

MAICO AUDIOLOGICAL LIBRARY - I

CENNI SULLA PRESBIACUSIA E APPLICAZIONE PROTESICA

Cataldo Marsico

Dirigente Medico 1° Livello - Otorinolaringoiatra
Ospedale S. Eugenio - Roma

Liberato Di Leo

Laureato in Tecniche Audioprotesiche
Sales & Marketing Manager Maico Italia



www.maicoitalia.com

MAICO AUDIOLOGICAL LIBRARY - I

CENNI SULLA PRESBIACUSIA E APPLICAZIONE PROTESICA

Cataldo Marsico

Dirigente Medico 1° Livello - Otorinolaringoiatra
Ospedale S. Eugenio - Roma

Liberato Di Leo

Laureato in Tecniche Audioprotesiche
Sales & Marketing Manager Maico Italia



www.maicoitalia.com

*Ringrazio l'azienda che ha permesso
la realizzazione di questo opuscolo,
e tutti i concessionari che con il loro lavoro
hanno reso da oltre 75 anni
il marchio Maico una forte realtà.*

INDICE

LA PRESBIACUSIA	5
Epidemiologia	
Eziopatogenesi	
ASPETTI ANATOMOPATOLOGICI	7
Presbiacusia sensoriale	
Presbiacusia neurale	
Presbiacusia striale	
Presbiacusia conduttiva cocleare o meccanica	
Presbiacusia mista	
Presbiacusia indeterminata	
ALTERAZIONI DELLE VIE UDITIVE CENTRALI	13
SINTOMATOLOGIA	14
AUDIOMETRIA TONALE LIMINARE	15
Audiometria tonale sopraliminare	
Audiometria vocale	
INFORMAZIONI UTILI PER LE APPLICAZIONI DI APPARECCHI ACUSTICI NELLE PRESBIACUSIE	17
Sintomatologia	
L'importanza dell'audiometria vocale	
Curve vocali patologiche	
Audiometria vocale sensibilizzata	
PRESBIACUSIA E APPLICAZIONE DEGLI APPARECCHI ACUSTICI	24
Compensazione selettiva delle alte frequenze	
Unificazione adattativa del segnale - la funzione per migliorare l'open fitting e combattere l'occlusione	
Perché la risposta della ventilazione è importante?	
Sound tube oppure curvetta - quali sono le differenze?	
Presbiacusia: applicazione binaurale, la soluzione migliore	
10 buoni motivi per applicare due apparecchi acustici	
Eliminare i preconcetti sull'applicazione binaurale	
Chi non è idoneo all'applicazione binaurale?	
LA DIREZIONALITÀ E SUA UTILITÀ NELLE PRESBIACUSIE	37
Selezione adattativa della modalità	
Scansione spaziale	
BIBLIOGRAFIA	39

LA PRESBIACUSIA

La presbiacusia è l'insieme dei disturbi della funzione uditiva che si manifestano con l'avanzare dell'età e si identifica con la senescenza fisiologica dell'apparato uditivo, caratterizzata da una progressiva, bilaterale e simmetrica ipoacusia neurosensoriale. Essa per il progressivo prolungamento della vita media, in particolare nel mondo occidentale, attualmente, rappresenta la causa più frequente di sordità nell'adulto.

EPIDEMIOLOGIA

È la più comune causa di ipoacusia poiché colpisce tutti i soggetti, se pur con forti differenze individuali, insorgendo in un'età compresa tra i 40 ed i 60 anni.

EZIOPATOGENESI

L'udito è continuamente soggetto ad un fisiologico indebolimento progressivo, infatti fin dopo la nascita l'organo di CORTI subisce delle modificazioni peggiorative. L'organo di CORTI è morfologicamente e funzionalmente completo al settimo mese di gravidanza; e nella scimmia è stato messo in evidenza nei primi due anni di vita una perdita quasi del 18% delle cellule che ne compongono il giro apicale.

Nell'uomo non abbiamo dati di questo tipo, ma è inconfutabile che il numero di cellule che formano alla nascita l'organo di CORTI diminuisce progressivamente. Questa riduzione avviene dalla nascita ed è a carico unicamente del giro basale, a cui segue successivamente dopo i 10 anni anche una diminuzione numerica delle fibre del nervo acustico.

Questo peculiare anticipato invecchiamento dell'organo di CORTI potrebbe essere causato dalla continue stimolazioni a cui questa struttura è sempre sottoposta sia durante la veglia che durante il sonno.

Pertanto, la presbiacusia è l'espressione clinico-funzionale di un processo di invecchiamento comune a tutti gli organi di senso ma che ha nell'udito un senso particolarmente vulnerabile.

Ma poiché la presbiacusia colpisce clinicamente gli individui in modo assolutamente variabile, sia per gravità che per età di insorgenza sono state proposte varie teorie eziopatologiche che cercano di spiegare perché un processo fisiologico di invecchiamento si manifesti clinicamente con caratteristiche cliniche assolutamente individuali.

I fattori implicati nell'insorgenza della presbiacusia sono essenzialmente di due tipi, genetici e non genetici.

I primi sono stati indagati soprattutto negli ultimi anni grazie ai grandi progressi della biologia molecolare che hanno permesso di identificarli meglio.

I fattori genetici

L'osservazione clinica della comparsa di una presbiacusia precoce in alcuni gruppi famigliari ha fatto ipotizzare l'influenza di fattori genetici. Gli studi pubblicati riportano da una parte i risultati di analisi epidemiologiche famigliari e dall'altra mettono in evidenza delle mutazioni implicate nello sviluppo della presbiacusia.

Nel tentativo di precisare meglio il ruolo rispettivo dei fattori ambientali e genetici alcuni autori

hanno studiato in particolare dei gruppi di gemelli. Così, **Christensen** (2001) ha potuto dimostrare, a conferma dell'importanza dei fattori genetici, in pazienti aventi un'età di 70 anni ed oltre una notevole similitudine del deficit uditivo presente nei gemelli omozigoti rispetto a quelli eterozigoti. Ma l'impetuoso sviluppo della biologia molecolare ha permesso l'effettuazione di diversi studi su gruppi familiari in cui si manifestano più frequentemente delle insorgenze precoci di presbiacusia e in cui i dati audiometrici sono stati correlati con il genotipo dei pazienti (**Gates** 1999, **De Stefano** 2003, **Pennings** 2003, **Van Laer** 2002, **Kemperman** 2004), tali studi hanno correlato alcuni geni localizzati sui cromosomi 10, 11, 14 e 18 con l'insorgenza della presbiacusia. Inoltre, gli studi di **Seidman** (2002), **Bai** (2001) e **Pickles** (2004) hanno evidenziato anche un ruolo nell'insorgenza della presbiacusia anche delle mutazioni che si manifestano nel Dna mitocondriale che agirebbero però come cofattori favorendo l'azione lesiva del rumore e dei radicali liberi ossidanti.

Concludendo, si può affermare che i recenti studi di biologia molecolare hanno evidenziato l'importanza primaria dei fattori genetici nel manifestarsi della presbiacusia direttamente con le mutazioni a livello dei geni localizzati sui cromosomi 10, 11, 14 e 18, sia come cofattori favorenti l'azione di fattori lesivi ambientali, come nel caso delle mutazioni del Dna mitocondriale.

I fattori non genetici

Sono stati ipotizzati diversi fattori non genetici come implicati nell'insorgenza della presbiacusia tra i quali i più accreditati sono:

l'esposizione al rumore, le patologie cardiovascolari ed i radicali liberi.

L'esposizione al rumore comporta l'insorgenza di un'ipoacusia neurosensoriale bilaterale che sicuramente agisce come una con-causa nel manifestarsi della presbiacusia che spiegherebbe il più accentuato deficit uditivo osservabile nei soggetti anziani che vivono in paesi industrializzati rispetto ai soggetti che vivono in zone rurali.

L'influenza dei fattori di rischio delle patologie cardiovascolari sul manifestarsi della presbiacusia è stato oggetto di molti studi, tra cui il più recente è quello di **Gates** (1993) che ha evidenziato una forte correlazione tra patologie vascolari (coronopatie, ischemie cerebrali transitorie e non, arteriopatie agli arti inferiori, etc...) e presbiacusia su ben 1662 pazienti.

Tale correlazione sarebbe legata alle alterazioni aterosclerotiche presenti in questo tipo di pazienti che comporterebbero una riduzione dei flussi sanguigni in tutti i distretti vascolari ed anche a livello coclearie con conseguente ischemia cronica di tutti i distretti dell'organismo.

Anche la recente ipotesi della relazione tra radicali liberi e presbiacusia è legata alla precedente perché i radicali liberi si svilupperebbero a livello coclearie a seguito di una riduzione del flusso sanguigno e danneggerebbero le microstrutture cellulari ed in particolare favorirebbero le alterazioni del Dna mitocondriale che come abbiamo osservato sarebbe un co-fattore dell'insorgenza della presbiacusia.

Dall'esame dei più frequenti fattori che si considerano implicati nell'insorgenza della presbiacusia al momento, l'opinione più accettata circa l'eziopatogenesi della presbiacusia è multifattoriale, in quanto l'invecchiamento delle strutture cocleari e retrococleari, alla base dell'insorgenza della presbiacusia è determinato geneticamente ma può manifestarsi anticipatamente o venire affrettato per stati dismetabolici generali (ipertensione, l'assunzione di diete fortemente iperlipidiche, diabete) che alterano i vasi sanguigni e dall'esposizione continua al rumore con conseguente traumatismo acustico cronico.

ASPETTI ANATOMOPATOLOGICI

Nella presbiacusia le alterazioni involutive colpiscono ogni struttura dell'apparato uditivo, dalla membrana del timpano sino alle aree corticali primarie e secondarie del lobo temporale. E da soggetto a soggetto varia la struttura o le strutture che sono più colpite dal processo degenerativo, e ciò spiega la grande variabilità individuale del quadro clinico. Pertanto la presbiacusia è la conseguenza di una serie di alterazioni anatomo-patologiche variamente associate fra di loro:

- a) ispessimento della *membrana* del timpano ed alterazioni degenerative delle articolazioni ossiccolari che comportano funzionalmente un aumento di impedenza del sistema timpano-ossiculare;
- b) diminuzione di elasticità della membrana basilare da ispessimenti e da depositi calcarei;
- c) degenerazione delle cellule dell'organo di CORTI (la microscopia elettronica a scansione mostra una riduzione delle ciglia delle cellule acustiche che appaiono spesso di notevoli dimensioni e conglobate fra di loro) e del ganglio di CORTI associata, o probabilmente secondaria, ad atrofia della stria vascolare o a compressione delle fibre nervose per processi di iperostosi delle pareti del meato acustico interno;
- d) calo del numero delle cellule dei nuclei della via nervosa acustica centrale;
- e) diminuzione numerica delle cellule delle aree acustiche corticali primarie e secondarie.

Gli studi effettuati per ricercare i rapporti tra i dati clinici con quelli istopatologici della presbiacusia, sono stati eseguiti generalmente esaminando materiale autoptico dell'apparato uditivo centrale e periferico correlandone i risultati con la storia clinica ed i dati audiologici.

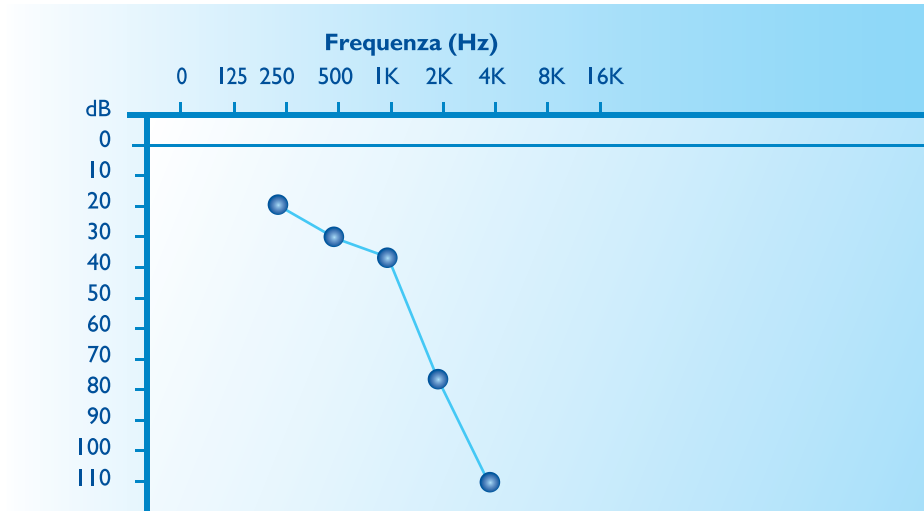
Lo studioso che ha dedicato gran parte della sua feconda produzione scientifica al rapporto tra danni istopatologici e deficit uditivo nella presbiacusia è Schukencht che ha descritto diversi tipi di alterazioni cellulari e strutturali a livello cocleari, mettendoli in correlazione con i quadri clinico-audiometrici della presbiacusia.

