

Dottorato in scienze Biomediche ed Endocrinologiche e
Neurofisiologiche XXII ciclo

Anno 2008 / 2009.

Coordinatore : prof. Martini A.

Dottoranda : dr.ssa Giuseppina Ottaviano

Titolo tesi: utilizzo del TEN test per lo studio delle regioni cocleari
morte.

PREFAZIONE

E' ben documentato che in caso di ipoacusia neurosensoriale l'adozione di una protesi acustica che provveda una adeguata amplificazione può migliorare considerevolmente sia la comprensione del linguaggio, che la qualità di vita del paziente. (Mulrow et al,1990; Larson et al, 2000).

I benefici della amplificazione comunque, non sono esattamente prevedibili, basandosi esclusivamente sull'incremento di udibilità secondario alla adozione di una protesi acustica. Possono residuare infatti notevoli deficit sulla comprensione del linguaggio malgrado l'adozione di una amplificazione adeguata dei suoni. (Plomp 1986, 1986; Souza et al, 2000; Humes, 2003; Kochkin, 2000, 2005, 2007; Hornsby and Ricketts, 2006).

Diversi fattori sono responsabili delle difficoltà uditive degli ipoacusici seppure protesizzati e provvisti di una adeguata amplificazione e l'importanza relativa di questi fattori può variare tra gli individui.

La ricerca in questo campo suggerisce che i fattori che causano l'inadeguatezza di svariate protesizzazioni includono la ridotta comprensione del linguaggio parlato, a dispetto della adeguata amplificazione, deficits nella risoluzione frequenziale o temporale associati alla perdita uditiva o all'invecchiamento ed alla riduzione delle funzioni cognitive (Dreschler and Plomp, 1985; Humes, 2002; Gatehouse et al, 2003; Jin and Nelson, 2006).

La letteratura suggerisce che un altro fattore potrebbe ridurre il beneficio dell'amplificazione dell'informazione verbale e quindi il potenziale vantaggio della protesizzazione acustica, questo fattore è rappresentato dalla presenza di regioni cocleari morte e dalla loro estensione (Vickers et al, 2001; Moore, 2001, 2004; Baer et al, 2002; Mackersie et al, 2004; Munro et al, 2005; Aazh and Moore 2007; Cairns et al, 2007; Vinay and Moore, 2007a, 2007b,2007c). Il termine regione cocleare morta è usato per indicare la completa perdita di cellule ciliate interne (c.c.i.), relativamente ad una porzione di membrana basilare o per indicare che i neuroni afferenti che innervano tali porzioni di coclea non responsive potrebbero non funzionare (Moore et al, 2000, p.205).

L'assenza di c.c.i. funzionanti o neuroni afferenti funzionanti (o la presenza di un danno a carico della maggior parte di esse/i) in una data regione di coclea potrebbe limitare l'accuratezza della trasmissione del messaggio verbale amplificato alle aree uditive superiori in vista del loro processamento.

Conseguentemente i benefici ricevuti dalla amplificazione in termini di aiuto alla comprensione del linguaggio potrebbero essere più limitati rispetto a quelli che si avrebbero se l'amplificazione coinvolgesse regione frequenzialmente responsive quindi non d.c.r. Date le potenziali implicazioni negative per la protesizzazione acustica, collegate alla presenza di d.c.r., l'identificazione di queste aree potrebbe essere di significativo aiuto a scopo clinico.

Intuitivamente ci si potrebbe attendere che una regione cocleare morta potrebbe essere chiaramente identificata attraverso un esame audiometrico e quindi di non trovare risposta alla data frequenza che corrisponde ad una d.c.r..

Sfortunatamente, mentre l'assenza di una risposta misurabile ad un tono puro ad intensità elevata è fortemente predittivo della presenza di una regione cocleare morta, la presenza di risposta non preclude l'esistenza di un d.c.r. su quella frequenza.

Il soggetto che ascolta può udire e rispondere ad uno stimolo costituito da un tono puro seppure cade in una regione cocleare morta, malgrado in quella regione non ci siano c.c.i. o neuroni afferenti funzionanti.

Questo accade grazie alla fisiologica estensione della vibrazione della membrana basilare stimolata lungo tutta l'estensione della stessa.

Il termine di off-frequency listening è stato utilizzato proprio per descrivere la situazione nella quale l'estensione della vibrazione a tutta la membrana basilare conduce alla detezione di uno stimolo in una regione della partizione cocleare diversa da quella caratterizzata da specificità frequenziale per lo stimolo stesso.

Questo fenomeno ha particolare importanza nel determinare la detezione della soglia uditiva per i toni puri in un soggetto affetto da presenza di d.c.r. nella zona esaminata.

In questi soggetti un tono che cade in una d.c.r. può essere detetto proprio grazie alla diffusione della vibrazione della membrana basilare e soprattutto alla eccitazione delle c.c.i. o dei neuroni afferenti alla regione cocleare vivente più vicina alla d.c.r.

Il metodo più diretto di verificare la presenza e l'estensione di una d.c.r. in un uomo sarebbe quella di prelevare la coclea per condurre una analisi istologica completa ed osservare le c.c.i. e le c.c.e.

Poiché questa non costituisce ovviamente una ipotesi praticabile, i ricercatori hanno utilizzato vari metodi indiretti, cioè test psicofisici che cercano di individuare le regioni cocleari morte sfruttando il fenomeno dell'off-place listening.

Questo ha condotto Moore nel 2004 a suggerire una definizione alternativa della regione cocleare morta come una regione di coclea nella quale le c.c.i. e/o i neuroni funzionano in maniera così ridotta che un tono che produca un picco di vibrazione in questa regione viene detetto attraverso un off-place listening (Moore, 2004, p.100).

