



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

MASTER di II Livello in Vestibologia
Anno accademico 2018-2019



I potenziali evocati uditivi in vestibologia

Prof. R. Turchetta

Responsabile servizio di audiologia infantile

Dipartimento Organi di Senso, Policlinico Umberto I, Roma

POTENZIALI EVOCATI



I potenziali evocati sono le modificazioni dell'attività bioelettrica di base delle strutture nervose determinate da uno specifico stimolo sensoriale.

In generale i potenziali evocati vengono rilevati con elettrodi cutanei in modo analogo all' EEG.

POTENZIALI EVOCATI

L'AMPIEZZA DEI POTENZIALI EVOCATI E' MOLTO BASSA PERCHE' LA RISPOSTA SPECIFICA AD UN DETERMINATO STIMOLO E' MOLTO PICCOLA. Viene nascosta dall' attività bioelettrica spontanea.

 Per lo loro registrazione sono state messe a punto determinate tecniche: **Metodo dell' AVERAGING (media)**.



Vengono fornite diverse stimolazioni, a livello periferico, ad intervalli di tempo precisi. A livello delle strutture nervose in esame si registra l'attività che compare durante la presentazione dello stimolo. Questa operazione viene ripetuta centinaia di volte.

POTENZIALI EVOCATI

MEDIA SINCRONA - AVERAGING



Tutti gli eventi elettrici che hanno a che fare con la stimolazione fornita, poiché avvengono nello stesso intervallo di tempo, andranno a sommarsi, la restante attività elettrica che non è correlata con l'evento che ci interessa misurare andrà ad annullarsi.

Classificazione dei potenziali evocati uditivi

La classificazione più utilizzata dei potenziali evocati uditivi si basa sul tempo di comparsa delle singole componenti ovvero sulla loro latenza rispetto al tempo di presentazione dello stimolo:

FAST: Elettrococleografia (ECochG), le varie componenti originano dalle cellule ciliate interne ed esterne e dalle fibre del nervo uditivo. La latenza è compresa tra 0 e 5 ms

EARLY: le risposte **ABR (Auditory Brainstem Responses)** e **FFR (Frequency Following Responses)** sono potenziali precoci generati rispettivamente dal tronco encefalico e dal nervo cocleare. La loro latenza è compresa tra 1,5 e 15 ms.

MIDDLE: le risposte a media latenza (**Middle Latency Responses**) sono generate a livello della corteccia cerebrale. La loro latenza è compresa tra 10 e 100ms

SLOW: le risposte **SVR (Slow Vertex Responses)** sono potenziali lenti generati dalla corteccia uditiva e compaiono tra 100 e 300 ms

LATE: le risposte **CNV (Cognitive Negative Variation)** **P300 (Late Positive component)** e **SW (Slow Wave)** sono potenziali tardivi generati dalle aree frontali della corteccia con una latenza compresa tra 300 e 800 ms

Potenziali evocati uditivi e patologie di interesse vestibolare

- Schwannoma vestibolare e ABR

Tumore benigno che origina dalle cellule di Schwann della guaina del nervo vestibolare
Comprime il nervo cocleare

- Malattia di Menière o idrope e ECochG

ABR

Registrati per la prima volta nel 1967 i potenziali evocati uditivi del tronco (ABR) hanno assunto un ruolo determinante nell'iter diagnostico per l'individuazione del grado di perdita uditiva nei bambini entro l'anno di età.

ABR

Permette di studiare l'attività bioelettrica del nervo acustico e dei centri bulbo-ponto-mesencefalici

I parametri delle modificazioni elettriche neurali presi in considerazione sono:



In base alle modificazioni dei parametri esaminati e soprattutto della latenza e della morfologia è possibile evidenziare una eventuale alterazione della funzionalità uditiva e localizzare la sede di tale alterazione (topodiagnosi audiologica)

E' importante nella ricerca della soglia uditiva nei bambini e negli adulti con turbe neurologiche o nei simulatori

Tecnica di registrazione - ABR

- Il segnale elettrico viene registrato mediante l'applicazione di 3 elettrodi metallici sulla cute della testa, l'attivo (+) è posto al vertice mentre il riferimento(-) corrisponde all'orecchio in esame. L'elettrodo di massa è posto sulla fronte
- Gli elettrodi così fissati vengono connessi a un preamplificatore collegato a sua volta a un amplificatore.
- La registrazione dei potenziali evocati deve essere effettuata in ambiente silente, poco illuminato e schermato elettricamente.
- Durante la registrazione, della durata di circa 30 minuti, il paziente deve rimanere immobile affinché non si sviluppino interferenze dovute alla contrazione dei muscoli, che renderebbero illeggibile la risposta ottenuta.
- Nei bambini, per poter effettuare la registrazione, si attende il sonno spontaneo e nel caso ciò non avvenga si utilizzano sedativi somministrati per via orale.

Tecnica di registrazione - ABR

La stimolazione acustica viene erogata attraverso una cuffia audiometrica standard oppure una sonda inserita nel CUE del paziente.

Lo stimolo acustico è un click, il numero di stimoli impiegati è di circa 2000 mentre la frequenza di ripetizione utilizzata è di 20 stimoli /secondo.

