ISSN 2038-4793

Frontiera ORL

Periodico di Otorinolaringologia, Patologia Cervico Facciale, Audiologia e Foniatria

Periodic of otolaryngology, cervico-facial pathology, audiology and speech therapy

Distribuzione gratuita - Anno III, N. 3 - settembre/novembre 2012
Free press - Year III, N. 3 - september/november 2012

www.frontieraorl.it

Frontiera ORL

Periodico trimestrale
rivolto alla classe medica
Quarterly magazine for medical class

Direttore editoriale/Editor
Ortensio Marotta

Coordinatore di redazione
Editorial Coordinator
Vito Marotta

Direttore responsabile/Editor chief
Loredana Guida

Hanno partecipato a questo numero
P. Riccardi, F. M. Cuomo, G. Lilli, C. Laria, G. Auletta, P. Angrisani, G. Criscuoli, A. Capaldo, S. Desiderio, F. Faiella, R. Palladino, A. Fuente, V. Topsakal, R.A. Tange, L. Parente, L. Piscitelli, A. Celella

Redazione/Editorial office
Via Fuga, 64 - Caserta

Dialogo con i lettori/
Dialogue with readers
Ortensio Marotta
ortensio.marotta@alice.it
339.6681530
Direttore UOC di
Otorinolaringoiatria,
AORN "S. Anna e S. Sebastiano",
Caserta

Realizzazione editoriale/Production
guidaediting
guidalor@gmail.com
328.3090442

Anno III, N. 3
dicembre 2012/gennaio 2013
Registrazione/Registrated
Tribunale di S. Maria Capua Vetere
n°765 del 22/06/2010

Info: www.frontieraorl.it
frontieraorl@gmail.com

In questo numero... *In this number...*

Correlazione tra la variazione dell'impedenza elettrica
e la comoda udibilità nei soggetti portatori di impianto cocleare
Correlation between impedance and comfortable level in cochlear implant recipient
P. Riccardi, F. M. Cuomo, G. Lilli, C. Laria, G. Auletta 3

Perdita uditiva neurosensoriale nell'otosclerosi
e risultati del trattamento chirurgico
Sensorineural hearing loss in otosclerosis and results of surgical treatment
P. Angrisani, G. Criscuoli, A. Capaldo, S. Desiderio, F. Faiella, R. Palladino 10

What is auditory processing?
L'elaborazione dell'udito. Il processing uditivo
A. Fuente 15

Vertigo as a presenting symptom for Otosclerosis
A case report on assessment of vertigo due to otosclerosis
V. Topsakal, R.A. Tange 24

Impianto cocleare: importanza della valutazione
psicologica del soggetto ipoacusico
Cochlear implant : importance of the psychological evaluation of the subject Hipoacusic
L. Parente, L. Piscitelli, A. Celella 27

... nel precedente *... in the previous number*

L'impianto cocleare nell'otite cronica e
negli esiti di chirurgia dell'orecchio medio
Cochlear implantation in chronic otitis media and after middle ear surgery
P. Fois, A. Bacciu, E. Pasanisi, V. Vincenti, G. M. Barbieri, S. Bacciu

Problematiche dell'impianto cocleare in bambini sordi bilingue
Cochlear implants' problems in children deaf bilingual
N. Nassif, F. Predolini, M. G. Barezzani, D. Zanetti

La riabilitazione vestibolare ed il ruolo del fisioterapista:
considerazioni e nuove strategie
The Physiotherapist and Vestibular Rehabilitation: remarks and new strategies
M. Tramontano, L. Manzari

Case Report: Trombosi del seno laterale con paralisi dell'abducente contro laterale
Case Report: lateral sinus thrombosis with contralateral abducens nerve palsy
O. Marotta, M. Cocchiarella, C. Di Meo, C. Crisci, A. Bernardo, A. Montalbano, F. Catapano

Malignant melanoma metastatic to the tongue
Melanoma maligno metastatizzato alla lingua
M. Drendel, B. Shalmon, H. Zeev, M. Wolf, Y. P. Talmi

Phototherapy in allergic rhinitis
La fototerapia nella rinite allergica
A. S. Baschir, G. Stefan, A. Grandtner

Correlazione tra la variazione dell'impedenza elettrica e la comoda udibilità nei soggetti portatori di impianto cocleare

Correlation between impedance and comfortable level in cochlear implant recipient

P. Riccardi, F. M. Cuomo, G. Lilli, C. Laria, G. Auletta

Unità di Audiologia, Dipartimento di Neuroscienze, Università degli Studi di Napoli "Federico II"

Abstract

L'obiettivo di questo studio è di individuare un algoritmo per determinare la variazione del livello elettrico, corrispondente all'intensità elettrica di stimolazione che genera la sensazione sonora di comoda udibilità (C), in funzione della variazione dell'impedenza elettrica. Durante le sessioni di fitting, si è osservato una dipendenza dei livelli di stimolazione elettrica in funzione dell'impedenza. In particolare, ad una diminuzione dell'impedenza corrisponde un aumento dei livello C, viceversa, ad un aumento dell'impedenza si ottiene una diminuzione del livello di stimolazione. L'ipotesi di questo studio è che queste grandezze siano legate dalla legge di Ohm. Per studiare questa tesi è stato condotto uno studio su 11 soggetti impiantati con Nucleus CI 24 (RE). I soggetti sono stati seguiti per le prime 3 sessioni di fitting post attivazione. Nelle sessioni di fitting sono stati misurati i valori corrispondenti a C per ogni singolo canale e le rispettive impedenze. Successivamente i livelli di C misurati sono stati confrontati con i valori previsti dalla legge di Ohm ottenendo una buona correlazione.

Introduzione

Nel corso degli ultimi anni nuovi algoritmi sono stati introdotti al fine di migliorare la percezione verbale dei soggetti portatori di impianto cocleare (CI). Inoltre si sono sviluppati nuovi array di elettrodi che permettono una stimolazione più efficace delle vie uditive. Un argomento importante, nel processo di stimolazione, è probabilmente dovuto all'impedenza elettrica che è correlata alla larghezza di superficie dell'elettrodo e ai processi chimici-fisici di interazione con le pareti cocleari. Il valore dell'impedenza elettrica è inoltre da prendere in considerazione in base alla sua notevole influenza sull'energia consumata dal processore (Gadder, 1997). Infine, attraverso l'impedenza è possibile valutare lo stato fisico degli elettrodi (cortocircuiti, circuiti aperti ecc.). L'impedenza non è costante, negli adulti tende solitamente a stabilizzarsi dopo il terzo mese di stimolazione, mentre nei bam-

Abstract

The objective of this study is to identify an algorithm for determining the change of electric level, corresponding to the comfortable loudness (C), as a function of the variation of impedance. During the fitting sessions, we noticed a dependence of the levels of electrical stimulation as a function of the impedance. In particular the decrease of the impedance corresponds to an increase in the level of electrical stimulation, in contrast to an increase in impedance decrease in the level of electrical stimulation. The hypothesis of this study is that the correlations between these magnitudes are related to Ohm's law. To investigate this hypothesis a study was conducted on 11 subjects implanted with Nucleus CI 24 (RE) were performed on three firsts fittings. The values of C for each channel were measured subjectively in individual fitting sessions. Subsequently the results were compared with the values predicted by Ohm's formula for obtaining a good correlation.

Introduction

The modern know-how in the technological research allowed the CI manufacturers to design novel effective algorithms for the sound processing and therefore provide the CI recipients a better speech comprehension. Moreover, the launch of the introduction of modern CI arrays apparatus has produced a more effective way of stimulation of the proximal auditory pathways. An important parameter is the impedance rate which is correlated to the surface width of the electrode to the chemio-physical and the whole interaction processes engaged by the surfaces in contact. The electric impedance rate is moreover to be taken into account according to its remarkable influence on the energy consumed by the speech processor (Gadder, 1997).

During the last few years new algorithms have been introduced in order to improve the speech perception by cochlear implants. Moreover modern arrays of electrodes have been recently designed for a more effective stimulation of the auditory pathways. A remarkable topic, in the stimulation process, is likely due to the impedance produced by the array along with the cochlear structures as well as the chemical-physical engaged. Besides, as by measuring the electric impedance we may evaluate the state

■ *Indirizzo per corrispondenza / Address for corrispondence:* G. Auletta - Università degli Studi di Napoli "Federico II" – Unità di Audiologia
E-mail: gennaro.auletta@unina.it; auletta@unina.it

bini, può richiedere fino a 8 mesi (Hughes et al 2001). La variazione dell'impedenza è influenzata da diversi fattori come i processi fibrotici tra le strutture cocleari e gli elettrodi. È stata dimostrata una stretta correlazione tra il gradiente del tessuto fibrotico che circonda gli elettrodi e il valore dell'impedenza (Clark et al., 1995). Un aumento del valore di impedenza corrisponde normalmente, secondo la legge di Joule, ad una dissipazione di energia e quindi a un aumento dell'intensità elettrica di stimolazione necessario per una sensazione sonora. Una stabilizzazione dell'impedenza corrisponde ad una stabilizzazione dei valori TECAP (Hughes et al., 2001). Henkin (2003) e Gijs (2006) hanno dimostrato una forte correlazione tra i livelli elettrici corrispondente ai livelli di soglia e comoda udibilità (misurate utilizzando l'audiometria comportamentale) e la variazione dell'impedenza.

Lo scopo principale di questo lavoro è quello di dimostrare che i livelli C e la variazione di impedenza elettrica sono legati tra loro dalla legge di Ohm e quindi la sensazione acustica che genera tale sensazione sonora è data da un determinato valore soggettivo della tensione elettrica. Il valore della tensione non è uguale per tutti gli elettrodi, ma dipende dalla loro distanza dal modiolo e dai residui neurali. Infatti, minore è la distanza dal modiolo, minore è il valore della tensione elettrica. Secondo questa ipotesi è possibile definire un algoritmo in grado di prevedere l'aumento o la diminuzione dei livelli di C in funzione della variazione del valore dell'impedenza per ciascun canale.

Materiali e metodi

Soggetti

Sono stati inclusi in questo studio undici portatori di IC. Tutti i soggetti sono stati impiantati tra febbraio 2008 e dicembre 2010 con impianto cocleare Nucleus 24 Contour. Per tutti i soggetti, non ci sono state complicazioni chirurgiche e l'array di elettrodi è stato inserito completamente in coclea, in Tabella 1 sono riportate tutte le caratteristiche. I parametri elettrici di stimolazione sono uguali per l'intero gruppo in esame: strategia Ace, 900 Hz frequenza di stimolazione, 25 µs durata dell'impulso elettrico, modalità di stimolazione Mp1+2. Infine, tutti gli impiantati utilizzano il processore Freedom.

Il protocollo di studio prevedeva di effettuare un fitting al giorno per i primi tre giorni dall'attivazione.

Misura dell'impedenza elettrica

L'impianto cocleare Nucleus Contour dispone di 22 elettrodi di platino. Il diametro dell'array di elettrodi diminuisce in direzione apicale passando da 0,62 mm a 0,40 mm. Tuttavia, la superficie geometrica dell'elettrodo di stimolazione diminuisce molto meno, da 0,31 a 0,28 mm2 (Parkinson et al., 2002).

Il valore assoluto di impedenza è stata misurata utilizzando il software Custom sound 2.0 fornito dal produttore (Cochlear corp.). La Misura dell'impedenza è eseguita utilizzando impulsi di corrente bifasica presentati a un li-

of the electrodes as well as possible either short or open circuits. The impedance rate does not result as a constant value; in adults, it usually tends to a stability by the third month from the first fitting of the C, while, for a similar process in children, it may require up to 8 months (Hughes et al 2001). The flexibility of the impedance rate is influenced by several factors as any fibrotic processes within the cochlear structures and the electrodes. A tight correlation between the gradient of the fibrotic tissue surrounding the electrodes and the impedance rate has been demonstrated (Clark et al., 1995). An increase of the impedance value normally corresponds, according to the Joule's Law, to an energy dissipation and an increase of the current level necessary for an effective sound stimulation accordingly. Thus, a stabilization of the impedance rate corresponds to a stabilization of the ECAPs values (Hughes et al., 2001). Henkin (2003) and Gijs (2006) demonstrated a direct correlation among the Current units behaviorally adjusted for both the Confortable and Threashold levels in accordance with the variation of the impedance rate. Others authors have already suggested the theory of a linear relation between stimulation and the impedance rates for every single channel. The main aim of this work is to demonstrate that the Ohm's Law based linear correlation between these two parameters and, in particular, for each channel there is a characteristic voltage that generate the C levels. The difference of potential is not common for any electrodes but it is dependent on their distance from the modiolus. Indeed, the shorter the distance from the modiolus. According to this it seems feasible to better define an algorithm able to predict either any increase or decrease of the C levels according to the variation of the impedance rate for each stimulating channel.

Materials and methods

Subjects

Eleven implant recipients were included in this study. All subjects were implanted between February 2008 and December 2010 with Nucleus 24 Contour cochlear implant. In all subjects, all the electrodes were fully inserted without surgical complication and all the characteristics are shown in the Table 1. Electric parameters of stimulation are the same for the whole subject: Ace strategy; 900 Hz rate of stimulation; 25 µs pulse wide, Mp1+2 mode. All implant recipients used the Freedom processor and were followed for the first 3 fittings (every three days) after switch on.

Electrode impedance measurement

The Nucleus Contour cochlear implant has 22 platinum band electrodes, but each electrode spans only half a circle. The diameter decreases in an apical direction from 0.62 mm to 0.40 mm. However, the geometric surface decreases much less, from 0.31 mm2 basally to 0.28 mm2 apically (Parkinson et al., 2002).

The absolute value of the impedance (including its reactive or capacitive component) was measured using the Windows-based Diagnostic and Programming System software called Custom sound version 2.0 provided by the manufacturer (Cochlear corp.). Impedance measurement is performed using biphasic current impulses presented at a level of 100 clinic units (CU) and pulse-wide 25µs/phase. In the present study the impedance electrode

SOGGETTI	SESSO	ETÀ (ANNI)	EZIOLOGIA DELLA SORDITÀ
DC	Donna	25	Congenita
AB	Donna	17	Congenita
TR	Uomo	13	Congenita
PF	Uomo	23	Congenita
SN	Donna	13	Congenita
CL	Donna	42	Sconosciuta
IP	Donna	28	Congenita
LA	Donna	26	Congenita
PP	Uomo	28	Congenita
TM	Donna	75	Congenita
BA	Donna	61	Congenita

SUBJECT	SEX	AGE	ETIOLOGY OF DEAFNESS
DC	Female	25	Congenital
AB	Female	17	Congenital
TR	Male	13	Congenital
PF	Male	23	Congenital
SN	Female	13	Congenital
CL	Female	42	Unknown
IP	Female	28	Congenital
LA	Female	26	Congenital
PP	Male	28	Congenital
TM	Female	75	Congenital
BA	Female	61	Congenital

Tab. 1 Caratteristiche dei soggetti
Subject characteristics

vello di 100 unità clinica (CL) e durata pari a 25μs/phase. Nel presente studio è stata utilizzata la misura dell'impedenza in monopolare 1+2 (Mp1 +2). In monopolare 1 (MP1) l'impedenza è misurata tra l'elettrodo intracocleare e l'elettrodo di riferimento posizionato generalmente sotto il muscolo temporale. In monopolare 2 (MP2) l'impedenza è misurata tra l'elettrodo intracocleare e un elettrodo di riferimento situato all'interno dell'impianto. La modalità MP1+2 corrisponde al valore più basso tra i due.

Psicoacustica

I livelli elettrici di comoda udibilità (C) dei singoli canali di stimolazioni sono stati valutati utilizzando il Custom Sound 2.0 con i seguenti parametri elettrici: durata dell'impulso pari a 25 μs / fase e modalità di stimolazione MP1+2.

I livelli C sono stati misurati utilizzando la tecnica delle stime categoriche a 7 punti (WK Lai et al, 2007; Gottermeier et al, 1991; Pluvinage, 1988.):

1. niente;
2. molto bassa;
3. bassa;
4. media;
5. confortevole;
6. forte;
7. molto forte.

I livelli C sono stati contrassegnati come "forte" e il valore è stato misurato in CL così come indicato dal software.

Legge di Ohm

La legge di Ohm esprime una relazione tra la differenza di potenziale V (tensione elettrica) ai capi di un conduttore

was measured in monopolar 1+2 (Mp1+2). In Monopolar 1 (Mp1) mode the impedance is measured between the intracochlear electrode and a reference electrode situated underneath the temporal muscle. In Monopolar 2 (Mp2) mode the impedance is measured between the intracochlear electrode and a reference electrode situated inside to the implant.

Psychoacoustics measurement

The maximum comfortable loudness (C) stimulation levels, for each channel, were measured with stimulus consisting of biphasic impulse train, impulse duration of 25 μs/phase and Mp1+2 mode. Responses were collected using loudness scaling procedure at 7 point (W.K. Lai et al., 2007; Gottermeier et al., 1991; Pluvinage, 1988):

1. *nothing;*
2. *very low;*
3. *low;*
4. *medium;*
5. *comfortable;*
6. *loud;*
7. *very loud.*

The C levels were marked as "loud". Electric levels were measured in current levels (CL), as indicated by Cochlear Custom Sounds Software.

Ohm's law

Voltage, which is synonymous with electrical potential, is the ability to drive an electric current. If a voltage source such as a battery is placed in an electrical circuit, the higher the voltage of the source, the greater the amount of current that it will drive. In a functioning circuit, each point can be assigned a voltage level-the voltage difference between any two points determines the amount of current that would flow through a wire hooked directly from one point to the other. In practical electronics, the voltage difference between two points can be measured by connecting them to the two leads of a voltmeter.

In mathematical terms, the definition of voltage begins with

tore elettrico e l'intensità di corrente elettrica che lo attraversa. Si noti che la legge di Ohm esprime unicamente la relazione di linearità fra la corrente elettrica I e la differenza di potenziale V applicata.

$$Z = \frac{V}{I}$$

L'equazione indicata è semplicemente una forma dell'espressione che definisce il concetto di impedenza elettrica (Z) ed è valida per tutti i dispositivi conduttori.

In termini matematici, la definizione di tensione inizia con il concetto di un campo elettrico, ossia un campo vettoriale con una direzione e intensità per ogni punto dello spazio. In molti casi, il campo elettrico è un campo conservativo, il che significa che può essere espresso come il gradiente di una funzione scalare V, cioè, E = - □ V dove si è indicato con V la tensione.