La sua classificazione prevede quattro tipi principali di presbiacusia, più una forma mista ed una indeterminata:

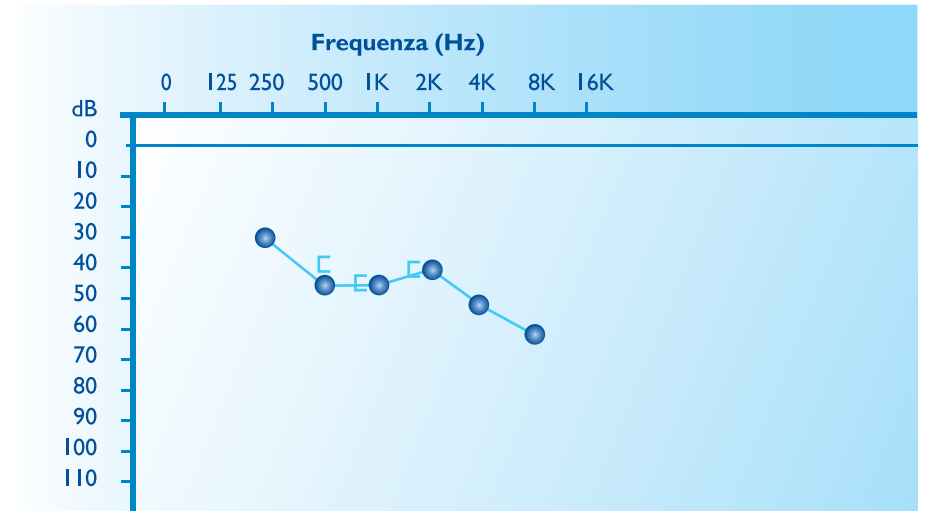
- **presbiacusia sensoriale:** messa in relazione ad una lesione dell'organo del Corti a livello del giro basale della coclea;
- **presbiacusia neurale:** collegata ad una perdita dei neuroni cocleari del ganglio spirale;
- **presbiacusia striale:** correlata ad una atrofia della stria vascolare nel giro medio ed apicale della coclea;
- **presbiacusia conduttiva cocleare o meccanica:** diagnosticata in assenza di alterazioni istopatologiche riconducibili ai tipi di presbiacusia precedenti, è stata ipoteticamente messa in relazione ad una alterazione subcellulare di alcune strutture come le stereociglia, le sinapsi neurali o la membrana basilare.

Oltre a questi quattro tipi di presbiacusia è inoltre descritta una forma mista, caratterizzata da una simultanea presenza di due o più quadri istopatologici precedentemente descritti.

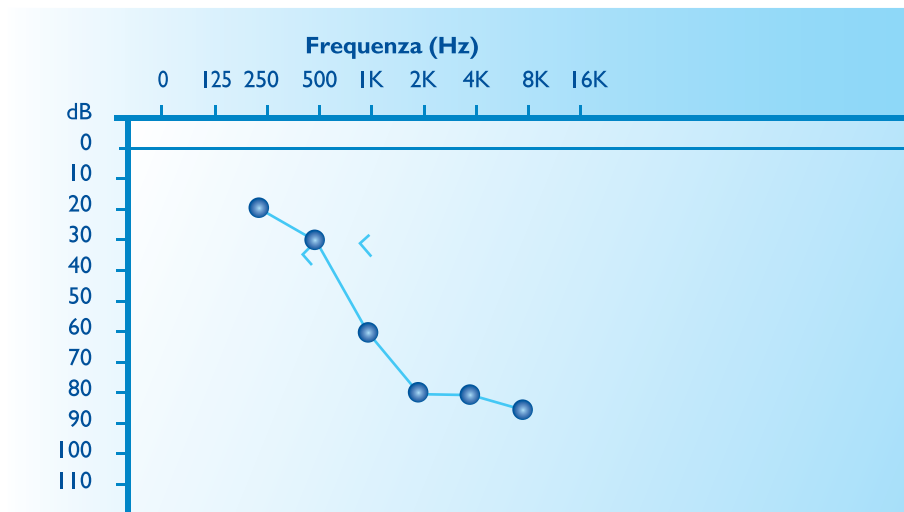
Ed infine è descritta una *forma indeterminata* dove non sono osservabili alcuno dei quadri istopatologici precedentemente descritti.



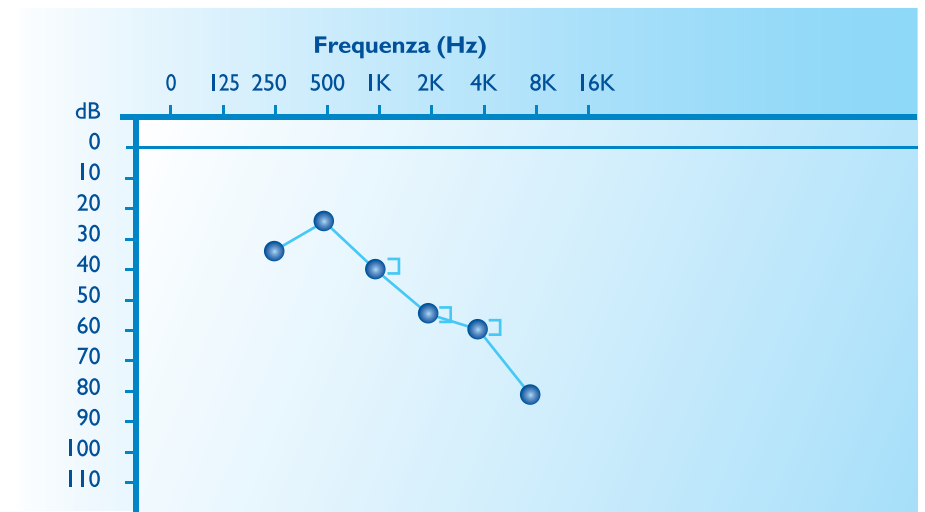
Presbiacusia di tipo Sensoriale



Presbiacusia di Tipo Striale



Presbiacusia di tipo Nervosa/Neurale



Presbiacusia di tipo Meccanica

PRESBIACUSIA SENSORIALE

È la forma più osservabile, caratterizzata audiologicamente da una ipoacusia percettiva bilaterale e simmetrica con una rapida caduta sulle alte frequenze.

Dal punto di vista anatomopatologico si osserva un processo degenerativo dell'organo di Corti che inizia dal giro basale della coclea e, raramente si estende inizialmente all'apice, dove si manifesta solo dopo i 70 anni.

Questo processo degenerativo colpisce in particolare le cellule sensoriali cigliate interne ed esterne, ma anche le cellule di sostegno, ed è localizzato maggiormente a livello del giro basale della coclea. Il grado di degenerazione delle cellule cigliate interne diminuisce gradualmente andando verso l'apice, quello delle cellule cigliate esterne, che sono colpite per prime e principalmente, è più omogeneo ed interessa tutta la coclea compreso l'apice.

Questa osservazione permette di ipotizzare che la perdita delle cellule cigliate, ed in particolare di quelle esterne è la causa della fisiologica senescenza del senso dell'udito.

Il processo degenerativo presenta un'evoluitività che è diversa per gravità da soggetto a soggetto, nei casi più gravi la riduzione del numero delle cellule neurosensoriali è così marcata da determinarne la completa scomparsa per cui l'epitelio dell'organo di Corti diviene indifferenziato. All'atrofia dell'organo del Corti si associa una conseguente degenerazione neuronale nel giro basale con perdita delle fibre dendritiche.

Il microscopio elettronico ha dimostrato che la più precoce alterazione delle cellule cigliate è la perdita delle streociglia e che il segno più frequente del loro invecchiamento è l'accumulo di granuli di lipofucsina localizzata nel loro polo apicale.

La presenza della lipofucsina intracellulare è uno dei fenomeni tipici dell'invecchiamento cellulare, infatti, non si osserva nei soggetti di meno di 6 anni, invece aumenta proporzionalmente con l'età fino ad occupare il 75% del citoplasma nei neuroni delle persone centenarie.

La lipofucsina è, infatti, una sostanza chimica originata dalla degradazione delle membrane cellulari, considerata da diversi Autori come un indicatore di danno cellulare età-dipendente, manifestazione di una accelerata velocità di autofagia cellulare forse legata all'effetto dei radicali liberi.

PRESBIACUSIA NEURALE

È contraddistinta audiometricamente da una perdita uditiva che riguarda tutte le frequenze ed in particolare su quelle acute accompagnata da un notevole deterioramento della discriminazione vocale.

Istologicamente è caratterizzata da una diminuzione dei neuroni del ganglio spirale, associata ad una degenerazione più o meno accentuata dei loro prolungamenti, interessante tutta la coclea ma più accentuata nel giro basale. L'organo del Corti spesso appare normale anche quando l'atrofia del ganglio è ampia.

Per cui il reperto caratteristico di questo tipo di presbiacusia è la perdita di neuroni cocleari, infatti in un neonato normale sono presenti 37.000 neuroni cocleari che si riducono di circa 2.100 per decennio, quando la perdita dei neuroni si aggira intorno al 90% compare la presbiacusia caratterizzata da un marcato deterioramento della discriminazione vocale, mentre la soglia tonale caratterizzata da un'alterazione su tutte le frequenze non è direttamente rapportabile all'entità dell'atrofia del ganglio spinale.

La riduzione dei neuroni cocleari è la manifestazione più rilevante nell'orecchio dell'anziano, cominciando quasi dalla nascita e proseguendo per tutta la vita.

PRESBIACUSIA STRIALE

È rappresentata da una atrofia della stria vascolare, bilaterale e simmetrica, osservabile in più componenti della stessa famiglia (influenza genetica), caratterizzata da una ipoacusia "ipoacusia pantonale", che solitamente insorge tra la 30^a e la 60^a decade di vita, lentamente progressiva sulle alte frequenze ma associata ad una buona discriminazione vocale.

La perdita uditiva compare nel momento che la degenerazione striale è intorno al 30% e la sua entità è direttamente proporzionale al danno, mentre non vi è nessuna correlazione con l'intelligibilità vocale che resta buona.

Istologicamente, al microscopio elettronico in soggetti sopra i 60 anni sono stati osservati due tipi di atrofia: un'atrofia a chiazze, più severa nella regione apicale e prossima basale della coclea ed un'atrofia diffusa.

Le conseguenze di questa atrofia della stria vascolare si ripercuotono sulla regolazione dell'omeostasi dell'endolinfa, infatti numerosi studi hanno dimostrato che la stria vascolare gioca un ruolo importante nel controllo del gradiente ionico dei fluidi dell'orecchio interno e provvede a fornire l'energia necessaria alle funzioni elettrofisiologiche dell'organo di Corti come dimostrano i numerosi mitocondri presenti nelle cellule striate.

PRESBIACUSIA CONDUTTIVA COCLEARE O MECCANICA

È un tipo di presbiacusia in cui non si osservano alterazioni istologiche significative a carico dell'epitelio sensoriale cocleare, dei neuroni del ganglio spirale e della stria vascolare in presenza di un quadro audiologico con una soglia tonale gradualmente in discesa con decrementi quasi simili ad ogni ottava con una differenza non superiore ai 25 dB tra due frequenze vicine. La discriminazione vocale è direttamente correlata alla soglia tonale. La sua insorgenza è intorno alla 4^a -5^a decade di vita.

Poiché il quadro audiometrico è caratterizzato da questo decremento lineare della soglia tonale in stretto rapporto con la frequenza, ha fatto ipotizzare una alterazione del sistema di risonanza del dotto cocleare che determina la distribuzione della frequenza. E svolgendo la membrana basilare un ruolo determinante nella meccanica cocleare può sembrare condivisibile l'ipotesi

eziologica di **Schuknecht** e **Gacek** di una modificazione strutturale della membrana basilare, conseguente ai fenomeni degenerativi collegati all'età, in grado di alterarne la compliance con conseguente alterazione dei meccanismi di trasduzione.

Quindi, l'eziologia di questo tipo di presbiacusia dovrebbe essere legata a lesioni degenerative a carico del legamento spirale ed in particolare della membrana basilare sulla base anche di alcuni studi che hanno descritto la presenza di depositi calcifici, soprattutto alla base della coclea, o di depositi lipidici.

PRESBIACUSIA MISTA

È descritta da **Schuknecht** come la forma di presbiacusia caratterizzata dalla contemporanea presenza di più di una significativa alterazione istopatologica a carico delle strutture cocleari. In essa è possibile osservare una concomitante esistenza di una lesione delle cellule cigliate cocleari, di una perdita di neuroni del ganglio spirale uguale al 50% o più in confronto a quelli nel neonato, e di una perdita di per lo meno il 30% del tessuto striale.

Clinicamente il quadro audiometrico dovrà rispecchiare le alterazioni cocleari con conseguente estensione dello spettro delle modificazioni della soglia tonale e della discriminazione vocale.

PRESBIACUSIA INDETERMINATA

Sono in questo modo definite quasi il 25% delle presbiacusiche nelle quali non sono correlabili le lesioni istologiche a livello cocleare con i quattro quadri audiologici descritti da Schuknecht. In particolare si tratta di casi in cui vi è un'alterazione di soglia sulle frequenze gravi.

Si crede che le alterazioni morfologiche, chimiche e fisiche che determinano il quadro clinico non sono individuabili con il microscopio ottico.

Gli studi più recenti pongono in risalto il ruolo dei fattori genetici, gli effetti peggiorativi dell'azione dei radicali liberi e dei loro metabolici in particolare, sull'attività mitocondriale.

ALTERAZIONI DELLE VIE UDITIVE CENTRALI

Una diretta correlazione tra le modificazioni istopatologiche a carico delle vie uditive centrali e le alterazioni clinico-funzionali nel soggetto anziano non sono state ancora ben individuate, ma che anche le vie uditive centrali con le loro proiezioni corticali vadano incontro a processi degenerativi è indiscutibile. Infatti anche a livello di queste strutture sono state evidenziate alterazioni legate all'invecchiamento:

- una riduzione del numero delle cellule neuronali;
- un progressivo decremento delle principali attività enzimatiche connesse con la produzione di energia livello cellulare;
- modificazioni delle concentrazioni di neurotrasmettitori;
- alterazione dei meccanismi di autoregolazione del flusso ematico cerebrale.

Numerosi studi hanno evidenziato, nei soggetti anziani, una riduzione delle cellule del nucleo cocleare ventrale del tronco cerebrale, accompagnata da fenomeni degenerativi cellulari e da una gliosi riparativa.

Armstrong studiando la correlazione tra il quadro clinico audiologico ed i cambiamenti strutturali nella coclea e nel nucleo cocleare ventrale in un paziente di 72 anni di sesso femminile, ha descritto una significativa perdita di neuroni ganglionali a carico della porzione anteromediale del nucleo cocleare ventrale, senza concomitanti significative alterazioni a carico della stria vascolare e delle cellule del ganglio spirale.

