

ESPLORAZIONE FUNZIONALE Uditiva

IL SUONO

- Due parametri fondamentali devono essere controllati:
 - l'intensità
 - la frequenza
- La sensazione uditiva risulta dalla stimolazione dell'insieme del sistema uditivo a condizione che:
 - la frequenza del suono sia compreso nella gamma di frequenze udibili dall'orecchio umano
 - l'intensità del suono sia superiore alla soglia detta liminare

FREQUENZA DI UN SUONO

- L'orecchio umano può percepire solo i suoni compresi tra 20 Hz e 20 kHz, nel soggetto giovane
- Per ogni frequenza la soglia liminare varia in funzione del trasferimento nell'orecchio esterno e medio e dalle proprietà fisiologiche dell'orecchio interno

INTENSITA' DEL SUONO

- Corrisponde all'energia che trasporta l'onda sonora per unità di superficie e per unità di tempo
- Corrisponde a una pressione ***P*** per unità di superficie
- La sensazione ***S*** cresce come logaritmo dell'intensità ***i*** di uno stimolo ($S = A \log i$)
- L'intensità liminare varia in funzione della frequenza del suono

INTENSITA' DEL SUONO

- Le soglie tonali variano in funzione della frequenza del suono testato, così l'intensità è espressa in **decibel SPL** (livello di pressione sonora)
- L'audiogramma "clinico" è stato definito prendendo come riferimento la soglia audiometrica media per la frequenza 1.000 Hz di una popolazione di soggetti giovani normoudenti
- Le perdite uditive sono espresse in **decibel HL** (livello di loudness) con soglia a 1000 Hz = 0 HL = 0 SPL

AUDIOMETRIA TONALE LIMINARE

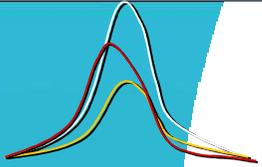
Principi

- Ha lo scopo di determinare le soglie audiometriche assolute di un soggetto durante una stimolazione tonale
- Si esegue per via aerea, con cuffia o in campo libero e per via ossea
- A volte necessita di mascheramento dell'orecchio migliore

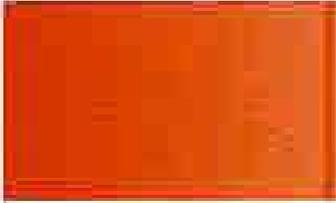
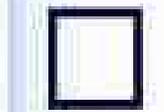
AUDIOMETRIA TONALE LIMINARE

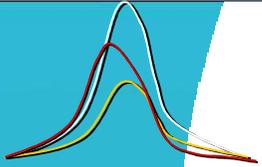
Esame standard

- Prima ci si assicura dell'integrità del meato acustico esterno
- Determinazione della soglia per conduzione aerea (CA) per le frequenze da 125 a 8.000 Hz
- Determinazione della soglia per conduzione ossea (CO) da 250 a 4.000 Hz
- Il metodo può essere ad intensità crescente o decrescente di 5 in 5 dB
- Il paziente segnala la percezione minima del suono alzando la mano o premendo un pulsante

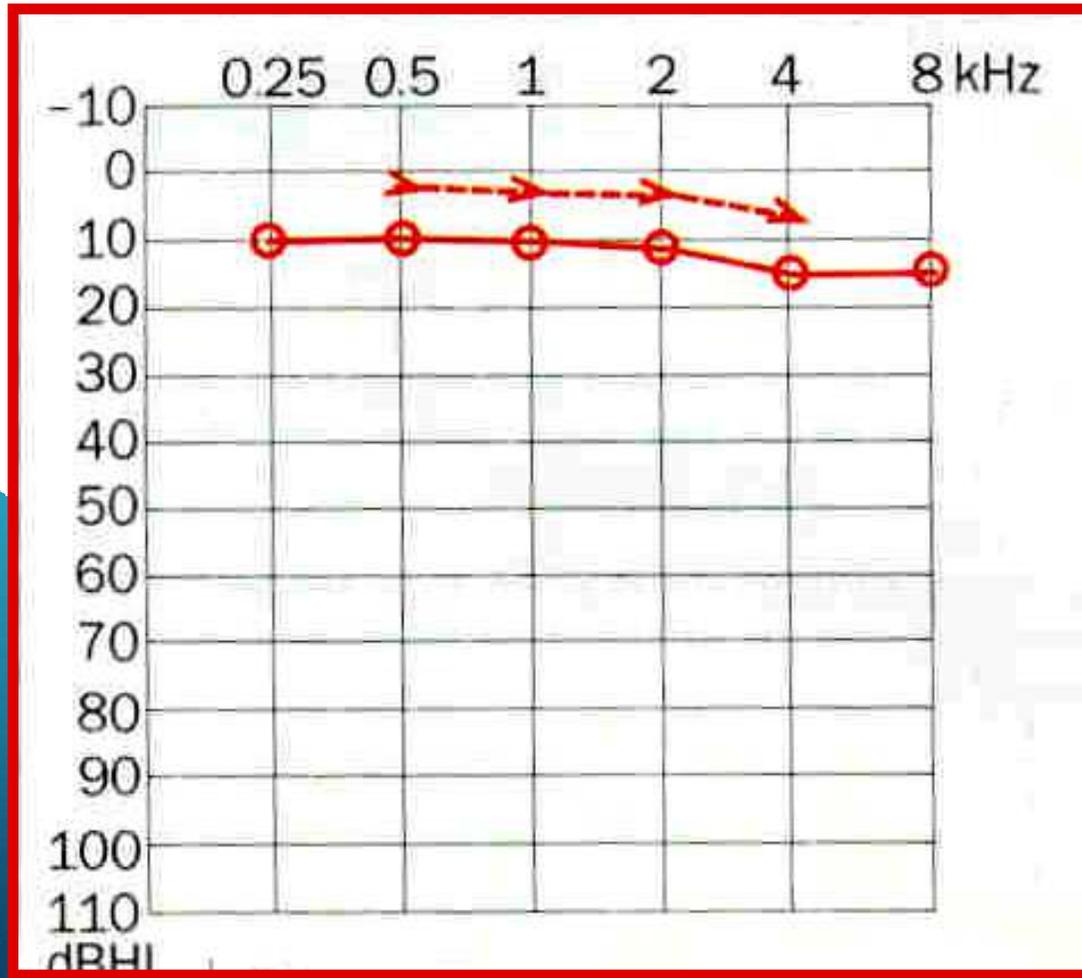


SIMBOLOGIA IN AUDIOMETRIA LIMINALE

Simboli usati				
	Via aerea	Via ossea	Via aerea	Via ossea
	Non mascherato		Mascherato	
				
				
				



NORMOACUSIA



IPOACUSIE E SORDITA'

- Il termine sordità va applicato solo ai soggetti con un deficit uditivo così grave da non poter trarre vantaggio da alcuna amplificazione acustica (WHO 1980)
- In tutti gli altri casi useremo il termine ipoacusia

IPOACUSIE : RISPETTO ALLA SEDE

Periferica

a) Trasmissiva (problematica di orecchio esterno e medio , fino all'articolazione stapedio - ovalare)

b) Sensoriale (alterazione apparato recettoriale)

c) Neurale alterazione delle fibre e dei neuroni del ganglio di Scarpa

d) Mista (parte trasmissiva e parte sensoriale)

- Centrale : per coinvolgimento delle vie uditive centrali rostralmente al nervococleare

Insieme costituiscono le ipoacusie di neurosensoriali o percettive

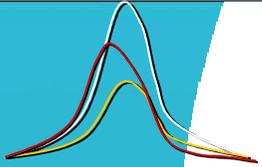
IPOACUSIE : RISPETTO ALLA GRAVITA' E FREQUENZA

GRAVITA'

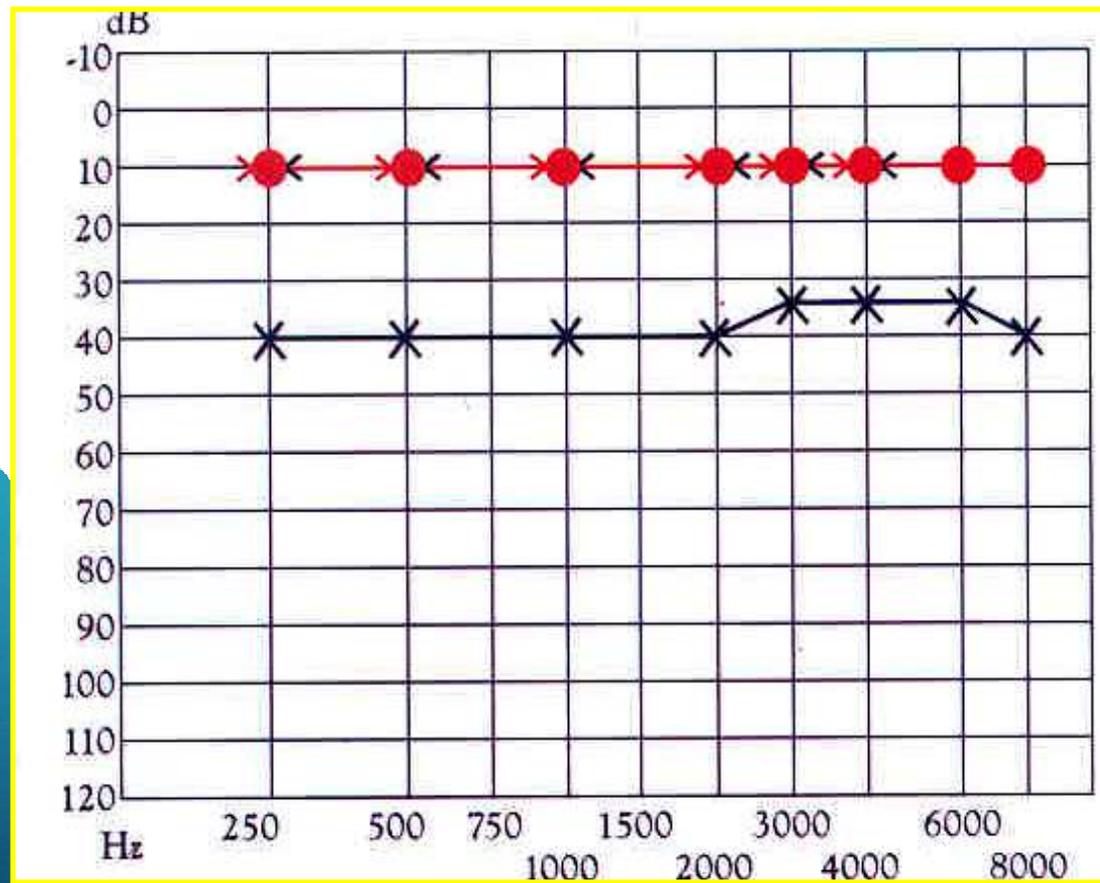
- Lieve (perdita dal 20 a 40 dB)
- Moderata (da 41 a 70 dB)
- Grave (71 a 94 dB)
- Profonda (oltre i 95 dB)