In generale, il campo elettrico può essere considerato conservativo solo se i campi magnetici non li influenzano in modo significativo e questa condizione si applica bene al tessuto biologico.

La legge di Ohm, quindi, rappresenta la correlazione tra la differenza di tensione (V), e la corrente elettrica generata (I) e può essere espressa dalla seguente equazione:

$$V = Z * I$$

Volendo misurare la tensione elettrica che genera la sensazione sonora di comoda udibilità, i livelli C misurati in CL sono stati convertiti in µA utilizzando la formula di conversione fornita dalla Cochlear:

$$I(\mu A) = 17.5 * 100^{\frac{CL}{255}}$$

Dal Software Cochlear è stato possibile estrapolare il valore dell'impedenza del singolo canale e applicando la legge di Ohm si è misurato la differenza di potenziale (V0) che produce la sensazione sonora "forte" per ogni singolo canale. I livelli C e l'impedenza sono stati misurati nel primo controllo post-attivazione (1 giorno dopo).

Successivamente, il valore misurato di V0 è stato utilizzato per determinare il nuovo valore di C, in CL, in funzione della variazione di impedenza (Z1).

Infatti, applicando l'equazione 1 si ottiene il valore di corrente elettrica in funzione della variazione di impedenza:

$$I_1 = V_0 / Z_1$$

the concept of an electric field E, a vector field assigning a magnitude and direction to each point in space. In many situations, the electric field is a conservative field, which means that it can be expressed as the gradient of a scalar function V, that is, E = –□V. This scalar field V is referred to as the voltage distribution. Note that the definition allows for an arbitrary constant of integration—this is why absolute values of voltage are not meaningful. In general electric fields can only be treated as conservative if magnetic fields do not significantly influence them, but this condition usually applies well to biological tissue.

Ohm's Law underlies the correlation between the voltage difference (V), the electrodes and the intensity of current (I) that seems to represents the impedance of the electrodes:

$$V = Z * I$$

In order to determine the difference of potentials, which generates the comfortable loudness, stimulus, C levels, as measured at the second fitting sessions, were conveyed in µA and, successively multiplied by the impedance levels of every single canal. The conversion formula, provided by Cochlear Italia S.R.L. is

$$I(\mu A) = 17.5 * 100^{\frac{CL}{255}}$$

From the Cochlear Custom Sounds Software it has been possible to extrapolate the value of the impedance of the single channel and from the Ohm's law the difference of potential (V0) that produces the comfortable loudness for every single channel has been measured. The value of CL and impedance has been measured in the first control post switch on.

Subsequently, the value of V0 measured is used in the next fitting to determine the value of CL, which generates the same difference of potential as a function of the change in impedance (Z1). Using equation 1 we obtain the value of electric current as a function of the variation of impedance:

$$I_1 = V_0 / Z_1$$

While determining the value of CL has been applied to the inverse of the formula 2:

$$CL = \left(Log_{100} \frac{I_1(\mu A)}{17.5} \right) * 255$$

Results

The tests were performed on 11 subjects and each subject was assessed the validity of Ohm's law for each channel. The subjects were followed for the first 3 fittings post switch on; in the first fitting were measured reference values that will be used to

Di conseguenza il valore di C in CL è stato ottenuto applicando la formula inversa dell'equazione 2:

$$CL = \left(Log_{100} \frac{I_1(\mu A)}{17.5} \right) * 255$$

Risultati

I test sono stati effettuati su 11 soggetti e per ogni soggetto è stata valutata la validità della legge di Ohm per ogni singolo canale. I soggetti sono stati seguiti per i primi 3 fitting post attivazione; nel primo controllo sono stati misurati i valori di riferimento che sono utilizzati per determinare i livelli di C in CL nel successivo controllo. Per convalidare l'ipotesi, è stato effettuata un'analisi statistica utilizzando il test di Pearson, ottenendo una forte correlazione (0,7). (Fig.1).

La Figura 2 mostra i risultati confrontando i valori misurati con quelli previsti applicando la legge di Ohm.

I risultati ottenuti dimostrano che i profili delle due curve appaiono molto simili. In effetti, applicando il test t-Student , eseguito per tutti i canali di ogni singolo soggetto, ha rivelato una buona correlazione statistica ($P < 0{,}05$).

Infine, la figura seguente (Fig.3) mostra la distribuzione di errori in funzione dei canali. La media degli errori risultata maggiore per elettrodi centrali. Tuttavia, si osserva come applicando la legge di Ohm si commette al più un errore di 10 CL.

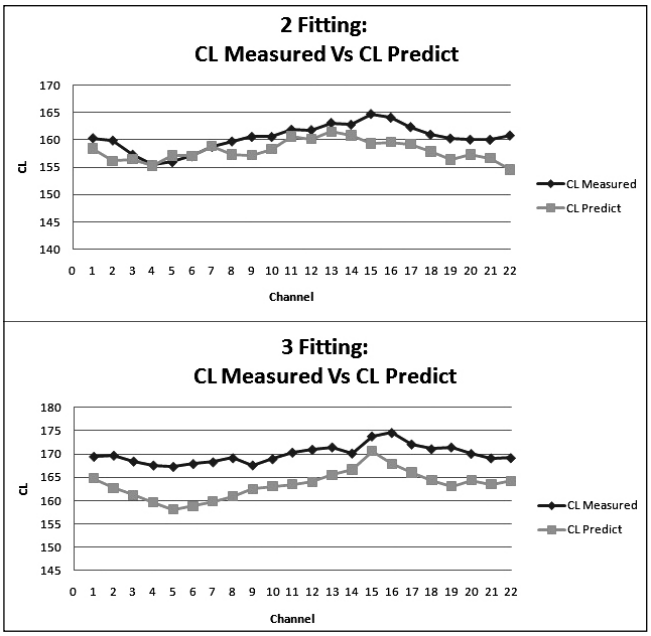


Fig. 2 Le figure mostrano i risultati del confronto tra la media dei valori misurati (quadrati) con quelli previsti (punti), la figura in alto mostra il primo controllo dopo l'attivazione, la figura in basso mostra il secondo controllo dopo l'attivazione.

The figure below shows the results comparing the average of measured values (squares) with those predicted (plot); the top figure shows the first control after the switch on; down figure shows the second control after the switch on

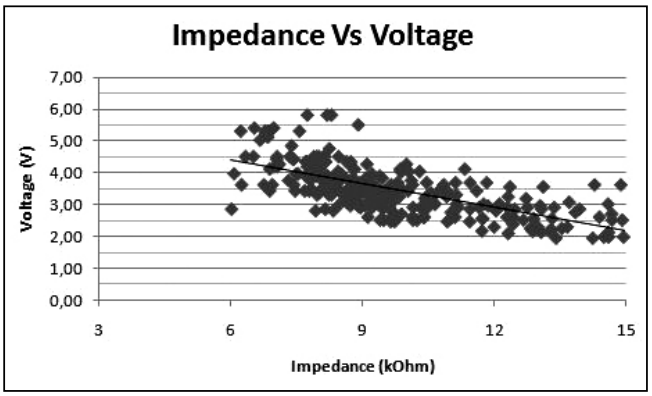


Fig. 1 Correlazione tra impedenza e di tensione

Correlation between Impedance and Voltage

determine CL levels, of comfortable loudness, in the subsequent fitting (for the data see appendice). To validate the hypothesis, a statistical analysis was performed using the Pearson test, between the tension and the impedance and there was a strong correlation (0.7) (Fig.1).

The figure 2 below shows the results comparing the measured values with those predicted.

The obtained results demonstrates that profiles of the two curves appear as similar. Indeed, a Student t-test analysis, executed for each subject's channel, revealed a reliable statistical correlation ($P < 0.05$).

The next figure (Fig.3) shows the distribution of errors as a function of the channels. The average of errors resulted as higher for central electrodes. Nevertheless, the errors rate turned out with low values indeed never exceeding 10 CLs.

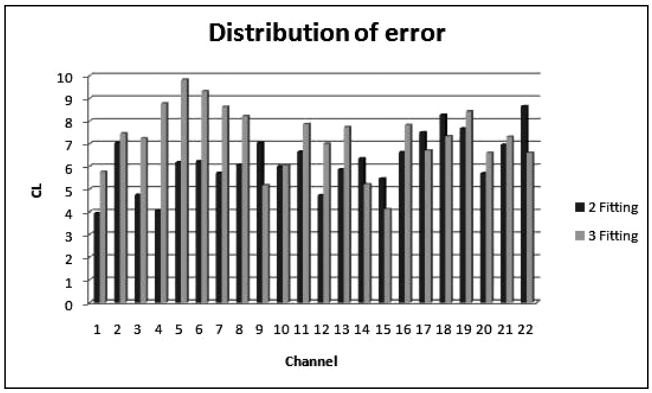


Fig. 3 La figura indica la differenza, in CL, tra il valore C misurato e quello predetto dalla legge di Ohm (per ogni singolo canale)

Distribution of the error for each electrodes.

Discussion

All commercial CI systems, including the Nucleus device used in this study, use current sources as a supply to the electrodes. The implant has a fixed supply voltage (which limits the maximum current that can be delivered) but the current source modifies the voltage in order to compensate for impedance differences, so that the current delivered is what is required, and does not change even if the impedance changes over time (CI electrodes are driven by constant current sources).

Discussione

Tutti gli IC, compreso il Nucleus 24 impiegato per questo studio, utilizzano dei generatori di corrente per alimentare gli elettrodi. Un generatore di corrente elettrica genera un'intensità di corrente costante e indipendente dall'impedenza. Quindi in un IC una volta fissata l'intensità di corrente di stimolazione, questa resta costante indipendentemente dalla variazione delle caratteristiche fisiologiche. Di conseguenza ad una variazione dell'impedenza elettrica, essendo costante l'intensità di corrente, si ottiene una variazione della tensione elettrica e quindi del campo elettrico responsabile della depolarizzazione delle fibre nervose. Dalla letteratura è noto che i canali ionici sono tensione dipendenti ossia sono canali la cui permeabilità è influenzata dal potenziale di membrana. Quindi, in un soggetto impiantato, alla variazione dell'impedenza si ottiene una variazione del campo elettrico che porta ad una variazione di loudness.

Dallo studio effettuato si osserva come la tensione elettrica necessaria per generare la sensazione sonora corrispondente a "Forte" è pressoché costante e quindi è possibile utilizzare la legge di Ohm per prevedere i livelli C dovuti ad un cambiamento dell'impedenza. Naturalmente il potenziale dipende dal paziente e dal canale.

Dai risultati ottenuti si osserva una buona correlazione tra i livelli C predetti dalla legge di Ohm e quelli misurati (valore $p<0.05$).

L'evoluzione dei profili di ciascuna mappa, ottenuta con la legge di Ohm, sono simili a quelli misurati e si può dedurre che una differenza di potenziale costante, per ogni singolo canale, genera una uguale sensazione sonora. Infatti, l'errore che si commette utilizzando la legge di Ohm può essere trascurabile sia per le alte frequenze sia per le basse frequenze (in media, l'errore è al di sotto della 4CL) mentre per le frequenze centrali l'errore è minore di 10 CL. La ragione di queste differenze può essere spiegata dalla possibile posizione degli elettrodi. Infatti, è ragionevole pensare che gli elettrodi centrali si trovino distante dalla parete interna della coclea (Saunders et al, 2002, Cohen et al, 2001, Gijs et. al, 2009), e, quindi, si può generare una dispersione del campo elettrico.

I risultati mostrano anche che la legge di Ohm non sopravvaluta mai livelli misurati: questo permette di potere utilizzare questo metodo senza il rischio di generare una sensazione acustica fastidiosa per il soggetto impiantato e può essere utile in quei soggetti che presentano un'impedenza non stabile nel tempo.

What is observed is that the change in impedance varies the loudness of the subject and to restore the C level is necessary to change the value of electrical stimulation, so that mean to change the intensity of current.

Voltage-gated ion channels, also known as voltage dependent, are channels whose permeability is influenced by the membrane potential. They form another very large group, with each member having a particular ion selectivity and a particular voltage dependence. Many are also time-dependent—in other words, they do not respond immediately to a voltage change, but only after a delay.

For CI, the polarization of the nerve is due to the electrical potential generated by the voltage between the stimulation electrode and reference electrode. The stimulation electrodes are fixed then the gradient depends only on the intensity of the electric potential

What we observed, by this study, is that for the single channel the voltage difference required for to give the same loudness does not change so much and that give us the idea to use Ohm's law for predict the comfortable level. Of course the potential depend from the patient and the channel.

Using Ohm's law to correlate data between impedance variation and levels of electrical stimulation can generate the C-level, was obtained (the value of $p<0.05$). The correlation does suggest that the loudness is generated by a difference in electrical potential between the electrodes of stimulation. For each subject, the voltage is not equal for all electrodes but depends on the stimulation channel and remains constant over time.

The evolution of each map's profiles, obtained by Ohm's law, are similar to those measured and it is assumed that a constant potential difference for each channel, generates an equal loudness. Indeed, the bound of feasible error turns out to be negligible for both low and high frequencies (on average is still below the 4CL) unlike for central frequencies (<10 CL). The reason for these differences may be explicated by the possible position of the electrodes: it is reasonable that some electrodes lie, indeed, distant from the inner wall of the cochlea (Saunders et al, 2002, Cohen et al., 2001, Gijs et al, 2009), and, therefore a dispersion of the electric field is carried out. An examination of the data it is important to note that Ohm's law never overestimates the levels measured; this allows one to use Ohm's law to predict a map for the firsts step after the switch on where the impedance change day to day.

Bibliografia - References

1. Aaron J. Parkinson, Jennifer Arcaroli, Steven J. Staller, Patti L. Arndt, Anne Cosgriff, and Kiara Ebinger 2002. "The Nucleus® 24 Contour™ Cochlear Implant System: Adult Clinical Trial Results". Ear & Hearing, 41s-48s
2. Clark G. M., Shute S. A., Shepherd R. K., Carter T.D. 1995" Cochlear implantation: Osteoneogenesis, electrode-tissue impedence, and residual hearing". Annal Otol Rhinol Laringol Suppl, 166, 40-42.
3. Elaine Saunders, Lawrence Cohen, Antje Aschendorff, William Shapiro, Michelle Knight, Mathias Stecker, Benhard Richter, Susan Waltzman, Michael Tykocinski, Tom Roland, Roland Laszig, and Robert Cowan Threshold, 2002. "Comfortable Level and Impedance Changes as a Function of Electrode-Modiolar Distance". Eer & Hearing 28S-40S
4. Frank Rattay, Richardson Naves Leao, Heidi Felix 2001. "A model of the electrically exited human cochlear neuron. II. Influence of three-dimensional cochlear structure on neural excitability". Hearing Research, 153, 64-79.
5. Gadder L.A. 1997. "Historical evolution of circuit model for the electrode-electrolyte interface". Ann. Biomed Eng, 25, 1-14
6. Gijs K. A., Van Wermeskerken Adriaan, F. Van Olphen, Kees Graamans. 2009". Imaging of electrode position in relation to electrode functioning after cochlear implantation". Eur Arch Otorhinolaryngol
7. Gijs K. A., Van Wermeskerken Adriaan, F. Van Olphen, Guido F. Smoorenburg; 2006. "Intra- and postoperative electrode impedence on the straight and contour array of the Nucleus 24 cochlear implant: Relation to T and C level". International Journal of Audiology, 537-544
8. Gottermeier L., De Filippo CL.,Block MG., 1991. "Loudness Judgment Procedures for Evaluating Hearing Aid Preselection Decision for Severely and Profoundly Hearing-Impaired Listeners". Ear & Hearing, pp.261-266,;
9. Henkin Y., Kaplan-Neeman R., Munchnik C., Kroneberg J., Hildesheimer M. 2003. "Changed over time in electrical stimulation levels and electrode impedance value in children using the Nucleus 24M cochlear implant". Int J. Pediatr Otorhinolaryngol, 67, 873-880
10. Hughes M.L., Kathy R. Vander Werff, Carolyn J. Brown, Paul J. Abbas, Danielle M. R. Kelsay, Holly F. B. Teagle, and Mary W. Lowder 2001. "A Longitudinal Study of Electrode Impedance, the Electrically Evoked Compound Action Potential, and Behavioral Measures in Nucleus 24 Cochlear Implant Users". Ear & Hearing, 22, 471-486
11. Lai WK, Dillier N, 2007. "Comparing neural response telemetry amplitude growth functions with loudness growth functions: preliminary results"., Ear & Hearing, vol. 28, pag. 42-45
12. Lawrence T. Cohen, Elaine Saunders, Graeme M. Clark, 2001. "Psychophysics of a prototype peri-modiolar cochlear implant electrode array". Hearing Research 155, 63-81
13. Pluvinage V. 1998. "Clinical measurement of loudness growth". Hearing instruments.

ConMed™ ITALIA

Living up to Life





Leica MICROSYSTEMS

Leica M525 F20

La visione tridimensionale che ogni chirurgo da molto tempa sogna con una manegevolezza e un comfort „best-in-class"!

www.leica-microsystems.com

Perdita uditiva neurosensoriale nell'otosclerosi e risultati del trattamento chirurgico

Sensorineural hearing loss in otosclerosis and results of surgical treatment

P. Angrisani, G. Criscuoli, A. Capaldo, S. Desiderio, F. Faiella, R. Palladino

Dipartimento Chirurgia Testa-Collo ASL SA, U.O.C. di Otorinolaringoiatria, O.O.R.R. Tre Valli, P.O. "Umberto I", Nocera Inferiore, Salerno

Abstract

Da marzo 2002 a dicembre 2003 abbiamo effettuato 131 stapedotomie per otosclerosi. 57 casi erano al terzo stadio e furono seguiti per valutare i risultati post-operatori sul gap tra via aerea ed ossea e sulla soglia per via ossea.

In 43 casi abbiamo effettuato una stapedotomia con tecnica invertita, in 8 casi una stapedotomia con tecnica classica, in 2 casi un'emiplatinectomia ed in 4 casi una revisione di stapedotomia.

L'esame audiometrico fu effettuato prima dell'intervento e, successivamente, al primo, al terzo ed al sesto mese dall'intervento chirurgico.

Tra i casi sottoposti a stapedotomia invertita, in 37 (86,06%) il gap tra conduzione aerea ed ossea risultò chiuso; in 1 paziente (2,32%) residuò un gap di 30 dB ed in 5 pazienti (11,62%) di 20 dB.