Il profilo audiometrico tonale indicava una moderata perdita neurosensoriale sulle basse frequenze che diveniva più severa sulle alte, associato ad una discriminazione vocale, un tone Decay ed un SISI test nella norma.

Da questo l'Autore deduce che modificazioni a carico della porzione anteromediale del nucleo cocleare ventrale sono una possibile causa di perdita uditiva sulle alte frequenze. Questo reperto supporta l'ipotesi di Suga e Lindsay che sostiene che certi tipi di presbiacusia non necessariamente indicano una lesione a carico delle strutture cocleari.

Sono state anche descritte:

- un aumento di inclusioni di lipofucsina nelle cellule dei nuclei cocleari insieme ad una contemporanea riduzione della dimensione complessiva dei nuclei stessi in rapporto con l'età;
- una riduzione del numero dei neuroni anche a carico del complesso olivare superiore del tubercolo quadrigemino inferiore e del corpo mediale;
- una riduzione sia il numero delle fibre che delle dimensioni complessive del fascio del lemisco laterale associato ad una modesta riduzione del numero dei neuroni del suo nucleo.

Anche la corteccia uditiva va incontro ad un considerevole decremento neuronale e le cellule residue possono essere ridotte in volume e presentare modificazioni degenerative intracellulari.

Le alterazioni istopatologiche sarebbero più pronunciate nella corteccia uditiva nelle vie discendenti. Tutto ciò comporta una serie di modificazioni del sistema nervoso centrale: una generale riduzione dell'attività cerebrale come evidenziato dal diminuito consumo di ossigeno da parte del cervello anziano; vasti fenomeni degenerativi portano anche ad una riduzione dei recettori b-adrenergici, sia nel tronco encefalico che nel cervelletto con un decremento di concentrazione di norepinefrina, come rilevato da Maggi et al. sul cervello di ratti anziani.

Il decremento di dopamina e norepinefrina, neurotrasmettitori eccitatori, spiegherebbe il rallentamento della performance uditiva nel soggetto anziano, come la riduzione nella capacità di localizzare le sorgenti sonore in base alla differenza di tempo delle vibrazioni acustiche che colpiscono le due orecchie, l'incapacità di discriminare segnali di diversa frequenza ed intensità, riconoscere memorizzare ed evocare parole, frasi, etc., comprendere parole emesse a velocità superiore a quella abituale, cogliere il significato di due messaggi simultanei trasmessi contemporaneamente con differente intensità.

SINTOMATOLOGIA

L'ipoacusia è il sintomo principale.

Anche se il peggioramento della soglia uditiva è già osservabile dopo i 20 anni, clinicamente l'ipoacusia inizia a manifestarsi intorno ai 50 anni, con una ridotta capacità di percepire i suoni di tonalità acuta, quali il campanello di casa o la suoneria del telefono.

Con il passare degli anni compare una ridotta intelligenza dei messaggi vocali, inizialmente in ambiente rumoroso poi in tutte le condizioni (tipicamente viene affermato: "sento i suoni ma non capisco le parole"); l'ipoacusia giunge a livelli di grave entità in un numero ridotto di casi.

Si possono associare acufeni ma non sempre, di solito a tonalità alta.

AUDIOMETRIA TONALE LIMINARE

Dal punto di vista audiometrico, la presbiacusia è caratterizzata da una *ipoacusia di tipo neuro-sensoriale recettivo, bilaterale e simmetrica spesso non accompagnata da recruitment*.

La curva audiometrica nella *forma sensoriale*, la più frequente, è una curva in graduale discesa, con iniziale aumento del livello di soglia per le frequenze acute e successivo aumento, con il passare degli anni, anche per le frequenze intermedie del campo tonale. Infatti, la curva ha pendenza sugli acuti ed interessa inizialmente le frequenze oltre i 4.000 Hz, e con il progredire della malattia subisce una duplice modificazione: quantitativa in quanto tende costantemente ad approfondirsi, qualitativa perché si sposta progressivamente ad interessare le frequenze medie e gravi.

Quanto alla morfologia della curva audiometrica l'esperienza clinica ha dimostrato che non è infrequente trovare nei soggetti anziani, oltre alla tipica perdita «in discesa» senza interessamento delle basse frequenze, anche deficit uditivi pantonali a configurazione «piatta», «in salita» o «in discesa».

Schuknecht ha trovato che ciascuno di questi pattern audiologici corrisponde ad un particolare quadro istopatologico caratterizzato dalla scomparsa degli elementi sensoriali e di sostegno lungo il giro basale della coclea in presenza dell'interessamento delle sole alte frequenze (presbiacusia «sensoriale»), dalla degenerazione dei neuroni cocleari nei deficit pantonali «piatti in discesa» (presbiacusia «neurale»), dalla atrofia della stria vascolare nella perdita pantonale «piatta» o «in salita» (presbiacusia «striale») e/o da un aumento della rigidità della membrana basilare, probabilmente per fenomeni di ialinizzazione e deposito di sali di calcio, nelle forme pantonali «in discesa» (presbiacusia «trasmissiva cocleare»).

AUDIOMETRIA TONALE SOPRALIMINARE

Nella presbiacusia il recruitment è generalmente assente come confermano il SISI test e la prova di Luescher negativi mentre, paradossalmente, non è infrequente il rilievo di una soglia dolore abbassata specie sulle frequenze più compromesse.

I fenomeni di adattamento e fatica hanno costituito oggetto di numerosi studi anche se le conclusioni non si rivelano concordanti.

Alcuni Autori infatti sostengono che il decadimento della sensazione aumenti nella presbiacusia più rapidamente di quanto non accada nel normale, mentre altri per contro hanno riscontrato valori assolutamente normali.

AUDIOMETRIA VOCALE

È certamente la prova più adatta a studiare la natura e l'entità dei fenomeni collegati alla presbiacusia permettendo anche di rilevare un comportamento tipico dell'orecchio presbiacusico che prende il nome di dissociazione verbotonale.

Tale fenomeno, caratterizzato dalla presenza di curve vocali più scadenti rispetto alle tonali, può essere ricondotto ad una diminuzione della ridondanza intrinseca per cui con stimoli semplici come i toni puri la sensibilità non viene compromessa, mentre con stimoli complessi come il messaggio verbale non si possono ottenere analoghe performances in intellegibilità.

Vi è ormai accordo nel ritenere che la dissociazione verbo-tonale sia dovuta ad una alterata condizione funzionale delle strutture neurali dell'VIII N.C. e delle vie acustiche centrali: questa ipotesi trova peraltro ampia conferma nei risultati delle prove vocali sensibilizzate.

Il fenomeno più antico conosciuto in audiometria vocale è rappresentato dalla cosiddetta regressione fonemica (**Pestalozza e Shore**, 1955) e definito come la differenza significativa esistente tra la soglia tonale e quella di percezione vocale (SRT) **Townsend** (1980) e **Marshall** (1981) dimostrarono come questo fenomeno non è solo correlato all'età ma anche alla soglia uditiva quando supera i 40-50 dB a frequenze superiori a 1 kHz.

Pertanto la regressione fonemica può essere spiegata da distorsioni multiple riguardanti sia l'organo periferico, sia alterazioni centrali, sia alterazioni cognitive .

Per quanto riguarda quest'ultimo aspetto **Matshke** (1991) ha evidenziato come la SRT aumenti in rapporto all'età, passando da 15.2 dB a 25 dB tra il gruppo di 20-30 anni e quello di 60-70 anni. Per cui senza dubbio una minore ridondanza estrinseca del messaggio si traduce in una maggiore differenza tra soggetti giovani ed anziani: infatti **Plath** (1991) asserisce che le soglie di riconoscimento di materiale vocale a lista chiusa (numeri) nell'insieme non sono elevate, mentre il riconoscimento di monosillabi risulta fortemente correlato all'età dei soggetti esaminati.

INFORMAZIONI UTILI PER LE APPLICAZIONI DI APPARECCHI ACUSTICI NELLE PRESBIACUSIE

SINTOMATOLOGIA

Le manifestazioni inerenti la presbiacusia che interessano da vicino il tecnico audioprotesista, sono definite da una più o meno accentuata riduzione della capacità di discriminazione soprattutto in presenza di rumore ambientale o quando più persone parlano contemporaneamente (effetto cocktail-party).

Il motivo fondamentale di questa peculiarità è dovuto al fatto che il deficit, sulle alte frequenze, riduce la discriminazione delle consonanti che sono fondamentali al fine della comprensione della parola. La localizzazione acustica delle consonanti avviene infatti principalmente su queste frequenze. Le vocali che contengono invece una percentuale maggiore di energia sono localizzate soprattutto sulle frequenze gravi e vengono meglio percepite dal soggetto presbiacusico. La risultante è un mascheramento delle vocali sulle consonanti con conseguente impossibilità a discriminare le parole.

Il presbiacusico, infatti, sente male il campanello di casa, il trillo del telefono, segue abbastanza bene il telegiornale, male i film doppiati, ed ha difficoltà a percepire la voce dei bambini o delle donne.

L'IMPORTANZA DELL'AUDIOMETRIA VOCALE

L'aspetto più importante della presbiacusia non è tanto la perdita uditiva tonale liminare bensì i dati che ci vengono forniti dall'audiometria vocale, che è in grado di svelare le reali difficoltà del paziente presbiacusico.

Nell'inquadramento della presbiacusia va valutato il quadro fisiopatologico di decadimento che deve essere valutato in toto e quindi:

- a)** la degradazione sensoriale costante;
- b)** la crescente difficoltà nella differenziazione degli stimoli complessi;
- c)** l'aumento dei tempi di apprendimento;
- d)** il ritardo dei processi decisionali.

Sia i recettori sensoriali che i centri corticali e le stazioni intermedie di trasferimento delle informazioni sensoriali, sono coinvolti in questo processo di "decadimento".

Poichè nella presbiacusia coesistono quote differenti da soggetto a soggetto di problematiche periferiche e centrali non è possibile osservare un andamento caratteristico della curva di articolazione vocale.

Quando la lesione è prevalentemente periferica, la percentuale di intelligibilità raggiunge il 100%, mentre quando il danno è a carico delle strutture neurali e centrali l'intelligibilità sarà compromessa con una maggior flessione della curva di articolazione con evidenziazione del fenomeno della dissociazione verbo-tonale.

Associare un rumore competitivo alle parole bisillabiche permette di valutare le performances vocali portandole la ridondanza estrinseca a valori critici.

In fase diagnostica si consiglia di effettuare l'esame in cuffia mentre per effettuare le prove di audiometria protesica è sicuramente più opportuno eseguire l'esame in campo libero.

Per non incorrere in false valutazioni dei risultati che possono essere alterati soprattutto nei pazienti più anziani dai tempi di reazione allungati è opportuno allungare i tempi di intervallo tra le parole presentate.

Ma mi piace ora rivedere quali caratteristiche troviamo in tale metodica diagnostica che come dicevo consiste nel valutare l'intelligibilità del linguaggio e nel fornire importanti informazioni sulle capacità comunicative del soggetto in esame. Tale indagine permette una valutazione della capacità di comunicazione di un soggetto, per poter attuare un'ottima strategia nella selezione, personalizzazione e controllo dell'applicazione di un apparecchio acustico.

Mentre nell'audiometria tonale gli stimoli sonori sono toni puri, nella vocale viene utilizzato materiale fonetico con una composizione tipica della lingua parlata dal soggetto; tale materiale deve essere foneticamente equilibrato, semplice, di uso comune, privo di interpretazioni dubbie e poco ridondante. Nella lingua italiana il materiale più comunemente impiegato sono le parole bisillabiche le frasi ed i logotomi.

LISTA 1

A	B	C	D	E
cielo	nudo	pece	ira	fiele
era	quindi	campi	tarma	orlo
tordo	spina	prova	chiesa	cento
alpi	giunco	tesa	unto	piedi
freno	sete	lunga	niente	tempo
chiuso	venti	bravi	zia	strada
semi	lei	urli	gelo	mai
radio	seno	lire	scopa	calda
bionda	marzo	versi	ponte	orde
ali	sua	lega	neo	tela

LISTA 2

A	B	C	D	E
santi	capre	zelo	male	lana
chiese	urto	perle	arma	vesti
croci	gente	luna	certi	corda
corte	Sesso	erba	sera	neve
uva	cuoio	lampo	marte	punti
miele	quarto	zia	nilo	astro
unghia	naso	villa	dio	piede
finto	preti	assi	lite	piena
uovo	una	arida	alba	nidi
ridi	ghianda	pende	dentro	gelso

LISTA 3

A	B	C	D	E
falso	disco	dente	etto	viale
giglio	donne	ostia	lenza	nafta
cane	oro	quali	scudi	lire
uscio	vino	anzi	entro	aereo
perchè	rampa	pane	lingua	tempio
altri	saio	menta	riva	tempio
vile	ladri	sede	gelsi	era
torre	sputo	arto	dare	tenda
cinque	bile	arpe	norma	aghi
chiodi	torta	pinna	uso	slitta

LISTA 4

A	B	C	D	E
tinta	dalia	urlo	riga	nervi
verde	api	lido	corvo	gialla
dito	studio	seme	uno	anche
amo	senza	sempre	lino	lardo
cine	arco	bue	eva	ore
lui	pinze	fieno	rene	pianta
prima	luoghi	salto	piombo	orsi
chilo	riso	alto	tenda	arte
sei	lente	denti	callo	legge
quando	cane	luce	nome	corvo

LISTA 5

A	B	C	D	E
lupi	tondo	terno	ambo	agio
benda	aria	nulla	cina	vita
orco	strilli	ampio	conte	vinto
zolfo	fedele	rame	guai	lepre
dove	olio	meste	sala	dissi
apri	carne	asta	trota	lindo
servo	note	culla	serpe	età
dire	acqua	stile	nodi	giunsi
lisce	verme	ieri	ente	alzo
noce	spilli	purga	ronda	colla