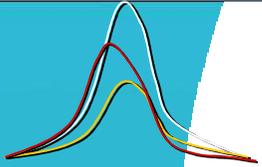
FREQUENZA

- Basse : entro i 500Hz
- Medie oltre i 500 entro i 2000 Hz
- Alte oltre i 2000 Hz ed entro gli 8000 Hz
- Ultra alte : oltre gli 8000 Hz

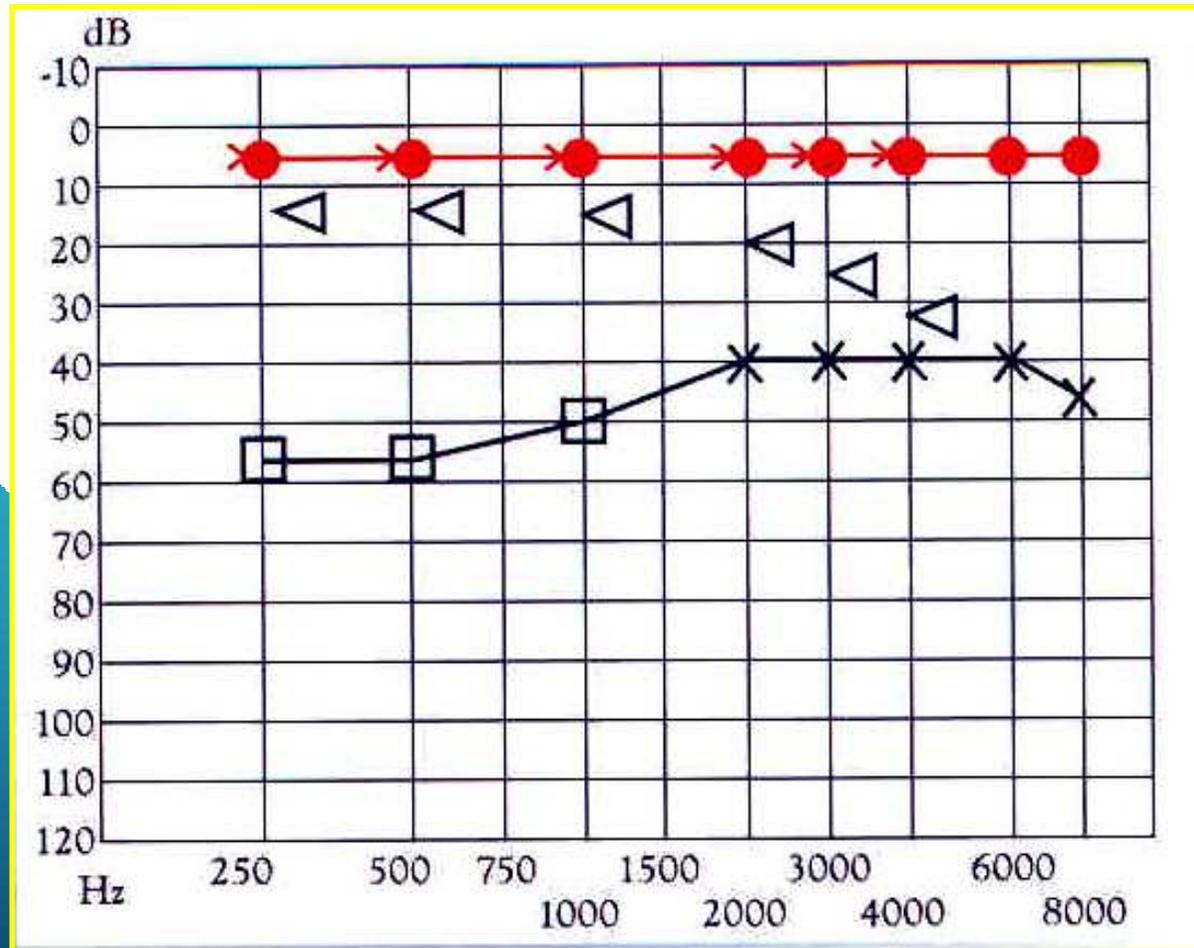


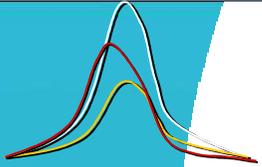
IPOACUSIA TRASMISSIVA





IPOACUSIA MISTA





IPOACUSIA PERCETTIVA



Fig. 210.

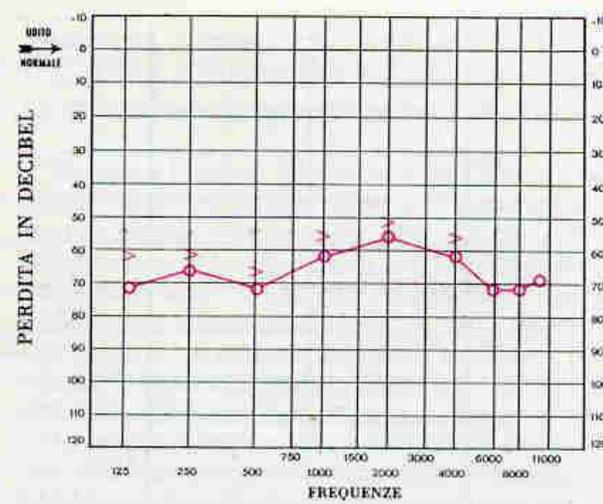
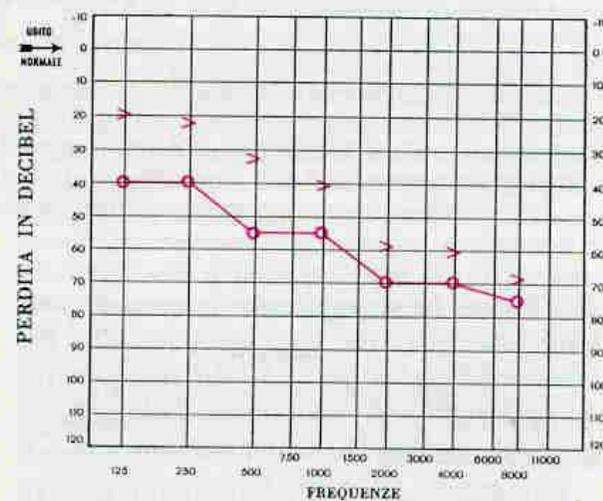
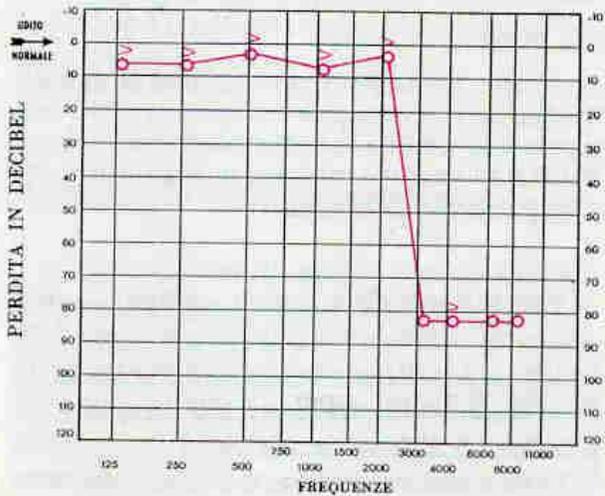