ABR



Strumenti per eseguire i potenziali evocati uditivi

Classificazione dell' origine delle onde dell' ABR (Thornton)

- ✓ Onda I nervo acustico
- ✓ Onda II nuclei cocleari
- ✓ Onda III complesso olivare superiore
- ✓ Onda IV lemnisco laterale
- ✓ Onda V collicolo inferiore
- ✓ Onda VI corpo genicolato mediale
- ✓ Onda VII radiazioni acustiche talamo corticali

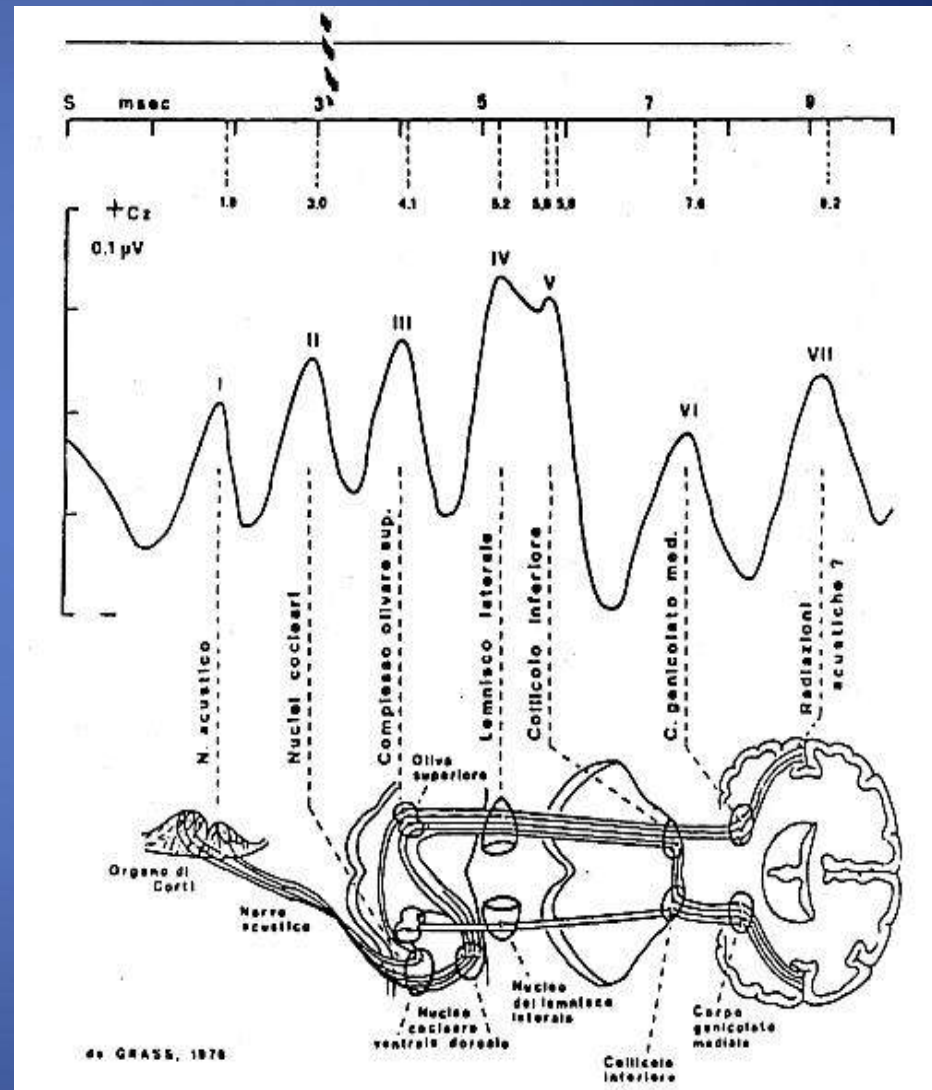
Funzione latenza-intensità-ampiezza

Con la riduzione dell'intensità dello stimolo tutte le onde mostrano un progressivo aumento di latenza e riduzione di ampiezza. L'aumento della latenza è dovuto al fatto che gli stimoli di bassa intensità generano risposte delle cellule con caratteristiche frequenziali più basse situate quindi nelle porzioni più apicali della membrana basilare con maggiore latenza di attivazione.

ABR

Le onde I , III e V sono chiamate onde maggiori perché sono sempre presenti e tra queste la V è l'ultima a scomparire con la diminuzione dell'intensità dello stimolo.

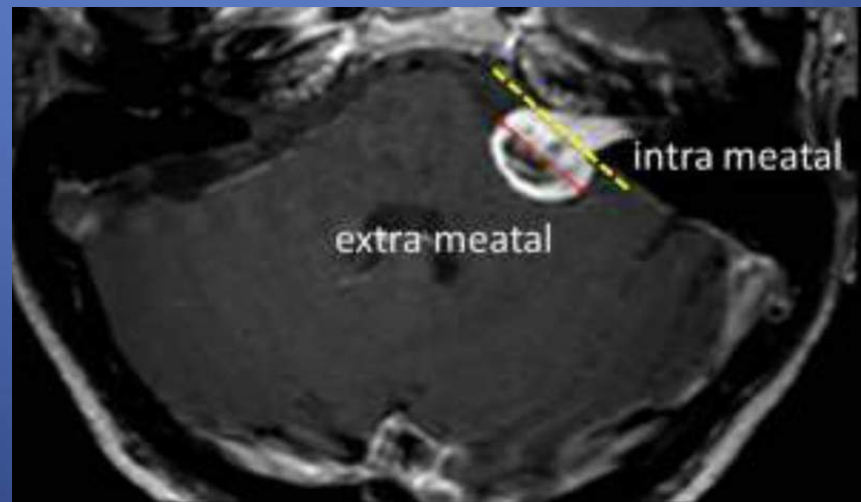
E' per questo motivo che si utilizza nella ricerca della soglia uditiva.



ABR e Schwannoma Vestibolare

- L' ABR può essere un potente strumento nella diagnosi e nella presa in carico degli SV.

Essendo una patologia retrococleare la definizione del quadro clinico non può basarsi solo sull' audiometria, ma anche sui potenziali evocati uditivi e vestibolari, che sono in un' alta percentuale di casi alterati.



ABR e Schwannoma Vestibolare

Alterazioni che possono essere evidenziate all' ABR negli SV

- Destutturazione del tracciato
- Allungamento delle latenze e delle distanze tra i picchi
- Aumento della latenza della IV e V onda
- Tracciato normale

ABR e Schwannoma Vestibolare

Un certo numero di tumori con perdita dell'udito audiometricamente documentata dimostra un ABR normale (*Murofushi 2010*), che supporta l'ipotesi che gli schwannomi possono anche causare la perdita dell'udito con meccanismi puramente cocleari.