Tra i casi sottoposti a stapedotomia classica l'intervento tra le due vie risultò chiuso in 4 pazienti; abbiamo riscontrato un gap residuo via aerea/via ossea di 20 dB in 2 casi (25%), di 10 dB in 1 caso (12,5%) ed invariato in un caso (12,5%). In entrambi i pazienti sottoposti ad emiplatinectomia abbiamo ottenuto la chiusura del gap via aerea/via ossea. In due casi (50%) di revisione abbiamo riscontrato la chiusura del gap, in altri due (50%) un gap residuo di 20 dB.

Il risultato più interessante è stato il miglioramento della conduzione ossea. In 27 (47, 35%) casi abbiamo avuto un miglioramento in media di 5 dB a 250 Hz, di 7 dB a 500 Hz, di 9,71 dB a 1000 Hz, di 7,8 dB a 4000 Hz; in altri 27 casi (47,35%) la via ossea risulto invariata ed in 3 peggiorò.

I nostri dati sembrano mostrare che la stapedotomia, per l'elevata probabilità di eliminare completamente il deficit trasmissivo con il paziente con otosclerosi al terzo stadio (circa il 79% dei casi) e di ottenere una sovrachiusura del gap via aerea/via ossea (circa il 50% dei casi), può essere applicata anche in pazienti con otosclerosi al terzo stadio con ottimi risultati.

Abstract

Since march 2002 to december 2003 we performed 131 stapedotomies for otosclerosis. 57 were at third stage and were followed to evalute post operative results on gap between air and bone conduction and on bone conduction threshold.

In 43 cases we performed stapedotomy with inverted technique, in 8 cases stapedotomy with classical tecnique, in 2 cases a partial stapedectomy and in 4 cases we performed a review of stapedotomy.

Audiometry was performed before surgery and then at the first, the third and the sixth month by operation.

In inverted stapedotomy in 37 patients (86,06%) the gap between air and bone conduction was completely closed; in 1 patient (2,32%) we found a residual gap of 30 dB and in 5 patients (11,62%) a residual gap of 20 dB. In classic stapedotomy the gap between air and bone conduction was closed in 4 cases (50%); we found a residual gap of 20 dB in 2 cases (25%), of 10 dB in 1 case (12,5%) and no change in 1 case. In 2 patients (100%) submitted to partial stapedectomy we had the closure of gap between air and bone conduiction. Of 4 cases of revision, in 2 (50%) we had closure of gap and in 2 (50%) we found a residual gap of 20 dB.

The most interesting result was improvement of bone conduction. In fact in 27 (47,35%) cases we found an inprovement in average on 5 dB at 250 Hz, 7 dB at 500 Hz, 9,71 dB at 1000 Hz, 7,8 dB at 4000 Hz; in 27 cases (47,35%) bone conduction was unchanged and in 3 cases we found a worsening.

These data show that stapedotomy can be applied also in patients at third stage with optimal results for elevated probability to eliminate completely the conductive deficit in otosclerosis at thurd stage (about 79% of cases) and to obtain an overshutting of the gap between air conduction thresholds and bone conduction thresholds (about 50% of cases).

Introduction

Clinical stages by audiometry in stapedial otosclerosis are (1, 2):

First stage: *conductive deafness < or = 45-50 dB. Air con-*

■ *Indirizzo per corrispondenza / Address for corrispondence: R. Palladino - P.O."Umberto I" - Nocera Inferiore - Salerno - U.O.C. di Otorinolaringoiatria - Dipartimento Chirurgia Testa-Collo ASL SA - E-mail: remo.palladino@tiscali.it*

Introduzione

L'otosclerosi evolve attraverso quattro stadi (1, 2):

Primo Stadio: L'ipoacusia è di tipo trasmissivo, circa 45-50 dB. La soglia di conduzione per via aerea è compromessa a carico delle frequenze gravi, la soglia di conduzione ossea mostra un modesto deficit intorno alle frequenze 2000 Hz (tacca di Carhart).

Secondo Stadio: Iniziale coinvolgimento cocleare. La curva per via aerea subisce un progressivo peggioramento sulle frequenze acute dove la soglia è compresa tra 50-60 dB, la soglia per via ossea si reperta a 15-20 dB sulle frequenze 2000 e 4000 Hz.

Terzo Stadio: Il danno neurosensoriale si rende ancora più evidente, in particolar modo a carico delle frequenze acute, ma anche il gap tra la via aerea e quella ossea sui toni medi e gravi è ridotto rispetto al secondo stadio.

Quarto Stadio: Per la maggior parte danno neurosensoriale.

Scriviamo quest'articolo sull'esperienza di due casi al terzo stadio, che hanno riportato un sostanziale miglioramento post-chirurgico per quanto concerne il recupero uditivo neurosensoriale. Il primo caso è stato una donna di 37 anni con otosclerosi bilaterale al terzo stadio, più accentuata all'orecchio sinistro, sottoposta a stapedectomia sinistra ed apposizione di protesi Fluoroplastic-Piston. Il secondo caso è stato una donna di 60 anni con otosclerosi bilaterale al terzo stadio avanzato sottoposta ad intervento di stapedotomia con apposizione di protesi Fluoroplastic-Piston.

Grazie ad un importante recupero della via ossea in questi pazienti, ci siamo interessati della componente neurosensoriale nell'otosclerosi.

Gli studi statistici non hanno dimostrato nessuna differenza tra individui non sottoposti ad intervento chirurgico per otosclerosi e soggetti normali.

Questo lavoro mostra una maggiore componente neurosensoriale soltanto in pazienti con otosclerosi di età superiore ai 53 anni ed in bassa percentuale. Tuttavia l'esame istologico dell'osso temporale nei casi di otosclerosi (4, 5) mostra un coinvolgimento non solo di una parte della finestra ovale ma anche della coclea.

La maggior parte delle alterazioni anatomo-patologiche sono caratterizzate dall'atrofia della stria vascolare con degenerazione ialina del legamento spirale e degenerazione delle cellule ciliate dell'Organo del Corti.

Le due principali teorie che illustrano il danno cocleare sono:il rilasciamento di enzimi proteolitici nella perilinfa, scaturito dal processo otosclerotico e la presenza di numerosi shunts artero-venosi nel focus otosclerotico tale da ridurre la vascolarizzazione della stria.

Come l'ipoacusia neurosensoriale è proporzionale alla progressiva involuzione della capsula, della stria, ed alla degenerazione ialina del legamento spirale,per cui la seconda ipotesi ci sembra quella più attendibile.

duction threshold is compromised on low tones, bone conduction threshold could show a light bending around 2000 Hz (Carhart effect).

Second stage: *initial cochear involvment. Air conduction curve goes down on high tones and hypoacusic is comprised between 50 and 60 dB, bone conduction threshold get to 15-20 dB on 2000 and 4000 Hz.*

Third stage: *neurosensorial damage is evident, particulary, on the high frequencies but also the gap between air and bone conduction on middle and low tones is reduced in comparison with stage 2.*

Fourth Stage: *mostly neurosensorial deafness.*

We wrote this article by observating two cases at third stage with very important improvement in sensorineural hearing loss after surgery: the first case was a 37 years old woman, with bilateral otosclerosis at advanced third stage, worse on left ear; she was submitted to left partial stapedectomy and application of fluoroplastic piston. The second case was a 60 years old woman, with bilateral otosclerosis at advanced third stage, submitted to left stapedotomy with application of fluoroplastic piston.

Because of great improvement of bone conduction in these patients, we studied neurosensorial component in otosclerosis. Statistical studies have not demonstrated any differences between individuals with unoperated stapedial otosclerosis and normal subjects. These studies showed a greater neurosensorial component only in otosclerotic patients > 53 years old and in a low percentage (3). Nevertheless, histologic examination of temporal bone in cases of otosclerosis (4, 5) showed involvement, besides the region of oval window, of the cochlea too. The most frequent anatomo-pathological alterations in these cases were atrofhy of the vascular stria with hyaline degeneration of the spiral ligament and degeneration of ciliar cells in the Corti's organ. The two main theories that explain the cochlear damage are: the realeasement of proteolytic enzymes in the perilymph by otosclerotic process and the presence of numerous arterial-venous shunts in the otosclerotic focus that reduce the vascularisation of the stria. As sensorineural hypoacusis is directely proportional to the involvement of the capsula next to the stria and to the hyaline degeneration of the spiral ligament, the second hypotesis is the most reliable (6).

Materials and methods

We performed 131 stapedotomies for otosclerosis since march 2002 to dicember 2003. Of these 57 were at third stage and were followed to evaluate post-operative results on gap between air and bone conduction and on bone conduction threshold. Patients were 23 males and 34 females (the medium age was 51 years old), 40 affected by bilateral, 12 by left and 5 by right otosclerosis. All the patients were operated in local anestesia by the same operator; in 43 cases we performed stapedotomy with inverted technique, in 8 cases with classical tecnique, in 2 cases a partial stapedectomy and in 4 cases we performed a review

Materiali e metodi

Abbiamo effettuato 131 stapedotomie per otosclerosi dal marzo 2002 al dicembre 2003. Di queste

57 erano al terzo stadio, a cui faceva seguito una valutazione dei risultati post-operatori sul gap tra la soglia per via aerea e quella per via ossea. Erano 23 pazienti maschi e 34 femmine (età media 51 anni), 40 con otosclerosi bilaterale, 12 a sinistra e 5 a destra. Tutti i pazienti sono stati operati in anestesia locale dallo stesso operatore; in 43 casi abbiamo effettuato una stapedotomia con tecnica invertita, in 8 casi con tecnica classica, in 2 casi una stapedectomia ed in 4 una revisione di stapedotmia (in 2 casi protesi corta e in 2 di dislocazione della protesi).

In 51 casi abbiamo usato una protesi in Fluoroplastic 0,6 x 4,75 mm, in 3 casi 0,6 x 4,50 mm, in un caso 0,6 x 5 mm, in un caso abbiamo applicato una protesi in metallo, ed in un caso una protesi in platino e Teflon.

In 51 casi abbiamo preservato la "corda tympani", in 2 casi è stata lesa accidentalmente, in 3 delle 4 revisioni era assente. Lo stesso tecnico audiometrista, con lo stesso apparecchio, ha effettuato esami audiometrici prima dell'intervento e poi a uno, a tre ed a sei mesi dopo l'operazione.

Risultati

Dall'analisi dei risultati abbiamo notato che, nella stapedotomia invertita, in 37 pazienti (86,06%) il gap tra la via aerea e quella ossea si era completamente chiuso; in un paziente (2,32%) abbiamo trovato un gap residuo di 30 dB ed in 5 pazienti (11,62%) di 20 dB. Nella stapedotomia con tecnica classica il gap tra la via aerea e la via ossea si è chiuso in 4 casi (50%); abbiamo trovato un gap residuo di 20 dB in 2 casi (25%); di 10 dB in un caso (12,5%) e nessun cambiamento in un caso. In 2 pazienti (100%) sottoposti a stapedectomia abbiamo avuto la chiusura del gap tra la via aerea e la via ossea. Dei 4 casi di revisione, in 2 (50%) abbiamo avuto la chiusura del gap, ed in 2 (50%) abbiamo osservato un gap residuo di 20 dB. Il risultato più importante è stato un miglioramento della via ossea. Infatti in 27 casi (47,35%) abbiamo trovato un recupero in media di 5 dB a 250 Hz, di 7 dB a 500 Hz, di 9,71 dB a 1000 Hz, di 8 dB a 4000 Hz; in 27 casi (47,35%) la via ossea non era cambiata ed in tre casi abbiamo trovato un peggioramento.

Commento

Abbiamo esaminato con attenzione la bibliografia sulla componente neurosensoriale dell'otosclerori ed i risultati post-operatori sulla conduzione per via ossea. Le diverse teorie non hanno espresso, attraverso i dati, un parere unanime.

Vartiainen (1992) (8) in uno studio di 311 stapedotomie, con follow-up approssimativamente a dieci anni ha trovato solo un 6,4% di peggioramento di conduzione per via ossea e nessuna significativa differenza in pazienti con otosclerosi e sottoposti ad intervento chirurgico.

Pirodda (1995) (9), su 200 casi con follow-up a 13 anni

of stapedotomy (in 2 cases short prothesis and in two cases dislocated prothesis). In 51 cases we used a piston fluoroplastic 0,6 x 4,75 mm, in 3 cases 0.6 x 4,50 mm, in 1 case 0,6 x 5 mm, in 1 case we applied a metallic prothesis and in 1 case a piston in platinum and Teflon. In 51 cases we preserved the "corda tympani", in 2 cases there was an accidental breach, in 3 of the 4 rewiews it was absent.

The same audiometrician, with same audiometer, performed audiometry before surgery and at the first, the third and the sixth month by operation.

Results

By examination of results we observed that, in inverted stapedotomy, in 37 patients (86,06%) the gap between air and bone conduction was completely closed; in 1 patient (2,32%) we found a residual gap of 30 dB and in 5 patients (11,62%) a residual gap of 20 dB. In classic stapedotomy the gap between air and bone conduction wos closed in 4 cases (50%); we found a residual gap of 20 dB in 2 cases (25%), of 10 dB in 1 case (12,5%) and no change in 1 case. In 2 patients (100%) submitted to partial stapedectomy we had the closure of gap between air and bone conduction. Of 4 cases of revision, in 2 (50%) we had the clocure of gap and in 2 (50%) we found a residual gap of 20 dB.

The most important result was bone conduction improvement. In fact in 27 (47,35%) cases we found an improvement in average on 5 dB at 250 Hz, on 7 dB at 500 Hz, on 9,71 dB at 1000 Hz, on 8 dB at 4000Hz; in 27 cases (47,35%) bone conduction was unchanged and in 3 cases we found a worsening.

Discussion

We have made a careful examination of the bibliografy on neurosensorial component in otosclerosis and results of surgery on bone conduction. The several series are not univocal in their data. Vartiainen (1992) (8) in a study on 311 stapedotomy, with a follow-up of approximately 10 years found alone 6,4% of worsening of bone conduction and no meaningful difference with patients affected by otosclerosis and submitted to surgery.

Pirodda (1995) (9), on 200 cases with a follow-up of 13 years, observed a worsening of bone conduction in 16% and stationary bone conduction in 84%, without meaningful differences between operated and not operated.

Gonim (1992) (10), on 80 patients submitted to surgery and with a follow-up of 1 year, reported stationary values of bone conduction except an improvement on 2000 Hz; he observed a worsening in patients not operated.

Ginsberg (1981) (11), in a study on 2405 stapedectomies and a follow-up of 6 years, found a meaningful improvement of air and bone conduction thresholds during all the period of study.

Meyer (1999) (12), on 40 cases, observed an improvement in bone conduction by 500 to 2000 Hz.

Awengen (1993) (13), in a study on 387 patients, noticed an improvement of bone conduction on frequencies by 500 to

ha osservato un peggioramento di conduzione per via ossea del 16% ed una conduzione per via ossea stazionaria nell'84%, senza sostanziale differenza tra pazienti operati e non.

Gonim (1992) (10) in 80 pazienti sottoposti ad intervento chirurgico e con un follow-up ad un anno ha riportato valori stazionari sulla conduzione per via ossea, fatta eccezione per un miglioramento sui 2000 Hz; ha osservato un peggioramento in pazienti non operati.

Ginsberg (1981) (11) da un'analisi su 2405 stapedectomie ed un follow-up a 6 anni, ha riportato un miglioramento significativo della soglia di conduzione per via aerea ed per via ossea per tutto il periodo dello studio.

Meyer (1999) (12), su 40 casi ha osservato un miglioramento sulla conduzione per via ossea da 500 a 2000 Hz.

Awengen (1993) (13), dallo studio di 387 pazienti, ha notato un miglioramento della conduzione per via ossea sulle frequenze comprese da 500 a 2000 Hz ed un peggioramento sui 4000 Hz.

Quaranta (2005) (21), ha osservato un aumento della soglia di conduzione per via ossea su tutte le frequenze mediante stapedectomia.

Morshed (2003) (22) altrettanto ha riscontrato la medesima cosa.

Molti altri Autori concordano che il miglioramento della conduzione per via ossea è più frequente in giovani pazienti; mentre nei più vecchi si riscontra spesso un peggioramento. Al contrario, Shea ha effettuato stapedectomie in otosclerosi in stadio avanzato riportando un miglioramento della via ossea (23).

Il nostro lavoro comprende 57 pazienti con età media di 51 anni e dimostra che dopo l'intervento chirurgico la conduzione per via ossea in un'otosclerosi al terzo stadio può avere un miglioramento sulle frequenze comprese tra 500 e 4000 Hz in più del 50% dei casi.

Questo è un elemento fondomentale nella gestione clinica; difatti la prospettiva del risultato uditivo nella chirurgia dell'otosclerosi è alla base per le indicazioni ed il consenso informato dei pazienti. È necessario sapere, per un'accurata valutazione della via ossea e della riserva cocleare, la reale funzionalità dell'orecchio interno. Ma nell'otosclerosi la determinazione della reale soglia di conduzione della via ossea non rappresenta un sicuro indice della riserva cocleare, poichè il deficit è più del reale e nella maggior parte dei casi. Capita, probabilmente poichè l'anchilosi e l'aumento di massa sulla staffa fa aumentare meccanicamente l'impedenza dei fluidi dell'orecchio interno per cui la catena ossiculare trasferisce meno energia (3), come accade nell'idrope endolinfatica. Pertanto il motivo del miglioramento della soglia di conduzione per via ossea rimane ancora incerto ma l'ipotesi più accreditata è che la conduzione ossea risulti anche da un cambiamento dell'orecchio medio (15,16,17). Infatti la più piccola modificazione di pressione e mobilita dei fluidi labirintici può condizionare la conduzione ossea. Le cellule ciliate reagiscono alla minima variazione dei fluidi endolabirintici. Queste vibrazioni si misurano in Angstroms. Quando il processo invade il legamento anulare della pla-

2000 Hz and a worsening on 4000 Hz.

Quaranta (2005) (21), observed increased bone conduction threshold at all frequencies in partial stapedectomy.

Morshed (2003) (22), found improvement of bone conduction in stapedectomies too.

Many Authors are agree in asserting that improvement of bone conduction is more frequent in young people; instead there is frequently a worsening in old population .On the contrary, Shea performed stapedectomy in far-advanced otosclerosis with improvement of BC (23).