LISTA 6

A	B	C	D	E
stiva	nidi	ampio	punta	cinta
arca	spia	pece	lode	nero
mensa	sordo	mille	uva	afa
tiro	ladri	gerlo	giorni	banco
due	tori	schiuma	sale	sgolia
monta	verza	eco	gloria	verga
lesso	antro	lite	sensi	tutti
india	leva	colpi	ernia	elmo
terzo	tardi	palo	ride	dunque
oste	bene	fine	oca	mele

LISTA 1

Ravenna è la città dei mosaici
Gli esploratori partono per il polo
Il faro illumina il porto
L'allarme aereo è durato poco
I razzi sono molto veloci
I creditori si rivolgono al tribunale
Il melone è un frutto estivo
Lo sciopero paralizza la città
Il mulino macina il grano
Non tutti hanno buona memoria

LISTA 4

Il cinema è molto affollato
Il libro è andato a ruba
La rosa è profumata
La canasta è un gioco di carte
I bersaglieri passano di corsa
Nel canale vi sono i pesci
Nella tessitura vi è molto rumore
La benzina è un combustibile liquido
Le coste italiane sono estese
Il lupo vive nel bosco

LISTA 2

I garibaldini portano la camicia rossa
Le motorette sono molto diffuse
Il medico porta il camice bianco
Chi tocca i fili muore
Garibaldi era un grande condottiero
Il rumore della pompa è fastidioso
I contadini vivono sui campi
La caccia conta molti appassionati
I birilli sono di legno
Il coltello è senza punta
La pila produce energia elettrica

LISTA 5

Le pesche sono vellutate
Le galline razzolano nel cortile
I fichi secchi sono duri
L'analfabetismo è piaga da combattere
Il sale fa venire sete
Il cuoco cucina molto bene
In autunno cadono le foglie
Lo scorpione è molto velenoso
All'equatore fa molto caldo

LISTA 7

Le olimpiadi richiamano molti turisti
Il cristallo è molto limpido
Le uova di gallina sono nutrienti
Senz'acqua non si vive
La barca va alla deriva
Il fiume è in piena
La fiaba è molto bella
Il vento ha spazzato le nubi
I Re Magi seguirono la cometa
Il pescatore getta le reti

LISTA 3

La cassata è dolce siciliano
Il bicchiere scheggiato è pericoloso
Chi tocca i fili muore
Garibaldi era un grande condottiero
Il rumore della pompa è fastidioso
I contadini vivono sui campi
La caccia conta molti appassionati
I birilli sono di legno
Il coltello è senza punta
La pila produce energia elettrica

LISTA 6

I prigionieri furono interrogati lungamente
Gli uccelli dormono nel nido
Il vostro libro è macchiato
La casa fu distrutta dall'incendi
Troppa carne nuoce alla salute
Il pellicano ha il becco grosso
Oscure nubi si alzano al tramonto
Il lume si è spento
La luna brilla in cielo
Il fulmine ha colpito l'albero

LISTA 8

La falce è molto affilata
L'innamorato sfoggia la margherita
Il mobile antico è ricercato
La seta è molto calda
Le pecore danno la lana
Il treno arriverà in ritardo
Il cobra teme la mangusta
Chi beve birra campa cent'anni
Le alghe sono vegetali
Le forbici tagliano la carta

I logotomi sono unità prive di significato con una costruzione del tipo consonante-vocale (CV) oppure anche CVC e CVCV.

LOGOTOMI GRAVI

kali
luri
reva
dumi
mebo
kevu
lade
mapu
reke
kibi
miave
vata
lome
meki
bime
toli
mebu
lalu
kida

LOGOTOMI MISTI

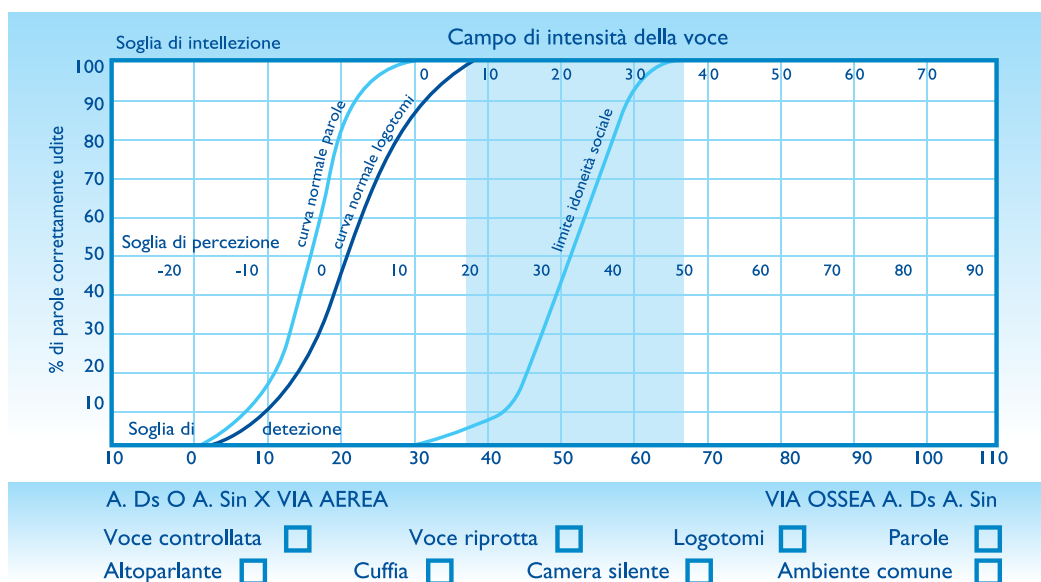
kegi
sori
pefi
ado
lizu
sobo
loso
gila
suvo
lofu
giumi
simo
losi
kage
siba
giolu
sebe
vosu
tafu

LOGOTOMI ACUTI

cizu
fefu
sice
ceza
zife
aciu
zefu
ofe
fefi
cize
giagia
sifi
sece
giafu
zivi
fefo
giso
sace
zegi

Le frasi sono scarsamente utilizzate a causa della ridondanza che rappresenta la quantità di informazioni in eccesso rispetto al significato puramente linguistico, quantizzabile intorno al 50%. Il materiale però più comunemente utilizzato nella pratica clinica è rappresentato dalle parole bisillabiche a senso compiuto raccolte in liste.

L'esame viene eseguito inviando gli stimoli vocali in campo libero od in cuffia o per via ossea. Il materiale fonetico può essere riprodotto da supporti audio o dalla voce dell'operatore mediante un microfono. È ovviamente necessaria la collaborazione del paziente, che deve riconoscere e ripetere il materiale fonetico presentato in liste fonetiche a varie intensità. Per ciascuna intensità si registra la percentuale di presentazioni riconosciute. Tali risultati vengono trascritti su un diagramma nelle cui ascisse viene riportata l'intensità di stimolazione in dB SPL o in dB HL e nelle ordinate la percentuale di unità fonetiche riconosciute. Il tracciato audiometrico vocale è rappresentato da una curva detta curva di intellegibilità che nei soggetti normoacusici si presenta ad S italice (Imm. 004).



Nell'audiometria vocale vengono distinti tre tipi di soglia:

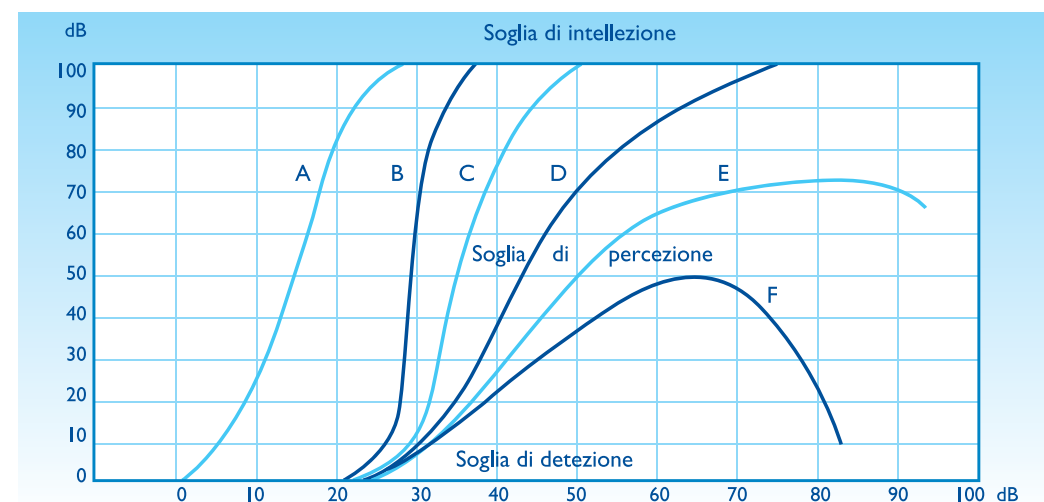
- **soglia di deteazione** - corrisponde al livello di intensità al quale il soggetto in esame avverte i logotomi, le parole o frasi solo come sensazione sonora non riuscendo però a ripeterli correttamente.
- **soglia di percezione** - corrisponde al livello di intensità in decibel, consente una intelligibilità del 50% del materiale vocale presentato. Nelle lingue anglosassoni tale soglia viene indicata con SRT (Speech Reception Threshold). La SRT può essere messa in relazione con la media delle perdite uditive sulla via aerea per le frequenze 500, 1000, 2000 Hz. (PTA). Sia la SRT che la PTA sono misurate in dB HL;
- **soglia di intellegibilità** - vengono percepiti e riconosciuti il 100% degli stimoli fonetici. Nei normoudenti è di circa 19 dB SPL per le frasi, 2 dB SPL per le parole bisillabiche, e di 36 dB SPL per i logotomi.

Il mascheramento viene effettuato con le stesse modalità utilizzate in audiometria tonale mediante rumore rosa.

CURVE VOCALI PATOLOGICHE

Le curve vocali patologiche si differenziano da quelle del normoacusico per morfologia, inclinazione, deviazione e derivazione ovvero spostamento della curva verso destra, spostamento che dipende dall'entità della perdita e che quindi è proporzionale all'innalzamento della soglia tonale.

Si possono distinguere 6 tipologie di curve vocali patologiche



A curva normale;

B curva raddrizzata: ha la forma ad S ma è meno inclinata della curva normale, si ritrova nelle ipoacusie trasmissive con perdita prevalente dei toni gravi (otosclerosi);

C curva parallela: presenta una deriva più o meno marcata ma ha morfologia ed inclinazione normali, è legata ad ipoacusie trasmissive pantonali;

D curva obliqua: presenta una maggiore pendenza verso destra specialmente nella parte alta. È indice di lieve distorsione alle alte pressioni sonore e quindi segno di patologie con recruitment incompleto;

E curva "a plateau": è molto obliqua e non raggiunge la soglia di intellegibilità ma ad un certo livello di intensità diventa orizzontale ad indicare fenomeni di distorsione tali che ulteriori aumenti della pressione sonora non migliorano la discriminazione. Si osserva nelle ipoacusie cocleari con marcato recruitment;

F curva a campana con roll-over: è caratterizzata da una notevole pendenza, da un breve plateau a livelli non superiori al 50-60% di identificazione e da una rapida caduta dopo il plateau che può riportarla a livello dello 0%. È indice di fenomeni di marcata distorsione del messaggio vocale quale si verifica nelle lesioni del nervo acustico.

AUDIOMETRIA VOCALE SENSIBILIZZATA

Le prove verbali sensibilizzate riescono ad identificare quelle condizioni patologiche non valutate dalla tradizionale audiometria vocale ovvero alterazioni delle vie acustiche centrali. A tale scopo l'audiometria vocale è orientata verso il principio della diminuzione della ridondanza del messaggio vocale così da poter saggiare l'importanza del SNC.

Gli artifici che servono a ridurre il contenuto informativo del materiale vocale e a costringere il SNC a lavorare in condizioni limite seguono tre direttive: introduzione del mascheramento, modificazione del messaggio vocale, entrambe le metodiche. L'audiometria vocale, eseguita in presenza di mascheramento, viene detta "audiometria vocale sotto competizione". Lo stimolo competitivo può essere costituito da:

- rumore bianco continuo;
- rumore bianco modulato;
- rumore rosa continuo;
- rumore rosa modulato;
- secondo messaggio tonale, rappresentato da:
 - a) discorso continuo ad alta voce;
 - b) discorso continuo a due o più voci fino a cosiddetto effetto "cocktail-party" nel quale numerosi voci sono mescolate assieme in modo non più discriminabile.

Nelle prove di competizione si usa generalmente mantenere fissa l'intensità del messaggio primario (parole bisillabiche, frasi) e variare l'intensità del messaggio competitivo sia al di sotto che al di sopra di questa.

Il messaggio competitivo può essere inviato allo stesso orecchio - test (competizione HL) o all'orecchio - CL (competizione CL): la competizione HL in genere riduce la discriminazione vocale in presenza di lesioni del tronco encefalico; la competizione CL invece altera la funzione di intellegibilità in presenza di lesioni del lobo temporale CL all'orecchio test.

Il materiale vocale può essere modificato applicando vari artifici. Si distinguono test monoaurali e test binaurali.

- test monoaurali;
- test della voce filtrata;
- test della voce interrotta;
- test della voce accelerata;
- test binaurali;
- test di sommazione;
- test di integrazione binaurale;
- test della voce commutata;
- test di competizione degli spondei.

L'adozione di un "reattivo vocale a bassa ridondanza" e "l'uso contemporaneo della competizione" è alla base dell'audiometria vocale con "frasi sintetiche" (SSI test, Syntetic Sentence

Identification Test). Sono così denominate delle frasi costituite da parole bisillabiche unite fra loro da articoli, verbi e preposizioni in modo da realizzare una struttura sintattica corretta ma priva di significato.

L'audiometria con frasi sintetiche viene effettuata con il metodo delle scene multiple, fornendo al soggetto una lista di frasi con numerazione progressiva fra le quali egli deve scegliere, indicando il numero all'esaminatore, quella che sembra corrispondere di più a quella udita. Si usa inoltre al fine di aumentare la confusione delle frasi, un messaggio competitivo (CM, Ipsilaterale o Controlaterale), rappresentato da un rumore o più frequentemente da un discorso continuo. L'intensità del messaggio primario viene mantenuta costante (50-60 dB SPL), mentre viene variato, ad ogni lista, il livello del messaggio competitivo.