Questa definizione è concorde con l'idea che una d.c.r. identificata indirettamente, cioè con metodiche psico-fisiche, potrebbe non essere effettivamente morta.

Un riscontro positivo in questi test, come discusso dopo, potrebbe corrispondere ad un danno severo della regione cocleare esaminata o potrebbero non essere globalmente suggestivi di un danno cocleare severo.

Sebbene siano state proposte una gran varietà di metodiche psicofisiche per identificare le regioni cocleari morte il più utilizzato e l'unico test accettabile per uso clinico (relativamente al tempo necessario alla somministrazione del test) è il Threshold equalized noise test o TEN test (Moore et al 2000; Moore et al 2004).

Per una discussione dettagliata del razionale del TEN test si può fare riferimento agli articoli di Moore B.C.J che ha peraltro perfezionato nel tempo l'allestimento del test ora disponibile anche in dBHL e quindi molto semplice da somministrare.

Brevemente, il TEN è un rumore steady state centrato frequenzialmente in modo tale che in un ascoltatore normoudente le soglie uditive ricercate in condizione di rumore su un largo spettro di frequenze saranno approssimativamente uguali, si tratta cioè di un tipo di rumore dotato del medesimo effetto mascherante anche per frequenze distanti nello spettro uditivo, ad esempio per 500 Hz come per 4000Hz, laddove volendo definire una soglia audiometrica tonale in condizioni di mascheramento si avrebbe usualmente necessità di tipi diversi di rumore per avere un mascheramento efficace.

In individui ipoacusici, ma privi di regioni cocleari morte, le soglie misurate in condizioni di mascheramento con TEN possono elevarsi di qualche decibel e ciò avviene in misura maggiore che nel caso di un soggetto normoacusico cui si somministri il medesimo test, tuttavia lo shift di soglia non supera i 10 dBHL.

Se un paziente ipoacusico presenta all'interno della sua coclea una regione cocleare morta su una regione di frequenze determinata, la soglia audiometrica ottenuta è ottenuta in realtà attraverso un off-play listening, per questo motivo la soglia mascherata ottenuta con TEN presenta shift \geq di 10 dBHL, talora anche significativamente.

Più in dettaglio il risultato del TEN test viene considerato positivo per presenza di d.c.r. su una determinata frequenza se la soglia per un tono puro misurata in presenza di un TEN mascherante è 10 o più dB maggiore del livello di presentazione del TEN stesso e la presentazione del TEN produce al minimo 10 dB di mascheramento (cioè la soglia mascherata è peggiore, della soglia in quiete di 10 dB al minimo.)

Esistono due versioni di TEN test disponibili in commercio, una in SPL ed una elaborata successivamente in HL.

Il TEN in SPL utilizza un rumore mascherante e dei toni puri (registrati su CD) calibrati in SPL, l'ampiezza della banda di rumore utilizzata consente di testare le frequenze comprese tra 125 e 10.000 HZ.

Il TEN in HL è una versione modificata del TEN in SPL, la seconda versione ha le medesime caratteristiche generali della prima ma varia in termini di calibrazione (dBHL piuttosto che dB SPL), range di frequenze (500-4000Hz) e caratteristiche di ampiezza del rumore (fattori di cresta più bassi).

Lo sviluppo del TEN deriva in parte da studi precedenti che suggeriscono che le soglie audiometriche da sole costituiscono uno strumento inadeguato per prevedere la presenza o l'assenza di regioni cocleari morte (Thornton and Abbas, 1980; Halpin et al, 1994).

Le regioni cocleari morte sembrano associate maggiormente ad alcune caratteristiche audiometriche come alte soglie uditive ad alte frequenze, cioè maggiori di 90 dBHL e soglie uditive peggiori di 75/ 80dBHL sulle basse frequenze, slope (cioè scalini audiometrico) reverse in presenza di concomitanti soglie uditive basse sulle basse frequenze > di 50 dBHL e slope profondi sulle alte frequenze. (Moore 2001).

Sebbene numerosi ricercatori che hanno utilizzato il TEN test abbiano concordato con questa versione, si è osservata all'interno dei singoli studi una certa variabilità di risultati..

Vickers et al nel 2001 e Baer et al nel 2002 hanno esaminato gli effetti delle regioni cocleari morte situate sulle alte frequenze sulla comprensione del linguaggio parlato in condizioni di quiete e di rumore.

I partecipanti con d.c.r. sulle alte frequenze avevano in genere delle soglie sulle alte frequenze peggiori rispetto ai partecipanti che non presentavano d.c.r..

Le soglie su frequenze di 3000 Hz o piu' alte nel gruppo con d.c.r. si aggiravano intorno ai 100dBHL, mentre negli individui esaminati che non presentavano d.c.r. tale soglia si aggirava intorno ai 70dBHL .

Vinay e Moore (2007b) hanno ottenuto riscontri simili, seppure con minore variabilità tra i dati ricavati da pazienti con e senza d.c.r. sulle basse frequenze, in particolare nel loro gruppo di esaminati, gli individui che presentavano d.c.r. sulle basse frequenze avevano soglie audiometriche su tali frequenze \geq di 70 dBHL, mentre gli individui che non avevano d.c.r. presentavano soglie uditive sulle basse frequenze \leq 70 dBHL

I riscontri di d.c.r. in relazione all'entità degli slope delle curve audiometriche raccolte (indice del grado di pendenza delle stesse) sono stati molto vari.

Negli studi di Vickers (2001) e Baer et al. del 2002 diversi pazienti che presentavano d.c.r. sulle alte frequenze presentavano slopes maggiori o uguali a 50dB nelle regioni frequenziali esaminate.