In altri casi è stato documentato un miglioramento dell'ABR dopo l'asportazione della lesione con conservazione dell'udito (*Sterkers 2018*)

Il risultato dell'ABR può anche indirizzare verso una scelta terapeutica.

ABR e Schwannoma Vestibolare

L'ABR ha un'alta dipendenza dalle dimensioni del tumore e la sensibilità diagnostica è particolarmente bassa per i tumori più piccoli (*Grayeli et al 2008*)

Sotto ad 1 cm di diametro l'ABR non è sensibile *Koors 2013*

Koors et al.

valutati più database online al fine di valutare l'utilità dei test ABR in 3314 pazienti dal 1978 al 2009. Il criterio di inclusione era la presenza di un VS controllato chirurgicamente o radiograficamente.

La sensibilità dell'ABR era in media del 93,4%,

85,8% per i tumori <1 cm e del 95,6% per i tumori > 1 cm.

la sensibilità dell'ABR era superiore per i tumori extracanalari, piuttosto che gli intracanalari

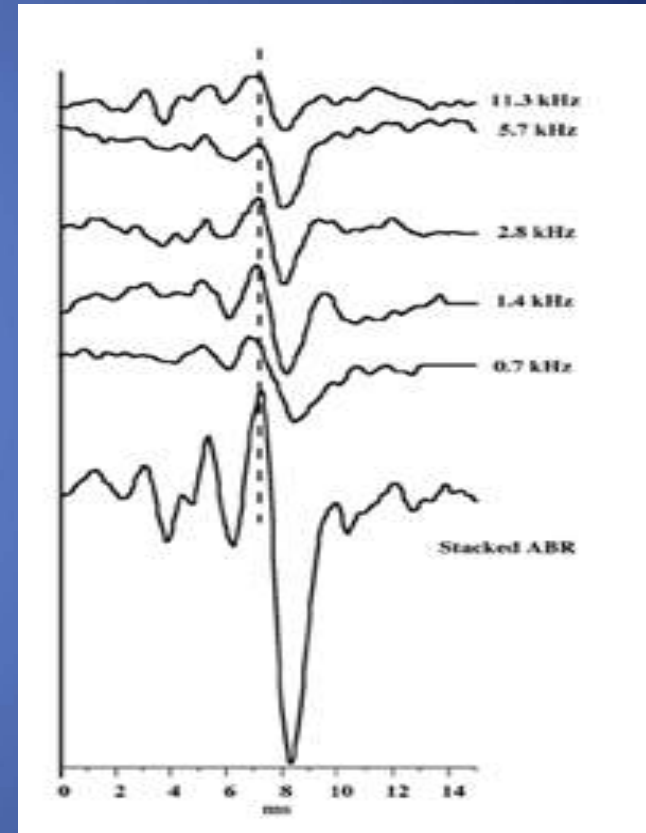
ABR e Schwannoma Vestibolare

In uno studio di Portier del 2002 la sensibilità diagnostica dell'ABR è stata aumentata fino al 99% combinando i risultati dell'ABR con quelli del test calorico videoelettronistagmografico.

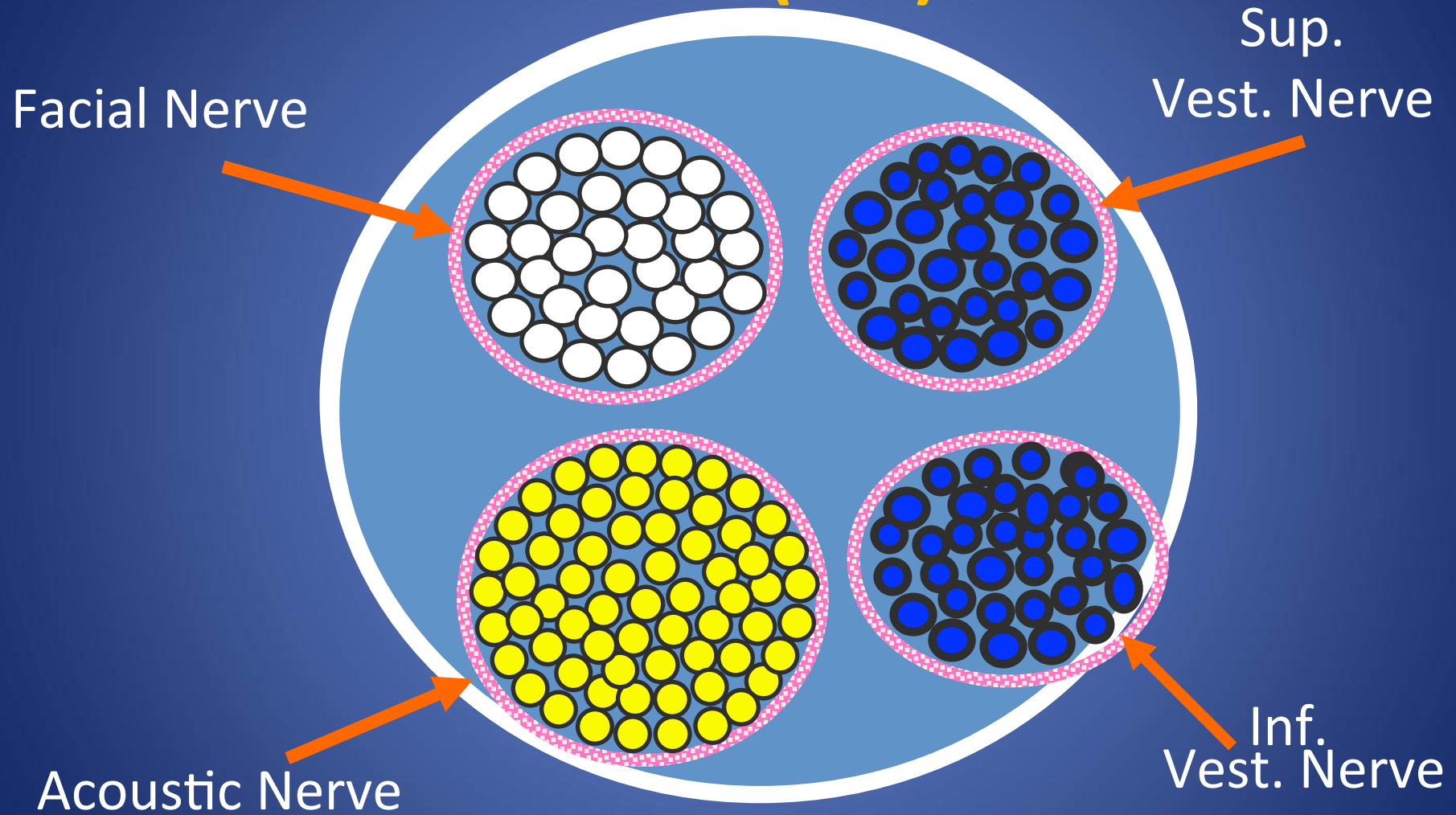
Per i piccoli neurinomi può essere di interesse lo Stacked ABR
(Don 2005, 2012)