Ai fini dello studio delle strutture uditive centrali è importante variare le modalità di rappresentazione reciproca dei messaggi e della competizione e confrontare le funzioni di leggibilità così ottenute

- messaggio monoaurale e competizione HL (SSI - ICM)
- messaggio monoaurale e competizione CL (SSI - CCM)

In presenza di lesione tronco encefalica la funzione di intellegibilità decade nella condizione SSI-ICM, specie nell'orecchio controlaterale alla lesione mentre è normale in SSI-CCM; in caso di lesione di un lobo temporale la funzione è nettamente alterata in SSI-CCM nell'orecchio controlaterale alla lesione, mentre è ben conservata in SSIICM.

Oggi le frasi sintetiche sotto competizione vengono anche utilizzate, in campo libero in audiometria protesica.

L'audiometria vocale fornisce preziose informazioni nel campo della protesizzazione acustica; infatti il valore della intellegibilità massima e la forma della curva vocale sono parametri fondamentali nell'adattamento protesico.

Il primo, fornendoci un'informazione quantitativa del livello di efficienza del sistema uditivo del paziente, indica le possibilità di un successo protesico, poiché nessuna protesi è in grado di migliorare la discriminazione vocale massima essendo un limite dell'orecchio stesso.

La forma della curva vocale individua il livello di massimo comfort del paziente, in relazione al livello di stimolo in cui è ottenuta la massima discriminazione vocale. Tali parametri sono utili per determinare l'amplificazione media dell'apparecchio acustico necessaria ai fini di una buona protesizzazione.

PRESBIACUSIA E APPLICAZIONE DEGLI APPARECCHI ACUSTICI

Se la prova vocale effettuata con logotomi e parole bisillabiche evidenzia una buona capacità di integrazione, allora è decisamente consigliabile l'apparecchio acustico.

In caso contrario, si può giungere alla protesizzazione del soggetto, consapevoli della limitatezza dei risultati. Si sottolinea che, la protesizzazione deve comunque essere necessariamente correlata da un periodo di "training" riabilitativo che consenta al paziente di utilizzare al meglio l'apparecchio acustico.

Il sostegno della riabilitazione logopedica nella delicatissima fase dell'approccio all'apparecchio acustico dei pazienti che spesso non sono completamente convinti della scelta effettuata permette di evitare rifiuti e difficoltà che spesso provocano l'abbandono dell'apparecchio.

Questo tipo di applicazione protesica, costituisce ad ogni modo nel contesto del quadro clinico del paziente, un quadro sufficientemente complesso, infatti sono contenuti in esso i principali elementi di complessità dell'applicazione di un apparecchio acustico, pertanto abbiamo:

1. perdita uditiva limitata alle alte frequenze con pendenza più o meno accentuata.
Questo implica o meglio, implicava:
 - difficoltà nella realizzazione di un'amplificazione "selettiva" alle frequenze interessate dal deficit uditivo senza che vengano generate distorsioni
 - necessità di realizzare sistemi di accoppiamento "open" per mantenere inalterata la sensibilità uditiva alle frequenze gravi con conseguente controllo del possibile innesco dell'effetto Larsen o feedback acustico che si realizza per interazione fra uscita amplificata ed ingresso microfonico dell'apparecchio
2. alterazioni della codifica di intensità nella regione dell'ipoacusia con spiccato recruitment di loudness. Ciò rende necessari amplificazioni non lineari nel tentativo di espandere il range di intensità udibile in maniera simile alla dinamica compressiva della coclea normale senza ingenerare distorsioni nel segnale
3. ridotta percezione verbale in ambiente rumoroso che, com'è noto, non rappresenta solamente la conseguenza dell'alterata percezione dello spettro acustico verbale ma implica il coinvolgimento di meccanismi centrali di processing uditivo

A fronte di tali elementi di complessità va segnalato che la situazione è oggi abbastanza soddisfacente in funzione non solo della migliore conoscenza della fisiopatologia del danno cocleare e dei meccanismi centrali implicati nella riabilitazione dell'ipoacusia ma e i nuovi sistemi di valorizzazione trasposizione cocleare nei casi di curve in pendenza uguale a 20dB per ottava.

COMPENSAZIONE SELETTIVA DELLE ALTE FREQUENZE

Uno dei cardini della protesizzazione di questi pazienti è dato come avevo accennato dalla compensazione della perdita uditiva alle alte frequenze.

L'utilità dell'amplificazione selettiva degli acuti è stata ripetutamente documentata nel passato sia sul piano clinico che su quello sperimentale.

Oggi, grazie alle nuove realizzazioni di sistemi di accoppiamento innovativi, si realizzano buoni fitting selettivi alle alte frequenze. Infatti il mantenimento di una buona sensibilità uditiva alle

frequenze gravi, la necessità di non incorrere in un effetto "occlusione" del condotto hanno indotto ad utilizzare sistemi di accoppiamento con chiocciole di tipo "aperto".

Inevitabilmente ciò ha comportato tuttavia un incremento delle problematiche correlate al feedback acustico (effetto **Larsen**), ovvero quel fenomeno di oscillazione del circuito amplificatore che si verifica per effetto dell'interazione fra uscita ed ingresso del sistema. Il problema è stato però risolto con sufficienti benefici clinici.

Una delle conseguenze sul piano della percezione vocale della perdita alle alte frequenze è l'alterata rappresentazione formantica. In sintesi, l'amplificazione selettiva migliorerebbe la rappresentazione formantica pur generando problemi distorsivi nella sua rappresentazione (Schilling et al. 1998).

Un altro punto di fondamentale importanza è dato dalla bilateralità dell'amplificazione. A supporto delle considerazioni teoriche sui vantaggi dell'udito binaurale è stato infatti dimostrato che l'amplificazione selettiva degli acuti produce positivi risultati in termini di intelligibilità verbale e qualità di percezione solo nei fitting binaurali, sui quali torneremo, mentre in quelli monoaurali l'effetto risulterebbe meno evidente (**McKenzie & Rice**, 1990).

L'apparecchio acustico ad elaborazione digitale permette ad esempio di compensare ampiamente la perdita del comportamento non-lineare a bassi livelli di intensità fornendo fitting decisamente più gradevoli.

In caso di perdite con pendenza accentuata, di sordità gravi o di problemi di destrezza manuale del paziente, la scelta andrà agli apparecchi retroauricolari con allestimento di chiocciole "aperte" per favorire il filtraggio delle frequenze gravi generalmente non interessate dal danno uditivo.

La tecnologia avanzata (ibrida e digitale) ha introdotto sensibili ulteriori miglioramenti riconducibili a:

- programmabilità con migliore adattamento delle caratteristiche elettroacustiche alle differenti configurazioni audiometriche specie in caso di situazioni atipiche;
- programmabilità delle caratteristiche della compressione con ottimizzazione degli aspetti sopraliminari dell'amplificazione;
- disponibilità algoritmi di riduzione del rumore e di controllo del feedback.

Ho pensato di porre ora dei cenni specifici sulle caratteristiche peculiari degli apparecchi acustici di ultima generazione maggiormente utilizzati nelle protesizzazioni delle presbiacusie.

UNIFICAZIONE ADATTATIVA DEL SEGNALE - LA FUNZIONE PER MIGLIORARE L'OPEN FITTING E COMBATTERE L'OCCLUSIONE

Tutti noi sappiamo che per applicare la maggior parte degli apparecchi acustici, la ventilazione è necessaria. Essa svolge infatti un ruolo fondamentale nell'alleviare la sensazione di occlusione che si avverte quando si ha il canale uditivo bloccato dalla presenza dell'apparecchio acustico. Allo stesso tempo, è ovvio che la presenza della ventilazione produce un effetto significativo sulla risposta in frequenza dell'apparecchio acustico.

Dal momento che molti software per il fitting non indicano la risposta della ventilazione, per l'Audioprotesista essa diventa un elemento nascosto, difficile da individuare.

PERCHÉ LA RISPOSTA DELLA VENTILAZIONE È IMPORTANTE?

Per comprendere appieno l'importanza della ventilazione, dobbiamo anzitutto dare uno sguardo a cosa accade quando andiamo ad aggiungere una ventilazione al percorso compiuto quando si presenta il suono.

1. La pressione tra l'aria esterna ed il timpano si equalizzano, offrendo maggiore confort e contribuendo a ridurre l'accumulo di umidità.
2. La pressione sonora del segnale amplificato fuoriesce tramite la ventilazione, dando sollievo alla sensazione di occlusione. In questo modo, anche la porzione del segnale amplificato a bassa frequenza viene ridotta, in quanto dalla ventilazione fuoriescono principalmente proprio le basse frequenze. È quello che si chiama Effetto Vent-Out. Ad esso va a sommarsi, quale risultato della fuoriuscita del suono, il rischio d'insorgenza del feedback.
3. Il suono non amplificato proveniente dall'esterno ha modo di entrare attraverso la ventilazione e va così ad aggiungersi a quello amplificato dall'apparecchio acustico. Questo fenomeno si chiama Effetto Vent-In.

L'effetto combinato del suono in ingresso tramite la ventilazione (Vent-In) e quello amplificato è molto complesso.

In genere l'unione delle due tipologie di suono dà come risultato la presenza di regioni di frequenza dominate dalla ventilazione ed altre, invece, dominate dal suono amplificato (Dillon, 2001). Quando però ci sono due segnali della stessa ampiezza, si possono verificare dei problemi.

Nelle regioni in frequenza in cui i due segnali sono simili in ampiezza, è la fase a determinare il modo in cui i due suoni si sommeranno tra loro. Se invece la differenza in fase è pari a zero, essi si addizioneranno totalmente l'uno con l'altro. Secondo la scala decibel, questo significa: $0\text{dB} + 0\text{dB} = 6\text{dB}$.

Se due segnali sono completamente fuori fase (180°) essi si cancelleranno reciprocamente. La fase del suono prodotta dall'effetto Vent-in e quella del suono amplificato non sono fisse in frequenza.

Inoltre, se si applica della compressione al segnale amplificato, le aree di frequenza in cui interagiscono il segnale prodotto dall'effetto Vent-in e quello del segnale amplificato cambiano in funzione del livello in ingresso.

Tutto questo produce irregolarità e sbalzi nella risposta in frequenza, portandola a cambiare in modo dinamico non appena si presentano due segnali di intensità simile.

Questo problema assume dimensioni ancora maggiori con gli apparecchi acustici digitali. Tutti i processori digitali, infatti, ritardano leggermente il segnale (in genere tra i 3 - 15 ms. per gli apparecchi oggi in commercio). Per quanto minimo, questo ritardo genera rapidi cambiamenti della fase della risposta in frequenza.

Questi veloci mutamenti della fase causano l'interazione dinamica tra il suono amplificato e quello derivante dall'effetto Vent-In, aumentandone l'irregolarità (Scheller, 2004). Tutto questo produce picchi e cadute nella risposta, tali da procurare un peggioramento udibile della qualità sonora.

La ricerca ha dimostrato che, indipendentemente dall'entità, qualsiasi ritardo può degradare la qualità del suono (Dillon, et al 2003; Stone e Moore, 2003) e che minore è il ritardo, migliore è la qualità sonora.

Ecco spiegato perché il processore ChannelFree di Maico è stato progettato con un ritardo dei tempi di trasferimento estremamente basso (~3.5ms).

Sebbene avere tempi di elaborazione sia un aiuto, non è sufficiente ad eliminare il problema. Il punto centrale è che il potenziale della ventilazione nell'interferire con la risposta amplificata è maggiore per le ipoacusie ad alta frequenza in caduta, ovvero quelle che alle frequenze inferiori ai 750 Hz necessitano di un guadagno davvero minimo, o persino di nessuno. Sebbene si tratti di uno schema di ipoacusia non molto comune, sono proprio queste perdite uditive quelle che, generalmente, vengono trattate applicando un'ampia ventilazione.

In Maico i nostri ingegneri hanno studiato a lungo per trovare il modo migliore di controllare l'interazione dinamica tra il segnale non amplificato proveniente dall'esterno tramite la ventilazione ed il suono amplificato generato dal processore. La soluzione è una funzione esclusiva e protetta da brevetto denominata ASU (Unificazione Adattativa del Segnale).

Dal momento che il percorso acustico del suono in ingresso tramite ventilazione è un percorso fisso, è possibile governare l'interazione tramite il controllo del segnale amplificato.

Il sistema ASU lavora attivamente on-line per controllare il percorso elettronico compiuto dal segnale amplificato, al fine di ridurre al minimo picchi e cadute in quelle regioni della risposta in frequenza in cui si uniscono il segnale proveniente dalla ventilazione e quello amplificato. Nel controllare in modo equilibrato questa risposta, si assicura una qualità sonora coerente e costante per tutti i livelli sonori in ingresso.

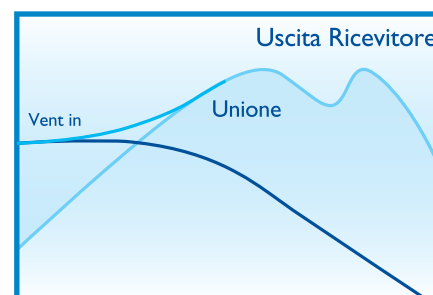


Figura 2.
Risposta Vent-In più risposta dell'Amplificatore quando i segnali sono in fase.

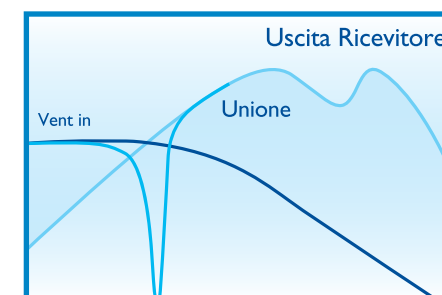


Figura 3.
Risposta Vent-In più risposta dell'Amplificatore quando i segnali sono fuori fase.