Our series comprises 57 patients with medium age 51 years and shows that postoperative bone in otosclerosis at the third stages can have an improvement of frequencies by 500 to 4000 in nearly 50% of cases. This element is very important in clinical management; in fact the prevision of auditory results in surgery of otosclerosis is basilar for indications and for informed consent of patients (14). It's necessary to know, for accurate appraisal of bone conduction and of the cochlear reserve, a real measure of function of the inner ear. But in otosclerosis the determination of the real threshold of bone conduction does not constitute a sure index of the cochlear reserve, because the deficit is greater than reality in a great part of cases. It happens, probably, because the anchylosis and the increase of mass of the stapes increase mechanical impedance of the fluids of the inner ear and bone oscillator transfers smaller energy (3), like it happens in endolymphatic hydrope.

Therefore the reason of improvement of bone conduction threshold remains still uncertain, but the most accepted hypothesis is that bone conduction is result of changes of the middle ear too (15, 16, 17). In fact smallest modification in pressure and mobility of labyrintic fluids can modify bone conduction. The ciliar cells react to minimal vibrations of endolabyrintic fluids. These vibrations are measured in Angstroms. When the process invades the anular ligament of platina, there is a reduction of elasticity and a correspondent increment of the acoustic stiffness of the system, with reduction of vibration of ciliar cells. Carhart measured this loss in a great number of cases, basing on change of bone conduction threshould after surgery. This loss was estimated: 5 dB at 500 hz, 10 dB at 1000 hz, 15 dB at 2000 hz, 5 dB at 4000 hz (18, 19). For this reason the correction by these values gives an exact esteem of the cochear reserve. Ideally, therefore, since stapedotomy resolves all conductive hearing loss, the appraisal of effective cochlear reserve concurs us to foretell post-operative auditory recovery. The ideal result should be a medium of 10 dB more than the average on pre-operative bone way (overshutting of the gap air/bone conduction) (20).

Conclusions

These data seem to show that stapedotomy can be applied also in patients at third stage with optimal results, for elevated probability to eliminate completely the conductive deficit in otosclerosis at third stage (about 79% of cases) and to obtain an overutting o the gap between air conduction thresholds and bone conduction thresholds (about 50% of cases). Age is not discriminanting. In fact our series includes 10 patients over 60 years old and 6 over 70 years old.

tina, c'è una riduzione di elasticità ed un incremento corrispondente della rigidità acustica del sistema, con una riduzione della vibrazione delle cellule ciliate. Carhart ha misurato questa perdita in un gran numero di casi, sulla base del cambiamento della soglia di conduzione ossea dopo l'intervento. La perdita era stimata: 5 dB a 500 Hz, 10 dB a 1000 Hz, 15 dB a 2000 Hz, 5 dB a 4000 Hz (18,19).

Per questo motivo la correzione di tali valori da una stima esatta della riserva cocleare. Idealmente, pertanto, risolvendo con la stapedotomia tutte le sordità di trasmissione, il valore effettivo della riserva cocleare ci consente di predire il recupero post operatorio.

Il risultato ideale dovrebbe essere di circa 10 dB oltre la media della via ossea pre operatoria (superamento del gap conduzione aerea/ossea) (20).

Conclusioni

Questi dati dimostrano che la stapedotomia può essere effettuata con ottimi risultati anche in pazienti al terzo stadio, per le molteplici probabilità di eliminare completamente il deficit di conduzione nelle otosclerosi al terzo stadio (circa il 79% dei casi) ed ottenere un superamento del gap tra la soglia per conduzione aerea e quella ossea (circa 50% dei casi). L'età non è discriminante. Infatti i nostri dati includono 10 pazienti con più di 60 anni e 6 con più di 70.

Bibliografia - References

1. Del Bo M., Giaccai F., Grisanti G. Handbook of Audiology, 469, 1980.
2. CollarsV., Sittoni W. Clinical Otologia, 265, 1993.
3. Browning G.G.,Gatehouse S. Sensorineural hearing loss in stapedial otosclerosis, Ann Otol Rhinol Laryngol, 93, 13-16, 1984.
4. Guild SR. Histological otosclerosis. Ann Otol Rhinol Laryngol, 53, 246-266, 1944.
5. Schuknecht HF. Pathology of the ear.Boston:Harvard University Press,1974.
6. Gamal Aly, El Rahman Abd. Cochlear otosclerosis: statistical analysis of relationship of spiral ligament hyalinization of hearing loss. The Journal of Laryngology and Otology,104: 952-955,1990.
7. Thane D., Cody R., Hillier Baker L. Otosclerosis: vestibular symptonsand sensorineural Hearing loss.Ann.Otol.87: 778-796,1978.
8. Vartiainen E.,Karjalainen S. Bone conduction Thresholds in patients with otosclerosis. Am. J.Otolaryngol.13:234-6, 1992.
9. Pirodda E., Modugno G.C., Buccolieri M. The problem of the sensorineural component in otosclerosis hearing loss: a comparision between operated and non-operated ears. Acta Otolaryngol 115:427-32, 1995.
10. Ghonim MR. Cochlear function after stapedectomy. ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec 54:148-51, 1992.
11. Ginsberg IA,Hoffman SR, White TP, Stinziano GD. Hearing changes following stapedectomy: a six year follow up. Laryngoscope 91:87-92, 1981.
12. Meyer IF. The effect of stapes surgery on high frequency hearing in patients with otosclerosis, Am.J.Otol., 20:702, 1999.
13. Awengen DF. Change of bone conduction threshold by total footplate stapedectomy in relation to age. Am.J.Otolaryngol.14:105-10, 1993.
14. Motta G., Gruosi M., Motta S. Stapedotomia vs stapedectomia, confronto dei risultati Uditivi. Acta Otorhinol ital Suppl.53, XVI,:36-41, 1996.
15. Causse J.B., Gherini S., Horn Karl L. Surgical treatment of stapes fixation by fiberoptic argon laser – stapedotomy with reconstruction of the anular ligament. Otolaryngologic clinics of North America, 26:395-415, 1993.
16. Bremond GA, Magnan S, Chais A, deGasquet R, Ulmer E. Surgeries de the otospongiose. Techniques differentes-resultats identiques: Pourquoi?. J Fr Otorhinolaryngol 39:199-202, 1990.
17. Dancer A: Biomècanique de l'audition. In Physiologie de la Cochlèè. Paris, Sèrie Audition INSERM/SFA, 1998.
18. Hannley Maureen T. Audiology characteristics of the patients with otosclerosis. Otolaryngologic Clinics of North America. 26; 373-86, 1993.
19. Tonndorf J. Sensorineural and pseudosensorineural hearing losses. ORL J. Otorhinolaryngol. Relat.Spec., 50:79-83, 1988.
20. Pirodda A., Modugno G.C., Stamato R., Montaguti M., Rinaldi Ceroni A. Deterioramento tardivo della conduzione ossea dopo chirurgia della staffa: analisi retrospettiva. Acta Otorhinolaryngol Ital. 2002 Jun;22 (3): 119-26.
21. Quaranta N.,Besozzi G., Fallacara R.A., Quaranta A. Air and bone conduction change after stapedotomy and parzial stapedectomy for otosclerosis. Otolaryngol. Head Neck Surg. 2005 Jul; 133 (1): 116-120.
22. Morshed K.,Siwiec H., Szymansky M., Golabek W. Bone and air conduction after Stapedectomy. Ann Univ Mariae Curie Sklodowska Med 2003; 58 (1): 33-7
23. Shea P.F., Ge X., Shea JJ Jr. Stapedectomy for far-advanced otosclerosis. Am J Otol.1999 Jul; 20(4): 425-9.

What is auditory processing?

L'elaborazione dell'udito. Il processing uditivo

A. Fuente

Communication Disability Centre, The University of Queensland, Brisbane, Australia

Traduzione in italiano a cura di Elisabetta Genovese, Istituto di Audiologia e Foniatria, Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia

Auditory processing (AP) is not a new area of research, having a history of more than fifty years. From the first studies of Bocca et al. (1954) using filtered speech to assess subjects with temporal lobe tumours and those of Kimura (1961) using dichotic listening to assess subjects with cerebral lesions, to recent studies using electrophysiological measurements to assess AP (Moncrieff et al., 2004), this area has been of interest to audiologists. AP has been explored in many groups of patients, such as in persons with Alzheimer's disease (Iliadou&Kaprinis, 2003; Strouse et al., 1995), presbycusis (Frisina&Frisina, 1997), dyslexia (Hugdahl et al.,1998; Sapir et al., 2002; Schulte-Korne et al., 1998), specific language impairment (Tallal et al., 1985), brainstem and cortical lesions (Baran et al., 2004; Musiek, 1983a,b), epilepsy (Ortiz et al., 2002), and organic solvent exposure (Varney et al., 1998). Due to increasing clinical concern regarding AP and because of the debate surrounding the definition of and diagnostic procedures for auditory processing disorders (APD), different scientific associations have made efforts to unify the concepts and procedures associated with APD. In 1996 the American Speech-Language-Hearing Association (ASHA) formulated a definition of both AP and APD. A new technical report was developed by ASHA in order to update the 1996 document. According to ASHA (2005), AP refers to the efficiency and effectiveness by which the central nervous system (CNS) utilises auditory information. AP relates to the perceptual processing of auditory information in the CNS and the neurobiological activity that underlies that processing and gives rise to electrophysiological auditory potentials. AP includes the auditory mechanisms that underlie the following abilities or skills: sound localisation and lateralisation; auditory discrimination; auditory pattern recognition; temporal aspects of audition, including temporal integration, temporal discrimination, temporal ordering, and temporal masking; auditory performance in competing acoustic signals (including dichotic listening); and auditory performance with degraded acoustic signals. On

(L'elaborazione dell'udito) Il processing uditivo non è un nuovo settore della ricerca in quanto ha una storia di oltre cinquanta anni. Questo settore è stato di grande interesse per gli audiologi sin dai primi studi di Bocca et al. (1954) che utilizzavano (comandi) stimoli vocali filtrati per valutare soggetti con tumori del lobo temporale, di Kimura (1961) che utilizzava l'ascolto dicotico per valutare soggetti con lesioni cerebrali, fino ai recenti studi che utilizzano misure elettrofisiologiche per valutare l'Auditory Processing (AP) (Moncrieff et al., 2004). L'AP è stato studiato in molti gruppi di pazienti, come nelle persone affette da malattia di Alzheimer (Iliadou&Kaprinis, 2003; Strouse et al.,1995), dislessia (Hugdahl et al, 1998; Sapir et al, 2002; Schulte-Körne et al, 1998), disturbo del linguaggio specifico (Tallal et al, 1985), lesioni del tronco cerebrale e corticali (Baran et al, 2004; Musiek, 1983 a, b), epilessia (Ortiz et al., 2002), e nelle persone esposte a solventi organici (Varney et al., 1998). A causa dell'aumento di interesse clinico in merito al processing uditivo (AP) ed al dibattito riguardo la definizione e le procedure diagnostiche per i disturbi di elaborazione uditiva (Auditori Processing disorders APD), diverse associazioni scientifiche (hanno fatto sforzi) si sono impegnate per unificare i concetti e le procedure relative alle APD. Nel 1996 l'American Speech-Language-Hearing Association (ASHA) ha formulato una definizione sia dell'AP e che dell'APD. Una nuova relazione tecnica è stata sviluppata dall'ASHA, al fine di aggiornare il documento del 1996. Secondo ASHA (2005), AP fa riferimento all'efficienza e all'efficacia con cui il sistema nervoso centrale (CNS) utilizza informazioni uditive. AP si riferisce al trattamento delle informazioni nervose uditive nel SNC e all'attività neurobiologica che sottende tale trattamento e dà origine a potenziali uditivi elettrofisiologiche. AP comprende i meccanismi che sono alla base delle seguenti capacità e competenze uditive: localizzazione del suono e lateralizzazione; discriminazione uditiva; riconoscimento di pattern uditivi; aspetti temporali della percezione uditiva, tra cui l'integrazione temporale, la discriminazione temporale, la successione temporale, e il mascheramento temporale; la percezione uditiva con stimoli in competizione (compreso l'ascolto dicotico); e la percezione uditiva con sti-

■ *Indirizzo per corrispondenza / Address for corrispondence: A. Fuente - The University of Queensland – Brisbane – Australia - Communication Disability Centre*
E-mail: a.fuente@uq.edu.au

the other hand, APD refers to difficulties in the perceptual processing of auditory information in the CNS as demonstrated by poor performance in one or more of the above skills (ASHA, 2005). Jerger&Musiek (2000) organised a consensus conference on the diagnosis of auditory processing disorders in school-aged children. At this conference it was suggested that APD may be defined as a deficit in the processing of information that is specific to the auditory modality (Jerger&Musiek, 2000). In the U.K., the Auditory Processing Disorder Working Group of the British Society of Audiology (2006) defined APD as a hearing disorder resulting from impaired brain function and characterised by poor recognition, discrimination, separation, grouping, localisation and ordering of non-speech sounds. Also, Masquelier (2003) presented an integrated vision of AP. He stated that AP is a concert of auditory processes or abilities that underlie important functions such as speech discrimination. Masquelier proposes a comprehensive assessment of all of the auditory processes/abilities proposed by ASHA in 1996 and 2005 to be able to diagnose and characterise APD. To assess AP status either in research laboratories or in clinical settings, both researchers and clinicians require tests specifically designed to assess different aspects of AP. For this, electrophysiological measurements and/or behavioural tests may be carried out. The former are more useful to detect the site of dysfunction in the central auditory nervous system (CANS) while the latter are more useful to assess the subject's auditory performance in different auditory skill areas. At the conference organised by Jerger&Musiek (2000) three possible approaches to the construction of a minimal test battery for AP in school children were proposed: behavioural tests, electrophysiological and electroacoustic tests, and neuroimaging studies. ASHA (2005) proposed that an AP test battery should include measures that examine different central processes or abilities, and also that tests should include both nonverbal and verbal stimuli to examine different aspects of auditory processing and different levels of the auditory nervous system. According to ASHA (2005), the purpose of an AP diagnostic test battery is to examine the integrity of the CANS, and to determine the presence of an APD and describe its parameters. To do this, the audiologist should examine a variety of auditory performance areas. Taking into account the definition of APD by ASHA (2005), there are different test categories that reflect the variety of auditory processes and regions/levels within the CANS that underlie auditory behaviour and listening, and which rely on neural processing of auditory stimuli. The following test categories may be used as a reference. According to ASHA (2005), clinicians do not have to choose one test for each category; instead, the listing serves merely as a guide for clinicians to the types of measures that are available for AP assessment. The test battery should be selected according to the client's referring complaint and the relevant information available to the audiologist. These test categories are: Auditory discrimination, auditory tempo-

moli degradati. L'APD si riferisce a difficoltà nel processing delle informazioni uditive da parte del SNC, come dimostrato da scarse performance in una o più delle suddette competenze (ASHA, 2005). Jerger&Musiek (2000) hanno organizzato una consensus conference sulla diagnosi dei disturbi di elaborazione uditiva nei bambini in età scolare. A questa conferenza è stato suggerito che l'APD può essere definito come un deficit di elaborazione di informazioni specifiche per la modalità uditiva (Jerger&Musiek, 2000). Nel Regno Unito, il gruppo di studio per i disordini dell'elaborazione uditiva della Società Britannica di Audiologia (2006) definisce APD come un disturbo dell'udito derivante dalla compromissione della funzione centrale e caratterizzato da un non ottimale riconoscimento, discriminazione, separazione, raggruppamento, localizzazione e successione dei suoni non-verbali. Inoltre, Masquelier (2003) ha presentato una visione integrata di AP. Egli ha dichiarato che AP è un insieme di processi uditivi o abilità che sono alla base di funzioni importanti come la discriminazione verbale. Masquelier propone una valutazione globale di tutti i processi uditivi/abilità proposti da ASHA nel 1996 e nel 2005 per essere in grado di diagnosticare e caratterizzare APD.

Al fine di valutare il livello del processing uditivo sia in laboratori di ricerca che in ambito clinico, ricercatori e clinici studiano test specificamente progettati per valutare diversi aspetti della AP. Per questo, misurazioni elettrofisiologiche e/o test comportamentali possono essere utilizzati. I primi sono più utili per individuare il sito di disfunzione del sistema uditivo nervoso centrale (CNS), mentre i secondi sono più utili per valutare le prestazioni uditive del soggetto in diverse aree di abilità uditive. Alla conferenza organizzata da Jerger&Musiek (2000) sono stati proposti tre possibili approcci alla costruzione di una batteria di test minima di AP nei bambini della scuola: test comportamentali, test elettrofisiologici ed elettroacustici, e studi di neuroimaging. ASHA (2005) ha proposto che una batteria di test AP dovrebbe includere misure che esaminano diversi processi centrali o abilità, e anche che le prove devono comprendere sia gli stimoli non verbali e verbali per esaminare diversi aspetti della elaborazione uditiva e diversi livelli del sistema uditivocentrale. Secondo ASHA (2005), il fine di una batteria diagnostica per AP è di esaminare l'integrità del CNS, determinare la presenza di un APD e descriverne i parametri. Per fare questo, l'audiologo dovrebbe esaminare una serie di aree di performance uditive. Tenendo conto della definizione di APD data da ASHA (2005), ci sono categorie di test diversi che riflettono la varietà di processi uditivi e delle aree/livelli all'interno del sistema uditivo centrale che sottendono il comportamento uditivo e l'ascolto, e che sono alla base dei processi neurali di stimoli uditivi. Le seguenti categorie di test possono essere utilizzate come riferimento. Secondo ASHA (2005), i clinici non devono scegliere un test per ogni categoria; la lista serve solo come una guida per le tipologie di prove che sono disponibili per una valutazione di AP. La batteria di test deve essere selezionata in base a ciò che riferisce il paziente e alle informazioni rilevanti per l'audiologo. Queste categorie di prova sono: la discriminazione uditiva, l'elaborazione uditiva temporale e di pattern, l'ascolto dicotico, l'ascolto monoaurale a bassa ridondanza, l'interazione binaurale, e le misure elettroacustiche ed elettrofisiologiche (ASHA, 2005). In sintesi, come

ral processing and patterning, dichotic speech, monaural low-redundancy speech, binaural interaction, and electroacoustic and electrophysiological measures (ASHA, 2005). In summary, as explained above, auditory processing/functioning comprises different auditory abilities or processes that underlie complex hearing functions. Therefore, a clear understanding of the auditory processes is needed prior assessing AP. The following section explains the auditory processes that are proposed by ASHA (1996, 2005) and Masquelier (2003) as the central mechanisms of AP.

Auditory Processes

This section explains the different auditory processes involved in central auditory functioning, and provides examples of tests that can be used to assess the different auditory processes. Table 1 summarises different AP tests, the auditory process involved, and test category according to ASHA (1995, 2006).