Stacked ABR

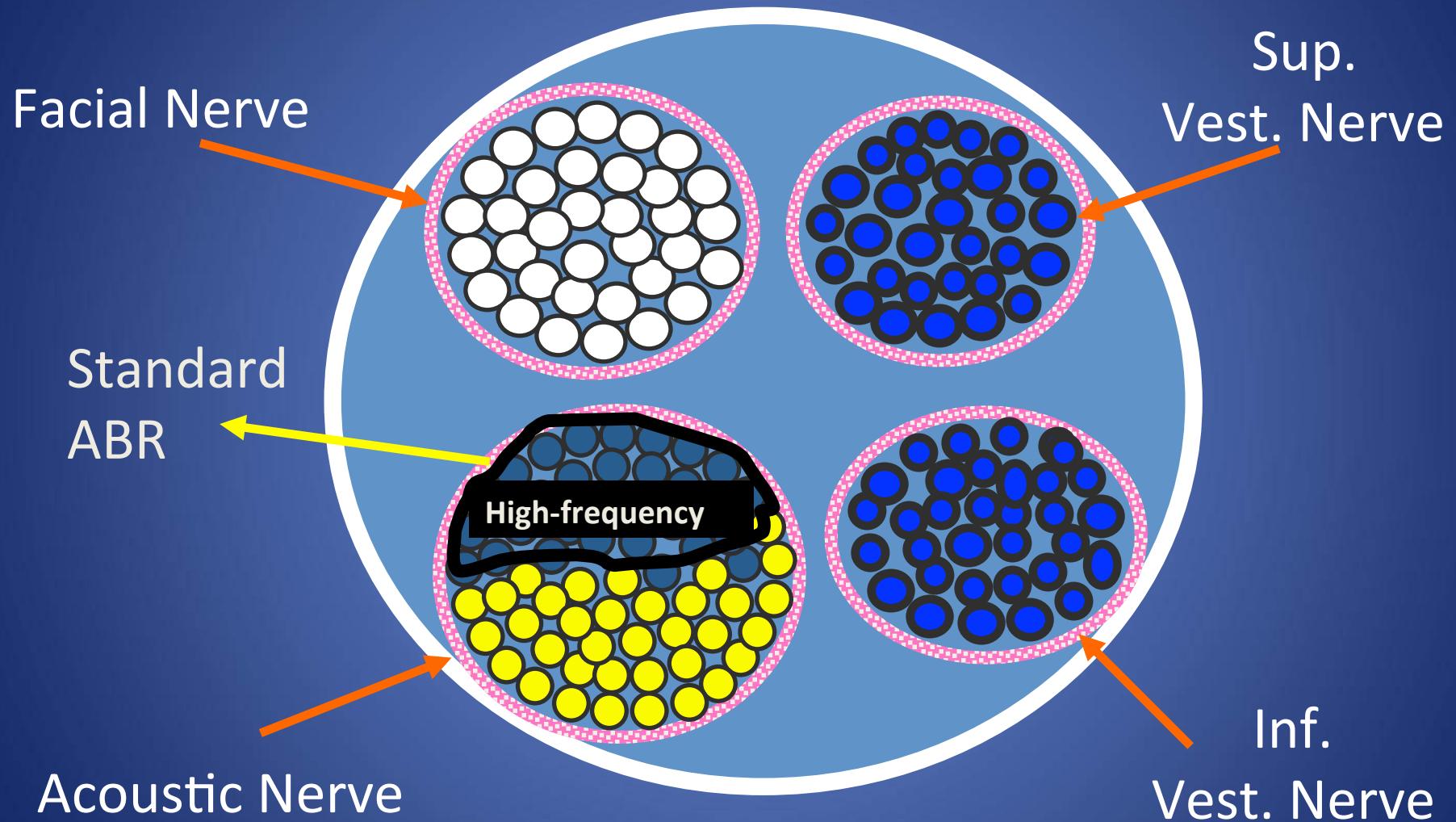
lo stacked ABR [Don et al 1994] è un esame in cui vengono inviati click filtrati a specifiche bande frequenziali (0.7, 1.4, 2.8, 5.7, 11.3 KHz) attraverso un mascheramento ipsilaterale tramite rumore rosa con filtro passa-alto per evidenziare l'area specifica di stimolazione.