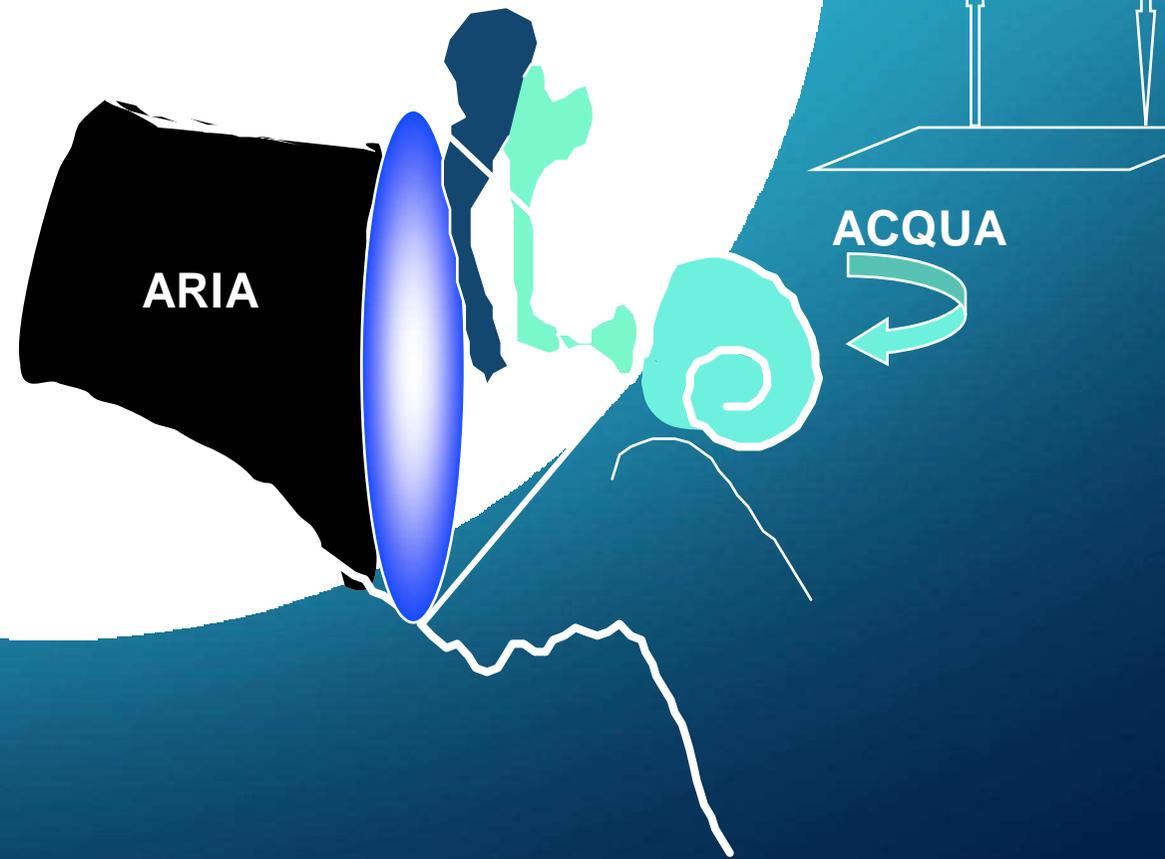
Fig. 211.



AUDIOMETRIA VOCALE

- Consiste nello studiare l'intelligibilità delle parole
- Necessita di un materiale fonetico
- Il paziente deve ripetere le parole che comprende
- Gli stimoli vocali sono inviati in campo libero o in cuffia monoaurale
- Si calcola la percentuale di parole percepite a varie intensità di stimolo e si determina la soglia

Per impedenza si intende l'opposizione complessiva offerta da un sistema al flusso di energia. L'impedenza di un sistema meccanico è descritta dal rapporto fra una forza applicata ed una velocità raggiunta ($Z=F/V$). Ad esempio, fra due situazioni in cui un martello colpisce un chiodo sulla punta o sulla testa, la maggior velocità di entrata nel legno si verifica per la seconda. L'impedenza acustica rappresenta l'opposizione offerta da un sistema ad una forza oscillante, quale è appunto il suono. La funzione dell'orecchio medio è di facilitare il passaggio dei suoni dal mezzo aereo al mezzo liquido occupante l'orecchio interno



IMPEDENZOMETRIA

PRINCIPIO FISICO E BASI FISIOLOGICHE

- La membrana timpanica e la catena ossiculare hanno l'incarico di trasmettere le vibrazioni acustiche dal meato esterno all'orecchio interno
- Queste strutture permettono di adattare l'impedenza tra ambiente aereo e ambiente liquido cocleare
- Questo adattamento di impedenza permette d'ottimizzare il trasporto di energia dall'aria verso la coclea

IMPEDENZOMETRIA TIMPANOMETRIA

- Misura le variazioni di impedenza dell'OM col variare della pressione nel CUE
- La minore impedenza e quindi la massima compliance si ha quando la differenza di pressione statica tra l'orecchio esterno e medio è nulla
- Ogni minima variazione di pressione aumenta l'impedenza e diminuisce l'energia sonora trasmessa cioè la compliance

IMPEDENZOMETRIA

TECNICA DI REGISTRAZIONE

- La misura dell'impedenza dell'orecchio medio si effettua con l'impedenzometro o ponte elettroacustico
- Il suo principio consiste nell'inviare un tono-sonda nel CUE e registrare la frazione di esso che viene riflesso dalla MT, cioè dall'impedenza dell'orecchio medio
- Lo strumento misura pertanto l'impedenza offerta dall'orecchio medio al passaggio dell'energia acustica e le sue variazioni in funzione delle condizioni di elasticità/rigidità del complesso MT-catena ossiculare o della contrazione del riflesso stapediale

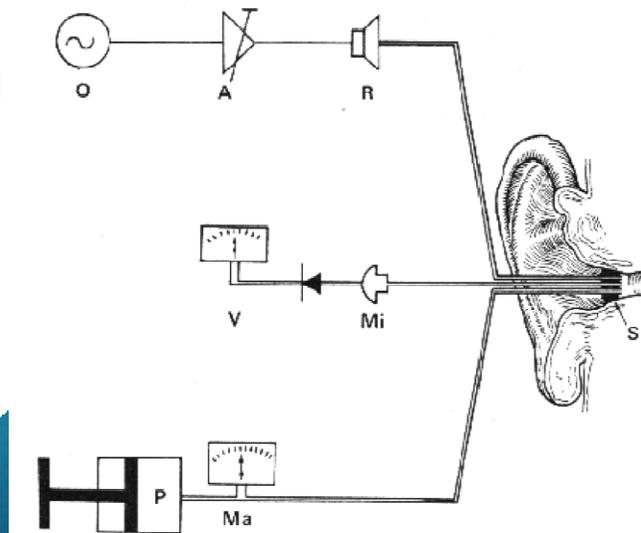
IMPEDENZOMETRIA

TECNICA DI REGISTRAZIONE

La sonda dell'impedenzometro comprende tre uscite
La prima è collegata ad un altoparlante che emette un
Tono-sonda continuo di frequenza fissa (220Hz) ed
intensità elevata (90 dB)

La seconda è collegata a un microfono che misura il
livello sonoro totale del CUE e raccoglie l'energia
restituita dalle componenti elastiche del timpano e
dell'orecchio medio

La terza è collegata a una pompa che permette di
variare la pressione statica dell'aria nel CUE tra -400
+400 mm d'acqua



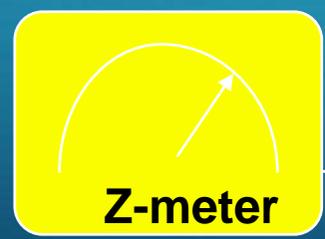
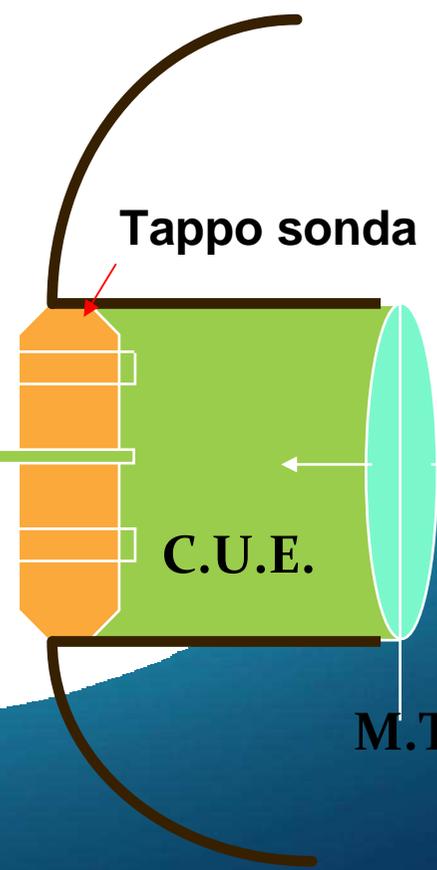
IMPEDENZOMETRO-schema