Comunque alcuni partecipanti con regioni cocleari morte avevano slopes piu' ridotti, mentre altri

pur in assenza di d.c.r. avevano slopes di 50 dB .

Preminger et al (2005) hanno esaminato un gruppo di pazienti affetti da ipoacusia neurosensoriale sulle alte frequenze con cadute di soglia audiometrica tonale compresa entro un range relativamente stretto di soglia (50-80dBHL) ed hanno riscontrato che quei pazienti che presentavano positività per presenza di d.c.r. avevano in media delle curve che discendevano sulle alte frequenze in maniera piu' graduale (quindi con slopes di entità minore) rispetto a coloro nei quali non si riscontravano d.c.r..

Per entrambe i gruppi comunque gli slopes erano sostanzialmente inferiori ai 50dBHL.

Aazh e Moore (2007) invece, non hanno riscontrato differenze tra la media degli slopes sulle alte frequenze (definiti come la differenza tra la soglia a.t. sui 4000 Hz e la soglia a.t. sui 2000 Hz) tra il gruppo dei positivi e dei negativi per presenza di d.c.r. alla frequenza di 4000 Hz.

Gli studi citati suggeriscono che sebbene possa esistere una variabilità, la forma della curva audiometrica può condizionare la presenza di d.c.r.

Nel tentativo di selezionare una popolazione di ipoacusici con maggiore probabilità di riscontro di d.c.r., alcuni studi hanno considerato solo popolazioni di ipoacusici con criteri audiometrici specifici, quali entità moderata e severa di perdita uditiva, slopes audiometrici ripidi piuttosto che piatti o riverse. (Moore et al 2003; Preminger et al, 2005; Aazh and Moore 2007 ; Vinay and Moore, 2007b).

La selezione dei pazienti, tuttavia, aiuta il raggiungimento di alcuni obiettivi di studio, ma può influenzare la stima della reale prevalenza delle d.c.r. (basata sul riscontro di positività al TEN test) nella popolazione dei pazienti ipoacusici.

In contrasto con alcuni studi precedenti che focalizzavano l'attenzione su popolazioni selezionate di pazienti ipoacusici Vinay and Moore (2007a) hanno selezionato un ampio campione di partecipanti ipoacusici (338 individui, 556 orecchie) con ampia varietà di curva relativamente al grado della ipoacusia ed alla configurazione della curva stessa, utilizzando il TEN test (HL) per esaminare la prevalenza di regioni cocleari morte su un range di frequenze compreso tra i 250Hz ed i 4000 Hz.

Le soglie uditive tra i partecipanti, tutti affetti da ipoacusia neurosensoriale, variavano tra i 15 e gli 85 dBHL.

Allo scopo di migliorare la stima della soglia audiometrica sia la definizione di soglia in quiete che durante TEN test, sono state ottenute mediante passi di 2dBHL come raccomandato da Moore et al (2004).

Gli autori sono partiti dal presupposto che il TEN test fosse il gold standard per l'identificazione di una d.c.r.

Basandosi sul risultato del test hanno osservato che la presenza di d.c.r. era molto comune nella popolazione considerata, infatti nel loro studio più del 57% dei partecipanti avevano una d.c.r. in una o entrambe le orecchie ed esaminando i risultati in base all'entità della perdita uditiva si notava che la presenza delle d.c.r. correlava direttamente con la gravità della stessa. Su tutte le frequenze testate nel range 250 - 4000 Hz , la percentuale di positività del test si elevava dal 59% (sui 1000 Hz) all'81% (sui 3000 Hz) allorquando la soglia audiometrica era compresa tra i 75 e gli 85 dBHL.

Questa percentuale oscillava tra l'83% ed il 93% quando la soglia audiometrica in quiete era compresa tra gli 80 e gli 85 dBHL .

Sebbene la positività del TEN era molto frequente in presenza di perdita uditiva severa, gli autori concludevano dicendo di non poter fornire criteri audiometrici provvisti allo stesso tempo di specificità ed alta sensibilità per la presenza di d.c.r.

Volendo riassumere si può affermare che, in base agli studi che utilizzano il TEN test come gold standard per la ricerca di d.c.r. la presenza di tali regioni è molto frequente in soggetti con deficit uditivi di entità moderata - grave; alcune caratteristiche della perdita uditiva inoltre, correlano con la presenza di d.c.r. e cioè presenza di ipoacusie gravi-severe con pendenze di curva audiometrica ripida.

Solamente uno studio fino ad oggi (Vinay and Moore, 2007b) comunque ha valutato in maniera sistematica la relazione tra caratteristiche audiometriche e positività del TEN su un ampio campione di individui con notevole variabilità interindividuale di ipoacusie neurosensoriali.

Lo scopo del nostro studio è stato quello di esaminare più approfonditamente le caratteristiche audiometriche che correlano con la positività, la negatività o l'assenza di risposta del test, cercando anche di comprendere la reale utilizzabilità del test a scopo clinico, soprattutto in relazione alla maneggevolezza di somministrazione dello stesso, partendo comunque dal presupposto che il TEN sia realmente affidabile per svelare la presenza di una regione cocleare morta sospettabile in base al tipo di esame audiometrico ottenuto.

La reale ricaduta pratica della presenza di un d.c.r. rimane, in ogni caso indefinita, anche perché intuitivamente non soltanto la presenza di un d.c.r. , ma anche la sua estensione andrà valutata in vista di una protesizzazione; con molta probabilità, infatti la presenza di una d.c.r. isolata avrà ricadute meno gravi sulla protesizzazione acustica rispetto alla presenza di ampie aree di coclea non funzionanti.

Materiali e metodi

Sono stati reclutati per lo studio 28 pazienti di cui 15 maschi e 13 femmine affetti da ipoacusia neurosensoriale bilaterale, in assenza di patologie concomitanti dell'orecchio medio e/o esterno.

