

## Otoemissioni acustiche

(di A.R. De Caria)

Uno dei capitoli più affascinanti della moderna audiologia è stato aperto da David T. Kemp nel 1978, con la registrazione dei suoni emessi attivamente dalla coclea umana in seguito a una stimolazione sonora. Questi suoni chiamati otoemissioni acustiche, si presentano con una intensità particolarmente bassa e richiedono perciò tecniche particolari per la loro evidenziazione.

Nonostante alcune incertezze riguardo ai meccanismi fisiologici e al tipo di strutture cocleari coinvolte, è unanimemente accettato che le otoemissioni sono generate dalle attività contrattili delle cellule ciliate esterne e dalle caratteristiche mecano-strutturali della membrana basilare con trasformazioni di energia meccanica in energia acustica.

Le otoemissioni acustiche sono presenti sia spontaneamente (SOAE: Spontaneous Otoacoustic Emissions) che in seguito a una stimolazione sonora (click o tone bursts) detto anche EOAE (Evoked Otoacoustic Emissions).

Il metodo per rilevare le otoemissioni acustiche evocate, che sono le più usate nella diagnostica infantile, consiste nell'inviare degli stimoli impulsivi attraverso un'apposita sonda applicata nel condotto uditivo esterno, all'interno del quale è posto anche un microfono miniaturizzato e un tubicino di scappamento per evitare un'eccessivo accoppiamento acustico tra microfono e altoparlante. Le otoemissioni così captate dal microfono vengono inviate a una apparecchiatura computerizzata che impiega di routine la reiezione degli artefatti.

Tra le otoemissioni acustiche evocate, ricordiamo in modo particolare gli echi cocleari di Kemp (Otoemissioni acustiche evocate transitorie) che si ottengono con click o tone-burst.

Le otoemissioni acustiche evocate transitorie (TEOAE) sono segnali acustici evocabili sia per via aerea da clicks o tone-bursts, che devono avere una frequenza compresa tra 0,5 e 4 KHz. Le TEOAE sono caratterizzate da un gruppo di onde che compaiono 5 msec dopo l'invio dello stimolo sonoro e durano 10 msec o più. Nel 1988 fu sviluppata, presso i laboratori «Institute of Laryngology and Otology» di Londra, la prima apparecchiatura di registrazione delle TEOAE sufficientemente semplice, miniaturizzata ed economica, tale da poter essere immessa nel commercio. Questo sistema fu denominato dal nome dell'istituto e dall'anno in cui venne messo a punto ILO 88.

Successivamente venne immesso sul mercato un nuovo sistema capace di registrare i prodotti di distorsione delle otoemissioni acustiche e denominato ILO 92. Negli orecchi

normoacustici, appartenenti a soggetti di ogni età e sesso, le TEOAE sono presenti dal 98 al 100% dei casi (figg. 15.1. e 2). Queste otoemissioni sono caratterizzate da notevole stabilità morfologica e da ripetibilità, caratteristiche che sono esclusivamente legate al singolo orecchio; l'orecchio controlaterale spesso ha un pattern molto simile di risposta. Variazioni delle loro caratteristiche si possono riscontrare in funzione della posizione del capo, probabilmente per effetto della forza di gravità sulle componenti della catena ossiculare o sui liquidi labirintici. I principali parametri delle TEOAE utilizzabili per scopi clinici sono: soglia, ampiezza, latenza e spettro di frequenza. Si possono determinare due tipi di soglia: una detta soglia di comparsa che corrisponde alla più bassa intensità dello stimolo capace di evocare una risposta, e l'altra, detta soglia di saturazione, data dal livello di intensità oltre il quale non si osservano più incrementi di ampiezza. L'ampiezza progredisce con andamento non lineare rispetto all'intensità dello stimolo, sino a 80-90 dB SPL; successivamente si ha una rapida crescita lineare. La latenza è strettamente dipendente dalla frequenza dello stimolo: le alte frequenze hanno una latenza minore delle basse frequenze. Lo spettro di frequenza è rappresentato da un picco dominante correlato allo stimolo evocante, e da frequenze, non comprese nello spettro dello stimolo, da mettere in relazione all'attività biologica della coclea. La banda di frequenza si riduce con l'età e con l'incremento dello stimolo.

Le TEOAE sono solitamente registrabili per perdite uditive inferiori a 30 dB HL, anche se esistono in letteratura registrazioni in soggetti affetti da Malattia di Meniere con perdite uditive maggiori di 40 dB HL.