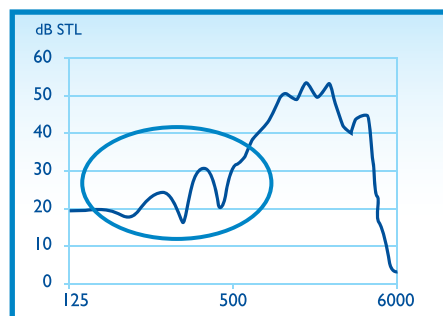


Figura 4.
Risposta in frequenza senza ASU in fase

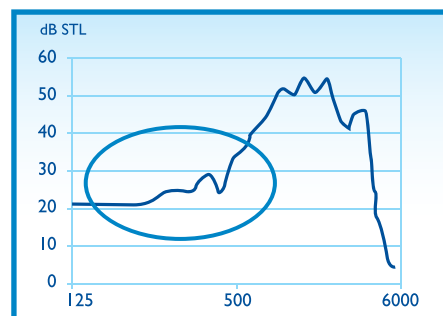


Figura 5.
Risposta in frequenza con ASU in fase

Nella Figura 4 vediamo la risposta in frequenza degli apparecchi Life sc e StarLife in cui l'effetto Vent-In si unisce a quello del segnale amplificato senza l'ausilio dell'ASU. I picchi e le cadute in cui i segnali si uniscono nella regione a bassa frequenza possono causare una degradazione udibile della qualità sonora, purtroppo percepibile da chi indossa l'apparecchio.

La Figura 5 indica la risposta degli stessi apparecchi, coadiuvati dall'ASU.

L'interazione tra ventilazione e amplificatore appare stabilizzata ed insieme alla risposta uniforme è in grado di offrire all'utente un'alta qualità sonora. L'Unificazione Adattativa del Segnale lavora "dietro le quinte" per assicurare in ogni momento un'elevata qualità del suono.

II SOUND TUBE OPPURE CURVETTA - QUALI SONO LE DIFFERENZE?

Seguendo la recente tendenza verso l'open fitting, il mercato si è popolato di apparecchi acustici che offrono la possibilità di applicazione sia tramite sound tube che con le più tradizionali curvette. Attualmente i sound tube sono la soluzione che viene adottata più spesso unitamente ad alcuni tipi di chiocciola aperta che, specialmente nelle applicazioni open fitting, va a sostituire la chiocciola tradizionale.

Sebbene i pazienti preferiscano i sound tube con chiocciole aperte prevalentemente per motivi estetici e di comfort, è bene sapere che utilizzando invece una curvetta ed una chiocciola è possibile ottenere un maggiore guadagno. Per questo motivo molti sistemi sound tube offrono la possibilità di montare anche una curvetta, quasi fosse un "upgrade" che va ad implementare l'apparecchio qualora il cliente, in futuro, abbia necessità di ricevere un guadagno maggiore. È importante perciò che l'Audioprotesista acquisisca la dovuta familiarità con i risultati acustici ottenibili con ciascun sistema, al fine di effettuare la scelta migliore per il paziente.

I sound tube con chiocciola aperta sono soluzioni molto molto invitanti per il paziente anche perché eliminano le problematiche connesse all'occlusione ed alla sensazione fisica di avere la chiocciola nell'orecchio. Gli apparecchi acustici progettati per essere applicati con i sound tube sono in genere indicati per ipoacusie in caduta da lievi a moderate sulle alte frequenze, con poco o nessun guadagno al di sotto di 1K.

Ci sono diversi vantaggi nel non avere un'amplificazione alle basse frequenze:

- Gli effetti prodotti dalla fase, dalla distorsione e dal mascheramento riescono ad essere ampiamente evitati.
- La durata della batteria aumenta in modo sostanziale (del resto amplificare sotto 1K richiede una quantità di energia notevole).
- I suoni a bassa frequenza non amplificati possono entrare liberamente attraverso la chiocciola aperta, compensando così la mancanza di guadagno alle basse frequenze e contribuendo a rendere il suono più naturale.

L'ovvio svantaggio del sound tube abbinato all'open fitting è che può non fornire abbastanza guadagno utile a compensare adeguatamente l'ipoacusia del paziente. Se il fitting tramite sound tube è vicino ai limiti massimi di guadagno dell'apparecchio, nel caso l'ipoacusia dovesse peggiorare nel tempo, non si ha guadagno di riserva sufficiente di cui disporre.

Ovviamente la differenza di guadagno e range di risposta in frequenza che si verifica eseguendo sullo stesso apparecchio acustico il fitting con sound tube e con curvetta standard non è piccola. Questa differenza si genera perché il sound tube ha un'impedenza acustica più elevata rispetto alla curvetta. Ciò significa che anche quando si fornisce lo stesso guadagno in accoppiatore, con il sound tube si presenta al timpano meno guadagno di quanto invece avviene utilizzando la soluzione curvetta/chiocciola. Si tratta di una differenza considerevole che può arrivare fino a 20 dB nella regione in frequenza dei 1.000 Hz.

Sebbene la differenza tra il campo applicativo del sound tube e della chiocciolina aperta, confrontato con quello della curvetta/chiocciola standard sembri minima, si tratta tuttavia di una differenza molto importante per un gruppo specifico di utenti. Gli apparecchi OpenEar sono stati studiati appositamente per i neo-pazienti, in particolare persone alla prima esperienza audioprotesica con ipoacusia in caduta da lieve a moderata. Dal momento che la perdita uditiva tende ad aumentare nel tempo, mantenere valida la possibilità di aumentare il guadagno, se necessario, è un fattore di importanza considerevole.

L'attuale situazione del mercato indica che il sound tube è la soluzione preferita in quanto comfort ed estetica, specialmente per le presbiacusie. Avere comunque la possibilità di sfruttare la funzione di upgrade si rivela in ogni caso molto utile, in quanto può fornire al paziente guadagno aggiuntivo nel caso si verifichi in futuro un peggioramento della sua perdita uditiva. Per l'Audioprotesista, poter contare su questa opzione vuol dire attribuire all'apparecchio acustico un valore aggiunto notevole, assicurando al paziente i benefici e la possibilità di un utilizzo prolungato nel tempo.

PRESBIACUSIA: APPLICAZIONE BINAURALE, LA SOLUZIONE MIGLIORE

Con il passare degli anni il tema del fitting binaurale degli apparecchi acustici ha conquistato sempre maggior attenzione. Fino a solo 40 anni fa, applicare due apparecchi acustici su un paziente con perdita uditiva binaurale era considerato addirittura non etico. La letteratura audiologica fino agli anni '90 contiene molti articoli che invitano alla prudenza in caso di fitting binaurali. Oggi, dopo decenni di ricerche, l'opinione generale è che applicare apparecchi acustici in entrambe le orecchie sia, per la maggior parte delle persone con perdita uditiva bilaterale, decisamente la scelta migliore. Con la progressiva informazione dei medici, degli audioprotesisti e dei

consumatori circa benefici derivanti dal fitting binaurale, abbiamo assistito ad un progressivo aumento nel numero dei pazienti che hanno ricevuto una protesizzazione binaurale.

Negli Stati Uniti, nel 1984, il fitting bilaterale veniva eseguito soltanto nel 22% dei pazienti, mentre attualmente ben il 75% degli acquirenti e l'85% dei pazienti americani con perdita uditiva bilaterale riceve due apparecchi acustici. (Fonte: Marketrak CY 2002-2001).

Nella Figura 1 potete leggere le percentuali relative ai paesi più avanzati. Appare evidente che la maggior parte delle nazioni europee hanno percentuali molto inferiori rispetto agli Stati Uniti. Ci possono essere diverse spiegazioni per questo dato, tra queste alcune carenze formative tra gli audioprotesisti, i limiti imposti dai sussidi del sistema sanitario nei confronti delle persone ipoacusiche e non ultima la mancanza, durante la fase di vendita, di una adeguata informazione verso il paziente circa i benefici derivanti da un'applicazione binaurale.

L'attuale ricerca condotta sull'amplificazione binaurale rivela moltissimi vantaggi tra cui migliore udibilità sia in situazioni di quiete che di rumore, migliore qualità sonora, migliore localizzazione dei suoni e confort di ascolto. Gli apparecchi acustici binaurali inoltre, in alcuni pazienti, possono aiutare il controllo degli acufeni. Per offrire una compensazione uditiva davvero ottimale è fondamentale che gli audioprotesisti informino e consiglino i loro pazienti circa i benefici che possono trarre da un'applicazione binaurale.

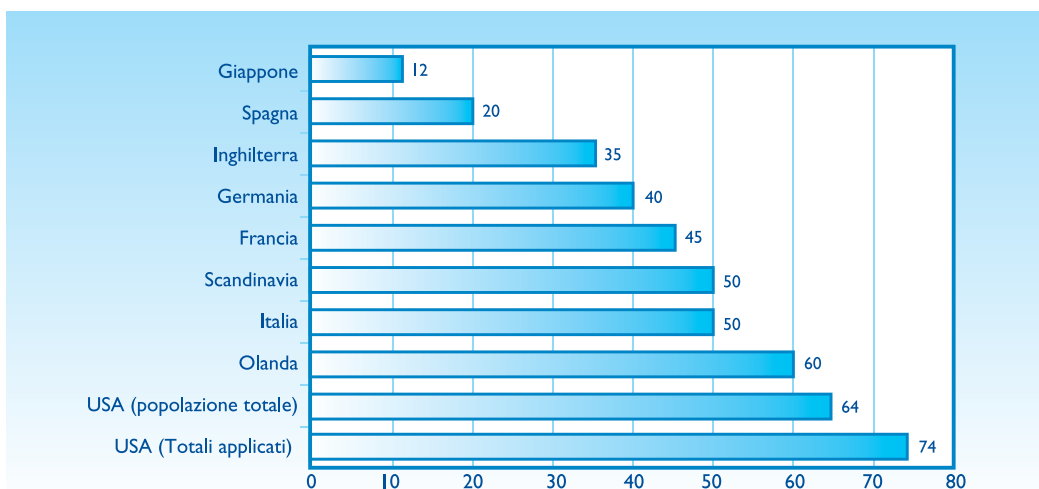


Figura 1. Percentuale di fitting binaurali indicata per nazione, in base alle applicazioni totali di apparecchi acustici

Per riuscire a trarre beneficio dall'utilizzo di due apparecchi, il sistema uditivo centrale del paziente deve essere in grado di integrare le immagini sonore provenienti da entrambe le orecchie e formare un'immagine mediana priva di distorsioni. Del resto, similmente a quanto accade con i problemi di rifrazione della vista dove entrambe gli occhi vengono trattati con un paio di occhiali, anche nel caso di una perdita uditiva bilaterale risulta evidente la necessità di due apparecchi acustici.

10 BUONI MOTIVI PER APPLICARE DUE APPARECCHI ACUSTICI

1. Migliore comprensione della voce

Indossando un solo apparecchio acustico molti suoni e parole possono sembrare identici. Con due apparecchi, invece, distinguere i suoni tra di loro diventa più semplice. Numerose ricerche hanno dimostrato che chi indossa abitualmente due apparecchi acustici capisce decisamente meglio i segnali vocali e la conversazione rispetto a chi ne indossa uno solo.

2. Migliore comprensione anche quando si è in gruppo o in ambienti rumorosi

Se si indossano due apparecchi acustici anziché uno solo, si raggiunge più facilmente il cosiddetto ascolto selettivo. Ciò vuol dire che il proprio cervello riesce concentrarsi meglio sulla conversazione che si desidera ascoltare.

3. Migliore capacità nel localizzare la direzione dei suoni

Con due apparecchi acustici si riesce ad identificare la direzione da cui provengono i suoni e la loro distanza. Sono cose molto importanti che permettono di sapere da che parte voltarsi se qualcuno ci sta parlando ed aiutano a localizzare eventuali segnali di pericolo, come quelli nel traffico.

4. Migliore qualità sonora

Anche quando si ascolta l'impianto stereo si usano tutt'e due le casse per ottenere una qualità di suono più armoniosa, più chiara e naturale. Lo stesso vale per gli apparecchi acustici: con due apparecchi si ottiene una percezione dei suoni meglio bilanciata ed una qualità sonora più elevata.

5. Maggior confort nell'ascolto

Indossando due apparecchi acustici è in genere necessario minor volume, rispetto a quando se ne indossa uno solo. Questo vuol dire meno distorsione ed una qualità sonora notevolmente migliore anche se si è in presenza di forte rumore, in quanto è necessaria minor amplificazione. Non solo: l'impostazione del volume su valori più bassi riduce il rischio di feedback acustico.

6. Ascoltare diventa più piacevole e meno stancante

La maggior parte delle persone che indossano due apparecchi acustici conferma che partecipare ad una conversazione diventa più piacevole. Questo perché non ci si deve più affaticare per cercare di ascoltare con l'orecchio "migliore" e sentire con tutte e due le orecchie aiuta a rendere finalmente la vita meno stressante.

7. Permettere ad entrambe le orecchie di essere attive preserva la comprensione del parlato

Numerose ricerche hanno dimostrato che quando si indossa un solo apparecchio acustico, l'orecchio non protesizzato tende a perdere la sua naturale capacità di sentire e di capire. Questo si chiama "effetto di deprivazione uditiva". Indossando due apparecchi acustici, invece, si mantengono attive entrambe le orecchie e si previene il deteriorarsi dell'udito.

8. Mascheramento degli acufeni

Circa il 50% delle persone che soffrono di acufeni conferma di avere un miglioramento indossando due apparecchi acustici. Se si indossa un solo apparecchio, infatti, i fastidiosi ronzii continuano ad essere presenti nell'orecchio non protesizzato.

9. Perché rinunciare ad un privilegio?

Avendo la possibilità di scegliere tra uno o due apparecchi acustici, la stragrande maggioranza di persone con una perdita uditiva bilaterale decide di indossare due apparecchi.