Tutti i pazienti, infatti avevano un timpanogramma di tipo A ed un gap aereo – osseo \leq di 10 dbHL.

L'età dei pazienti variava da 53 a 86 anni.

Per ciascuno dei pazienti e' stata definita una soglia audiometrica tonale sulle frequenze di 500, 750,1000,1500, 2000, 3000 e 4000 Hz utilizzando per questo i toni puri registrati sulle tracce del Cd allestito e distribuito da MooreB.J.C. e collaboratori (New version of the TEN test with Calibrations in dB HL.Brian C.J.Moore et al.Ear & Hearing 2004; 25;478-487) mediante audiometro Amplaid 455 .

Sulle stesse frequenze e' stato poi eseguito il TEN test con il medesimo Cd.

Il test è stato eseguito esaminando un orecchio per volta.

Su ciascuna frequenza esaminata abbiamo inviato il tono puro corrispondente alla frequenza da esaminare ad intensità liminare ed al contempo il rumore mascherante (cioè il TEN) ad intensità pari alla soglia audiometrica ottenuta su quella frequenza in condizioni di quiete, determinando nuovamente la soglia in condizione di mascheramento.

Nei soggetti privi di d.c.r. la presentazione contemporanea del tono puro e del rumore mascherante produceva un shift di soglia di pochi dBHL, ma sempre minore di 10dB, nei pazienti con d.c.r. la somministrazione contemporanea del tono e del rumore mascherante produceva uno shift di soglia maggiore o uguale a 10 dB.

Durante la ricerca della soglia audiometrica sono stati utilizzati inizialmente passi di 5dbHL ed in vicinanza della soglia sono stati utilizzati passi di 2 dB HL.

Lo stesso criterio e' stato utilizzato anche durante la somministrazione del TEN test.

Il TEN test e' stato ritenuto positivo per innalzamenti della soglia audiometrica per il tono stimolante ≥ 10 dbHL , negativo per innalzamenti di soglia ≤ 10 dBHL e non attuabile per quei casi nei quali non si incontravano i criteri necessari alla positività del test, ad esempio quando il mascheramento con il TEN produceva fastidio.

I casi esaminati erano costituiti da ipoacusie neurosensoriali di gravità variabile, discendenti sulle alte frequenze in maniera graduale e ad ampi step, ma anche da forme pantonali e da una caso con curva audiometrica che risaliva sulle alte frequenze.

Abbiamo considerato ipoacusie di entità lieve le forme con soglia (s) compresa tra i 20 ed i 40 dbHL, di entità moderata quelle con soglia a.t. compresa tra 40 e 60 dbHL, di entità grave quelle con soglia compresa tra 60 ed 80 dbHL.

Abbiamo considerato ipoacusie simmetriche le forme con differenza di soglia audiometrica (tra un orecchio e l'altro) ≤ 20 dB su uguali frequenze e contemporaneamente ≤ 15 dBHL per la differenza tra le sommatorie delle soglie su frequenze adiacenti tra un orecchio e l'altro.

Tutti i casi esaminati erano costituiti da ipoacusie nrs simmetriche VERIFICARE ,di queste 20 curve a. indicavano ipoacusia nrs di entità lieve, 34 indicavano ipoacusia nrs di entità medie, 2 indicavano ipoacusie di entità grave.

Per una piu' semplice suddivisione delle ipoacusie esaminate in base all'entità della perdita uditiva

abbiamo calcolato su ciascuna curva la media aritmetica delle soglie ottenute, questo anche in considerazione del fatto che la maggior parte delle curve audiometriche presentava slopes importanti e quindi suggestivi di ipoacusie di diversa gravità in base alla frequenza considerata anche sulla medesima curva audiometrica.

Va precisato che tale suddivisione non ha nessun significato clinico poichè rappresenta una media di soglie su frequenze anche molto distanti in curve audiometriche nelle quali la soglia poteva variare dai 15 dBHL sui 500 Hz a 90dBHL sulla frequenza di 4000 Hz, la soglia piu' bassa da noi considerata non scendeva al di sotto dei 90 dBHL

Gli slopes della perdita uditiva, indicatori della gradualità di discesa della curva audiometrica sono stati suddivisi come piatti, moderati, profondi e reverse cosicchè le ipoacusie esaminate sono state suddivise in 3 gruppi in dipendenza del tipo di slopes riscontrato nell'esame audiometrico.

Gli slopes sono stati arbitrariamente definiti come la differenza tra le sommatorie dei valori di soglia audiometrica a 3000 e 4000 Hz e la media dei valori di soglia audiometrica tra 500 e 750 Hz.

Abbiamo scelto di considerare la differenza tra le sommatorie dei due gruppi di frequenze estreme tra tutte le frequenze testate allo scopo di mettere piu' in rilievo il gap di soglia tra basse ed alte frequenze (cioè la pendenza della curva audiometrica)

Abbiamo considerato come slopes lievi, delle differenze di tali medie che non oltrepassino i 15 dbHL, come slopes moderati differenze comprese tra 16dbHL e 45 dbHL, come slopes gravi differenze tra le medie di soglia di entità maggiore di 45 dbHL, come slopes reverse differenze di soglia con valori negativi.

Delle curve esaminate 33 presentavano scalini audiometrici gravi, 17 presentavano scalini audiometrici di entità moderata, 5 presentavano scalini piatti ed 1 reverse.

La costruzione del database e l'esame statistico dei risultati è stato condotto mediante programma

EPI info.

Risultati.

Sono state ritenute positive per presenza di d.c.r. quelle tra le frequenze testate per le quali la differenza tra la soglia mascherata (con TEN) e la soglia tonale, equivaleva o eccedeva i 10dB HL.