Phonetic decoding

The phonetic decoding process, also called auditory closure, involves the normal listener's aptitude for using intrinsic and/or extrinsic redundancy in order to fill in missing and distorted portions of the auditory signal and so recognise the totality of the message (Masquelier, 2003). Auditory closure plays an important part in daily activities for listening conditions that are rarely ideal. From a clinical point of view, it is in a noise-related hearing situation that a disorder at this level is most apparent. The subject also finds more difficulty in presence of a di-

spiegato in precedenza, l'elaborazione uditiva/funzionamento comprende abilità uditive diverse o processi che sono alla base di funzioni uditive complesse. Di conseguenza, una chiara conoscenza dei processi uditivi è necessaria prima di una valutazione AP. La sezione che segue spiega i processi uditivi che vengono proposti da ASHA (1996, 2005) e Masquelier (2003) come i meccanismi centrali di AP.

Processi uditivi

Questa sezione spiega i processi uditivi coinvolti nel funzionamento uditivo centrale, e fornisce esempi di test che possono essere utilizzati per valutare i processi uditivi differenti. La Tabella 1 riassume diversi test di AP, il processo uditivo coinvolto, e la categoria di prova, secondo ASHA (1995, 2006).

Decodificazione fonetica

Il processo di decodificazione fonetica, o percezione delle chiavi fonetiche, coinvolge l'attitudine dell'ascoltatore normale all'utilizzo delle ridondanze intrinseche e/o estrinseche al fine di identificare porzioni mancanti e distorte del segnale uditivo e quindi riconoscere la totalità del messaggio (Masquelier, 2003).

La decodifica fonetica svolge un ruolo importante nelle attività quotidiane per l'ascolto in condizioni che sono raramente ideali. Da un punto di vista clinico la situazione più evidente è la difficoltà di percezione uditiva nel rumore. Il soggetto si trova in ulteriore difficoltà in presenza di un dialetto o di un particolare accento regionale o quando l'intensità vocale del parlante è bassa (Masquelier, 2003).

Gli esami clinici che possono essere utilizzati per valutarela decodificazione fonetica sono il messaggio nel rumore, il mes-

Test	Task description	Auditory process(es) involved (Bellis 2003; Masquelier, 2003)	Behavioural process or auditory skill involved (ASHA, 1996, 2005)	Test category according to ASHA, 1996, 2005
Speech-in-noise	Recognition of monosyllables in the presence of white noise.	Auditory closure (Bellis, 2003) Auditory figure/ground (Bellis, 2003) Phonetic decoding (Maquelier, 2003)	Auditory performance decrements with competing acoustic signals.	Low redundancy monaural speech
Filtered speech	Recognition of monosyllables that have been low-pass filtered	Auditory closure (Bellis, 2003) Phonetic decoding (Masquelier, 2003)	Auditory performance decrements with degraded acoustic signals.	Low redundancy monaural speech
Binaural fusion	Recognition of monosyllables whose low frequency spectrum is presented to one ear and high spectrum is presented simultaneously to the other ear.	Binaural interaction (Bellis, 2003)	Binaural interaction	Binaural interaction
Dichotic digits	Repetition of two pairs of digits which are presented simultaneously (dichotically) to both ears. Repetition of the numbers heard in one ear.	Hemispheric transfer (Masquelier, 2003) Binaural integration - divided attention - (Bellis, 2003; Masquelier, 2003) Binaural separation - selective attention - (Masquelier, 2003)	Dichotic listening	Dichotic speech
Staggered spondaic words	Repetition of four words which are presented to both ears in an overlapped manner.	Hemispheric transfer (Masquelier, 2003) Binaural integration - divided attention - (Bellis, 2003; Masquelier, 2003)	Dichotic listening	Dichotic speech
Duration pattern sequence	Discrimination of duration and ordering of acoustic stimuli according to their duration.	Temporal configuration (Masquelier, 2003) Duration discrimination, temporal ordering, linguistic labelling (Bellis, 2003)	Auditory discrimination Auditory pattern recognition Temporal aspects of audition, including resolution, masking, integration, and ordering Temporal processes: ordering, resolution, integration, and discrimination	Auditory temporal processing and patterning.
Random gap detection	Gap detection between two acoustic stimuli	Temporal resolution (Bellis, 2003)	Auditory discrimination Auditory pattern recognition Temporal aspects of audition, including resolution, masking, integration, and ordering Temporal processes: ordering, resolution, integration, and discrimination	Auditory temporal processing and patterning.

Table 1. Description of the main task, the auditory process according to Bellis (2003) and/or Masquelier (2003), the behavioural phenomenon or auditory skill (ASHA 1996, 205) and test category (ASHA 1996, 2005) for different auditory processing tests.

alect or particular regional accent or when the speaker's vocal intensity is low (Masquelier, 2003). Clinical tests that may be used to assess phonetic decoding are speech-in-noise, filtered speech, and compressed speech. Also the hearing-in-noise test (Nilsson et al., 1994) may be used to assess this auditory process.

In general, tests that assess the phonetic decoding process fall within the ASHA test category of monaural low-redundancy speech tests. However, this auditory process is involved in two auditory skills proposed by ASHA (1996, 2005): auditory performance decrements with competing acoustic signals, and auditory performance decrements with degraded acoustic signals.

The former, firstly involves auditory figure/ground and subsequently auditory closure or phonetic decoding. The latter, as there is no competing signal, only involves the auditory closure or phonetic decoding process. Speech-in-noise or speech-in-babble is a test that involves auditory figure/ground and phonetic decoding processes. Filtered speech and time compressed speech tests involve only the phonetic decoding process, although for compressed speech, temporal resolution is crucial.

Binaural separation and integration

The binaural separation and integration processes involve the listener's ability to deal with different auditory messages simultaneously presented to both ears. Binaural separation relates to the capacity to focus on one ear while ignoring a different message simultaneously presented to the other ear. The binaural integration process concerns the ability to deal with information presented simultaneously to both ears (Bellis, 2003). In real life listening situations, subjects must ignore auditory stimuli when listening to a target voice. The rest of the auditory stimuli, either verbal or non verbal, are acting as masking sounds.

From a clinical point of view, a disorder at this level is also apparent through noise-related hearing difficulties. Another frequent clinical manifestation is difficulty in following a conversation when another person is speaking at the same time, and in following two conversations in parallel. Binaural separation, which allows dealing with an auditory message to one ear while ignoring a different message simultaneously presented to the other ear, also involves selective attention insofar as it makes the listener focus on one message while inhibiting the information received in the other ear. Binaural integration, which on the other hand, involves dealing with information presented to both ears at the same time, also involves divided attention (Bellis, 2003).

Auditory processing assessment tests that explore the binaural separation and integration processes are dichotic listening tests such as dichotic digits, dichotic words, and competing sentences. When the task in these tests is to repeat back all the stimuli heard in both ears, the binaural integration process is involved. When the task implies the repetition of stimuli heard in either the right or left ear only, the binaural separation process is involved.

saggio filtrato, e il messaggio compresso. Anche i test nel rumore (Nilsson et al., 1994) possono essere utilizzati per valutare questo processo uditivo.

In generale, i test che valutano il processo di decodifica fonetica rientrano nella categoria dei test proposti dall'ASHA dei test monoaurali a bassa ridondanza. Comunque questo processo è coinvolto in due abilità uditive proposte dall'ASHA (1996, 2005): diminuzione delle performance uditive con segnali acustici in competizione, e con segnali acustici degradati. Il primo riguarda la percezione figura/sfondo e di conseguenza la percezione delle chiavi fonetiche o la decodifica fonetica. Il secondo, se non c'è un messaggio in competizione, coinvolge solo il processo di percezione delle chiavi fonetiche e della decodifica speech-in-noise o speech-in-babbletest sono prove che coinvolgono i processi di percezione figura/sfondo e di decodifica fonetica. Il messaggio filtrato ed il messaggio compresso sono prove che coinvolgono solo il processo di decodifica fonetica, sebbene nel messaggio compresso la risoluzione temporale sia importante.

Separazione ed integrazione binaurale

Il processo di separazione ed integrazione binaurale coinvolge la capacità dell'ascoltatore di gestire i messaggi uditivi differenti contemporaneamente presentati ad entrambe le orecchie. La separazione binaurale fa riferimento alla capacità di concentrarsi su un lato, ignorando un messaggio diverso presentato contemporaneamente all'orecchio controlaterale. Il processo di integrazione binaurale riguarda la capacità di gestire le informazioni presentate simultaneamente ad entrambe le orecchie (Bellis, 2003). Nelle situazioni di ascolto reali nella vita, i soggetti devono ignorare stimoli uditivi durante l'ascolto di un messaggio verbale. Il resto degli stimoli uditivi, sia verbali o non, si comportano come suoni di mascheramento. Da un punto di vista clinico, un disturbo a questo livello si manifesta anche con difficoltà uditive in ambiente rumoroso. Un'altra frequente manifestazione clinica è la difficoltà nel seguire una conversazione quando un'altra persona parla contemporaneamente, così come nel seguire due conversazioni in parallelo. La separazione binaurale, che permette di percepire un messaggio uditivo ad un orecchio, ignorando un messaggio diverso presentato contemporaneamente controlateralmente, coinvolge l'attenzione selettiva in quanto indirizza l'attenzione dell'ascoltatore verso un messaggio, mentre inibisce le informazioni ricevute dall'altro orecchio. L'integrazione binaurale, che invece, ha la finalità di gestire informazioni presentate a entrambe le orecchie allo stesso tempo, coinvolge l'attenzione distorta (Bellis, 2003).

I test di valutazione dell'elaborazione sonora che esplorano la separazione binaurale e i processi di integrazione sono prove di ascolto dicotico, come numeri dicotici, parole e frasi dicotiche, frasi in competizione. Quando il compito in questi test è di ripetere tutti gli stimoli sentito in entrambe le orecchie, il processo di integrazione binaurale è coinvolto. Quando il compito comporta la ripetizione di stimoli sentiti solo all'orecchio destro o sinistro, è coinvolto il processo di separazione binaurale.

Elaborazione uditiva temporale

L'elaborazione uditiva temporale può essere definita come la percezione del suono o l'alterazione del suono all'interno di

Auditory temporal processing

Auditory temporal processing can be defined as the perception of sound or the alteration of sound within a restricted or defined time domain (Musiek et al., 2005). Hirsh (1959) suggested that temporal processing is critical to a wide variety of everyday listening tasks, including speech perception and perception of music. Temporal processing comprises four subcomponents: temporal ordering or sequencing, temporal resolution or discrimination, temporal integration or summation, and temporal masking (ASHA 1996, 2005). A discussion of each subcategory of temporal processing follows.

Temporal ordering or sequencing (recognition of temporal configurations): Temporal ordering, or sequencing, refers to the processing of two or more auditory stimuli in their order of occurrence in time (Pinheiro&Musiek, 1985). It involves the aptitude for recognising the acoustic contours of the stimuli. From the language point of view, this process allows the listener to take advantage of the prosodic elements of speech such as rhythm, emphasis and intonation. These elements convey linguistic information in that they facilitate comprehension of syntactically ambiguous sentences or express the speaker's intentions as in an interrogation or exclamation. They also convey non-linguistic information such as emotional state. Accurate temporal ordering requires that both the right and left hemispheres be anatomically and physiologically intact (Shinn, 2007). The ability to properly recognise, identify, and sequence auditory patterns involves several perceptual and cognitive processes (Pinheiro&Musiek, 1985). These processes are not restricted to one hemisphere alone, but rather require integration of information from both hemispheres across the corpus callosum. Hence, pattern tests such the pitch pattern sequence (Pinheiro, 1977) and the duration pattern sequence (Musiek et al., 1990) are sensitive to hemispheric lesions, as well as interhemisphericdysfunction (Musiek&Pinheiro, 1987). Information regarding contour recognition must be processed in the right hemisphere and then passed via the corpus callosum to the left hemisphere where the linguistic label is applied to the signal (Shinn, 2007).

From the clinical point of view, a disorder at the level of temporal configurations can have an impact on comprehension of the spoken language. The subject may experience difficulty in extracting key words, often stressed, or in taking advantage of intonation nuances.

The auditory processing assessment tests allowing particular targeting of this process are the duration and frequency recognition pattern tests. The Duration Pattern Test seems relatively resistant to the effects of cochlear lesions because it is not highly dependent on good frequency discrimination (Musiek, et al., 1990).

Temporal resolution: temporal resolution or discrimination refers to the shortest duration of time in which an individual can discriminate between two auditory signals (Gelfand, 1998). The threshold for temporal resolution

un dominio di tempo limitato o definito (Musiek et al., 2005). Hirsh (1959) ha suggerito che il trattamento temporale è fondamentale per una vasta gamma di attività quotidiane di ascolto, tra cui la percezione del parlato e la percezione della musica. L'elaborazione temporale comprende quattro sottocomponenti: ordine osequenza temporale, risoluzione o discriminazione, integrazione temporale o sommazione, e mascheramento (ASHA 1996, 2005). Segue una discussione di ogni sottocategoria dell'elaborazione uditiva temporale.

Processamento temporale o sequenziamento (riconoscimento di configurazioni temporali): *Il processamento temporale, o sequenziamento, si riferisce al trattamento di due o più stimoli uditivi secondo il loro ordine di comparsa nel tempo (Pinheiro&Musiek, 1985). Coinvolge l'attitudine a riconoscere i profili acustici degli stimoli. Dal punto di vista del linguaggio, questo processo permette all'ascoltatore di sfruttare gli elementi prosodici del discorso come il ritmo, l'accento e l'intonazione. Questi elementi trasmettono informazioni linguistiche in quanto facilitano la comprensione di frasi sintatticamente ambigue o esprimono le intenzioni di chi parla sotto forma di domande o esclamazioni. Trasmettono inoltre informazioni non linguistiche sotto forma di stato emotivo. Un accurato processamento temporale richiede che entrambi gli emisferi, destro e sinistro, siano anatomicamente e fisiologicamente intatti (Shinn, 2007). La capacità di riconoscere correttamente, di identificare, e sequenziare i pattern uditivi coinvolge diversi processi percettivi e cognitivi (Pinheiro&Musiek, 1985). Questi processi non sono limitati ad un unico emisfero, ma richiedono l'integrazione di informazioni provenienti da entrambi gli emisferi attraverso il corpo calloso. Pertanto test di riconoscimento di pattern, come la variazione di pitch (Pinheiro, 1977) e di durata la durata (Musiek et al., 1990), sono sensibili a lesioni emisferiche così come a disfunzione interemisferiche (Musiek&Pinheiro, 1987). Informazioni relative al processamento dei contorni devono essere elaborate nell'emisfero destro e poi attraverso il corpo calloso trasmesse al sinistro dove vengono associate le etichette linguistiche al segnale (Shinn, 2007). Dal punto di vista clinico, un disturbo a livello di configurazioni temporali può avere un impatto sulla comprensione del linguaggio parlato. Il soggetto può avere difficoltà ad estrarre le parole chiave, spesso accentate, o ad usufruire delle sfumature di intonazione. I test di valutazione dell'elaborazione uditiva che permettono di valutare nello specifico questo processo sono i test che valutano modelli di durata e frequenza. Il Duration pattern test sembrerebbe relativamente resistente agli effetti di lesioni cocleari perché esso non è altamente dipendente dalla discriminazione frequenziale (Musiek, et al., 1990).*

Risoluzione temporale: *risoluzione temporale o discriminazione si riferisce alla più breve durata di tempo in cui un individuo può discriminare tra due segnali uditivi (Gelfand, 1998). La soglia per la risoluzione temporale è conosciuta come l'acuità uditiva temporale o tempo di integrazione minimo (Greene, 1971). Le misure cliniche per valutare la risoluzione temporale sono basate su paradigmi di rilevazione di gap (Shinn, 2007). Philips (1999), e Philips & Hall (2000) distesero la detezione di uno stimolo nella risoluzione temporale tra rilevazioni all'interno di un canale e tra canali. Nel*

is known as temporal auditory acuity or minimum integration time (Greene, 1971). Clinical measures to assess temporal resolution have relied on gap detection paradigms (Shinn, 2007).

Philips (1999), and Philips & Hall (2000) distinguished between within-channel and between-channel gap detection in temporal resolution. In the typical gap detection paradigm, the stimulus preceding the gap is identical in spectrum and duration to the stimulus following the gap. That is, the typical gap detection paradigm involves the insertion of a silent period into the centre of an ongoing auditory signal. As such, the auditory signal preceding the gap can be expected to stimulate the same neuronal pool which is stimulated following the gap. This is referred to as within-channel gap detection. Studies have shown that the normal within-channel gap detection threshold is on the order of only 2 msec. However, gaps of only 2 msec do not typically occur during normal speech perception. For example, the perception of voice-onset time (VOT) necessary for discriminating between voiced and voiceless stop consonants is an example of naturally occurring gap detection during running speech. Unlike the typical gap detection paradigms used in psychoacoustics laboratories, the spectral content and duration of the auditory signal preceding the gap in a voiced (or voiceless) consonant are quite different from those of the signal following the gap. As such, different neuronal pools can be expected to be stimulated before and after the gap. Indeed, as Philips (1999) has shown, the normal gap detection threshold for stimuli in which the signal preceding the gap is different in spectrum and duration from the signal that follows the gap, a situation that is referred as between-channel gap detection, is approximately 35 msec. It is perhaps not coincidental that this threshold of 35 msec also corresponds to the perceptual boundary between voiced and voiceless consonants.

Currently available tests that assess temporal resolution are the Random Gap Detection Test (Keith, 2000) and the Gaps-in-Noise Test (Musiek et al., 2005).

Temporal integration: temporal integration results from the summation or aggregation of neuronal activity as a function of the additional duration of sound energy (Gelfand, 1998). This summation results in threshold improvements as duration increases up to about 200 msec in normal hearing populations (Durrant&Lovrinic, 1995). As duration is decreased by a factor of 10 (i.e., one-tenth of its original duration), a decrease of approximately 10 dB in threshold is observed (Shinn, 2007). This relationship is referred to as a "time-intensity trade-off". A similar trade-off is needed to maintain the stimulus at a constant loudness. This means that as duration of a brief signal is increased at suprathreshold levels, the signal is perceived as being "louder".

Currently, there is no clinical tool that assesses temporal integration (Shinn, 2007).