Tono sonda
220 -800 Hz

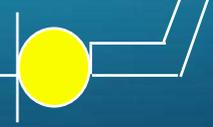


Pompa

+200, -400 mm H₂O

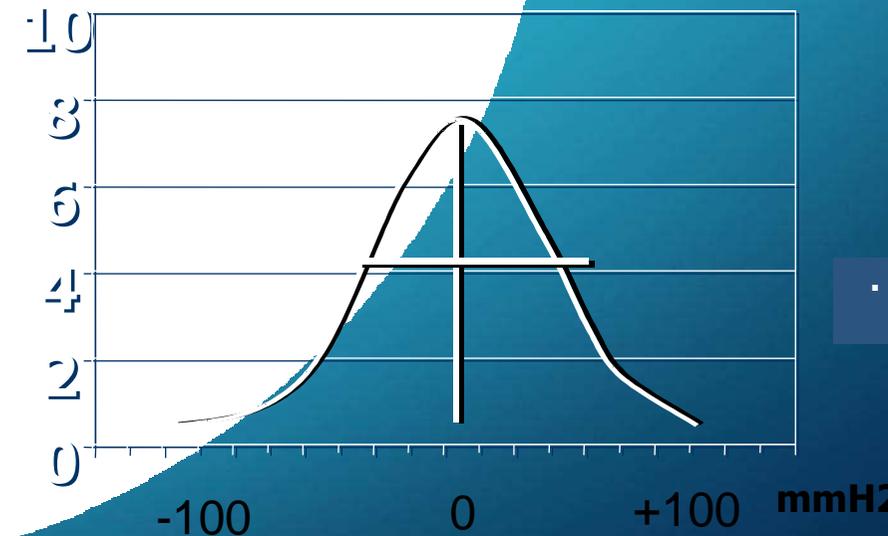


mic



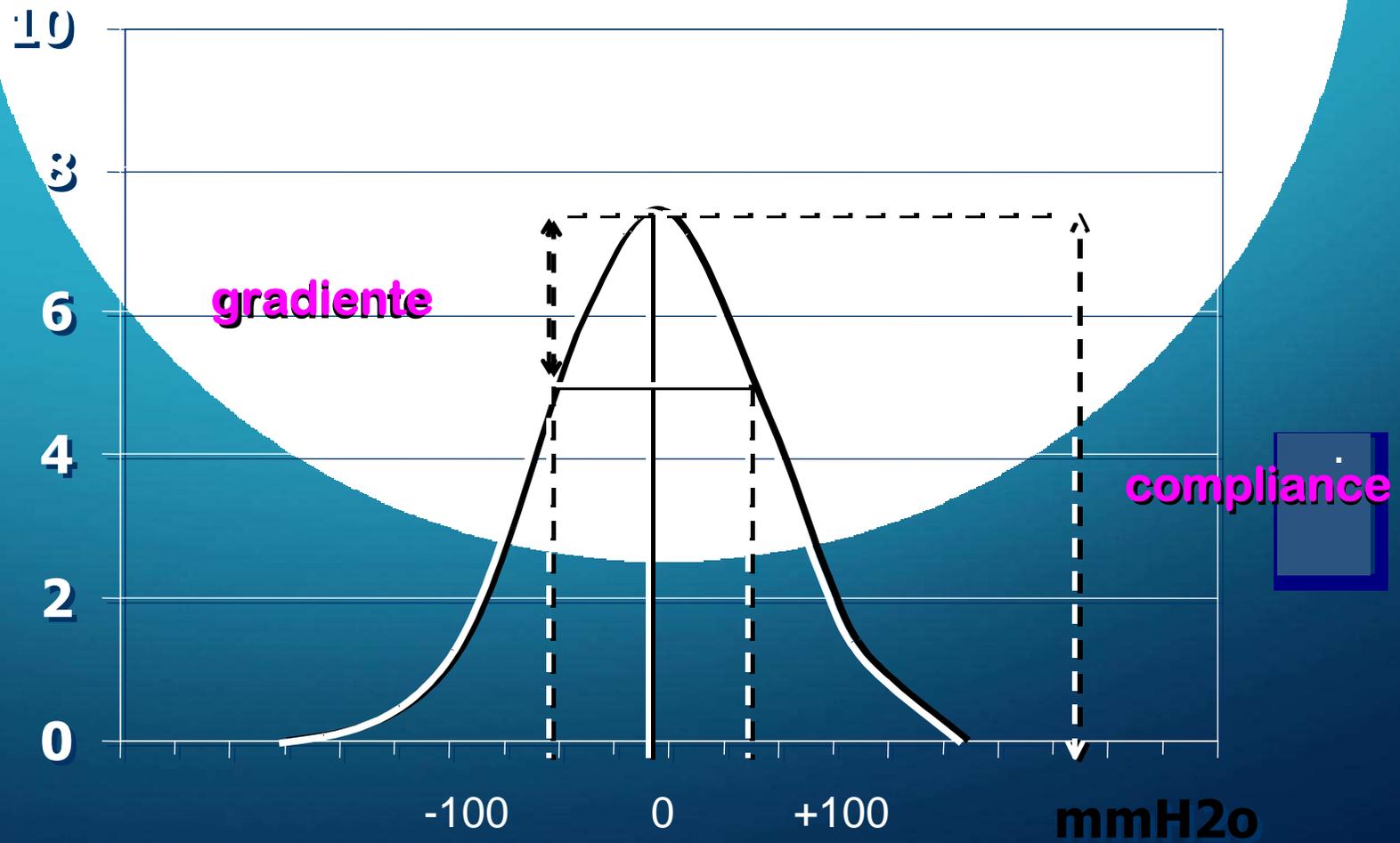
Misura di impedenza

- Pertanto la sostanza dell'esame consiste nel rilevare quanta parte dell'energia sonora viene restituita dal sistema mentre variamo le condizioni di pressione erogate dalla pompa
- Quando siamo allo 0 pressorio (pressione erogata = pressione presente nell'orecchio medio) la compliance del sistema sarà al massimo
- Viceversa quando si erogano valori pressori massimi o negativi la compliance si ridurrà fino ad azzerarsi

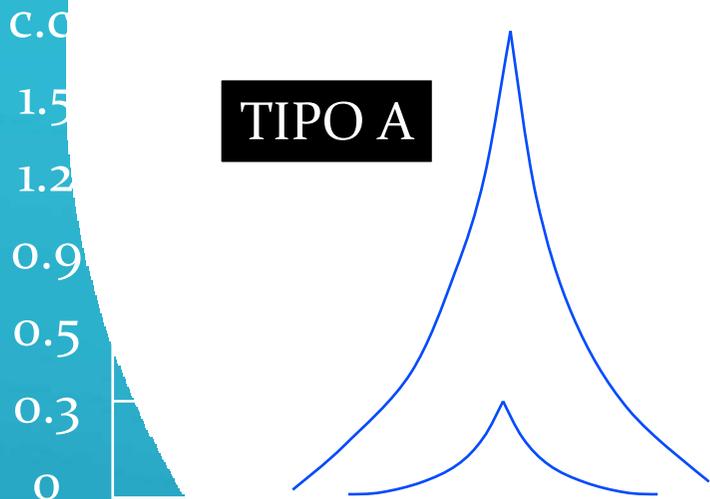


IMPEDENZOMETRIA

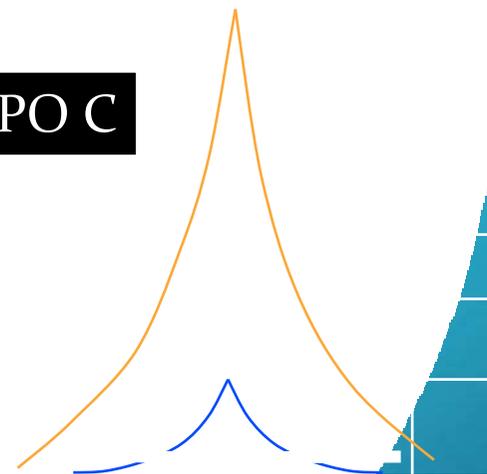
Timpanogramma



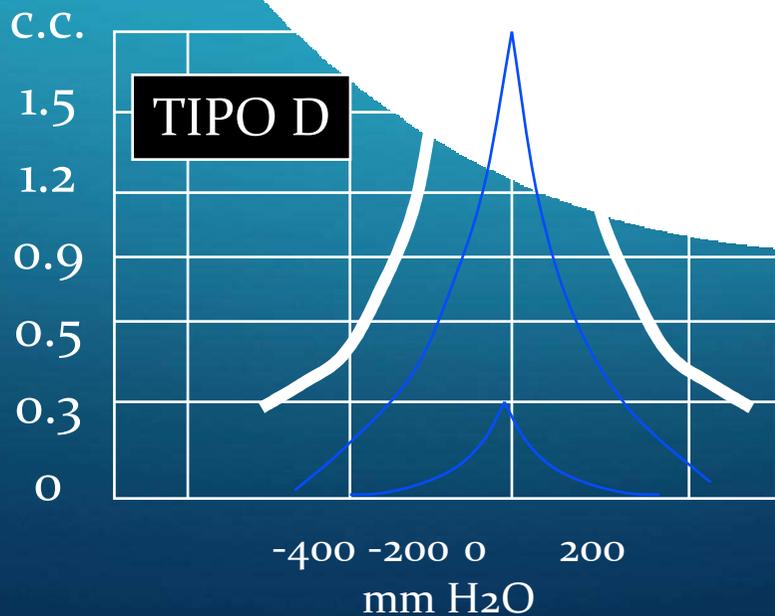
Normale



TIPO C

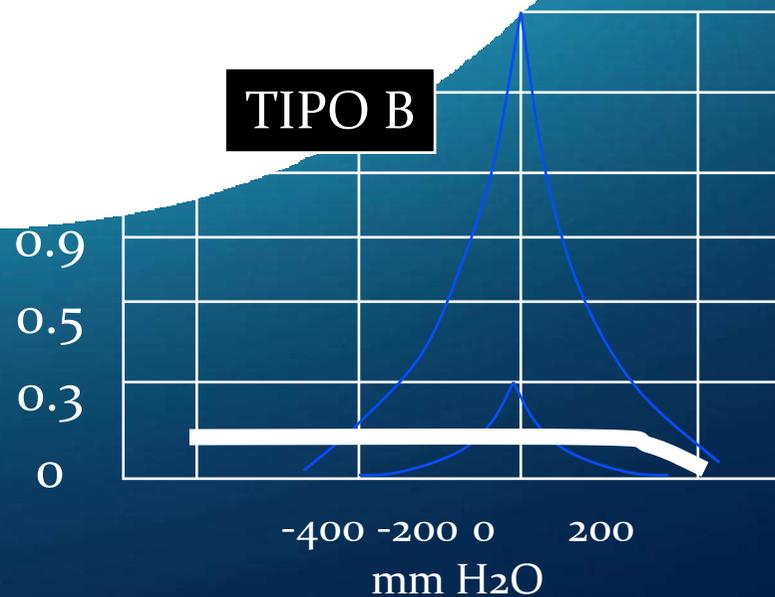


Depressione
aerea
endotimpanica



Discontinuità
membrana
timpanica

TIPO B



Versamento
endotimpanico

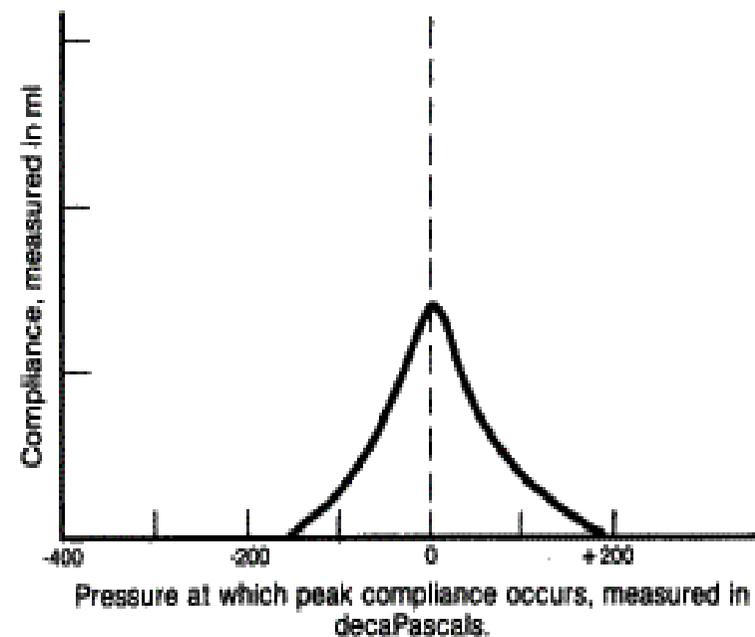
TIMPANOMETRIA

Timpanogramma

In base alla classificazione di Jerger si possono descrivere 4 principali tipi di timpanogramma:

Tipo A Timpanogramma normale

- Il picco della curva pressoria si trova tra +50 e -100 mm HG.
- Esso indica assenza di patologia dell'orecchio medio.