Su 392 frequenze esaminate 114 cioè il 29,08 % erano positive per presenza di d.c.r. .

Volendo esaminare la presenza di d.c.r. per frequenza possiamo dire che:

il 12% dei casi era positivo sulla frequenza di 500 Hz, il 23,2% era positivo sulla frequenza di 750 Hz, il 28,6 % era positivo sulla frequenza di 1000 Hz, il 32,1% era positivo sulla frequenza di 1500 Hz, il 19,6 % era positivo sulla frequenza di 2000 Hz, il 46,4% dei casi era positivo sulla frequenza di 3000 Hz, il 32,1% era positivo sulla frequenza di 4000 Hz.

La maggiore positività di casi si riscontrava quindi sui 3000 Hz anche se il valore di percentuale riscontrato non raggiungeva la significatività statistica.

Esaminando la positività del test su tutte le frequenze testate in relazione a ciascun tracciato audiometrico abbiamo riscontrato che:

su 56 orecchie esaminate 20 cioè il 35,7% era negativa per presenza di d.c.r.,

11 casi , cioè il 19,6% presentavano una singola d.c.r.

7 casi, cioè il 12,5% si dimostravano positivi per d.c.r.

4 casi, cioè il 7,1% presentavano 3 d.c.r. sullo stesso tracciato audiometrico

3 casi, cioè il 5,4% presentavano 4 d.c.r.

5 casi, cioè l'8,9% presentavano 5 d.c.r.

2 casi, cioè il 3,6 % presentavano ben 6 positività all'interno dello stesso tracciato

e 4 casi , cioè il 7,1% presentavano positività su tutte le frequenze testate.

In breve, i tracciati positivi erano 36 su 56 cioè il 64,28%, di questi ben 11 cioè il 30,55% presentava una positività isolata.

Volendo mettere in relazione la positività del test alla soglia audiometrica possiamo affermare che

la maggior parte delle positività, cioè il 61,40% si riscontrava a partire da soglie audiometriche pari o peggiori di 55 dBHL, con un picco di positività per i 60dBHL, sui quali abbiamo riscontrato ben 17 casi positivi, pari al 14,91% dei casi.

Non abbiamo ottenuto casi positivi ma solo non attuabili sui 90dB e 95 dB, questo perché a livello di presentazione del TEN di 90dB o 95dB, il paziente non riusciva a fornire una risposta pur non avendo ancora raggiunto la soglia del fastidio e pur aumentando l'intensità del tono puro inviato.

Anche alle basse frequenze di stimolazione tuttavia, abbiamo riscontrato positività del test, in particolare 5 casi di positività sui 15dB, 1 caso di positività sui 20 dB, 3 casi di positività sui 25 dB, 4 casi sui 30 dB , 5 casi sui 35 dB, 7 casi sui 40 db, 9 casi sui 45 dB ed 8 casi sui 50 dB.

Discussione

L'obiettivo primario di questo studio era quello di esaminare gli effetti della entità della perdita uditiva e della configurazione della curva uditiva sul risultato del TEN test .

Per questo motivo abbiamo incluso nello studio individui con range di ipoacusia di gravità varia e con curve audiometriche diverse, seppure quasi tutte discendenti sulle alte frequenze. I risultati generali di questo studio concordano con i risultati degli studi precedenti sia quelli che utilizzano la prima versione del test sia quelli che utilizzano la seconda versione del test. La positività del test è più frequente per perdite uditive di entità grave e meno frequente per perdite uditive di entità lieve.

Si nota tuttavia, una notevole sovrapposibilità di soglie audiometriche tra i test positivi e quelli che non lo sono, suggerendo che l'entità della perdita uditiva da sola non è un buon indicatore della probabilità di positività per d.c.r.; nel nostro studio, ad esempio, il numero di casi positivi per soglia audiometrica (indipendentemente dalla frequenza considerata) era uguale a 40 dB ed a 70 dB.

Sebbene la tendenza generale dei risultati di questo studio ricalca quella dei risultati presenti in letteratura, sono riscontrabili tuttavia rilevanti differenze.

Un prima differenza consiste nella distribuzione della positività dei test in relazione alla soglia audiometrica tonale in quiete.

Vinay and Moore ad esempio (2007a) hanno riscontrato positività del test in meno dell' 1% dei casi quando la soglia audiometrica era minore di 65 dBHL e nessuna positività per soglie minore o uguali a 55 dBHL, nel nostro caso invece ben 15 su 114 positività totali cioè il 13,15% dei casi totali presentavano positività proprio per soglia uguale a 55 dBHL e ben il 50% delle positività si riscontrava per soglie uguali o minori di 55 dBHL.

Nello studio di Hornsby and Dundas del 2009 inoltre, gli autori concludono che l'utilizzo di criteri di positività più restrittivi per il TEN test (cioè TEN test positivo per shift di soglia maggiori o uguali a 15) non variano la soglia audiometrica al quale si riscontra positività per il test stesso, la diversità di risultati tra tale studio ed quello di Vinay and Moore del 2007, non sembra quindi attribuibile in prima istanza ad un difetto di sensibilità del test.

Il ragionamento clinico tuttavia, suggerisce che l'alto numero di positivi al TEN test anche per soglie audiometriche in quiete minori o uguali a 55dB, non sia realmente indicativo di una d.c.r., ma rappresenti un falso positivo e quindi un indice di bassa specificità del test, va inoltre sottolineato che l'utilizzo di passi adattativi di 2 dBHL potrebbe aumentare tale caratteristica dato che, come è stato evidenziato dagli studi di Aazh and Moore (2007) più del 30% degli individui trovati positivi per presenza di d.c.r. rientravano in tale gruppo per piccoli differenze di shift rispetto ai 10dB (cioè di 1 o 2 dBHL), pertanto fino a che la letteratura non provvederà ulteriori dati in merito bisognerebbe utilizzare molta cautela nella interpretazione della positività del TEN test in particolare quando tale positività riguarda soglie audiometriche indicative di perdita uditiva moderata.