Temporal masking: temporal masking refers to mask-

paradigma tipo di rilevamento di gap, lo stimolo che precede il gap è identico in termini di spettro e durata allo stimolo dopo il gap. Cioè, il tipico paradigma di rilevamento di interruzione prevede l'inserimento di un periodo di silenzio al centro di un segnale acustico continuo. Come tale, il segnale acustico che precede il gap può essere concepito per stimolare lo stesso pool neuronale che è stimolato dal gap successivo. Questo è indicato come rilevamento di gap intracanalare. Studi hanno dimostrato che la normale soglia di rilevamento di gap intracanalare è dell'ordine di soli 2 msec. Tuttavia, le differenze di soli 2 msec non si verificano in genere durante la percezione del linguaggio normale. Per esempio, la percezione del voice-onset-time (VOT) necessario per discriminare tra consonanti occlusive sorde e sonore è un esempio di rilevamento naturale di gap durante l'eloquio corrente. Diversamente nei paradigmi tipici di rilevamento di interruzione utilizzati nei laboratori di psicoacustica, il contenuto spettrale e la durata del segnale acustico che precede il gap in una consonante sonora (o sorda) sono molto diverse da quelle del segnale dopo il gap. Pertanto ci si può aspettare che, diversi pool neuronali vengano stimolati prima e dopo il gap. Infatti, come Philips (1999) ha dimostrato, la normale soglia di rilevamento di interruzione per stimoli in cui il segnale che precede il gap è di diverso spettro e durata del segnale che segue il gap - una situazione che viene indicato come gap detection tra canali è di circa 35 msec. Forse non è una coincidenza che questa soglia di 35 msec corrisponde anche al confine percettivo tra consonanti sonore e sorde. I test attualmente disponibili che valutano la risoluzione temporale sono il Random Test Gap Detection Test ((Keith, 2000) e il Gaps-in-Noise Test (Musiek et al., 2005).

Integrazione temporale: *l'integrazione temporale risulta dalla sommazione o aggregazione di attività neuronali come una funzione della durata in aggiunta all'energia sonora (Gelfand, 1998). Questa sommazione si traduce in un miglioramento della soglia in termini di durata che aumenta fino a circa 200 msec in popolazioni di normoacusici (Durrant&Lovrinic, 1995). Se la durata diminuisce di un fattore 10 (per es. un decimo della sua durata originale), si osserverà una riduzione di circa 10 dB in soglia (Shinn, 2007). Questo rapporto è indicato come "time-intensitytrade-off". Un simile trade-off è necessario per mantenere lo stimolo ad una loudness costante. Questo significa che se la durata di un breve segnale viene aumentata a livelli soprasoglia, il segnale viene percepito come "più forte". Attualmente non esiste uno strumento clinico che valuta l'integrazione temporale (Shinn, 2007).*

Mascheramento temporale: *il mascheramento temporale si riferisce al mascheramento che avviene quando la soglia di un suono si sposta a causa della presenza di un altro suono che lo precede o lo segue. Perciò i due concetti sono legati al mascheramento temporale: mascheramento all'indietro e in avanti. Il mascheramento all'indietro si verifica quando il segnale mascherante segue il segnale (target), e in avanti quando il segnale mascherante precede il segnale (target). Il mascheramento temporale può riflettere una differenza di latenza dei tempi neuronali nel sistema uditivo centrale, ma questo non è mai stato pienamente confermato (Shinn, 2007).*

ing that occurs when the threshold of one sound shifts due to the presence of another sound which precedes or follows it. Thus two concepts are related to temporal masking: backward masking and forward masking. Backward masking occurs when the masker follows the signal, and forward masking takes place when the masker precedes the signal. Temporal masking may reflect a difference in latencies of neural timing within the CANS; however, this has never been fully confirmed (Shinn, 2007).

With respect to the time interval between the masker and the signal, assuming that masker level, masker duration, and the acoustic similarity between the masker and the signal are all equal, temporal masking drastically decreases as the time interval between the masker and the signal increases. In the case of forward masking, when the time interval between the masker and the signal reaches or exceeds 200 msec, no masking occurs (Durrant&Lovrinic, 1995). This is the same duration required for temporal integration to reach its minimum threshold. In backward masking, a reduction in masking effects is observed at about 25 msec of separation (Durrant&Lovrinic, 1995).

Elliot (1962) found that backward masking is more effective than forward masking: given the same time interval between maskers, more masking occurs when the masker follows the signal. Elliot (1967) later demonstrated that the duration of the masker influences forward, but not backward, masking. The amount of masking increases as the level of the masker increases, although the relationship between the intensity of the masker and the amount of masking observed is nonlinear. Generally, a 10-dB increase in masking level may only result in a threshold shift of approximately 3 dB (Gelfand, 1998). The simultaneous masking condition always produces greater masking than either backward or forward masking if all parameters other than temporal distance between signal and masker are held constant (Wilson &Carhart, 1971).

Currently, there is no commercially available procedure to assess temporal masking (Shinn, 2007).

Binaural interaction

The term binaural interaction refers simply to the way in which the two ears work together (Bellis, 2003). Functions that depend on binaural interaction are: localisation and lateralisation of sounds, binaural release from masking, detection of signals in noise and binaural fusion (Durlach et al., 1981; Noffsinger et al., 1984). Localisation and detection of signals in noise are particularly important in every day listening situations. To discriminate speech in the presence of background noise, listeners require using binaural cues in a fashion to segregate sounds. Thus, the interaction between the information of both ears is compared in the auditory structures localised in the brainstem. Cues such as intensity and timing differences are used. Similar processes are used to localise sounds. The auditory structures within the brainstem are most important for binaural interaction to occur, al-

In relazione all'intervallo di tempo tra il segnale mascherante e il segnale (target), assumendo che il livello del mascheramento, la sua durata, e la somiglianza acustica tra il segnale mascherante e il segnale siano uguali, il mascheramento temporale diminuisce drasticamente nella misura in cui l'intervallo di tempo tra il segnale mascherante e il segnale aumenta. Nel caso di mascheramento in avanti, quando l'intervallo di tempo tra il segnale mascherante e il segnale raggiunge o supera i 200 msec, non si verifica mascheramento (Durrant&Lovrinic, 1995). Questa è la stessa durata richiesta dall'integrazione temporale per raggiungere la soglia minima. Nel mascheramento all'indietro, una riduzione degli effetti di mascheramento viene osservata a circa 25 msec di separazione (Durrant&Lovrinic, 1995).

Elliot (1962) ha rilevato che il mascheramento all'indietro è più efficace del mascheramento in avanti: dato l'intervallo di tempo tra i segnali mascheranti, si verifica un maggior mascheramento quando il segnale mascherante segue il segnale. Elliot (1967) ha successivamente dimostrato che la durata del segnale mascherante influenza il mascheramento in avanti, ma non indietro. La quantità di mascheramento aumenta tanto quanto il livello degli aumenti del segnale mascherante, anche se il rapporto tra l'intensità del segnale mascherante e la quantità di mascheramento osservato non sono lineari. Generalmente, un aumento di 10 dB del livello di mascheramento può provocare uno spostamento della soglia di circa 3 dB (Gelfand, 1998). La condizione di mascheramento simultaneo produce sempre un mascheramento maggiore rispetto sia al mascheramento in avanti che indietro se tutti gli altri parametri di distanza temporale tra il segnale e di mascheramento sono mantenuti costanti (Wilson&Carhart, 1971).

Attualmente, non esiste una procedura disponibile in commercio per valutare mascheramento temporale (Shinn, 2007).

L'interazione binaurale

L'interazione binaurale è un termine che si riferisce semplicemente al modo in cui le due orecchie lavorano insieme (Bellis, 2003). Le funzioni che dipendono dall'interazione binaurale sono: la localizzazione e la lateralizzazione di suoni, il rilascio binaurale da mascheramento, il rilevamento di segnali in presenza di rumore e di fusione binaurale (Durlach et al,1981; Noffsinger et al, 1984). La localizzazione e il rilevamento di segnali nel rumore sono particolarmente importanti nelle situazioni di ascolto quotidiane. Per comprendere un discorso in presenza di rumore di fondo, gli ascoltatori richiedono l'utilizzo di segnali binaurali in modo da separare i suoni. Così, l'interazione tra le informazioni di entrambe le orecchie viene confrontata nelle strutture uditive localizzate nel tronco cerebrale. Vengono utilizzate caratteristiche percettive quali le differenze di intensità e tempo. Processi simili sono utilizzati per localizzare i suoni. Le strutture all'interno del troncoencefalo sono importanti per verificare l'interazione binaurale, sebbene la percezione dell'evento uditivo sembra verificarsi nella corteccia (Bellis, 2003). Il complesso olivare superiore del ponte è la struttura caudale deputata a ricevere l'input binaurale nel sistema uditivo centrale (Bellis, 2003), che implica il ruolo critico del tronco encefalo nei confronti dell'interazione binaurale. Da un punto di vista clinico, un disturbo a questo livello si

though the actual perception of the auditory event appears to occur in the cortex (Bellis, 2003). The superior olivary complex in the pons is the most caudal structure in the CANS to receive binaural input (Bellis, 2003), which implicates the low brainstem as being particularly critical to binaural interaction.

From a clinical point of view, a disorder at this level is again evidenced by noise-related hearing difficulties. Also sound localisation difficulties may be observed. Perceiving and understanding a message through surrounding noise involves a decoding and separation process. It is, however, necessary to start by segregating the signal from the surrounding noise or the competing signal. Binaural cues relating to timing and intensity differences are the main cues used to segregate the sounds. This can only be done if the two ears are working correctly together.

The auditory processing assessment procedures allowing particular targeting of this process are the masking level difference, binaural fusion, and the rapidly alternating speech perception tests.

Conclusions

This article has presented an overview of the definition of AP and the auditory processes involved in the central auditory functioning. Masquelier (2003) proposed a comprehensive assessment of AP which should include the auditory processes suggested by ASHA (1996, 2005): Phonetic decoding, binaural separation and integration, temporal processing and binaural interaction. Each of these auditory processes has been fully explained. Information regarding the tests that may be used to assess each auditory process, and the clinical implications if a specific auditory process is affected, have been discussed. Clinicians should consider a comprehensive assessment of auditory processing in patients who may present with listening difficulties other than sound detection.

evidenzia, ancora una volta, con difficoltà uditive nel rumore. Anche difficoltà di localizzazione del suono possono essere osservate. Percepire e comprendere un messaggio in presenza di rumore di fondo comporta un processo di decodifica e di separazione. È, tuttavia, necessario iniziare separando il segnale dal rumore circostante o i segnali concomitanti. Caratteristiche binaurali relative alle differenze temporanee e all'intensità sono le principali caratteristiche utilizzate per separare i suoni. Questo può essere fatto solo se le due orecchie funzionano correttamente insieme.

Le procedure di valutazione che consentono la valutazione uditiva mirata in particolare a questo processo sono la differenza di livello di mascheramento, la fusione binaurale, e i test di percezione verbale con stimoli che si alternano in rapida successione.

Conclusioni

Questo articolo ha presentato una panoramica della definizione del processing uditivo e dei processi uditivi coinvolti nel funzionamento uditivo centrale. Masquelier (2003) aveva proposto una valutazione globale di AP che dovrebbe includere i processi uditivi suggerite dall'ASHA (1996, 2005): la decodifica fonetica, la separazione binaurale e l'integrazione, l'elaborazione e l'interazione temporale binaurale. Ciascuno di questi processi uditivi è stato completamente spiegato. Sono state fornite informazioni riguardanti i test che possono essere utilizzati per valutare ogni processo uditivo e discusse le implicazioni cliniche qualora un processo uditivo specifico sia influenzato. I clinici dovrebbero prendere in considerazione una valutazione globale dell'elaborazione uditiva nei pazienti che riferiscono difficoltà di ascolto o di percezione del suono.

Bibliografia - References

1. American Speech – Language - Hearing Association. (1996). Central auditory processing: Current status of research and implications for clinical practice. American Journal of Audiology, 5, 41-54.
2. American Speech-Language-Hearing Association (2005). (Central) auditory processing disorders - the role of the audiologist. American Speech-Language - Hearing Association: http://www.asha.org/nr/rdonlyres/8A2204DE-EE09-443C-98AA- 3722C18214E3/0/v2PS_CAPD.pdf.
3. Baran, J.A., Bothfeld, R.W., &Musiek, F. E. (2004). Central auditory deficits associated with compromise of the primary auditory cortex. Journal of the American Academy of Audiology, 15, 106-116.
4. Bellis, T.J. (2003). Assessment and Management of Central Auditory Processing Disorders. (2nd ed.). Clifton Park, NY: Thomson.
5. Bocca, E., Calearo, C., &Cassinari, V. (1954).A new method for testing hearing in temporal lobe tumors.ActaOtolaryngologica (Stockholm), 44, 219-221.
6. British Society of Audiology.(2006). Auditory processing disorder. British Society of Audiology Steering Group: http//www.thebsa.org.uk/apd/Home.htm#working%20def
7. Durlach, N. I., Thompson, C. L., & Colburn, H. S. (1981). Binaural interaction of impaired listeners.A review of past research. Audiology, 20, 181-211.
8. Durrant, D., &Lovrinic, J (eds). (1995). Bases of Hearing Science (3rd edition). Baltimore: Williams & Wilkins.
9. Elliot, L. (1962). Backward and forward masking of probe tones of different frequencies. Journal of the Acoustical Society of America, 34, 1116-117.
10. Elliot, L. (1967). Development of narrow-band frequency contours. Journal of the Acoustical Society of America, 42, 143-153.
11. Frisina, D. R., &Frisina, R. D. (1997). Speech recognition in noise and presbycusis: relations to possible neural mechanisms. Hearing Research, 106, 95-104.
12. Gelfand, S. A. (1998). Hearing: an introduction to psychological and physiological acoustics. 3rd ed. New York: Marcel Dekker.

13. Greene, D. (1971). Temporal auditory acuity. Pshycological Review, 78, 540-5

14. Hirsh, I. J. (1959). Auditory perception of temporal order. Journal of the Acoustical Society of America, 31, 759-767.

15. Hugdahl, K., Heiervang, E., Nordby, H., Smievoll, A. I., Steinmetz, H., Stevenson, J., et al. (1998). Central auditory processing, MRI morphometry and brain laterality: applications to dyslexia. Scandinavian Audiology Supplement, 49, 26-34.

16. Iliadou, V., &Kaprinis, S. (2003). Clinical psychoacoustics in Alzheimer's disease central auditory processing disorders and speech deterioration. Annals of General Hospital Psychiatry, 2, 12.

17. Jerger, J. &Musiek, F. E. (2000). Report of the Consensus Conference on the Diagnosis of Auditory Processing Disorders in School-Aged Children.Journal of the American Academy of Audiology, 11, 467-74.

18. Keith, R. W. (2000). Random Gap Detection Test. St. Louis.Auditec.

19. Kimura, D. (1961). Some effects of temporal-lobe damage on auditory perception. Canadian Journal of Psychology, 15, 156-165.

20. Masquelier, M. P. (2003).Management of auditory processing disorders.ActaOto-Rhino-LaryngologicaBelg, 57, 301-310.

21. Moncrieff, D., Jerger, J., Wambacq, I., Greenwald, R., & Black, J. (2004).ERP evidence of a dichotic left-ear deficit in some dyslexic children. Journal of the American Academy of Audiology, 15, 518-534.

22. Musiek, F. E. (1983a). Assessment of central auditory dysfunction: The dichotic digit test revisited. Ear and Hearing. Ear and Hearing, 4, 79-83.

23. Musiek, F. E. (1983b). Results of three dichotic speech tests on subjects with intracranial lesions. Ear and Hearing, 4, 318-323.

24. Musiek, F. E., Baran, J. A., &Pinheiro, M. (1990). Duration pattern recognition in normal subjects and patients with cerebral and cochlear lesions. Audiology, 26, 78-88.

25. Musiek, F. E., Shinn, J., Jirsa, R., Bamiou, D., Baran, J., &Zaiden, E. (2005). The GIN (Gaps-in-Noise) Test performance in subjects with confirmed central auditory nervous system involvement. Ear and Hearing, 26, 608-618.

26. Musiek, F. E., & Pinheiro M. L. (1987). Frequency patterns in cochlear, brainstem, and cerebral lesions. Audiology, 26, 79-88.

27. Nilsson, M., Soli, S. D., & Sullivan, J. A. (1994). Development of the Hearing In Noise Test for the measurement of speech reception thresholds in quiet and in noise. Journal of the Acoustical Society of America, 95, 1085-1099.

28. Noffsinger, D., Schaefer, A. B., & Martinez, C. D. (1984). Behavioral and objective estimates of auditory brainstem integrity.Seminars in hearing, 5, 337-349.

29. Ortiz, K. Z., Pereira, L. D., Borges, A. C., &Vilanova, L. C. (2002). Staggered spondaic word test in epileptic patients. São Paulo Medical Journal, 120, 185-188.

30. Philips, D. P. (1999). Auditory gap detection, perceptual channels, and temporal resolution. Journal of the American Academy of Audiology, 10, 343-354.

31. Philips, D. P., & Hall, S. E. (2000). Independence of frequency channels in auditory temporal gap detection. Journal of the Acoustical Society of America, 108, 2957-2963.

32. Pinheiro, M. (1977). Tests of central auditory function in children with learning disabilities. In Keith R (ed): Central auditory dysfunction (p 223-256). New York, Grune& Stratton.

33. Pinheiro, M. L., &Musiek, F. E. (1985).Assessment of central auditory dysfunction.Foundation and clinical correlates. Baltimore: Williams & Wilkins.

34. Sapir, S., Maimon, T., &Eviatar, Z.(2002).Linguistic and nonlinguistic auditory processing of rapid vowel formant (F2) modulations in university students with and without developmental dyslexia. Brain and Cognition, 48, 520-526.

35. Schulte-Korne, G., Deimel, W., Bartling, J., & Remschmidt, H. (1998). Auditory processing and dyslexia: evidence for a specific speech processing deficit. Neuroreport, 9, 337-340.

36. Shinn, J. B. (2007). Temporal processing and temporal patterning tests. In F. E. Musiek& G. D. Chermak (eds), Handbook of (Central) Auditory Processing Disorder, Auditory Neuroscience and Diagnosis Volume 1 (pp. 231-255). San Diego, CA: Plural Publishing.

37. Strouse, A. L., Hall, J. W., & Burger, M. C. (1995).Central auditory processing in Alzheimer's disease. Ear and Hearing, 16, 230-238.

38. Tallal, P., Stark, R. E., &Mellis, E. D. (1985). Identification of language impaired children on the basis of rapid perception and production skills. Brain and Language, 25, 314-322.

39. Varney, N. R., Kubu, C. S. & Morrow, L. A. (1998).Dichotic listening performances of patients with chronic exposure to organic solvents. Clinical Neuropsychologist, 12, 107-112.

