecchio acustico posizionato, ma spento.

**Guadagno con orecchio reale protesico (REAG)**

La differenza in dB, quale funzione della frequenza tra il valore SPL rilevato al punto di misurazione ed il segnale utilizzato per il test, con l'apparecchio acustico in situ ed acceso.

**Risposta protesica in-situ (REAR)**

Il valore SPL in funzione della frequenza, rilevato al punto di misurazione, per il livello di segnale specifico utilizzato per il test, con apparecchio acustico in-situ e acceso.

**Guadagno d'inserzione in-situ (REIG)**

La differenza in dB, quale funzione della frequenza tra la risposta con orecchio reale protesico e quella non protesica, oppure tra il guadagno protesico con orecchio reale e quello non protesico.  $REIG = REAR - REUR$  oppure  $REIG = REAG - REUG$

**Risposta della saturazione in-situ (RESR)**

La misurazione del livello di pressione sonora rilevato al punto di misurazione, con l'apparecchio acustico in-situ e acceso ed uno stimolo di livello sufficiente da portare l'apparecchio acustico fino all'uscita massima (di solito un tono puro di 90 dB SPL).

**Metodo sostitutivo**

Metodo di misurazione che si avvale dell'equalizzazione memorizzata (invece che di quella simultanea). In questo caso il valore SPL al microfono di riferimento viene calibrato tramite misurazione separata (con l'apparecchio acustico spento). Il microfono di riferimento, in questa situazione, non influenza il segnale del test che arriva dall'altoparlante.



## 9. RIFERIMENTI UTILI ED UTILIZZATI IN QUESTO TESTO

- Aarts, N.L. & Caffee, C.S. 2005. Manufacturer predicted and measured REAR values in adult hearing aid fitting: Accuracy and clinical usefulness. *Int J Audiol*, 44, 293-301.
- Bagatto, M., Seewald, R., Scollie, S. & Sinclair-Moodie, S. 2004. Repeatability of a new technique for measuring the RECD in young infants. Poster Presentation at Sound Foundation through Early Amplification, Chicago.
- Bagatto, M.P., Seewald, R.C., Scollie, S.D., & Tharpe, A.M. 2006. Evaluation of a probe tube insertion technique for measuring the real-ear-to-coupler difference (RECD) in young infants. *J Am Acad Audiol*, 17, 573-581.
- Baumfield, A. & Dillon, H. 2001. Factors affecting the use and perceived benefit of ITE and BTE hearing aids. *Br J Audiol*, 35, 247-58.
- BS ISO 12124: 2001. Acoustics: Procedures for the measurement of real-ear acoustical characteristics of hearing aids.
- BS EN 61669: 2001. Electroacoustics- Equipment for the measurement of real-ear acoustical characteristics of hearing aids.
- Ching, T.Y., Dillon, H. & Byrne, D. 2001. Children's amplification needs - same or different from adults? *Scand Audiol Suppl*, 2001(53), 54-60.
- Cornelisse, L.E., Seewald, R.C. & Jamieson, D.G. 1995. The input/output (i/o) formula: A theoretical approach to the fitting of personal amplification devices. *J Acoust Soc Am*, 97(3), 1854-1864.
- Cleaver, V.C.G. 1998. Technical note: Real-ear measurements in conductive hearing loss: Discrepancies between probe-tube measurements and sound field test results. *Br J Audiol*, 32, 205-209.
- Dillon, H. 1999. NAL-NL1: A new prescriptive fitting procedure for non-linear hearing aids. *Hearing Journal*, 53 (4), 10-16.
- Dillon, H. 2001. *Hearing Aids*. Chapter 4. Electroacoustic Performance and Measurement. Boomerang Press
- Dillon, H. & Keidser, G. 2003. Is probe-mic measurement of HA gain-frequency response best practice? *Hearing Journal*, (10), 56, 28-30.
- Fabry, D. 2003. Nonlinear hearing aids and verification of fitting targets. *Trends in Amplification*, 7 (3).
- Gatehouse, S., Stephens, S.D.G., Davis, A.C. & Bamford, J.M. 2001. Good practice guidance for Adult hearing aid fittings and services. BAAS newsletter issue 36.
- Hawkins, D.B & Cook, J. 2003. Hearing aid software predictive gain values: How accurate are they? *Hearing Journal* 56(7), 26-34.
- Keidser, G. & Grant, F. 2003. Fitting loudness normalisation and speech intelligibility to clients with flat and steeply sloping losses: differences in aim, clinical issues and preferences. *Hear Review*, January, 13-22.
- Keidser, G., Brew, C. & Peck, A. 2003. How proprietary fitting algorithms compare to each other and to some generic algorithms. *Hearing Journal*, March, 28-38.
- Kuk, F. & Ludvigsen, C. 1999. Variables affecting the Use of Prescriptive Formulae to fit modern hearing aids. *J Am Acad Aud*, 458-465.
- Lantz, J., Jensen, O.D., Haastrup, A. & Olsen, S.O. 2007. Real-ear measurement verification for open, non-occluding hearing instruments. *Int J Audiol*, 46:11-16.
- Marriage, J.E., Moore, B.C., Stone, M.A., & Baer, T. 2005. Effects of three amplification strategies on speech perception by children with severe and profound hearing loss. *Ear Hear*, 26, 35-47.
- Munro, K. & Hatton, N. 2000. Customised acoustic transform functions and their accuracy at predicting real-ear hearing aid performance. *Ear Hear*, 21, 56-59.
- Munro, K.J. & Buttfield, L. 2005. A comparison of real-ear to coupler difference values in the right and left ear of adults using 3 earmould configurations. *Ear Hear*, 26, 290-8.
- Moore, B.C.J., Alcántara, J.I. & Marriage, J. 2001. Comparison of three procedures for initial fitting of compression hearing aids. I Experienced users, fitted bilaterally. *Br J Audiol* 35, 339-353.
- Mueller, H.G., Hawkins, D.B. & Northern, J.L. 1992. Probe microphone measurements: Hearing aid selection and assessment. Singular Press.
- Mueller, G. 2001. Probe mic assessment of digital hearing aids? Yes, you can! *Hearing Journal*, 54, no 1.
- Mueller, G. 2005. Fitting hearing aids to adults using prescriptive methods: an evidence-based review of effectiveness. *J Am Acad Audiol*, 16, 448-460.
- National Deaf Children's Society Quality Standards. 2005. Transition from paediatric to adult audiology services. Guidelines for professionals working with deaf children and young people. <http://www.library.nhs.uk/guidelinesfinder/ViewResource.aspx?resID=149100>
- Palmer, C.V. 1991. The influence of individual ear canal and tympanic membrane characteristics on speech intelligibility and sound quality judgements. Unpublished dissertation, NW University, Chicago.
- Parsons, J. & Clarke, C. 2002. Comparison of an "intuitive" NHS hearing aid prescription method with DSL 4.1 targets for amplification. *Int J Audiol*, 41, 357-362.
- Saunders, G.H. & Morgan, D.E. 2003. Impact of hearing aid targets of measuring thresholds in dB HL versus dB SPL. *Int J Audiol*, 42, 319-326.
- Stone, M.A. & Moore, B.C. 2004. Estimated variability of real-ear insertion response (REIR) due to loudspeaker type and placement. *Int J Audiol*, 43, 271-5.

## **Maico Italia**

Piazza delle Crociate, 2 - 00162 Roma

Tel. 06 4404286 - Fax 06 4423279



[www.maicoitalia.com](http://www.maicoitalia.com)