TIMPANOMETRIA

Timpanogramma

Tipo B:

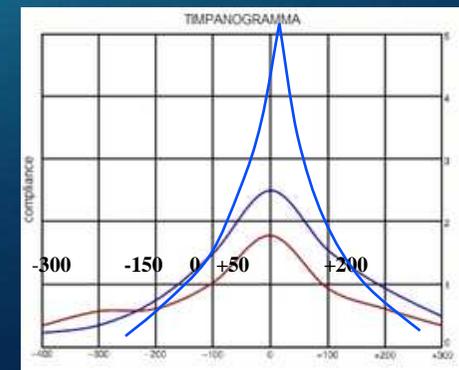
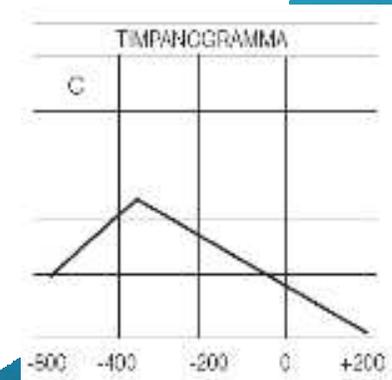
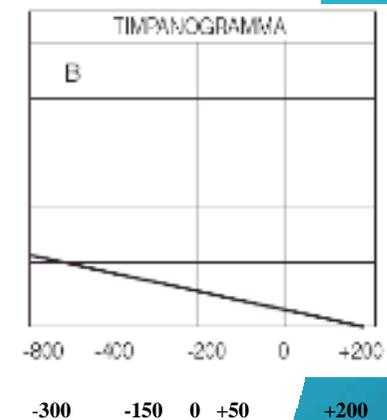
- Il picco è assente o scarsamente definito.
- Per lo più presente in caso di versamento endotimpanico.

Tipo C:

- Il picco è presente, ma spostato verso valori negativi:
 - C1 tra -100 e -199 dPa
 - C2 tra -200 e -399 dPa
 - C3 tra -400 e -600 dPa
- Presente in caso di disfunzione tubarica.

Tipo D:

- I valori di compliance eccedono le capacità di misura dello strumento.
- Discontinuità della catena ossiculare.



TIMPANOMETRIA

TIPO DI TIMPANOGRAMMA VS. PRESENZA DI VERSAMENTO ALLA MIRINGOTOMIA NELLA DIAGNOSI DI OME

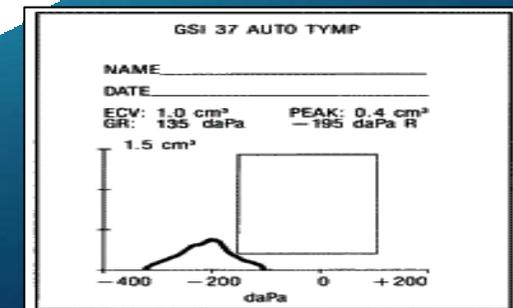
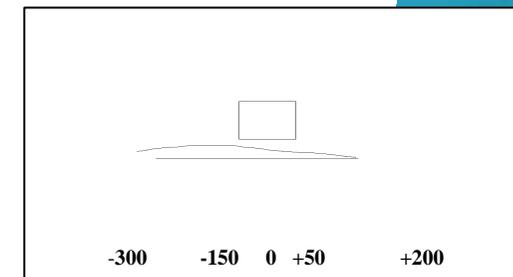
- ▶ Timpanogramma tipo A: versamento nel 3%
- ▶ Timpanogramma tipo B: versamento nel 85-100%
- ▶ Timpanogramma tipo C1: versamento nel 17 %
- ▶ Timpanogramma tipo C2: versamento nel 55 %

▶ *Timpanogramma tipo B*

- Sensibilità = 81%
- Specificità = 74%

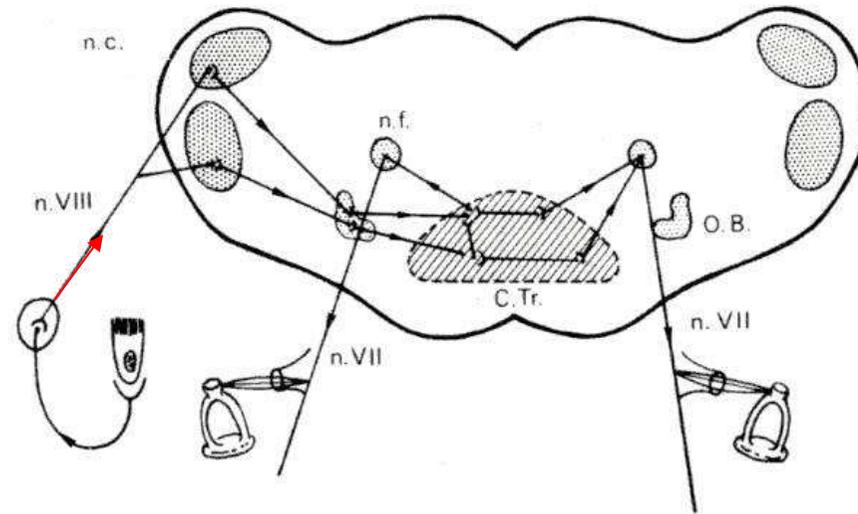
▶ *Timpanogramma tipo B + C2*

- Sensibilità = 94%
- Specificità = 62%



REFLESSOMETRIA STAPEDIALE

Premesse anatomo-fisiologiche

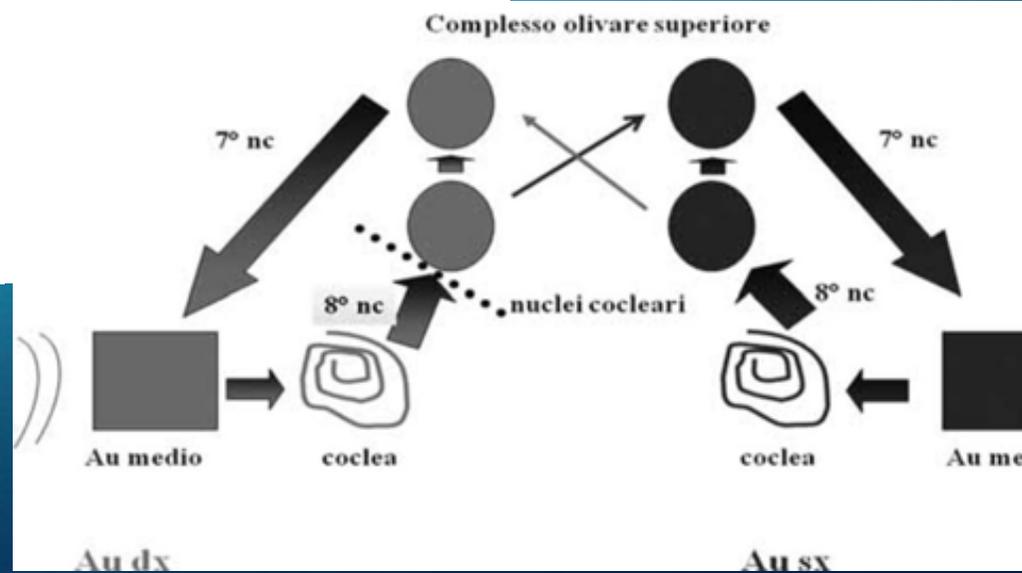
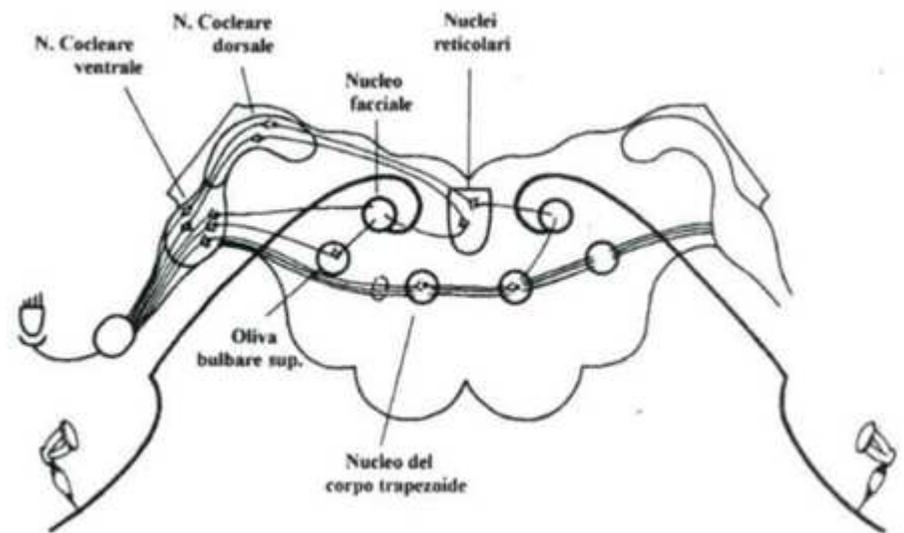