40. Wilson, R., &Carhart, R. (1971). Forward and backward masking: Interactions additivity. Journal of the Acoustical Society of America, 49, 1254-1263.

Biofonic Apparecchi acustici
Caserta - Via Roma, 48 Tel. 0823/356680
Teano - C.so V. Emanuele, 11 Tel 0823/886299
Frattamaggiore - Via Monte Grappa, 22 Tel. 081/19550825
Casoria - Via Giolitti, 26 Tel. 081/7585599
www.biofonic.com

Vertigo as a presenting symptom for Otosclerosis

A case report on assessment of vertigo due to otosclerosis

V. Topsakal, R.A. Tange

Department of Otorhinolaryngology, Head and Neck surgery, University Medical Center (UMC) Utrecht, Netherlands

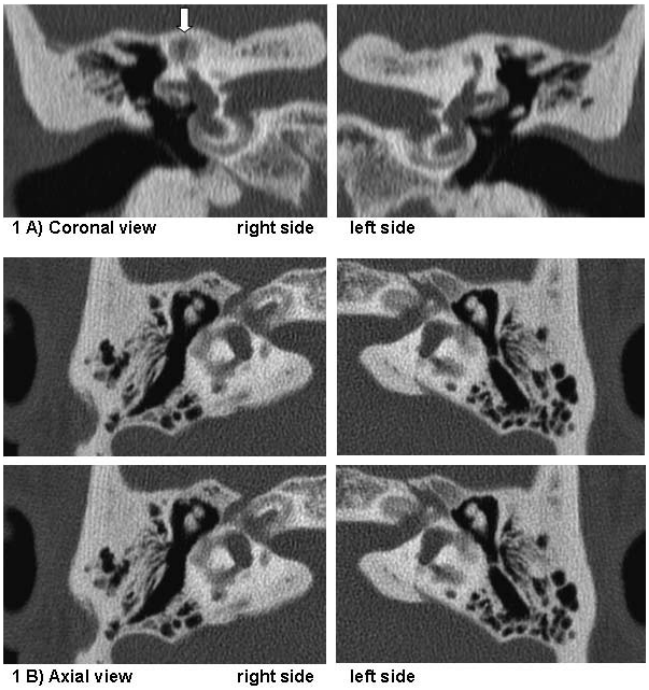
Introduction

Otosclerosis is often presented by hearing loss and is exceptionally associated with vertigo. It is a complex genetic disease causing otosclerotic foci randomly at any spot on the human otic capsula but most often around the stapes footplate. Therefore it is commonly accepted that otosclerosis can cause both conductive hearing loss as well as sensorineural hearing loss due to stapedial or cochlear otosclerosis, respectively. Although in this definition of the disease otosclerotic foci can also impair the vestibular system, balance disorders are rarely seen unless in the operative period for a stapedotomy or stapedectomy.

Here we present a rare case to demonstrate that vertigo can be a presenting symptom of otosclerosis and to highlight our diagnostic assessment.

Case report:

A 38-year-old patient presented with an acute onset of severe vertigo and vomiting without hearing complaints. There was no familial history of otological disease. Clinical examination showed a Schwarze sign in otoscopy



Introduzione

L'otosclerosi si manifesta spesso con perdita di udito ed eccezionalmente è associata a vertigini. Si tratta di una malattia genetica complessa che causa focolai otosclerotici in maniera casuale in qualsiasi punto della capsula otica umana, ma il più delle volte intorno alla platina della staffa. Pertanto, è indiscusso che l'otosclerosi può causare sia perdita uditiva di tipo trasmissivo che perdita uditiva neurosensoriale a causa di otosclerosi stapediale o cocleare, rispettivamente. Sebbene in questa definizione di malattia i focolai otosclerotici possono anche mettere in pericolo il sistema vestibolare, disturbi dell'equilibrio si vedono raramente salvo che nel postoperatorio di una stapedotomia o stapedectomia.

Qui vi presentiamo un caso raro per dimostrare che le vertigini possono essere un sintomo di esordio di otosclerosi e per evidenziare la nostra valutazione diagnostica.

Caso clinico

Un paziente di 38 anni presentava un episodio acuto di vertigini e vomito senza lamentare problemi uditivi. Non aveva storia familiare di malattie otologiche. L'esame clinico mo-

Figure 1A shows cavitating otosclerosis just above the superior semicircular canal (SCC) on the right side (white arrow). Figure 1B shows otospongiosis and foci with otosclerosis around horizontal SCC on both ears. A 3rd window phenomenon was suspected, especially on the right superior SCC to explain the vertigo complaints in this patient. To further investigate this diagnosis cervical Vestibular Evoked Myogenic Potentials (cVEMP) to air conduction sound stimuli were examined but could not be substantiated because of the hearing impairment. Therefore ocular Vestibular Evoked Myogenic Potentials to bone conduction vibration (BCoVEMP) were measured in the same manner as described before by Iwasaki et al (1). They have reported BCoVEMP as a reliable and repeatable test to evaluate vestibular and otolithic function (1). Moreover, asymmetry between measurements of both labyrinthine systems in the first negative component (n10) of the BCoVEMP has recently been associated to utricular dysfunction (2). In our patient n10 is within normal limits for latency time and amplitude for both sides which excludes SCC dehiscence. (Table 1) However, there is an asymmetry recorded in detriment of the right eye corresponding to dysfunction of the left vestibular system probably because of otosclerosis.

■ *Address for corrispondence / Indirizzo per corrispondenza: V. Topsakal - University Medical Center (UMC) Utrecht - Netherlands - Department of Otorhinolaryngology Head and Neck surgery - E-mail: v.topsakal@umcutrecht.nl*

La figura 1A mostra cavitazione otosclerotiche appena sopra il canale semicircolare superiore (SCC) sul lato destro (freccia bianca). La figura 1B mostra otospongiosi e focolai otoscleroticiintorno al canale semicircolare orizzontale in entrambe le orecchie. È stato sospettato il fenomeno della terza finestra soprattutto sul canale semicircolare di destra per spiegare le vertigini riferite da questo paziente. Per approfondire questa diagnosi sono stati esaminati i Potenziali Evocati Vestibolari Cervicali (cVEMP) agli stimoli sonori per via aerea, ma non poteva essere confermata a causa del deficit uditivo. Pertanto, i Potenziali Evocati Vestibolari Oculari a vibrazione per via ossea (BCoVEMP) sono stati misurati nello stesso modo descritti prima da Iwasaki et al. (1). Essi hanno considerato BCoVEMP come un test affidabile e ripetibile per valutare funzioni vestibolari e dell'attività otolitica (1). Inoltre, asimmetria tramisurazioni di entrambi i sistemi labirintici nella prima componente negativa (n10) del BCoVEMP è stata recentemente associata a disfunzioni utricolari (2). Nel nostro paziente n10 è entro i limiti normali per il tempo di latenza e ampiezza per entrambe le parti che esclude deiscenza SCC (Tab. 1). Tuttavia, c'è una asimmetria registrata come danno dell'occhio destro che corrisponde alla disfunzione del sistema vestibolare sinistro probabilmente dovuto all'otosclerosi.

for both ears. Spontaneous nystagmus was absent. The Dix-Hallpike and head impulse tests were negative for both sides. Audiometric evaluation showed a down sloping mixed hearing loss on the left side consistent with otosclerosis. The right side showed a rather perceptive hearing loss in the high frequencies. The pure tone average of air conduction thresholds over the frequencies 0.5, 1, 2 and 4 kHz is 49 dB and 65 dB for right and left side, respectively. Stapedial reflexes were absent on both sides. Standard clinical electronystagmography showed normal findings and symmetrical caloric responses. The high resolution CT scan demonstrated cochlear otosclerosis with cavitations.

Discussion

The causal relation between vertigo and otosclerosis is not indisputably proven. In a retrospective study Grayeli et al. stated that the proportion of otosclerosis patients in a population with balance disorders is similar to the estimated prevalence of otosclerosis in the general population (3). They even state that there is no causal relationship between otosclerosis and vertigo other than perhaps a coincidental coexistence.

Because vertigo is a rare symptom of otosclerosis outside the operative period, it is difficult to study. It is hard to collect an otosclerosis population with vertigo complaints, moreover when vertigo is a presenting symptom it can be challenging to diagnose otosclerosis.

Histological findings reported by Makaram et al. pointed out the existence of cavitating otosclerosis very delicately in two cases (4). A new light was shed on vertigo in otosclerosis by these authors. Cavitating lesions in an otosclerotic focus may cause a so called 3rd window phenomenon. This can be well studied with cVEMP. Since cVEMP could not be substantiated in our patient we had to rely on another clinical tool. A dehiscent SCC was ruled out.

BCoVEMP					
Eye Side	Frequency (kHz)	Stimulus VFL (dB)	Latency n10 Time (ms)	Amplitude (µV)	AR (%)
Right eye	0,5	125	12,5	2,9	
Left eye	0,5	125	12,8	3,9	15
Right eye	0,25	125	9,65	11,4	
Left eye	0,25	125	9,8	16,1	17
Right eye	0,25	120	9,75	6,1	
Left eye	0,25	120	9,85	11,3	30

Tab.1: AR= Asymmetry Ratio, VFL= Vibration Force Level

strava all'otoscopia segno Schwarze in entrambe le orecchie. Il nistagmo spontaneo era assente. La Dix-Hallpike e i tests head impulserisultavanonegativi per entrambi i lati. La valutazione audiometrica evidenziava una perdita uditiva mista inclinata verso il basso sul lato sinistro in linea con otosclerosi. La parte destramostrava una perdita di udito di tipo percettivo sulle alte frequenze. La media del tono puro della soglia della via aerea sulle frequenze di 0,5, 1, 2 e 4 kHz era di 49 dB e 65 dB per il lato destro e sinistro, rispettivamente. I riflessi stapediali erano assenti su entrambi i lati. L'elettronistagmografia clinica standard mostrava reperti normali e risposte caloriche simmetriche. La TC ad alta risoluzione mostrava la presenza otosclerosi cocleare con cavitazione.

Discussione

Non ci sono prove indiscusse su una relazione di causalità tra vertigini in pazienti con otosclerosi. In uno studio retrospettivo Grayeli et al. hanno dichiarato che la percentuale di pazienti con otosclerosi in una popolazione con disturbi dell'equilibrio è simile alla prevalenza stimata di pazienti con otosclerosi nella popolazione generale (3).

Essi ancora affermano che non esiste una relazione di causalità tra pazienti con otosclerosi e vertigini eccetto forse una coesistenza casuale. Perché la vertigine sia un sintomo raro dell'otosclerosi oltre al periodo operatorio, è difficile da studiare. È difficile selezionare una popolazione di pazienti con otosclerosi che riferisca vertigini, inoltre quando la vertigine è un sintomo di esordio può essere difficile da diagnosticare in pazienti con otosclerosi. Reperti istologici riportati da Makaram et al. hanno rilevato l'esistenza di cavitazione in processi otosclerotici molto lievi in due casi (4). Una nuova idea sulla vertigine nell'otosclerosi è stato dato da questi autori. Lesioni come cavitazioni in un focolaiootosclerotico possono provocare un fenomeno cosiddetto della 3ª finestra. Questo può essere ben studiato con cVEMP. Poiché cVEMP non possono essere documentati nel nostro paziente, abbiamo dovuto contare su un altro strumento clinico. Un SCC deiscente è stato escluso. Abbiamo motivato il funzionamento asimmetrico utricolare con BCoVEMP come molto probabilmente causa di vertigini nel nostro paziente con otosclerosi. Il nostro caso dimostra che le vertigini possono essere un sintomo di esordio di otosclerosi e che BCoVEMP si è rivelato molto utile nella valutazione della vertigine.

We substantiated asymmetrical utricular functioning with BCoVEMP which most probably caused dizziness in our patient with otosclerosis. Our case illustrates that vertigo can be a presenting symptom of otosclerosis and that BCoVEMP proved to be very useful in the assessment of vertigo.

Bibliografia - References

1. Iwasaki S, Smulders YE, Burgess AM, et al. Ocular vestibular evoked myogenic potentials to bone conducted vibration of the midline forehead at Fz in healthy subjects. Clin Neurophysiol 2008 Sep; 119(9):2135-47.
2. Manzari L, Tedesco A, Burgess AM, et al. Ocular vestibular-evoked myogenic potentials to bone-conducted vibration in superior vestibular neuritis show utricular function. Otolaryngol Head Neck Surg 2010 Aug; 143(2):274-80.
3. Grayeli AB, Sterkers O, Toupet M. Audiovestibular function in patients with otosclerosis and balance disorders. Otol Neurotol 2009 Dec; 30(8):1085-91.
4. Makarem AO, Hoang TA, Lo WW, et al. Cavitating otosclerosis: clinical, radiologic, and histopathologic correlations. Otol Neurotol 2010 Apr; 31(3): 381-4.







Impianto cocleare: importanza della valutazione psicologica del soggetto ipoacusico

Cochlear implant: importance of the psychological evaluation of the subject hipoacusic

L. Parente, L. Piscitelli, A. Celella

U.O.S. di Psicologia Clinica, Azienda Ospedaliera "S. Anna e S. Sebastiano", Caserta

L'Unità Operativa Semplice di Psicologia Clinica, diretta dalla dott.ssa Luisa Parente, con la collaborazione di psicologhe volontarie autorizzate, dall'Azienda Ospedaliera "Sant'Anna e San Sebastiano", a frequentare, la suddetta U.O.S. di Psicologia Clinica, in qualità di psicologhe frequentatrici volontarie, studentesse della facoltà di psicologia dell'Università di Roma la dott.ssa Lisa Piscitelli e la dott.ssa Annalisa Celella ha attivato un progetto di intervento psicologico con l'U.O.C. Otorinolaringoiatria, diretta dal dott. Ortensio Marotta dal titolo "Per sentirci meglio". L'obiettivo primario del progetto ha come scopo precipuo la messa a punto, la programmazione e l'esecuzione di un protocollo operativo, atto ad attivare un percorso di valutazione attraverso approcci clinici quali colloqui ed indagini psicodiagnostiche, che consenta una diagnosi psicologico-clinica, un follow-up ed un intervento di terapia psicologica specifico per i pazienti, ed i propri familiari, che vengono sottoposti ad intervento chirurgico di impianto cocleare.

Introduzione

È tuttora in corso, presso l'U.O.C. di Otorinolaringoiatria un progetto che nasce dalla motivazione principale di dare la possibilità a soggetti, che devono essere sottoposti ad impianto cocleare oppure che già sono stati impiantati e alle loro famiglie, di essere seguiti, sostenuti, ascoltati, aiutati in tutte le fasi previste per l'intervento (pre-operatoria, operatoria, post-operatoria). Gli obiettivi del progetto sono: accoglienza e presa incarico tempestiva e precoce; ascolto e contenimento delle emozioni; garantire l'assesment diagnostico; garanzia di cura integrata e multidisciplinare secondo i più attuali orientamenti terapeutico-riabilitativi. Le fasi previste sono: una fase diagnostica (assesment) con l'utilizzo oltre che del colloquio anche di test psicologici e neuropsicologici specifici; una fase terapeutica (sostegno psicologico e/o psicoterapia); una fase di controlli successivi (follow-up) per minimizzare i rischi di insuccesso terapeutico (drop-outs). La distinzione di tali fasi rappresenta uno strumento metodologico flessibile, adattabile al singolo caso.

Abstract

Our work has a main objective sighting the development, planning and execution of a protocol, adapted to activate a process of evaluation through clinical approaches such as interviews and psychodiagnostic investigations, allowing a clinical-psychological diagnosis, follow-up and intervention of psychological therapy specifically for patients and their relatives who undergo cochlear implant surgery.

Introduction

In progress to date, at the U.O.C. Otolaryngology, this project has a main reason to give the opportunity for persons who are to undergo cochlear implant, or who already have been implanted and their families, to be followed, supported, listened to, helped in all phases planned for the surgery (pre-surgery, surgery, post-surgery). The project objectives are: reception and taken charge early and premature hearing and containment of emotions; ensure diagnostic assesment; ensuring integrated and multidisciplinary care according to the most current therapeutic and rehabilitation guidelines. The phases are planned: a diagnostic phase (assesment) with the use of the interview as well as psychological and neuropsychological tests also specific; a therapeutic phase (psychological and/or psychotherapy), a phase of recheck (follow-up) for minimization of the risk of treatment failure (drop-outs). The distinction of these phases represents a methodological tool flexible and adaptable to the individual case.

Role of the Psychologist

The psychologist in addition to its function of support given to the subject that should be (or had) surgery, and is the family, is, above all, through the mediator between the various figures, including medical, involved throughout the course of treatment. Moreover, since the CNS as a system unit, the dysfunction of its subsystem (primary and secondary auditory areas) necessarily leads to the dysfunction of all other subsystems, it is therefore appropriate to submit, during preoperative cochlear implant candidates psychological and neuropsychological tests to assess the extent of this dysfunction. In particular, what is evaluated: the neuropsychological functions

■ *Indirizzo per corrispondenza / Address for corrispondence: L. Parente - Azienda Ospedaliera "S. Anna e S. Sebastiano" - Caserta - U.O.S. di Psicologia Clinica*
E-mail: luisaparente@virgilio.it

Ruolo dello Psicologo

Lo psicologo oltre alla sua funzione di sostegno rivolta sia al soggetto che deve subire (o ha subito) l'operazione, sia alla famiglia, rappresenta, anche e soprattutto, il tramite, il mediatore tra le varie figure, compresa quella medica, coinvolte durante tutto il percorso terapeutico. Inoltre, essendo il SNC inteso come sistema unitario, la disfunzione di un suo sottosistema (aree uditive primarie e secondarie) porta necessariamente alla disfunzione di tutti gli altri sottosistemi, è quindi appropriato sottoporre, in fase pre-operatoria, i candidati all'impianto cocleare a test psicologici e neuropsicologici al fine di valutare l'entità della disfunzione presente. In particolare, vengono valutate: le funzioni neuropsicologiche (cognitive, percettive, motorie, affettive); le caratteristiche di personalità del paziente; la competenza sociale. I test utilizzati vengono scelti in base: all'appartenenza del paziente ad una determinata fascia di età; alla tipologia della funzione esaminata; al consenso internazionale nella loro somministrazione, quali risultano dalla letteratura internazionale e congressuale; alla possibilità di utilizzarli per ottenere confronti riguardanti intervallo di età, gruppo sociale di appartenenza, livello educativo; al follow-up delle variazioni nelle prestazioni valutate. All'inizio della valutazione pre-impianto sono fondamentali la raccolta anamnestica e l'intervista strutturata o semi-strutturata, volta a verificare la collaborazione attiva e l'orientamento nello spazio e nel tempo del paziente. Il paziente sordo presenta una prevalenza in alcune patologie neuropsichiatriche tipiche. Il Manuale Diagnostico e Statistico dei Disturbi Mentali IV Edizione (DSM-IV, APA, 1995), che è una classificazione riconosciuta a livello internazionale, evidenzia come le patologie neuropsichiatriche che hanno una maggior prevalenza nel soggetto sordo siano le seguenti: Depressione Maggiore (Asse I); Ansia generalizzata (Asse I); Disturbo delle Capacità Motorie (Asse I); Disturbo del Linguaggio (Asse I); Disturbi di Apprendimento (Asse I); Disturbo dell'adattamento (Asse I); Disturbi Psicotici (Asse I); Disturbo Generalizzato di Sviluppo (Asse II); Ritardo Mentale (Asse II); Disturbo di Personalità (Asse II). Tutte queste patologie psichiatriche sono secondarie al danno organico che ha provocato la sordità stessa, per tale motivo potrebbe risultare utile l'utilizzo di ulteriori test psicologici per rilevare la presenza dei disturbi citati sopra.