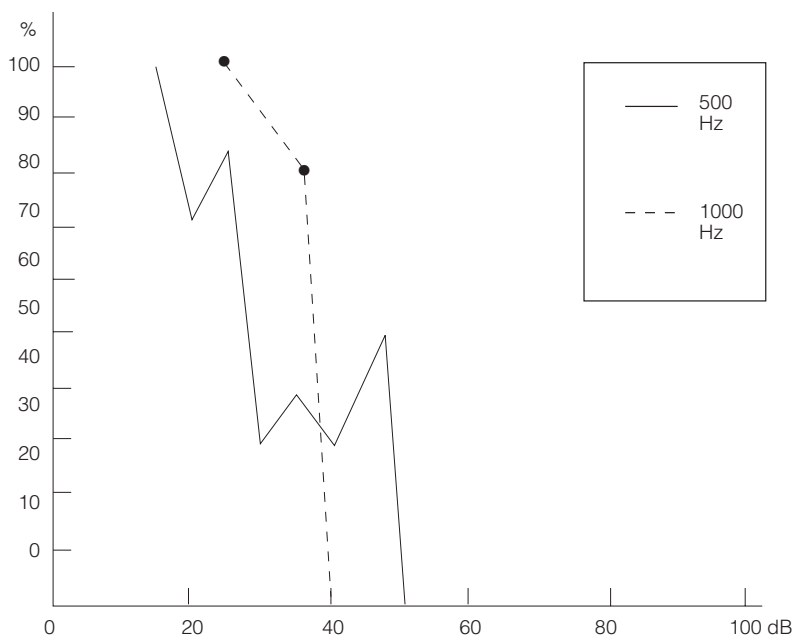


Fig. 15.1 Possibilità di riscontro delle otoemissioni acustiche evocate a 500 e 1000 Hz in rapporto ai vari livelli di soglia uditiva.

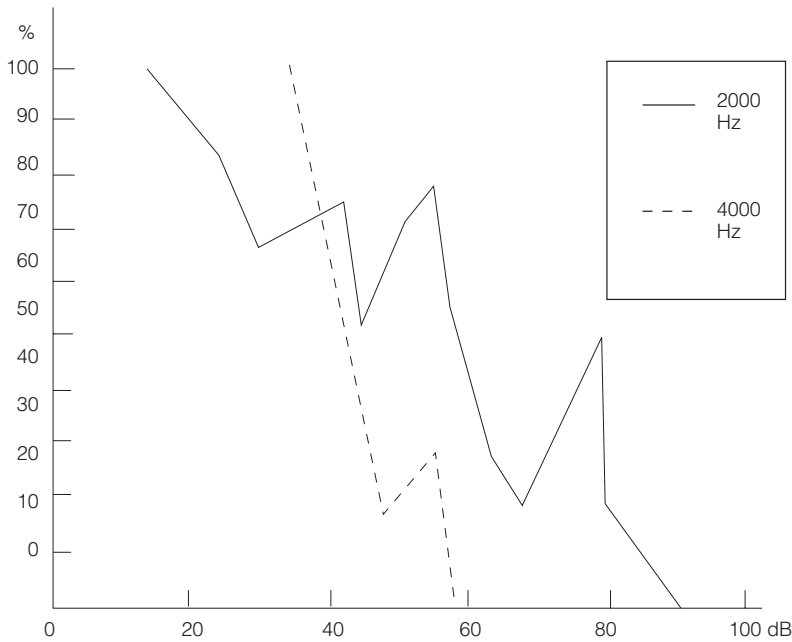


Fig. 15.2 Possibilità di riscontro delle otoemissioni acustiche evocate a 2000 e 4000 Hz in rapporto ai vari livelli di soglia uditiva.

Un insufficiente accoppiamento del probe con il condotto uditivo esterno e tutti i processi patologici dell'orecchio medio possono ridurre l'intensità o addirittura eliminare le otoemissioni nonostante la coclea sia completamente sana. La soglia di detezione delle TEOAE aumenta progressivamente con la perdita uditiva, infatti quando la soglia audiometrica è innalzata, le otoemissioni evocate si riducono rapidamente e una ipoacusia dai 30 ai 45 dB HL, sia per i toni puri che per i clicks, può rendere impossibile la misurazione delle TEOAE (fig. 15.3).

Per quanto riguarda il significato clinico di questo fenomeno, bisogna ricordare che le TEOAE testano una parte del meccanismo uditivo cocleare particolarmente sensibile alle varie patologie che colpiscono quest'organo, e non l'intero meccanismo di trasduzione cocleare in quanto le TEOAE riflettono una manipolazione fisica delle vibrazioni sonore effettuata dalle cellule ciliate esterne, e l'ordine di grandezza di questa manipolazione è limitato da fattori fisiologici.