CONDIZIONI NECESSARIE PER LA PRESENZA DEL RIFLESSO STAPEDIALE

- Mm stapedio normale bilateralmente
- N. Faciale normale bilateralmente
- Orecchio medio normale bilateralmente
- Soglia uditiva migliore di 80 dB HL in au stimolato
- N. Acustico normale in au stimolato
- Tronco cerebrale normale (livello bulbo-pontino)

VIE AFFERENTI ED EFFERENTI

- Via afferente va dall'VIII° paio di n.c. ai nuclei cocleari ventrali e caudali bulbo-pontini
- Relais acustico – facciale dato dalle connessioni presenti a livello pontino fra i nn. Cocleari ed i nn. Motori del facciale (2 vie dirette + 2 vie crociate)
- Via efferente rappresentata dalla radice motoria del VII° paio fino al nervo stapediale; le fibre di connessione tra i nn. del VII° dei due lati che spiegano la risposta binaurale alla stimolazione monolaterale



REFLESSOLOGIA TIMPANICA

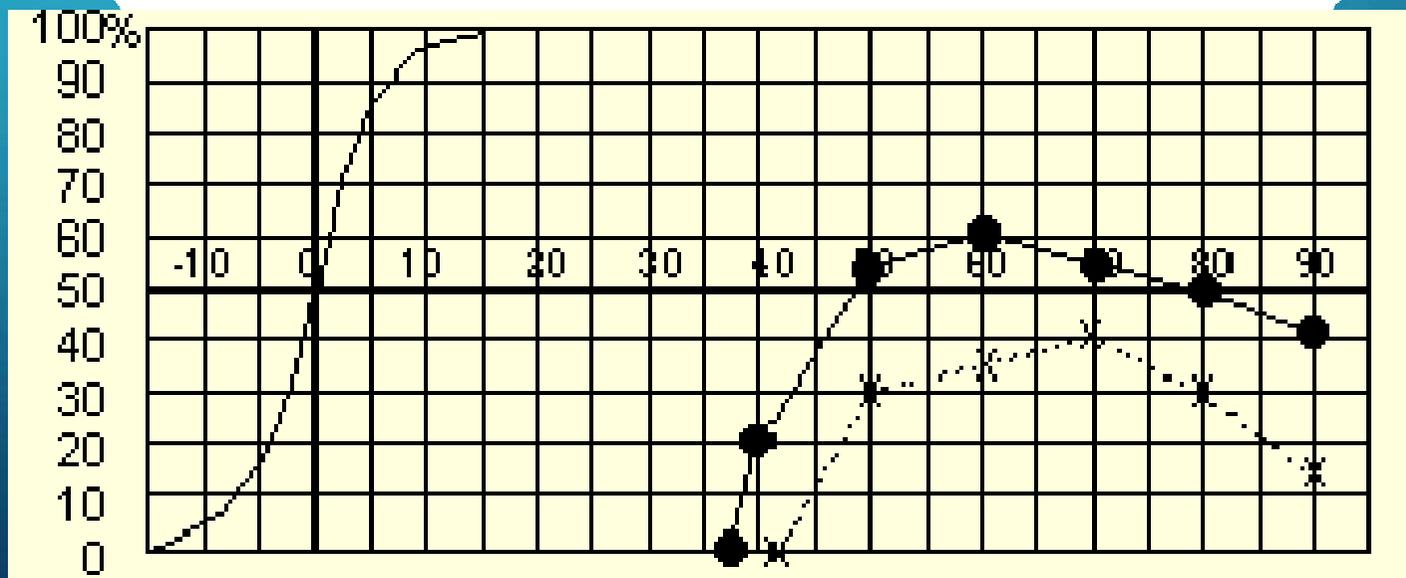
Studia le variazioni della compliance provocate dalle contrazioni dei mm. Timpanici (in realtà soprattutto del m. stapedio) basandosi su alcune premesse:

- Lo stimolo di un orecchio con un suono di una determinata intensità provoca la contrazione dei mm. stapedi sia del lato stimolato che dell'opposto
- La contrazione stapediale aumenta la rigidità del STO con diminuzione della compliance (cioè aumento dell'impedenza)
- In un orecchio con condizioni normali per questi stimoli si potrà osservare un brusco cambiamento della compliance (diminuzione) che cesserà quando questo verrà rimosso. Quando si ha una patologia dell'OM o vi è interruzione dell'arco riflesso acustico facciale la contrazione stapediale non avrà effetti sulla compliance

PRINCIPI DI AUDIOMETRIA VOCALE

Applicazioni:

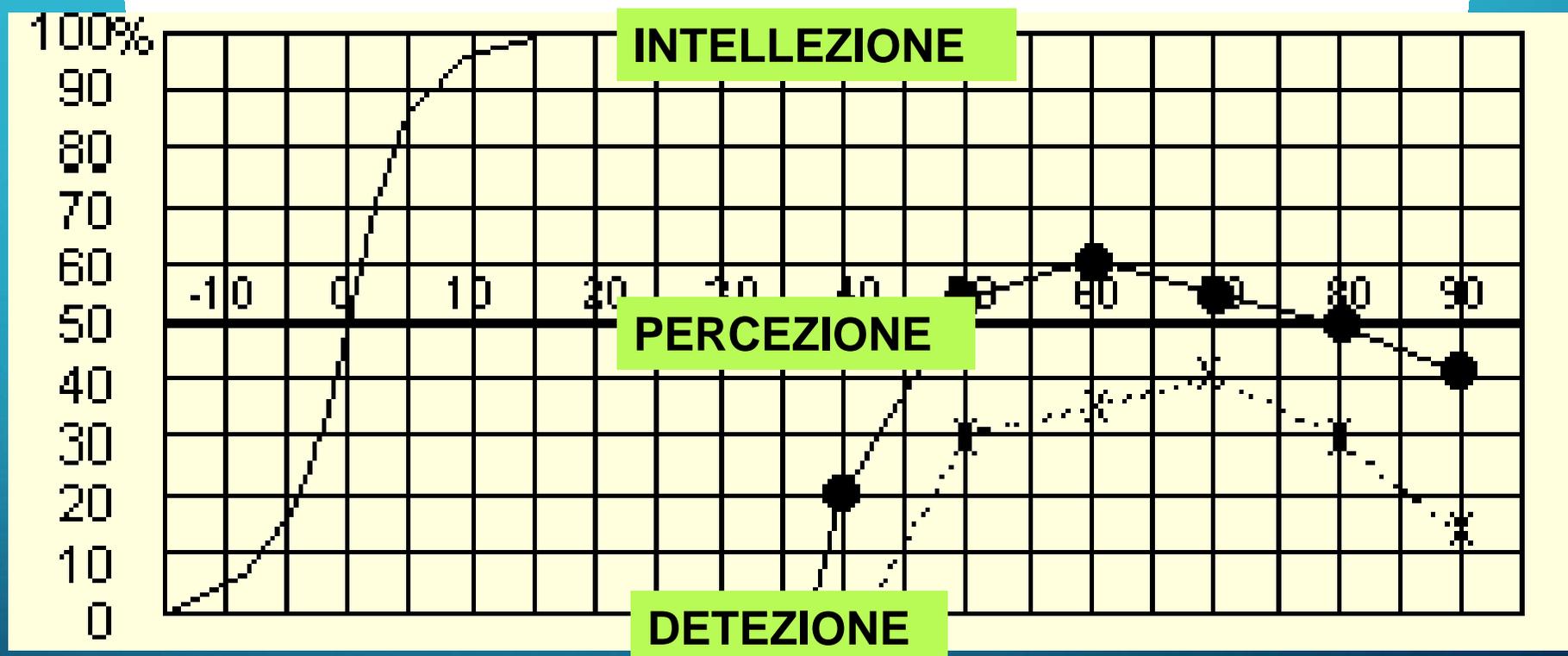
- ottenere informazioni topodiagnostiche, distinguendo nelle lesioni della periferia uditiva tra coclea e nervo 8° , e nelle lesioni centrali tra tronco e corteccia;
- valutare l'efficienza del sistema uditivo nei confronti di stimoli verbali.
- largo utilizzo in campo riabilitativo (cfr. audiometria protesica).



Detezione: si avverte una generica sensazione uditiva , ma non si riconosce suono o parola

Percezione : livello di intensità con il quale il soggetto comprende e ripete correttamente il 50% delle parole presentate

Intellezione : livello di intensità al quale il soggetto può ripetere correttamente



L'audiometria vocale può essere eseguita nei bambini a partire da 8-10 anni di età.

MODALITÀ DI SOMMINISTRAZIONE DEL TEST

le di parole o frasi, solitamente 10 per lista, inviate al paziente a diverse intensità.

Il paziente deve ripetere le parole o le frasi, e le risposte, giudicate dall'esaminatore, vengono espresse in % di risposte corrette.

In normoudenti, nei soggetti con ipoacusia trasmissiva, o neurosensoriale da lesione cocleare, l'intensità corrispondente al 50% di risposte corrette è correlata, entro ± 10 dB, con la soglia uditiva media per toni puri (0,5, 1, 2 kHz).

Le cocleopatie = distorsioni percettive di intensità e frequenza, -> rilevante influenza sulla discriminazione dei messaggi verbali.

MODALITÀ D'INVIO

- Cuffia;
- Campo libero.