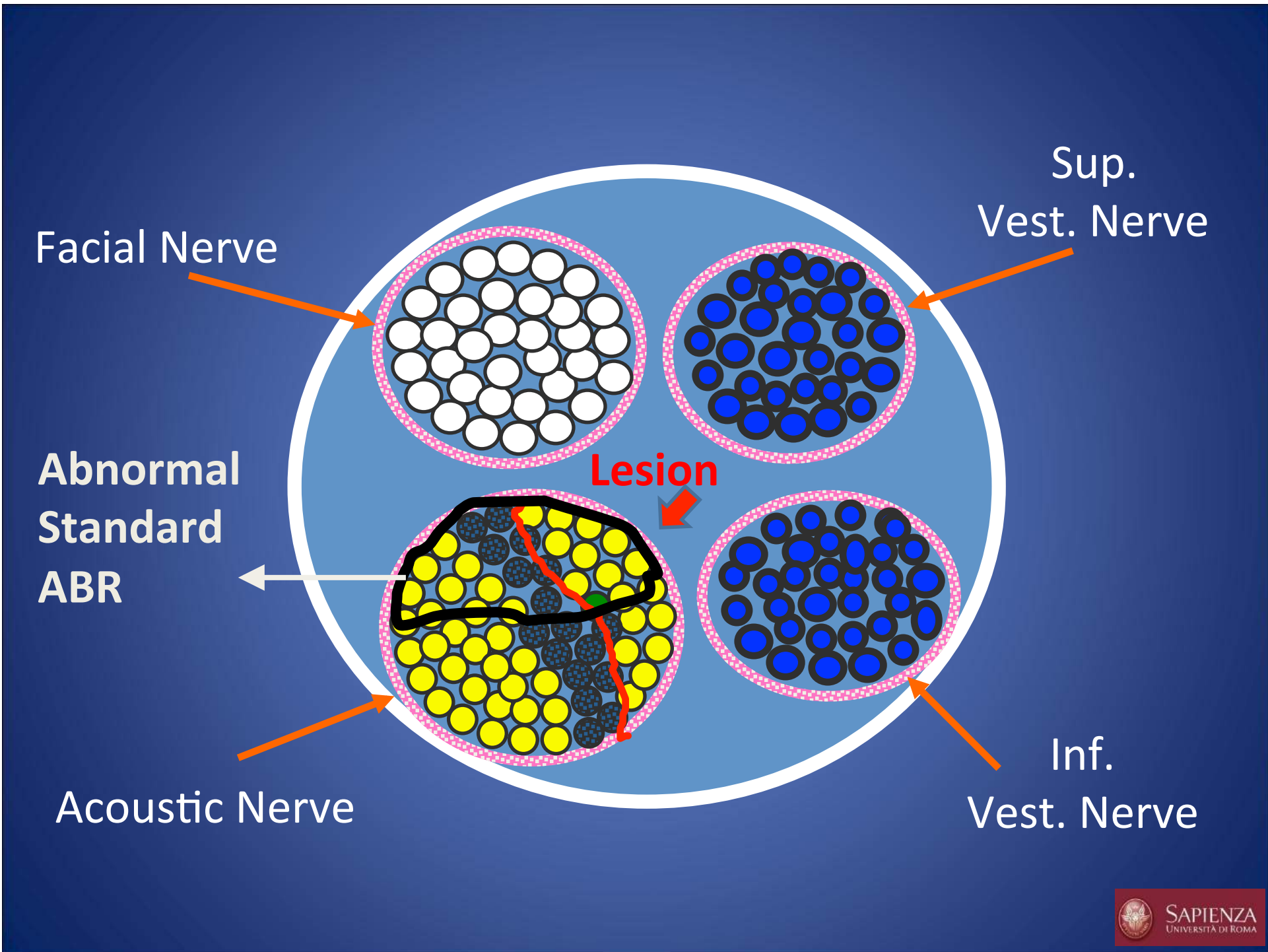


Cross-section of Internal Auditory Canal (IAC)



Normal Internal Auditory Canal (IAC)