10. La soddisfazione dei pazienti

Uno studio condotto tra più di 5.000 utenti di apparecchi acustici con ipoacusia bilaterale ha dimostrato che chi usa due apparecchi acustici è più soddisfatto dei risultati ottenuti, rispetto a chi ne indossa uno solo.

ELIMINARE I PRECONCETTI SULL'APPLICAZIONE BINAURALE

Il tema dell'applicazione binaurale degli apparecchi acustici è un tema scottante in campo audiologico. Ci sono ottimi motivi affinché si arrivi ad una maggior accettazione nell'applicazione di due apparecchi acustici nei pazienti con ipoacusia bilaterale.

Sondaggi di mercato svolti tra i consumatori, questionari e studi indirizzano tutti verso una stessa conclusione: l'amplificazione binaurale genera una soddisfazione più elevata da parte del paziente con benefici e prestazioni maggiori rispetto all'amplificazione monoaurale.

Inoltre, pubblicazioni autorevoli hanno riassunto i vantaggi dell'amplificazione binaurale ed alcune recenti relazioni circa i potenziali sintomi di deprivazione uditiva nell'adulto derivanti dall'uso di apparecchi acustici monoaurali hanno contribuito a rinnovare l'interesse nei confronti dell'amplificazione binaurale. **Kochkin** (2002) ha illustrato come negli Stati Uniti questo trend sia iniziato a metà degli anni Ottanta (Figura 1).

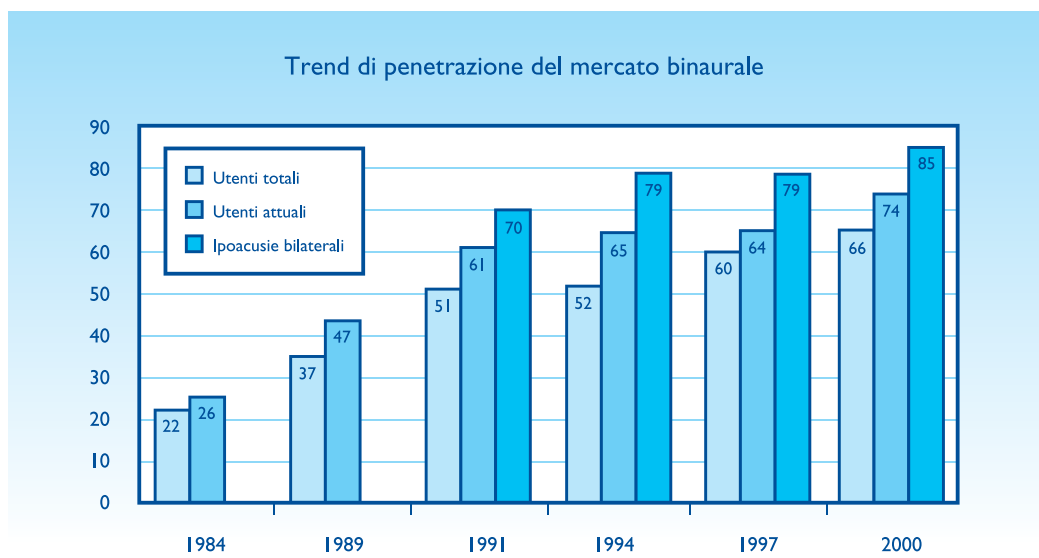


Figura 1. Penetrazione del mercato binaurale negli USA (Kochkin, 2002)

Dopo anni di risultati sperimentali, esiti di misurazioni ed evidenze riscontrate circa i vantaggi prodotti dall'amplificazione binaurale, il sondaggio condotto negli Stati Uniti da alcune cliniche audiologiche nel 2001 indica come ormai ben il 71% di tutti i fitting sia binaurale (**Strom**, 2002), dato che non risulta certo come una mera coincidenza.

Nonostante 30 anni di benefici accertati per la maggioranza dei pazienti, comunque, per dare sostegno alla discussione è necessario considerare anche gli aspetti messi in luce da **Dillon** (2003) e da altri, che hanno indicato come l'amplificazione binaurale possa non essere adeguata per alcune tipologie di pazienti.

Sebbene le stime fatte siano molto inferiori, **Dillon, Birtles e Lovegrove** (1999) hanno segnalato che il 20% dei secondi apparecchi acustici, per un motivo o per l'altro, non viene indossato.

Appare evidente che esistono controversie a proposito del fitting binaurale. È bene quindi guardare alle obiezioni di tipo pratico ed accademico mettendole nella giusta prospettiva. Ad una loro analisi, infatti, si nota come esse investano aree relative ai costi, ai disturbi concomitanti, ai pregiudizi, alla tecnologia ed agli atteggiamenti clinici.

Costo

Alcuni timori circa il fitting binaurale riguardano l'aspetto economico che coinvolge necessariamente l'applicazione di due apparecchi acustici.

Analizzando le dinamiche del mercato privato, **Kochkin** (1992) ha dimostrato che il costo costituisce uno dei fattori meno importanti per la soddisfazione dell'utente di apparecchi acustici: udire meglio, specialmente nelle situazioni di ascolto complesse, è la vera spinta che motiva il paziente e porta alla sua soddisfazione.

Se l'obiettivo del fitting degli apparecchi acustici è quello di aumentare la capacità comunicativa dei pazienti ed il loro benessere, non dovremmo permettere che essi vengano influenzati in modo primario da timori di tipo economico che in fondo sono loro stessi ad avere. Un intervento clinico corretto è quello che informa e/o dimostra i vantaggi dell'udito binaurale dovrebbe lasciare prendere al paziente la sua decisione riguardo al costo.

Disturbi concomitanti

Alcuni ricercatori hanno indicato che fra i pazienti anziani l'interferenza del percorso uditivo centrale può essere un fattore che causa confusione, particolarmente se questi sono protesizzati binauralmente (**Stach, Spretnjak e Jerger**, 1990). Altri ancora sostengono che per i pazienti affetti da disordini ancora poco compresi come la distorsione cocleare o la neuropatia uditiva possano esserci minimi benefici.

Sebbene tali difficoltà siano probabilmente reali per alcuni pazienti, **Cooper e Gates** (1991) hanno sottolineato come questi disturbi rappresentino una minoranza sostanziale rispetto alla popolazione ipoacusica complessiva e, pur trattandosi di aspetti che meritano la giusta considerazione, la maggioranza dei pazienti può trarre benefici sostanziali dall'impiego dell'amplificazione binaurale.

Vergogna

Malgrado tutti i vantaggi derivanti dal fitting binaurale, alcuni pazienti si preoccupano dell'immagine personale e degli ingiustificati pregiudizi che l'uso di un secondo apparecchio acustico potrebbe sollevare: con due apparecchi acustici si ha paura di apparire "doppiamente sordi". In realtà, per la maggior parte di coloro che nutrono riserve circa la visibilità dei propri apparecchi acustici, esistono oggi facili soluzioni uditive di tipo estetico.

C'è poi un argomento a carattere pratico che riguarda le batterie ed il timore che con due apparecchi possano raddoppiare anche le difficoltà nel doverle maneggiare. Ciò è probabilmente vero, ma difficoltà di questo genere riguardano certamente anche il fitting monoaurale. **Dillon** (2003) afferma che le applicazioni binaurali dovrebbero essere eseguite per ogni orecchio fuori dai parametri normali o che abbia un ipoacusia non troppo profonda. Gli specialisti dovrebbero partire dal presupposto che otterranno vantaggi bilaterali (da lievi a sostanziali), fermo restando l'importanza di eseguire un'indagine che individui nel singolo paziente eventuali fattori non conformi.

Tecnologia

È evidente che la tecnologia degli apparecchi acustici è cambiata considerevolmente negli ultimi 10 anni ed in un modo che può definirsi drastico negli ultimi 4-5 anni, nella maggioranza dei casi è preferibile eseguire un fitting binaurale applicando apparecchi di tecnologia inferiore piuttosto che ricorrere ad un solo apparecchio, anche se ad alto contenuto tecnologico. Il solo fatto che si tratti di un apparecchio tecnologicamente avanzato, in situazioni di ascolto scadenti, non ne assicura prestazioni migliori rispetto agli altri.

A supporto di quanto detto ci sono molte altre condizioni, una tra le più ovvie è quella illustrata da **Dillon** (2003) nella Figura 2. Immaginiamo un'ipoacusia binaurale, con un fitting bilaterale (2A). Se da un lato giunge il suono, mentre dall'altro del rumore, il paziente continua ad avvertire il segnale sonoro chiaramente proprio perché entrambe le orecchie sono protesizzate.

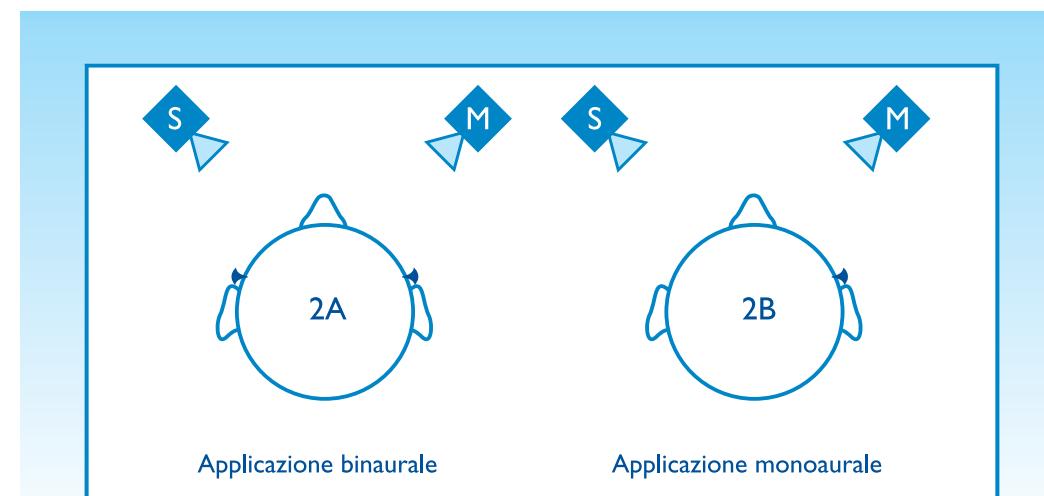
Con un fitting monoaurale, invece (2B) quando la sorgente rumorosa si trova in direzione dell'orecchio protesizzato, neppure i circuiti di riduzione del rumore più sofisticati possono offrire vantaggi validi, poiché il segnale arriva comunque all'orecchio migliore, senza apparecchio acustico. Appare quindi ovvio che la soluzione migliore è quella del paziente con il fitting bilaterale presentata nella Figura 2A, anche nel caso fosse tecnologicamente inferiore.

Sebbene la situazione ideale sia quella in cui il fitting bilaterale viene eseguito con apparecchi ad alta tecnologia, quando il costo o altri argomenti costituiscono un fattore determinante, è meglio ricorrere a dispositivi a contenuto tecnologico inferiore (come ad esempio i digitali a basso costo) ed applicarli in modo binaurale, piuttosto che usare apparecchi ad alta tecnologia applicati ad un solo orecchio.

CHI NON È IDONEO ALL'APPLICAZIONE BINAURALE?

Molti medici e ricercatori, come **Hawkins** (1986) e **Skinner** (1988) suggeriscono che tutte le persone con un'ipoacusia bilaterale tale da poter essere protesizzata dovrebbero essere considerate come soggetti idonei all'amplificazione binaurale.

Alcuni, comunque, non concordano sul fatto che le ipoacusie asimmetriche possano essere assistite tramite l'impiego di apparecchi acustici binaurali. **Gatehouse** e **Haggard** (1986), insieme ad altri, consigliano di ricorrere all'amplificazione binaurale solo in pazienti con ipoacusia simmetrica nei quali la differenza tra le soglie sia inferiore ai 15 dB e che abbiano ottenuto un punteggio nel test di riconoscimento vocale che differisca tra un orecchio e l'altro non più dell'8%.



Fitting bilaterale in confronto al monolaterale - (S=SPEECH, M=NOISE) -Dillon (2001-2003)

Anche diversità sostanziali nei valori MCL e UCL tra un orecchio e l'altro e la configurazione della perdita uditiva (piatta in un orecchio e in caduta nell'altro) sono state indicate come controindicazioni per il fitting bilaterale.

Dall'altra parte, invece, alcune relazioni suggeriscono di non prendere in considerazione la simmetria della perdita come fattore determinante nella scelta dell'applicazione binaurale. **Chung** e **Stephens** (1986) hanno tenuto sotto osservazione 200 pazienti, analizzando l'utilizzo dei loro apparecchi acustici ed hanno concluso che i soggetti con ipoacusia asimmetrica facevano un uso degli apparecchi acustici binaurali maggiore rispetto a quelli con ipoacusia simmetrica. **Kuk** (1992) ha rilevato inoltre come, in caso di fitting binaurale, sia nei pazienti con ipoacusia simmetrica che in quelli con ipoacusia asimmetrica, l'incidenza in caso di insoddisfazione dell'apparecchio acustico abbia un valore simile (sotto il 5%).