RILIEVO DELLE RISPOSTE

La curva di intelligibilità è tanto spostata verso destra quanto maggiore è l'entità del deficit per la parola.

Nelle ipoacusie di trasmissione è parallela alla curva del normoacusico.

Nelle ipoacusie neurosensoriali ha una "curvatura" accentuata recruitment.

aperto

l'esaminato ripete ciò che ritiene di aver sentito.

chiuso

l'esaminato copia la risposta scritta dell'esaminato

testi di confusione

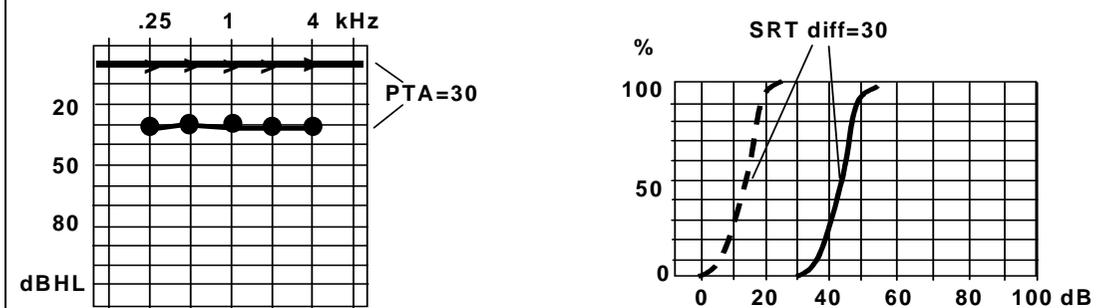
permette non solo di misurare le risposte corrette, ma anche di valutare in che modo si distribuiscono gli errori. Viene usata in applicazioni speciali, ad esempio per valutare come una protesi acustica, o un impianto cocleare possa influenzare la percezione di semplici segmenti di linguaggio.

procedura adattiva

per valutare la intelligibilità con procedimenti adattivi es "up and down" intensità dello stimolo varia in funzione delle risposte

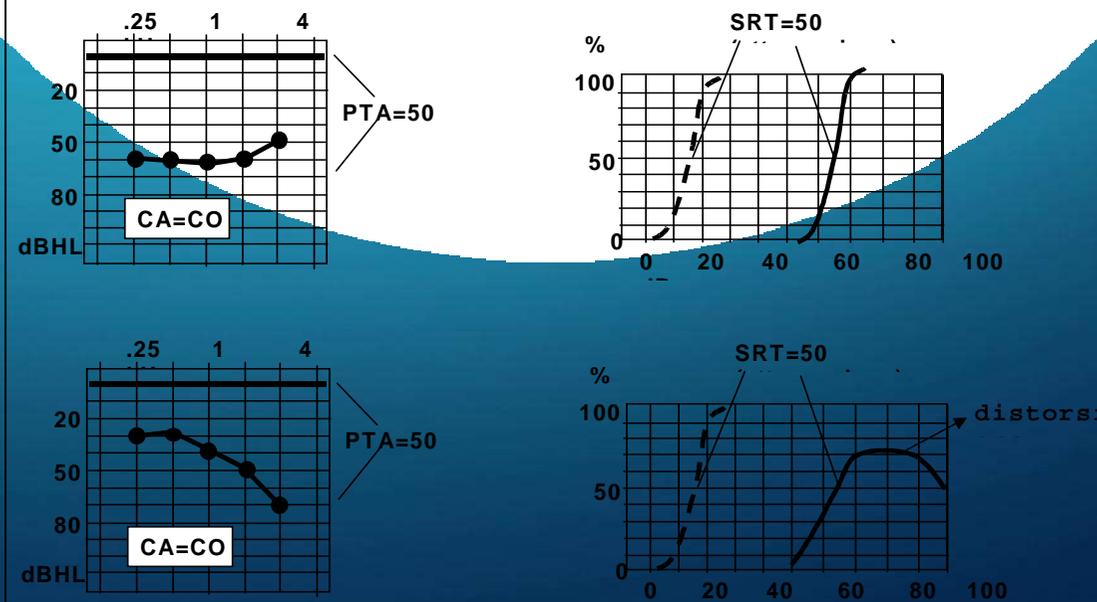
IPOACUSIE TRASMISSIVE

effetti di attenuazione



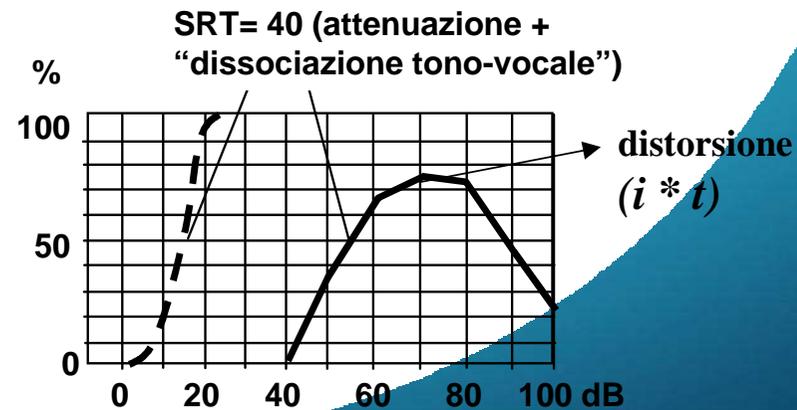
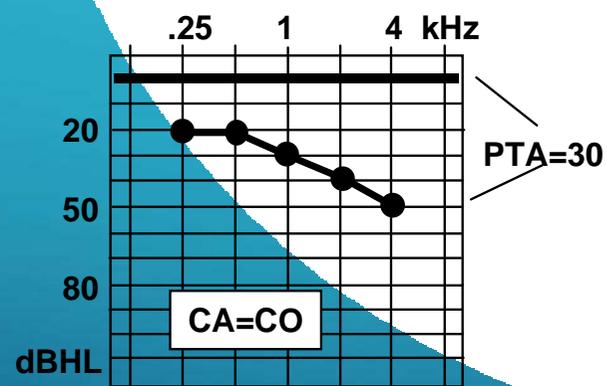
SORDITA' NEUROSENSORIALE A SEDE COCLEARE

effetti di attenuazione e distorsione



SORDITA' NEUROSENSORIALE A SEDE RETROCOCLEARE

effetti di attenuazione, distorsione ed adattamento patologico



POTENZIALI EVOCATI UDITIVI (ABR)

SONO UNA SERIE DI POTENZIALI CHE SI SVILUPPANO ENTRO 10 MSEC DALL'INVIO DI UNO STIMOLO RAPPRESENTANO LA RISPOSTA ELETTRICA DELLA VIA UDITIVA FRA L'VIII° ED IL COLLICOLO INFERIORE ESAME CONDOTTO CON PAZIENTE RILASSATO (SDRAIATO O SEDUTO) MEDIANTE L'APPLICAZIONE DI ELETTRODI SULLA CUTI DEL CRANIO

GLI STIMOLI SONO TRANSITORI (CLICK), EROGATI A 85-90 dB. IL CAMPO DI SENSIBILITA' E' COMPRESO FRA LE FREQUENZE DI 1000 E 4000 Hz

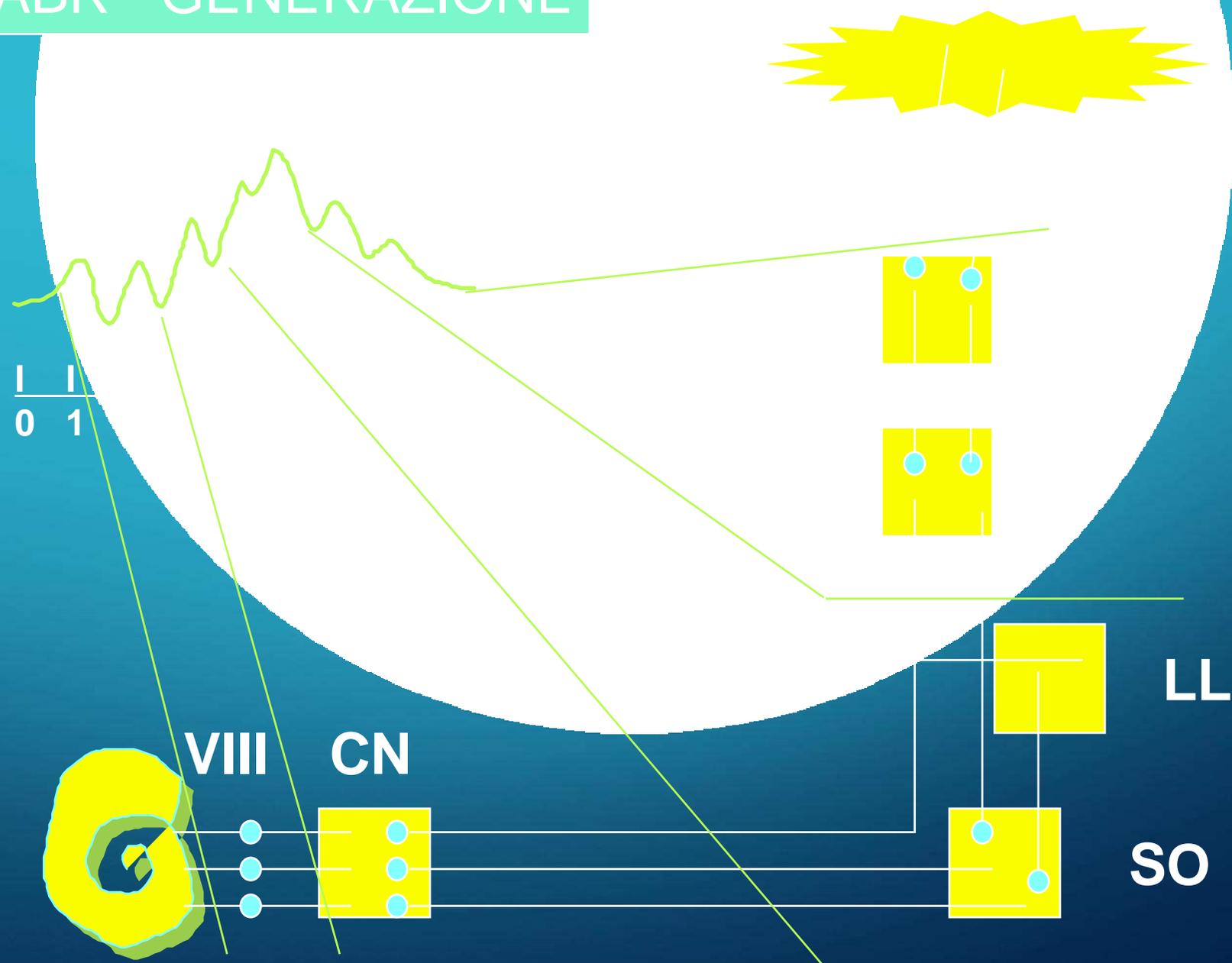
NON SONO DEFINIBILI I VALORI DI SOGLIA SOTTO I 1000 Hz.