Il progetto terapeutico

Il progetto terapeutico assume pertanto le caratteristiche di un progetto di natura biopsicosociale, in quanto tutte le componenti del processo evolutivo sono presenti in forma disfunzionale: la componente biologica, rappresentata dal danno funzionale che provoca la sordità; la componente psicologica, rappresentata dai disturbi dell'affettività e del comportamento; la componente sociale rappresentata dai disturbi di apprendimento, di comunicazione sociale e dell'adattamento all'interno delle strutture scolastiche e dell'ambiente esterno. Il proget-

(cognitive, perceptual, motor, affective), the characteristics of the patient's personality, social competence. The tests used are chosen on the basis of: membership of the patient to a certain age, the type of function tested, the international consensus in their administration, as shown in the international literature and conferences; the possibility of using them to make comparisons on interval of age, social group membership, educational level, the follow-up of changes in performance evaluated. Early assessment of pre-implantation are crucial to the anamnesis and structured or semi-structured interview, aimed at verifying the active cooperation and orientation in space and time of the patient. The deaf patient has a typical prevalence in some neuropsychiatric disorders. The Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, Fourth Edition (DSM-IV, APA, 1995), which is an internationally recognized classification, shows that the neuropsychiatric disorders that have a higher prevalence in the deaf person are the following: major depression (Axis I), generalized anxiety (Axis I), Motor Skills Disorder (Axis I); Language Disorder (Axis I), Learning disorders (Axis I) disorder (Axis I); Psychotic Disorders (Axis I) , Pervasive Development Disorder (Axis II), mental retardation (Axis II) Personality Disorder (Axis II). All of these psychiatric disorders are secondary to organic damage that has resulted in the same deafness, for that reason it may be useful for the use of additional psychological tests to detect the presence of these disorders mentioned above.

The therapeutic project

The therapeutic project therefore assumes the characteristics of a project of biopsychosocial nature, since all the components of the evolutionary process are present in dysfunctional form: the biological component, represented by the functional impairment that causes deafness, the psychological component, represented by disorders' affect and behavior, represented by the social component of learning disorders, communication and social adaptation in the school and the external environment. The treatment plan in order to achieve the targets need to have the mode of action that can be summarized in the following phases:

- one-phase diagnostic evaluation *(assesment) consisting of the collection through the medical history interview and interviews, use of psychological and neuropsychological tests specific;*
- a therapeutic phase *(psychological and/or psychotherapy);*
- a phase of recheck *(follow-up) to minimize the risk of treatment failure (drop-outs). Periodic follow-ups are a fundamental part of the treatment plan focused on the subject dull, as it allows both to evaluate the changes, positive or negative, affective and neuropsychological functions following the intervention of system, both because it provides essential information for the continuation of speech therapy.*

These steps represent a methodological tool that is flexibly adaptable to the individual case.

to terapeutico al fine di raggiungere gli obiettivi prefissi deve necessariamente prevedere delle modalità d'intervento che possono essere sintetizzate nelle seguenti fasi:

• una *fase diagnostico-valutativa* (assesment) comprendente la raccolta anamnestica attraverso il colloquio e interviste, utilizzo di test psicologici e neuropsicologici specifici;

• una *fase terapeutica* (sostegno psicologico e/o psicoterapia);

• una *fase di controlli successivi* (follow-up) per minimizzare i rischi di insuccesso terapeutico (drop-outs). I follow up periodici sono una parte fondamentale del progetto terapeutico incentrato sul soggetto sordo, in quanto permette sia di valutare le variazioni, in positivo o in negativo, delle funzioni neuropsicologiche e affettive a seguito dell'intervento di impianto, sia perché fornisce informazioni fondamentali per il proseguimento della terapia logopedica.

Tali fasi rappresentano uno strumento metodologico flessibile adattabile al singolo caso.

Fase operativa

Il servizio di consulenza in reparto è garantito con frequenza bisettimanale dalle 8.00 alle 14.00, la segnalazione viene effettuata dal medico referente o dal personale di reparto tramite apposito modulo. Al momento della presa in carico lo specialista psicologo è tenuto a consultare la cartella clinica del paziente e a rapportarsi con i medici di reparto allo scopo di ricevere informazioni sulla diagnosi, trattamento e decorso clinico oltre a raccogliere informazioni sulla capacità di reazione e collaborazione del paziente. Lo psicologo accoglie il paziente selezionato positivamente per l'intervento per un approfondimento di counseling con stesura di un profilo psicologico e delle capacità di reazione allo stress, al vissuto di malattia e valutazione della qualità di vita. Impostazione di un primo orientamento diagnostico terapeutico e stesura di un piano di lavoro. Il colloquio viene effettuato tramite intervista e uso di test. Lo psicologo differenzia la sua attività a seconda che il paziente sia un bambino, un adolescente oppure un adulto:

Bambino: I colloqui che lo psicologo svolge con la famiglia ed il paziente sono rivolti alla comprensione delle problematiche relative alla scelta di sottoporre il piccolo all'intervento chirurgico, in riferimento sia ai vissuti e sentimenti dei genitori che alla loro relazione col piccolo.

Adolescente: Lo psicologo attraverso l'accoglimento, cerca di aiutare il minore a comprendere le ripercussioni che l'impianto cocleare potrà avere sulla sua vita. Da spazio per l'accoglimento delle angosce e dei timori che possono presentarsi in relazione alla scelta ed alle difficoltà legate al cambiamento che essa porterà alla sua vita sia personale o familiare che sociale. Sostiene l'adolescente o il preadolescente nelle tappe successive all'intervento dandogli possibilità di avere un punto di riferimento cui portare dubbi, perplessità, insicurezze.

Operational phase

The counseling service is guaranteed with the ward twice a week from 8.00 to 14.00, the signaling is performed by the referring physician or by departmental personnel using the proper form. Upon taking over the specialist psychologist should consult the patient's medical record and deal with the medical department in order to receive information on diagnosis, treatment and clinical course as well as gather information on the responsiveness and cooperation of the patient. The psychologist accepts the patient for the intervention positively selected for a study of counseling with the drafting of a psychological profile and ability to react to stress, the experience of illness and assessment of quality of life. Setting an initial diagnostic and therapeutic approach to drafting a work plan. The interview is conducted and the use of tests. The psychologist differentiates its activity depending on whether the patient is a child, a teenager or an adult:

Child*: Talks are held with the psychologist and the patient's family that appeal to the understanding of issues relating to the choice of subject the small surgery, both in reference to experiences and feelings of the parents and their relationship with the child.*

Adolescent*: Psychologist through collection, trying to help the child to understand the impact of the cochlear implant and the effect it will have on their life. The containment of anxieties and fears that may arise regarding the choice and the difficulties related to the change it will bring to their life or personal or familial and social. It supports the adolescent or preadolescent in stages afterwards giving an opportunity to have a reference point in bringing doubts and insecurities.*

Adult*: Psychological intervention is designed to support the adult helping to emit desires, plans and expectations. What is addressed, among others, issues related to disability and hearing concerns about the surgery.*

The support offered to the patient involves the sharing of experiences even in the most delicate stage of the process at the time of surgery. The psychologist shall be present on the day set for the intervention and support patients in the operating room to represent a neutral space in which to allow the patient the expression of fears and tensions that characterize the time. Beyond, the support to the patient is taken into account aspects that involve the family and will meet the needs with a service of parent training. You can experience the child's disability as a mismatch. Failure to recognize the needs of a handicapped child leads to the application of rigid rules and maladaptiveness. In a situation like this, the lack of a plan to cope with parental depression leads to disability and latent aggression which in turn leads to family breakdown, increased defense mechanisms put in place within the family (protection, projective identification). The role of some components of the family may become particularly complicated to manage. It may happen that the mother can develop feelings of guilt for the problems of child and these often produce the same isolation and loneliness in the deaf child. The father, also frequently directs his interests and his commitment to other goals for which he also facilitates the establishment of forms of isolation and loneliness in the deaf child. It is important to support the family, par-

Adulto: L'intervento psicologico ha lo scopo di sostenere l'adulto aiutandolo ad emettere desideri, progetti ed aspettative. Vengono affrontate, tra le altre, tematiche relative all'handicap uditivo e timori per l'intervento chirurgico.

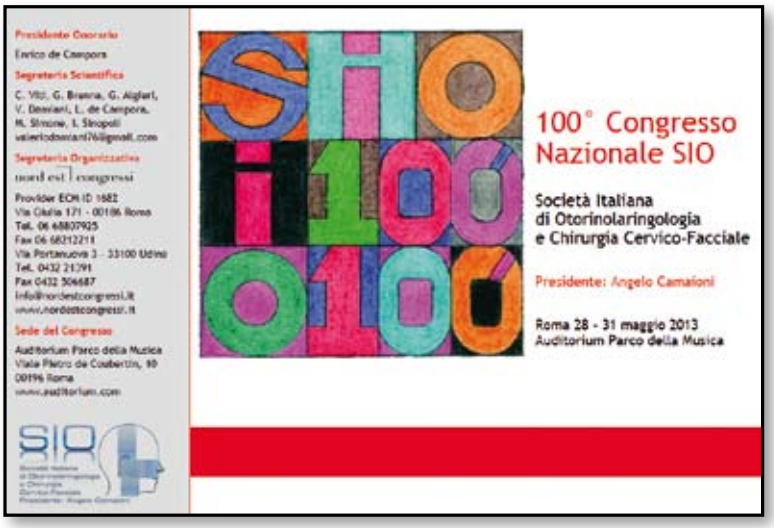
Il sostegno offerto al paziente prevede la condivisione dei vissuti anche nella fase più delicata del processo quindi nel momento dell'intervento. Lo psicologo provvede ad essere presente nella giornata predisposta per l'intervento e ad accompagnare il paziente in sala operatoria così da rappresentare uno spazio neutro nel quale consentire al paziente l'espressione delle paure e delle tensioni che caratterizzano quel momento. Oltre al sostegno offerto al paziente si tiene conto di aspetti che coinvolgono la famiglia e si risponde alle relative esigenze con un servizio di parent training. Si può vivere l'handicap del bambino come disadattamento. Il mancato riconoscimento delle esigenze del bambino portatore di handicap conduce all'applicazione di norme rigide e maladattive. In una situazione di questo tipo, la mancanza di un progetto per far fronte all'handicap porta alla depressione dei genitori e l'aggressività latente conduce alla disgregazione familiare, all'aumento dei meccanismi di difesa messi in atto all'interno della famiglia (protezione, identificazione proiettiva). Il ruolo di alcuni componenti della famiglia può divenire particolarmente complesso da gestire. Può capitare che la mamma possa sviluppare sensi di colpa per le problematiche del figlio e questi stessi spesso producono isolamento e solitudine nel piccolo audioleso. Il padre, altrettanto frequentemente, orienta i suoi interessi ed i suoi impegni verso altre mete per cui anche lui facilita l'instaurarsi di forme di isolamento e solitudine nel figlio. È importante sostenere la famiglia, particolarmente la madre, in tutti i problemi quotidiani che insorgono nel rapporto con il figlio, sia per la terapia svolta a casa che per difficoltà contingenti. Il logopedista, all'insorgere di problematiche complesse, invia l'impiantato e la famiglia allo psicologo per affrontare i problemi di loro competenza e usufruire del servizio di PARENT TRAINING. Si tratta di uno sportello orientativo fornito alle famiglie e finalizzato a una maggiore esplicitazione delle difficoltà comunicative all'interno dell'istituzione scolastica e ad una migliore gestione della relazione con i figli. Si prevedono: incontri di counseling con coppie o gruppi di genitori su tematiche riguardanti la gestione delle dinamiche educative con i propri figli; incontri di formazione specialistica sulla gestione in famiglia delle difficoltà di apprendimento; incontri di formazione specialistica sulla gestione in famiglia dell'handicap psicofisico; incontri di counseling per la mediazione della relazione scuola/famiglia.

ticularly the mother, in all the daily problems that arise in the relationship with the child, both for therapy performed at home or for difficulty quotas. The speech therapist, the occurrence of complex issues, send the implanted and family psychologist to address problems within these areas and take advantage of the service of PARENT TRAINING. This is a one-stop guidance provided to households and aimed at a greater explanation of the communication difficulties within the educational institution and to better manage relationships with their children. They include: the meeting of counseling with couples or groups of parents on issues concerning the management of educational dynamics with their children; dating specialist training on the management of learning difficulties in the family; dating specialized training on managing disability in the family psychophysical; counseling sessions for the mediation of relationships between school/family.

Bibliografia - References

1. Attili G. (2001) Le emozioni e lo sviluppo affettivo. In A. Fonzi ed.), Manuale di psicologia dello sviluppo, Firenze, Giunti (pp. 193/227).
2. Austen, S. & Crocker, S. (2004). Deafness in mind.Working psychologically with deaf people across thelifespan. London: Whurr.
3. Bosi R., Cafasso R., Caselli M.C. (1995). Rischi psicologici in adolescenti sordi e nelle loro famiglie.
4. Brasel, BB (1976).The effects of fatigue on thecompetence of interpreters for the deaf. In HJ Murphy (Ed.) Selected readings in the integration of deaf students at CSUN Centre on Deafness series (No.1). Northridge, CA: California State University.
5. Burdo S., Sanfrancesco L. e Hose B. (1994), Impianto cocleare multicanale, Milano, Masson.
6. Conrad, R. (1979). The deaf school child. London: Harper& Row.
7. De Filippis, A., L'impianto cocleare - Manuale operativo, Masson.
8. De Filippis A. (1997), L'impianto cocleare in età pediatrica, Milano, Masson.
9. Dianne J. e Allum M. (1996), Cochlear implant rehabilitation in children and adults, London,Whurr Publishers.
10. Greco A., Zatelli S., Dalla solitudine alla comunicazione. Psicologia dell'audioleso nell'età evolutiva, Omega, Torino 1996 - Volterra V., Linguaggio e sordità, La Nuova Italia, Firenze 1994.
11. Hindley, P. & Kitson, N. (2000). Mental health and deafness. London: Whurr.
12. Lis, A., Psicologia Clinica- problemi diagnostici ed elementi di psicoterapia, Giunti
13. Nicolò, A. M., Zavattini, G. C. (1992), L'adolescente e il suo mondo relazionale. La Nuova Italia Scientifica, Roma.
14. Ricci Bitti, P. E. & Caterina, R. (2001). Motivazione e regolazione delle emozioni. In Moderato, M. & Rovetto, F. (a cura di). Psicologo: verso la professione pp.361-387. McGrawn-Hill: Milano.
15. Schindler R.A. (a cura di) (1985), Cochlear implants, New York, Raven Press.
16. Schlesinger, HS & Meadow, KP (1972). Sound and sign:Childhood deafness and mental health. Berkeley, CA:University of California Press.
17. Sroufe, A. (1996), Lo sviluppo emozionale. Tr. it. Raffaello Cortina, Milano 2005.
18. Zieziula, FR (Ed.) (1982). Assessment of hearing-impaired people.A guide for selecting psychological, educational, and vocational tests. Washington DC:Gallaudet College Press.





Acustica Campana group
tecnologie per l'udito
Numero Verde 800.203.331
dot² by ReSound
Un concentrato di tecnologia ed estetica in soli 1,38 gr
Provalo GRATUITAMENTE per 30 giorni e ASCOLTA la differenza!
ANGRI (SA): Via G. Matteotti, 18 - Tel: 081 948781
AVELLINO (AV): Via Chiesa Conservatorio, 36 - Tel: 0825 782694
CASERTA (CE): Via San Carlo, 119 - Tel: 0823 210444
CASORIA (NA): Via V. Ferrara, 10 - Tel: 081 7573181
NOLA (NA): Piazza M.C. Marcello, 9/10 - Tel: 081 5124884
POMIGLIANO D' ARCO (NA): Viale Terracciano, 152 - Tel: 081 3143504
SALERNO (SA): Via Matteo Rossi, 12 - Tel: 089 9951569
S. MARIA C.V. (CE): Via De Michele, 54 - Tel: 0823 898324
SAPRI (SA): Via Cagliari, 30 - Tel: 0973 391935

Tom has been implanted.
Amy is happy.
She can tell him how much
she loves him ...by word of mouth.

Cochlear Implant System Digisonic® SP

www.neurelec.com



Frontiera ORL pubblica le migliori esperienze nel campo delle scienze mediche e chirurgiche concernenti soprattutto la patologia testa-collo.

Promuove l'interazione tra professionisti sul territorio nazionale e internazionale, oltre che l'organizzazione di corsi e convegni.

Frontier ORL publishes the best experiences in the field of medical sciences and surgical pathology on the head and neck.

Promoting interaction between professionists on national and international territory.

Si ringraziano gli **sponsor** che hanno dimostrato interesse e fiducia nel progetto,
offrendo il proprio prezioso contributo.
Il materiale pubblicato è visionabile on line all'indirizzo www.frontieraorl.it

Thanks to the **sponsors** *who proved their interest and trust in this project,*
offering their own contribuition.
Materials can be consulted at www.frontieraorl.it

MISTO
Carta da fonti gestite in maniera responsabile
Paper from responsible sources
FSC® C019770

MED EL

The New OPUS 2XS
World's Smallest & Lightest Audio Processor



hearLIFE

The New FLEX28
Designed for Atraumatic Implantation



medel.com

23486 r1.0