Facial Nerve

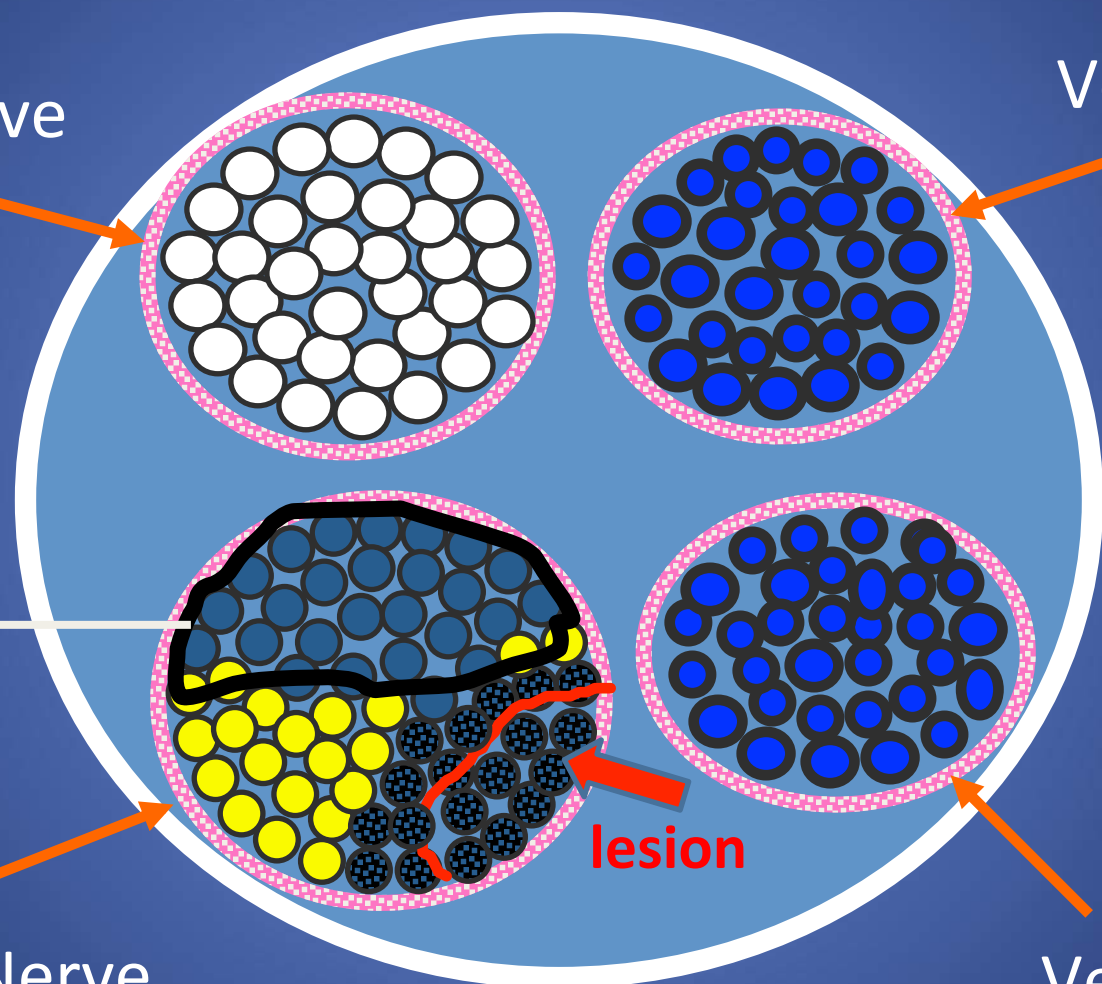
Sup.
Vest. Nerve

Normal
Standard
ABR

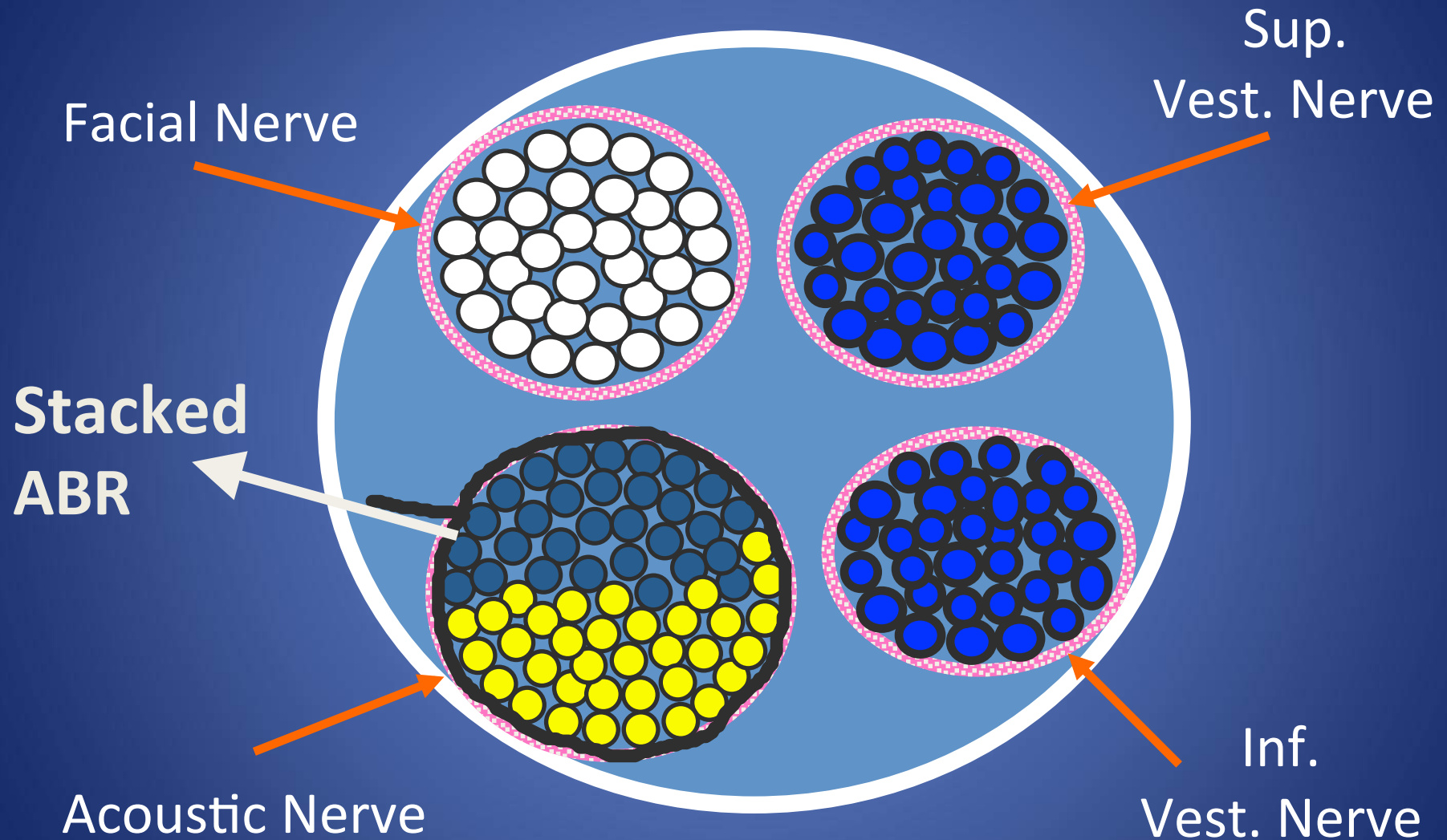
lesion

Acoustic Nerve

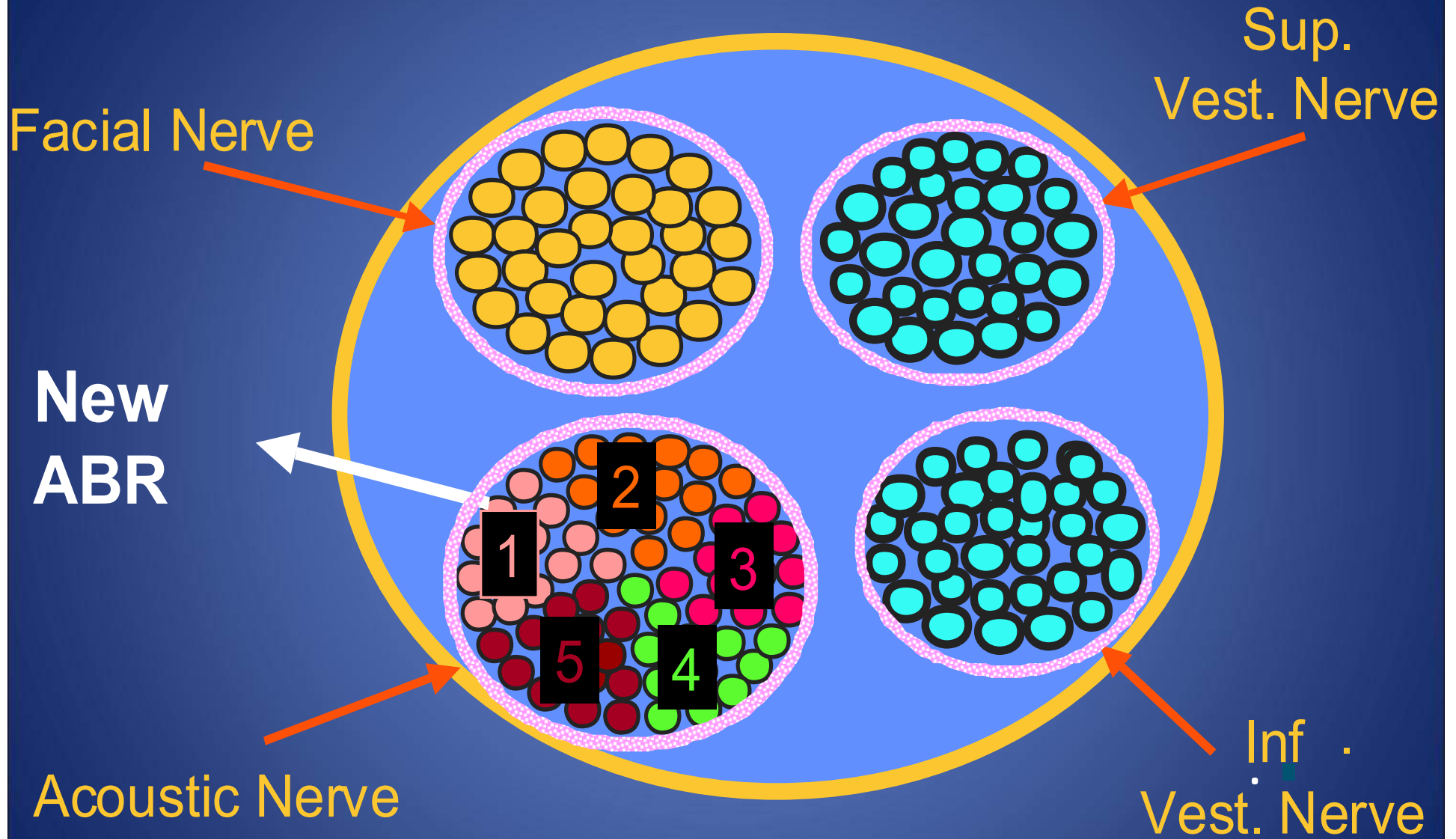
Inf.
Vest. Nerve