Un'altra differenza sostanziale nella quale il nostro studio non si trova in accordo di risultati con lo studio di Hornsby and Dundas consiste nella alta percentuale di test non attuabili da questi ultimi riscontrata (definiti inconclusive).

Vinay and Moore (2007a) utilizzando il TEN test (HL) hanno riscontrato la non attuabilità del test (con i criteri sopra specificati), solo in una piccola percentuale di casi nei quali la soglia audiometrica era uguale o maggiore di 85 dBHL (solo 7 su 556 orecchie avevano al minimo un risultato inconclusive cioè non attuabile su una o più frequenze).

Nel nostro studio, abbiamo riscontrato 6 frequenze sulle quali il test non era attuabile (circa il 5% sul totale dei positivi), in tutti i casi si trattava di alte frequenze cioè 3000 o 4000 Hz, e in 4 casi su 6, cioè nel 66,6 % dei casi ciò si verificava per soglie maggiori o uguali ad 85dBHL. La notevole discrepanza dei dati rispetto allo studio di Hornsby and Dundas 2009 potrebbe derivare nel nostro caso, dal minor numero di pazienti ipoacusici esaminati e dal grado di ipoacusie esaminate, globalmente meno gravi, nel nostro studio infatti solo 4 su 56 casi, cioè il 7,14% presentava non interpretabilità del test contro il 64% riscontrato nel lavoro succitato. Va inoltre considerato che l'utilizzo del TEN test in HL limiterebbe il riscontro di casi inconclusive, poiché non testa le frequenze di 6000Hz ed 8000Hz e consente di ottenere il mascheramento presentando il TEN ad una intensità minore, inoltre le creste che caratterizzavano il rumore del TEN in SPL sono state eliminate nella nuova versione del test e ciò riduce i picchi di intensità del rumore consentendo una minore distorsione durante la somministrazione del test.

Concludendo, possiamo dire che nel nostro studio il TEN (HL) test è risultato un test di facile e veloce somministrazione, poiché l'esecuzione del test richiedeva in media 30 minuti e secondo l'opinione degli esaminati risultava di facile esecuzione.

La positività del test è più frequente sulle alte frequenze e per perdite uditive moderate - gravi, cioè maggiori o uguali a 55dB (nella nostra piccola esperienza).

L'elaborazione dei dati, tuttavia non consente di potere affermare questo con significatività statistica.

Nella maggior parte dei casi inoltre, la positività del test riguardava una singola frequenza.

Rimangono di difficile interpretazione i casi positivi su tutte le frequenze, per i quali è inevitabile pensare che alcuni dei dati siano delle false positività.

Siamo concordi con la letteratura nel segnalare la necessità di ulteriori studi con grosse casistiche onde meglio definire i parametri necessari ad ottenere una migliore specificità del test.

Bibliografia

Aazh H, Moore BC. Dead regions in the cochlea at 4 kHz in elderly adults: relation to absolute threshold, steepness of audiogram, and pure-tone average. *J Am Acad Audiol* 2007;18(2):97–106

American National Standards Institute. American National Standard Specification for Audiometers.

ANSI; New York: 1996. ANSI S3.6-1996

Baer T, Moore BC, Kluk K. Effect of low pass filtering on the intelligibility of speech in noise for people with and without dead regions at high frequencies. *J Acoust Soc Am* 2002;112(3 pt 1):1133–1144.

Cairns S, Frith R, Munro KJ, Moore BC. Repeatability of the TEN(HL) test for detecting cochlear dead regions. *Int J Audiol* 2007;46(10):575–584.

Dreschler WA, Plomp R. Relations between psychophysical data and speech perception for hearing impaired subjects. II. *J Acoust Soc Am* 1985;78(4):1261–1270.

Gatehouse S, Naylor G, Elberling C. Benefits from hearing aids in relation to the interaction between the user and the environment. *Int J Audiol* 2003;42(Suppl 1):S77–S85.

Halpin C, Thornton A, Hasso M. Low-frequency sensorineural loss: clinical evaluation and implications for hearing aid fittings. *Ear Hear* 1994;15(1):71–81.

Hornsby BW, Ricketts TA. The effects of hearing loss on the contribution of high- and low-frequency speech information to speech understanding. II. Sloping hearing loss. *J Acoust Soc Am* 2006;119(3):1752–1763.

Humes LE. Factors underlying the speech-recognition performance of elderly hearing-aid wearers. *J Acoust Soc Am* 2002;112(3 pt 1):1112–1132.

Humes LE. Modeling and predicting hearing aid outcome. *Trends Amplif* 2003;7(2):41–75.

Jin SH, Nelson PB. Speech perception in gated noise: the effects of temporal resolution. *J Acoust Soc Am* 2006;119(5 pt 1):3097–3108.

Kluk K, Moore BC. Factors affecting psychophysical tuning curves for hearing-impaired subjects with high-frequency dead regions. *Hear Res* 2005;200(12):115–131.

Kochkin S. MarkeTrak V: why my hearing aids are in the drawer: the consumer's perspective. *Hear J* 2000;53(2):34–42.

Kochkin S. MarkeTrak VII: customer satisfaction with hearing instruments in the digital age. *Hear J* 2005;58(9):30–43.

Kochkin S. MarkeTrak VII: obstacles to adult non-user adoption of hearing aids. *Hear J* 2007;60(4):27–43.