La stimolazione molto oltre la soglia non produrrà pertanto una otoemissione molto più grande di quella evocata da una debole stimolazione. In pratica, anche se vengono impiegati livelli molto elevati di stimolazione acustica, la risposta TEOAE diviene irriconoscibile già con perdita di 30 dB quando presumibilmente la funzione delle cellule ciliate esterne è già seriamente compromessa. L'ipoacusia deve trovarsi sul campo frequenziale esplorato dallo stimolo; ipoacusie cocleari con curva audiometrica in discesa possono consentire la rilevazione delle otoemissioni su frequenze non compromesse (fig. 15.4).

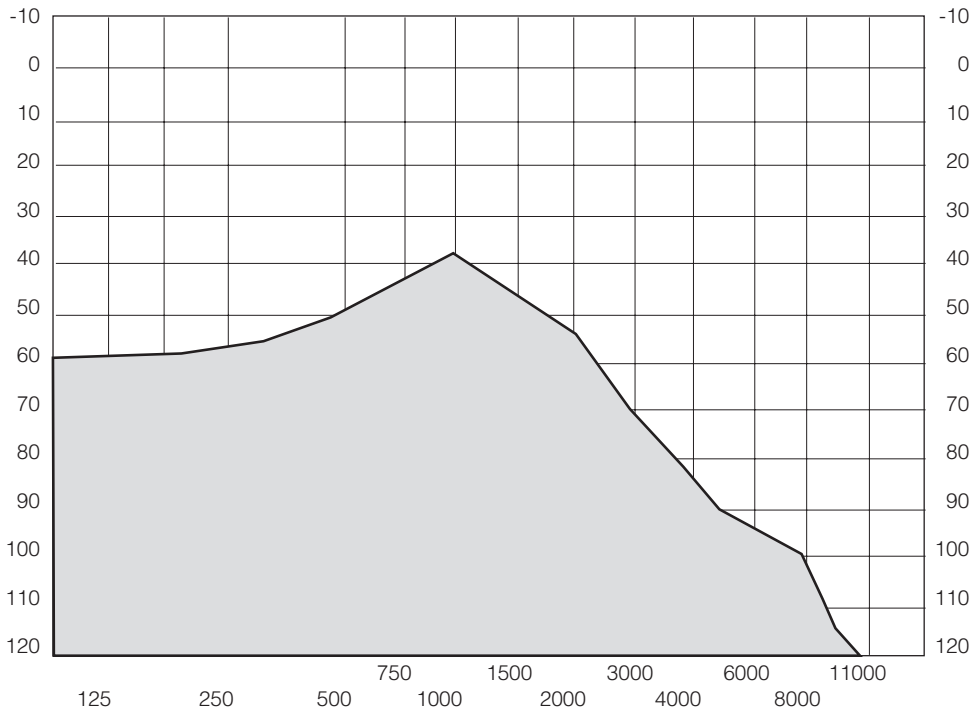


Fig. 15.3 Area di perdita uditiva (in nero) che non risulta compatibile con la presenza di OAE.

Le TEOAE scompaiono dopo somministrazione di farmaci ototossici o dopo stimolazione sonora affaticante, possono inoltre scomparire rapidamente in presenza di ipossia, per ricomparire a recupero della funzione cocleare. Pertanto le TEOAE possono essere un utile strumento di screening in audiologia neonatale: sono infatti state trovate nel 100% dei neonati normoudenti, per cui sarebbe sufficiente rilevare la loro presenza per formulare la diagnosi di normoacusia. Le TEOAE possono essere utili per svelare lesioni cocleari subcliniche in cui, pur essendo ancora negativi i test tonali, siano tuttavia presenti segni clinici quali acufeni o senso di ovattamento dell'udito.

Le otoemissioni, sulla base dell'esperienza di numerosi autori, si sono dimostrate un test affidabile, che consente di individuare in maniera oggettiva i soggetti con funzione uditiva integra rispetto a quelli ipoacusici, con una facilità e rapidità di esecuzione (cinque minuti circa) inusuali per le tecniche abitualmente utilizzate nella diagnosi audiologica infantile, e con un basso costo sia economico che di risorse umane.

I limiti di tale tecnica sono costituiti dalla possibile, anche se rara, presenza di falsi positivi e dall'impossibilità di effettuare una diagnosi della sede e del tipo di ipoacusia eventualmente riscontrata, sulla base delle sole otoemissioni.

Questo limite è facilmente superabile indirizzando i casi dubbi verso indagini fondamentali per un migliore inquadramento clinico (ABR - TAC - RMN).