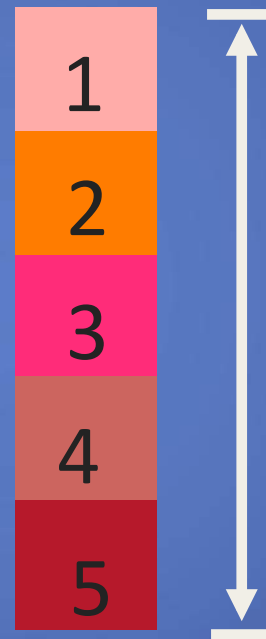
Normal IAC



Normal IAC

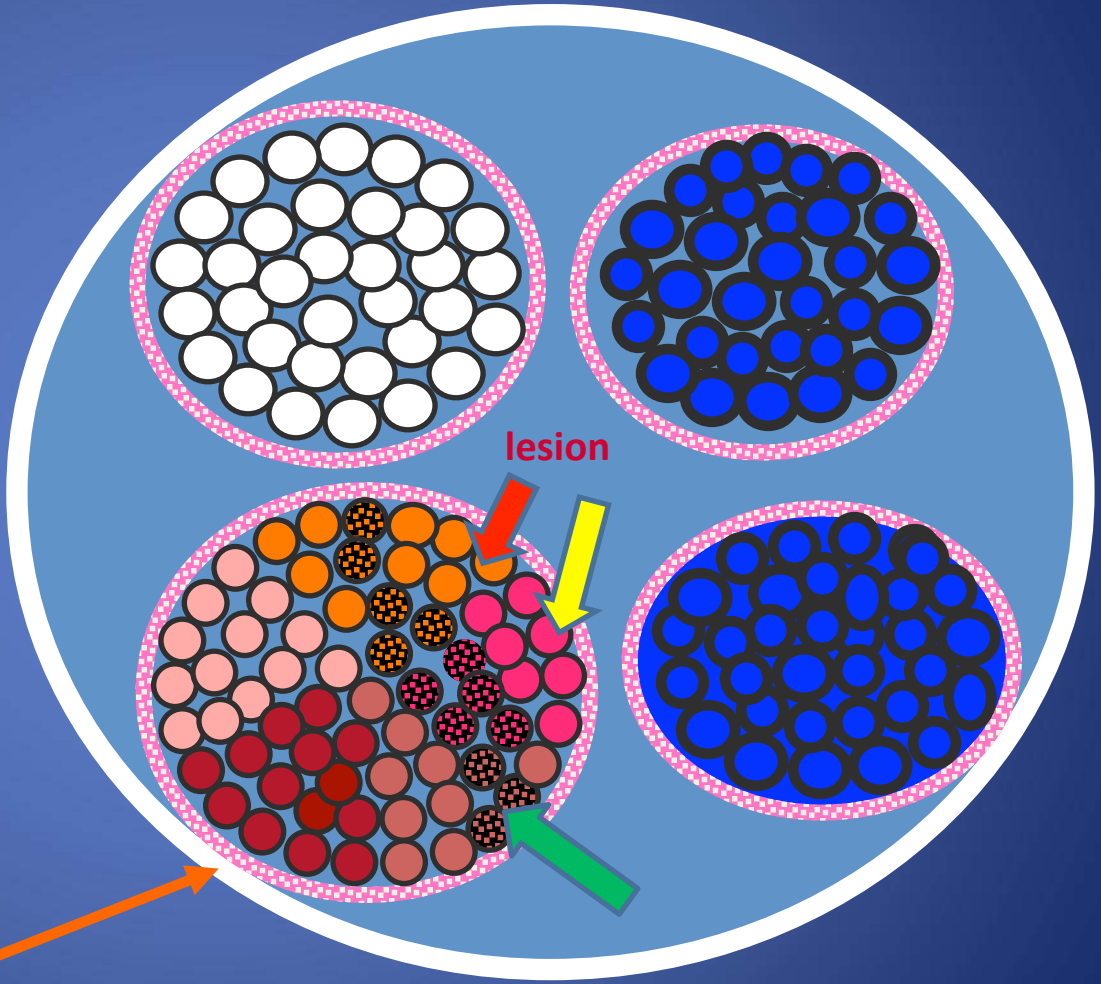
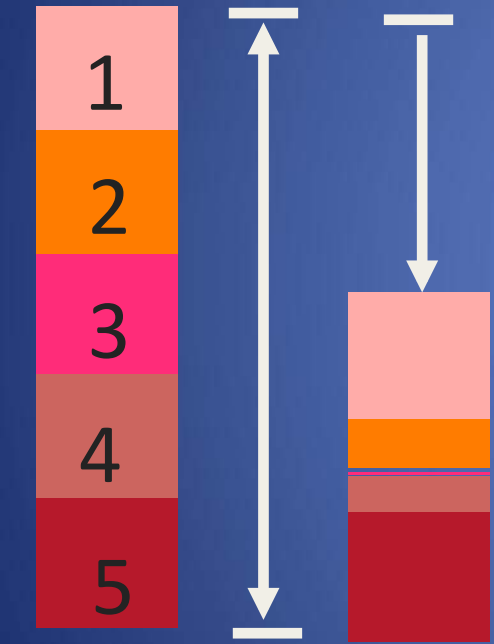


Activity from area 1
+
Activity from area 2
+