Larson VD, Williams DW, Henderson WG, Luethke LE, Beck LB, Noffsinger D, Wilson RH, Dobie RA, Haskell GB, Bratt GW, Shanks JE, Stelmachowicz P, Studebaker GA, Boysen AE, Donahue A, Canalis R, Fausti SA, Rappaport BZ, NIDCD/VA Hearing Aid Clinical Trial Group. Efficacy of 3 commonly used hearing aid circuits: a crossover trial. *JAMA* 2000;284(14):1806–1813.

Mackersie CL, Crocker TL, Davis RA. Limiting high-frequency hearing aid gain in listeners with and without suspected cochlear dead regions. *J Am Acad Audiol* 2004;15(7):498–507.

Moore BCJ. Dead regions in the cochlea: diagnosis, perceptual consequences, and implications for the fitting of hearing aids. *Trends Amplif* 2001;5(1):1–34.

Moore BC. Dead regions in the cochlea: conceptual foundations, diagnosis, and clinical applications. *Ear Hear* 2004;25(2):98–116.

Moore BC, Glasberg BR, Stone MA. New version of the TEN test with calibrations in dB HL. *Ear Hear* 2004;25(5):478–487.

Moore BC, Huss M, Vickers DA, Glasberg BR, Alcantara JI. A test for the diagnosis of dead regions in the cochlea. *Br J Audiol* 2000;34(4):205–224.

Moore BC, Killen T, Munro KJ. Application of the TEN test to hearing-impaired teenagers with severe to - profound hearing loss. *Int J Audiol* 2003;42(8):465–474.

Mulrow CD, Aguilar C, Endicott JE, Tuley MR, Velez R, Charlip WS, Rohdes MC, Hill JA, DeNino LA. Quality-of-life changes and hearing impairment. A randomized trial. *Ann Intern Med* 1990;113 (3):188–194.

Munro KJ, Felthouse C, Moore BC, Kapadia S. Reassessment of cochlear dead regions in hearing impaired teenagers with severe-to-profound hearing loss. *Int J Audiol* 2005;44(8):470–477.

Patterson RD, Nimmo-Smith I. Off-frequency listening and auditory-filter asymmetry. *J Acoust Soc Am* 1980;67(1):229–245.

Plomp R. A signal-to-noise ratio model for the speech reception threshold of the hearing impaired. *J Speech Hear Res* 1986;29(2):146–154.

Preminger JE, Carpenter R, Ziegler CH. A clinical perspective on cochlear dead regions: intelligibility of speech and subjective hearing aid benefit. *J Am Acad Audiol* 2005;16(8):600–613.

- Robles L, Ruggero MA.** Mechanics of the mammalian cochlea. *Physiol Rev* 2001;81(3):1305–1352.
- Souza PE, Yueh B, Sarubbi M, Loovis CF.** Fitting hearing aids with the Articulation Index: impact on hearing aid effectiveness. *J Rehabil Res Dev* 2000;37(4):473–481.
- Summers V, Molis MR, Musch H, Walden BE, Surr RK, Cord MT.** Identifying dead regions in the cochlea: psychophysical tuning curves and tone detection in threshold-equalizing noise. *Ear Hear* 2003;24(2):133–142.
- Thornton AR, Abbas PJ.** Low-frequency hearing loss: perception of filtered speech, psychophysical tuning curves, and masking. *J Acoust Soc Am* 1980;67(2):638–643.
- Vickers DA, Moore BC, Baer T.** Effects of low-pass filtering on the intelligibility of speech in quiet for people with and without dead regions at high frequencies. *J Acoust Soc Am* 2001;110(2):1164–1175.
- Vinay, Moore BC.** Prevalence of dead regions in subjects with sensorineural hearing loss. *Ear Hear* 2007a; 28(2):231–241.
- Vinay, Moore BC.** Speech recognition as a function of high-pass filter cutoff frequency for people with and without low-frequency cochlear dead regions. *J Acoust Soc Am* 2007b;122(1):542–553.
- Vinay, Moore BC.** Ten(HL)-test results and psychophysical tuning curves for subjects with auditory neuropathy. *Int J Audiol* 2007c;46(1):39–46.

Grafici di distribuzione percentuale di positività per singolo esame audiometrico (d.c.r. isolate vs d.c.r. multiple).