Dal punto di vista clinico si osserva frequentemente che la maggior parte dei pazienti con ipoacusia asimmetrica gode di una capacità di riconoscimento vocale e di valutazione della qualità del suono buona (o addirittura migliore) se viene protesizzata binauralmente, malgrado un orecchio mantenga una qualità di suono ed un'intelligibilità del parlato significativamente più scarsi. Il paziente, inoltre, è in grado di riferire alcuni vantaggi dell'amplificazione binaurale, come "il parlato più forte e più chiaro", "un ascolto più confortevole e rilassante", "sentire con tutte e due le orecchie", "poter distinguere meglio la direzione". Sono tutti commenti resi possibili pro-

prio grazie all'integrazione delle informazioni che vengono recepite con entrambe le orecchie. Nel valutare l'idoneità di un paziente ai fini dell'amplificazione binaurale, il fattore determinante non è la simmetria o la configurazione della perdita, quanto piuttosto la consapevolezza che entrambe le orecchie hanno la capacità di facilitare persino alcuni aspetti dell'udito binaurale. Le condizioni fisiche e cognitive di alcuni soggetti più anziani nella manutenzione dei loro apparecchi acustici possono a volte limitare il successo dell'uso degli apparecchi, specialmente binaurali. Oggi però, sono fortunatamente disponibili tecnologie in grado di semplificarne l'utilizzo. Alcuni apparecchi digitali e programmabili possono infatti regolare il volume e la risposta in frequenza in modo automatico, adattandosi così ai cambiamenti ambientali. Alcuni apparecchi possono anche essere gestiti tramite telecomando, riducendo così la necessità di regolare il volume esternamente. Operare una valutazione approfondita delle esigenze uditive della persona ipoacusica e dell'applicazione tecnologica più adatta consente a questi individui di sfruttare al meglio tutti i benefici dell'amplificazione binaurale.

Malgrado l'uso dell'amplificazione binaurale sia supportato da prove ormai palesi, soltanto negli Stati Uniti si è arrivati a trattare il 70-75% dei pazienti con ipoacusia bilaterale tramite fitting binaurale (**Kochkin**, 1999, 2003) (**Strom**, 2002). In molte parti del mondo il fitting binaurale ha percentuali addirittura inferiori. Si stima che l'Europa si assesti intorno al 35%, mentre l'Asia intorno al 10%. **Mueller** (1986) attribuisce questa scarsa accettazione all'atteggiamento mentale della classe medica. Sebbene si possano trovare una miriade di motivazioni a carattere locale e culturale per ricorrere al fitting monoaurale, è la realtà a parlare chiaro: una delle ragioni principali del fallimento delle protesizzazioni è dovuta proprio al fatto che non si ricorre al trattamento binaurale del paziente.

Proprio in virtù dell'indiscutibile evidenza che supporta il fitting binaurale degli apparecchi, gli specialisti dovrebbero comprendere che eseguire l'applicazione per un solo orecchio procura al paziente un disservizio riabilitativo sostanziale. Oltre ai neo-utenti, ci sono alcune frasi-chiave che il paziente usa per segnalare difficoltà con il suo fitting monoaurale. I pazienti che riportano i seguenti disturbi possono con tutta probabilità essere idonei all'uso di un secondo apparecchio:

1. Comprensione del parlato o in gruppo
2. Problemi nel sentire a distanza
3. Localizzazione verticale o orizzontale
4. Mancanza d'equilibrio

Per questo, se entrambe le orecchie sono protesizzabili, è buona norma fare almeno una prova con il secondo apparecchio per dimostrare quanto il fitting binaurale riesca a ridurre il problema. In qualità di specialisti dobbiamo agire nel più alto interesse dei nostri pazienti, siano essi neo-utenti o persone che usano apparecchi acustici da anni.

È quindi preferibile cercare eventuali ragioni per cui non eseguire un fitting binaurale, piuttosto che quelle per cui un fitting binaurale è indicato. Dal punto di vista clinico, tranne poche eccezioni, è bene assumere che virtualmente chiunque trae giovamento dall'udire bilateralmente e quindi informare accuratamente il paziente, nel caso in cui debba essere trattato con un solo apparecchio acustico, circa i minori benefici inevitabilmente dovuti all'amplificazione monoaurale.

LA DIREZIONALITÀ E SUA UTILITÀ NELLE PRESBIACUSIE

Un'altra eccellente caratteristica dei moderni apparecchi acustici che aiuta in tutte le applicazioni protesiche e soprattutto nelle presbiacusie per la riconosciuta utilità nella gestione del segnale in ambienti rumorosi è la Direzionalità Adattiva.

Infatti nonostante i molti progressi fatti nel campo dell'elaborazione digitale del segnale, i microfoni direzionali ed i dispositivi FM restano ancora le uniche tecnologie ad aver dimostrato di migliorare efficacemente la percezione del parlato sul rumore di sottofondo (**Ricketts e Ditt-berner**, 2002; **Dillon**, 2001; **Beck e Schum**, 2005).

Sebbene i sistemi di riduzione del rumore aumentino il comfort e riducano l'affaticamento dovuto all'ascolto, c'è a tutt'oggi poca evidenza che questi sistemi migliorino realmente la percezione del parlato in presenza del rumore di sottofondo (**Levitt**, 2001). Mentre la tecnologia direzionale del microfono è disponibile negli apparecchi acustici da ormai oltre trent'anni, la direzionalità adattativa è una conquista più recente, resa possibile dalla tecnologia digitale.

I sistemi dotati di microfoni direzionali di più vecchia data, si basavano sul ritardo del segnale acustico, riuscendo in questo modo a sopprimere con efficacia i suoni che provenivano alle spalle dell'utente (**Kuk et al**, 2000, **Thompson**, 2000). In seguito, i sistemi direzionali iniziarono ad utilizzare un ritardo elettronico allo scopo di creare uno diagramma direzionale fisso (**Kuk et al**, 2000).

Gli apparecchi acustici digitali moderni sfruttano i vantaggi dell'elettronica per regolare la direzionalità, permettendo all'apparecchio di adattarsi al mutamento delle condizioni sonore e creando così un continuum (ovvero il passaggio costante dalla modalità omnidirezionale a quella direzionale e viceversa). Generalmente i pazienti preferiscono che il sistema microfonico sia in modalità omnidirezionale quando si trovano in ambienti silenziosi, per passare poi alla modalità direzionale quando sono in presenza di rumore di sottofondo (**Preves et al**, 1999).

È decisamente interessante notare quanto emerso da ulteriori ricerche: queste preferenze vengono espresse soltanto quando si verificano condizioni specifiche che vedono il segnale del parlato provenire per lo più frontalmente rispetto all'utente, mentre il rumore di sottofondo posteriormente (**Walden et al**, 2004). I sistemi direzionali adattativi compiono tutte queste funzioni in modo automatico, senza che sia necessario l'intervento del paziente.

Alcuni sistemi direzionali adattativi più recenti applicano risposte polari diverse in base alle diverse regioni in frequenza, elevando in questo modo maggiormente la capacità di ascolto nel rumore del paziente (**Beck & Schum**, 2005).

Lo stato dell'arte della Direzionalità Multi-Dimensionale è costituita da tre momenti essenziali:

- Audio Recognition - rilevamento ed identificazione del contenuto dell'ambiente sonoro
- Selezione Adattativa della Modalità - scelta istantanea della modalità direzionale migliore, basandosi sul grado di importanza definito all'interno del software di fitting.
- Scansione Spaziale - ed infine una scansione spaziale che guida e dirige continuamente il diagramma direzionale, per ciascuna delle 4 bande di frequenza, allo scopo di minimizzare il rumore in base alla localizzazione spaziale della sorgente rumorosa.

Questi elementi lavorano insieme in modo integrato con l'obiettivo di migliorare costantemente l'identificazione del parlato, anche all'interno di ambienti acustici mutevoli, e considerando quanto dicevamo riguardo la difficoltà di discriminazione dei presbiacusici ne capiamo l'importanza.

La Direzionalità Multi-Dimensionale fa affidamento su una tecnologia altamente evoluta, in grado di rilevare la presenza del parlato, la quantità di rumore di sottofondo presente, il livello del segnale ed il rumore del vento. Questo sistema identifica il contenuto specifico ed il livello dell'ambiente sonoro, fornendo le informazioni necessarie sia al sistema del microfono direzionale adattativo che alla riduzione adattativa del rumore. Le informazioni rilevate grazie a questi dispositivi di riconoscimento fanno in modo che la risposta direzionale migliore venga implementata nell'apparecchio in ogni momento e circostanza. È importante approfondire la funzionalità del dispositivo di controllo del vento. Il rumore del vento, infatti, rappresenta frequentemente uno dei problemi più comuni per chi usa microfoni direzionali (Thompson, 2000). Il rumore del vento è causato dal passaggio dell'aria sopra le porte del microfono. Il diagramma che il rumore del vento produce attorno ad entrambe le porte del microfono presenta aspetti diversi e per questo non viene ridotto da alcun ritardo acustico o elettronico (come avviene invece per altre sorgenti di rumore con conseguente sottrazione del segnale). Per questo motivo Maico ha adottato un sistema di riduzione del rumore specifico, in grado di cambiare automaticamente modalità e di passare a quella Direzionale ad Alta Frequenza oppure Omni-direzionale non appena si presentano i livelli di rumore elevati tipici del vento. Il passaggio di modalità viene controllato in base al livello di rumore del vento e gestito tramite le regolazioni attribuite al Controllo del Focus Direzionale. Il paziente, in questo modo, continuerà ad essere consapevole della presenza del vento, ma non verrà infastidito dal rumore.

SELEZIONE ADATTATIVA DELLA MODALITÀ

Per gestire i diversi ambienti sonori sono disponibili modalità adattative differenti. L'Omni-Direzionale fornisce una risposta completamente omnidirezionale. La Direzionalità ad Alta Frequenza presenta una risposta direzionale sulle alte frequenze al di sopra dei 1.000 Hz, mentre resta omni-direzionale sulle basse. Ed infine la modalità Direzionale Piena applica la direzionalità sull'intero range di frequenza, per tutte e quattro le bande separate. Per determinare il grado di importanza da attribuire a ciascuna modalità, la Direzionalità Multi-Dimensionale utilizza un esclusivo sistema di bilanciamento. In altre parole, è possibile influenzare quanto tempo il sistema dedica a ciascuna delle tre modalità, tramite il Controllo del Focus Direzionale. Il Controllo del Focus Direzionale, come impostazione predefinita, è regolato su Focus Bilanciato, ma, all'occorrenza, cambiarne l'impostazione è molto semplice ed in questo modo si può influenzarne il comportamento portandolo verso la modalità omni-direzionale (Omni Focus) oppure quella direzionale (Focus Direzionale).

SCANSIONE SPAZIALE

All'interno di ciascuna delle quattro bande in frequenza, la direzionalità assume una dimensione di comportamento adattativo differente. Il diagramma polare applicato ad una qualunque modalità varia in base alle informazioni raccolte dal sistema, man mano che l'apparecchio acustico analizza l'ambiente sonoro circostante al fine di localizzare la sorgente di rumore più forte. La Scansione Spaziale indirizza costantemente la posizione di null della risposta del microfono, alterando il diagramma polare in modo da offrire sempre e ovunque la direzionalità migliore. Il

null equivale alla regione di massima attenuazione della risposta polare del microfono, situata nell'emisfero posteriore. La Scansione Spaziale sposta con efficacia la risposta di null verso la localizzazione spaziale del rumore, fornendo così la massima attenuazione. Poiché esistono quattro bande in frequenza, può verificarsi che la posizione di null differisca in ciascuna delle bande. Per esempio: immaginiamo che una sorgente di rumore sia localizzata prevalentemente sulle basse frequenze e provenga da una determinata direzione, mentre un'altra sorgente di rumore sia presente prevalentemente nelle medie ed alte frequenze. L'apparecchio acustico adotterà risposte polari diverse per le diverse regioni in frequenza, così da attenuare simultaneamente entrambe le sorgenti di rumore. La Scansione Spaziale opera in modo impercettibile e trasparente, man mano che la Direzionalità Multi-Dimensionale si adatta all'ambiente sonoro del paziente.

Bibliografia

- D. Bouccara, E. Ferrary, I. Mosnier, A. Bozorg Grayeli, O. Sberkers. **PRESBIACUSIE P. Resbyacousie** - EMC (Parigi 2005 Otorhinolaryngologie)
- Alaymo E. **Otorinolaringoiatria** - II° Edizione Piccin Padova, 1995.
- Del Bo M., Giaccari F., Grisanti G. **Manuale di Audiologia** - Ed. Masson, Milano 1992.
- Cotrona U. - Livi W. **L'adattamento degli apparecchi acustici** - Ed. Oticon, 2002.
- Maurizi M., Ottavini F. **Semeiotica Strumentale dell'apparato uditivo**. In *Diagnostica strumentale e di laboratorio in Otorinolaringoiatria*. Ed. Pacini Pisa, 1998

Altri Riferimenti:

- 1) Kochkin S. (1993). MarkeTrak III identifies key factors in determining customer satisfaction. *Hearing Journal*; 46(8):39-44.
- 2) Kochkin S. (1996). MarkeTrak IV: 10 year trends in the hearing aid market – has anything changed? *Hearing Journal*; 48(1)23-34.
- 3) Dillon H. (2001). Chapter 8: Assessing candidacy for hearing aids. In *Hearing Aids*. Boomerang Press, Sydney.
- 4) Dillon H, James A and Ginis J. (1997). Client Oriented Scale of Improvement (COSI) and its relationship to several other measures of benefit and satisfaction provided by hearing aids. *JAAA*; 8(1): 27-43.
- 5) Ringdahl A.(1994). Listening strategies and benefits when using a programmable hearing instrument with eight programs. *Ear Nose Throat J.*; 73(3):192-6.
- 6) Flynn MC. (2005). Datalogging: A New Paradigm in the Hearing Instrument Fitting Process. *Hearing Review*; 12(3).
- 7) Fabry DA. (2005). DataLogging: A Clinical Tool for Meeting Individual Patient Needs. *Hearing Review*; 12(1).
- 8) Jenstad LM, Van Tasell DJ, Ewert C. (2003). Hearing Aid Troubleshooting Based on Patients Descriptions. *J Am Acad Audiol*; 14(7): 347-360.
- 9) Flynn MC. (2005). Envirograms: Bringing Greater Utility to Datalogging. *Hearing Review*; 12 (11).
- 10) Linee Guida per l'impiego delle misurazioni in-situ, ai fini di verifica del fitting, per gli apparecchi acustici dotati di elaborazione digitale del segnale. *British Society of Audiology (BSA) e British Academy of Audiology* - Luglio 200

Maico Italia

Piazza delle Crociate, 2 - 00162 Roma

Tel. 06 4404286 - Fax 06 4423279



www.maicoitalia.com