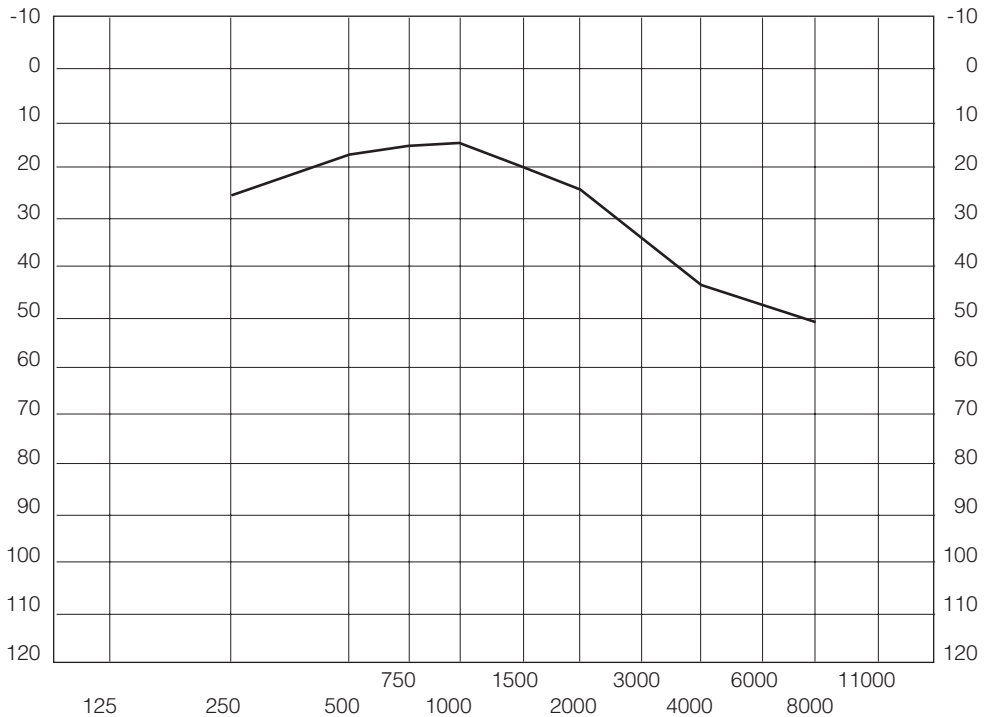


Fig. 15.4 Soglia audiometrica tonale media degli orecchi con ipoacusia cocleare e con risposta OAE positiva.

## Bibliografia

- Ballantyne D. (1993), *Manuale di tecniche audiologiche*, Milano, Masson.
- Bonfils P. e Avan P. (1992), *Distortion product otoacoustic emissions*, «Arch. Otolaryngol. Head and Neck Surg.», vol. 118, pp. 1069-1076.
- Bonfils P., Dumont A., Marie P., Francois M. e Narcy P. (1990), *Evoked otoacoustic emissions in newborn hearing screening*, «Laryngoscope», vol. 100, pp. 186-189.
- Caballero Mallea J., Algarra J.M. e Ventura A.M. (1994), *The study of evoked otoacoustic emissions in children*, «Acta Otorrinolaringol. Esp.», Jan.-Feb., vol. 45, n. 1, pp. 13-18.
- Del Bo M., Giaccari F. e Grisanti G. (1995), *Manuale di audiologia*, Milano, Masson.
- Del Valle P., Ventura A.M. e Castello A.C. (1993), *Acoustic distortion products*, «Acta Otorinolaringol. Esp.», Nov.-Dec., vol. 44, n. 6, pp. 419-423.
- Elberling C., Parbo J., Johnsen N.J. e Bagi P. (1985), *Evoked acoustic emission: Clinical application*, «Acta Otolaryngologica», suppl. 421, p. 77.
- El-Bez M., Avan P., Erminy M., Francois M. e Bonfils P. (1994), *Role of the basal cochlea in the genesis of evoked acoustic oto-emissions in the subject with normal hearing*, «Ann. Otolaryngol. Chir. Cervicofacial.», vol. 111, n. 8, pp. 443-449.
- Grandori F. (1994), *Advances in otoacoustic emissions*, Lecco, Stefanoni.
- Katz J. (1994), *Trattato di audiologia clinica*, Padova, Piccin.

- Kimberly B.P. e Nelson D.A. (1989), *Distortion product emissions and sensorineural hearing loss*, «J. Otolaryngol.», n. 18, pp. 365-369.
- Narcy P. (1993), *Recent advances in pediatric Orl, cochlear acoustic emissions*, «Arch. Fr. Pediatric», Aug.-Sep., vol. 50, n. 7, pp. 621-623.
- Perez N., Fernandez S. e Espinosa J.M. (1993), *Distortion of otoacoustic emission*, «Acta Otorrinolaringol. Esp.», Jul.-Aug., vol. 44, n. 4, pp. 265-272.