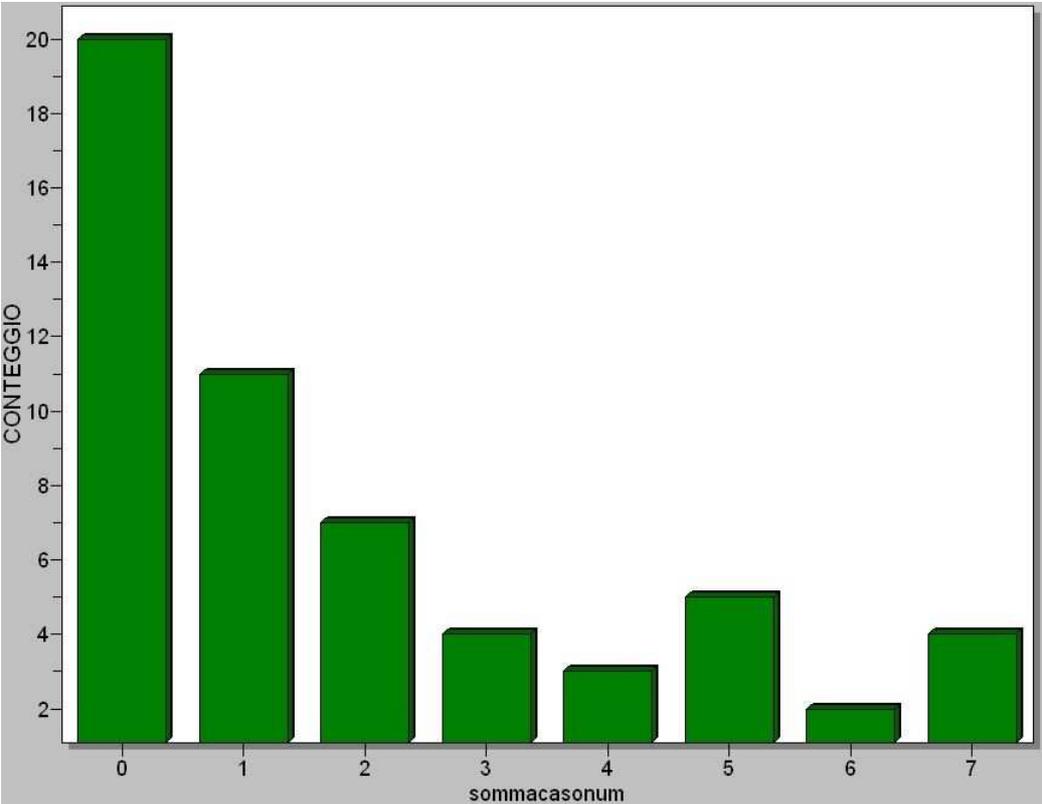
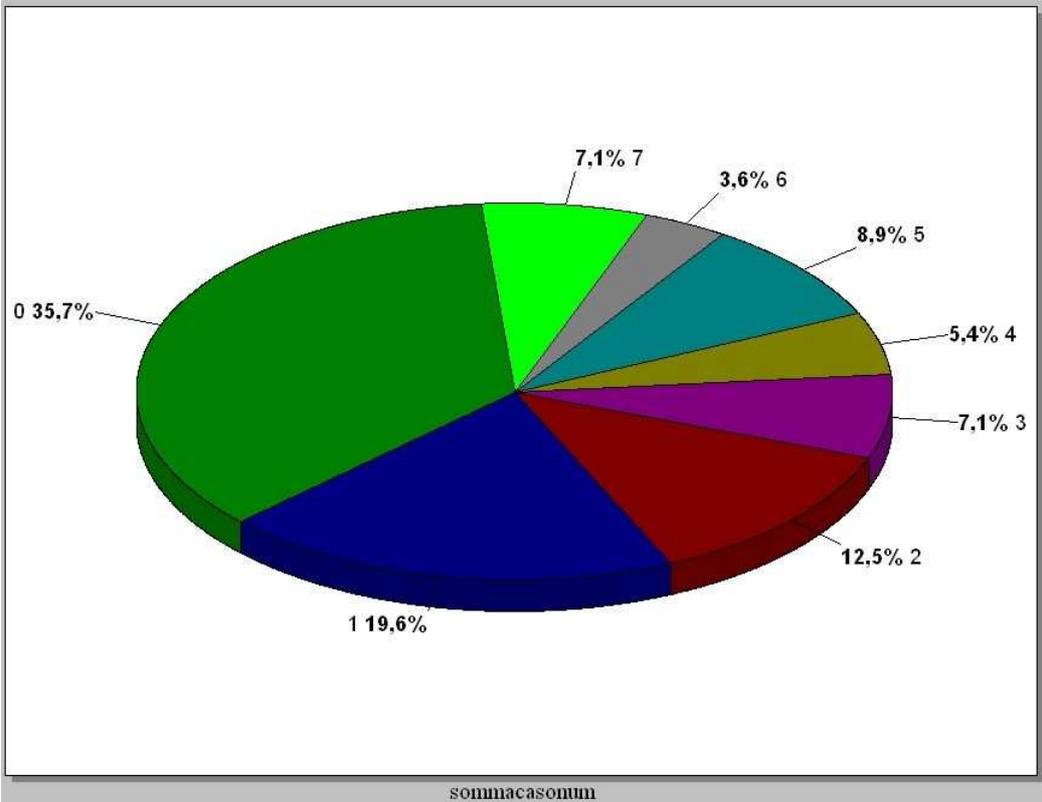


Tabella: numero di casi positivi per singola frequenza.

FREQ caso500

"caso"	Frequenza	Percentuale	Percentuale cumulativa	
Yes	12	21,4%	21,4%	
No	44	78,6%	100,0%	
Totale	56	100,0%	100,0%	

FREQ caso750

"caso"	Frequenza	Percentuale	Percentuale cumulativa	
Yes	13	23,2%	23,2%	
No	43	76,8%	100,0%	
Totale	56	100,0%	100,0%	

FREQ caso1000

"caso"	Frequenza	Percentuale	Percentuale cumulativa	
Yes	16	28,6%	28,6%	
No	40	71,4%	100,0%	
Totale	56	100,0%	100,0%	

FREQ caso1500

"caso"	Frequenza	Percentuale	Percentuale cumulativa	
Yes	18	32,1%	32,1%	
No	38	67,9%	100,0%	
Totale	56	100,0%	100,0%	

FREQ caso2000

"caso"	Frequenza	Percentuale	Percentuale cumulativa	
Yes	11	19,6%	19,6%	
No	45	80,4%	100,0%	
Totale	56	100,0%	100,0%	

FREQ caso3000

"caso"	Frequenza	Percentuale	Percentuale cumulativa	
Yes	26	46,4%	46,4%	
No	30	53,6%	100,0%	
Totale	56	100,0%	100,0%	

FREQ caso4000

"caso"	Frequenza	Percentuale	Percentuale cumulativa	
Yes	18	32,1%	32,1%	
No	38	67,9%	100,0%	
Totale	56	100,0%	100,0%	