SERVONO A DISTINGUERE , CON IL CONFRONTO CON L'AUDIOMETRIA TONALE , LE IPOACUSIE TRASMISSIVE DA QUELLE NEUROSENSORIALI , E NELL'AMBITO DI QUESTE ULTIME LE COCLEARI DALLE RETROCOLEARI

UTILE IN AUDIOMETRIA INFANTILE PER IL RILEVAMENTO DELLA SOGLIA

UTILIZZAZIONE IN CAMPO NEUROLOGICO PER PATOLOGIE DEL SNC , DEGENERATIVE, TUMORALI O VASCOLARI SITE NEL TRONCOENCEFALICO

ABR - GENERAZIONE



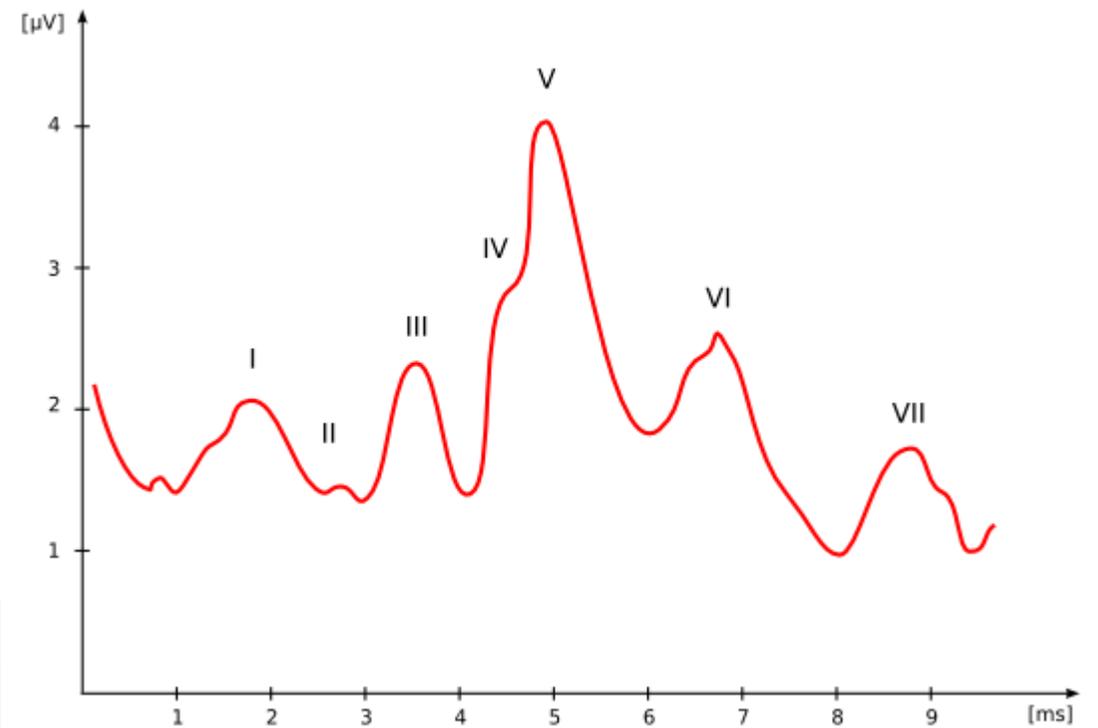
ONDA I (Equivalente EcoGH)

ONDA II : nuclei cocleari

ONDA III: complesso olivare superiore

**Complesso IV-V : lemnisco laterale e
collicolo inferiore**

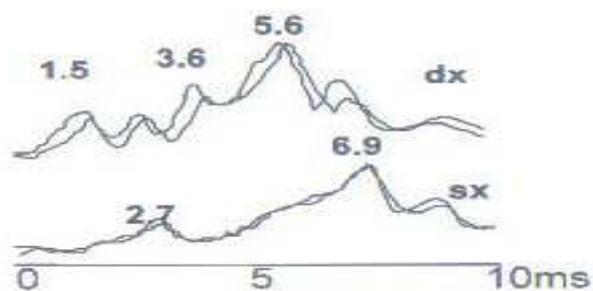
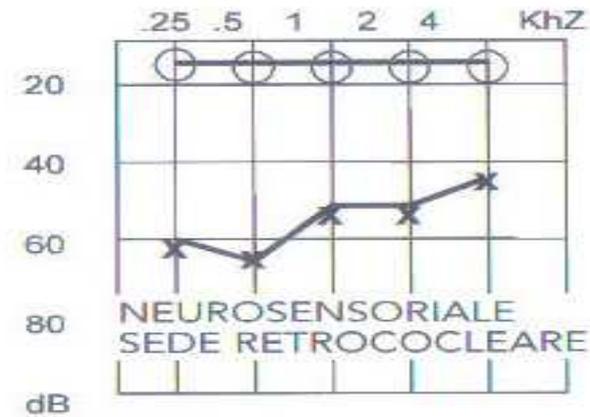
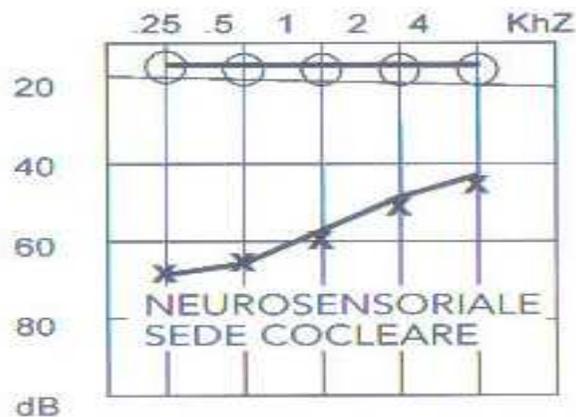
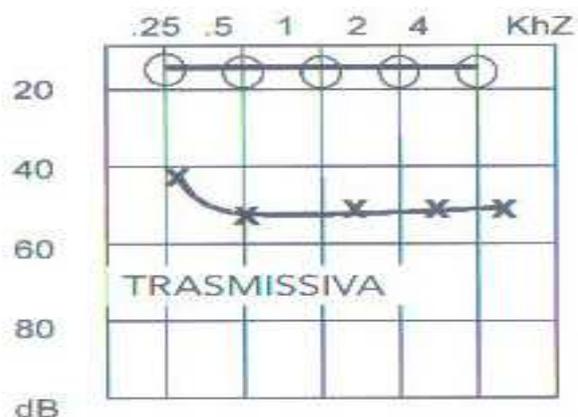
**VI e VII : corpo genicolato mediale e
proiezioni talamo-corticali**



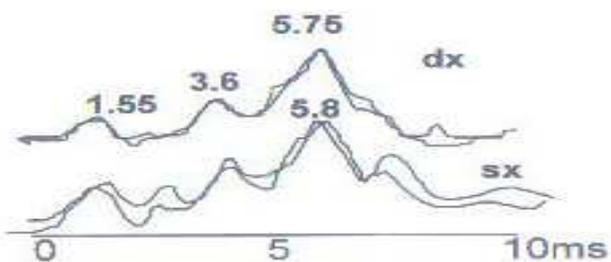
- **La componente più rilevante è l'onda V , identificabile con stimolazioni molto vicine alla soglia psicoacustica , assume carattere di indicatore di soglia**
- **La sua mancanza alla massima intensità di stimolazione massima (90 dB HL) è indice obiettivo di ipoacusia profonda**
- **Vengono valutate la morfologia delle onde , la loro scomparsa (onde I, II, III) e la modificazione della morfologia della V; l'aumento di latenza dell'onda V.**

(ABR)

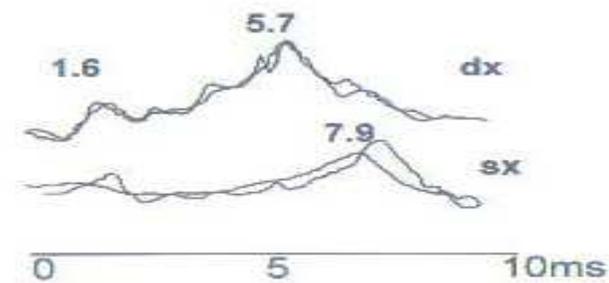
ABR DIAGNOSI DELLE IPOACUSIE



onda V lat. aumentata
intervallo I-V normale



onda V lat. normale
intervallo I-V normale



onda V lat. aumentata
intervallo I-V aumentato
o assenza onda I

Fig. 2. Esempi di ABR in tre tipi di ipoacusia. La latenza dell'onda V e l'intervallo di latenza fra onda I e onda V permettono di differenziare le diverse forme.

ABR