Activity from area 3
+
Activity from area 4
+
Activity from area 5



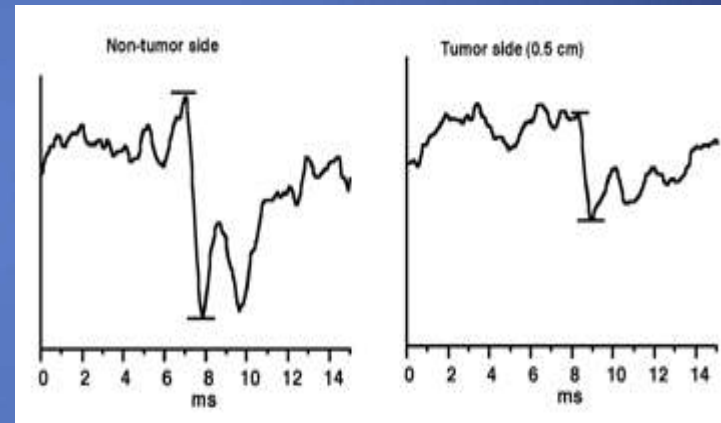
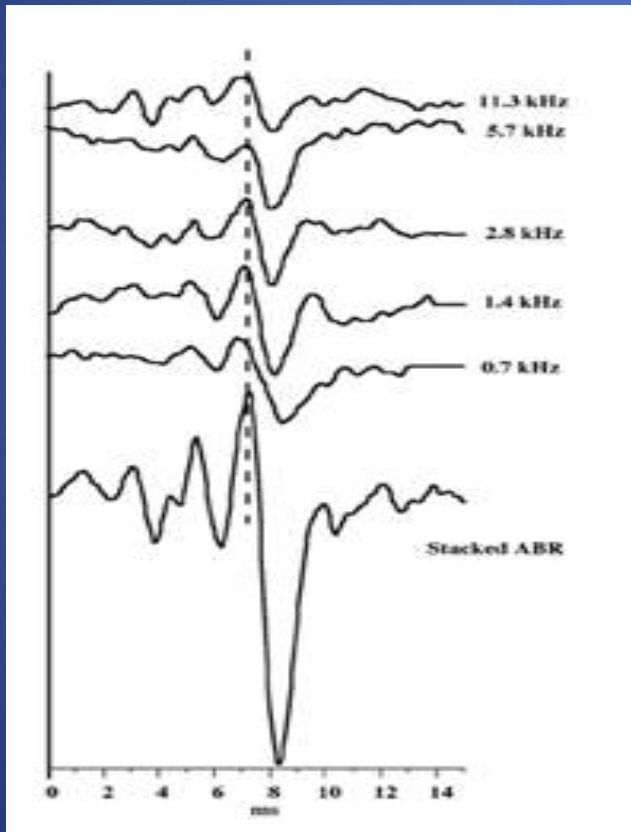
Normal Amplitude

Stacked ABR: Abnormal



Acoustic Nerve

Stacked ABR

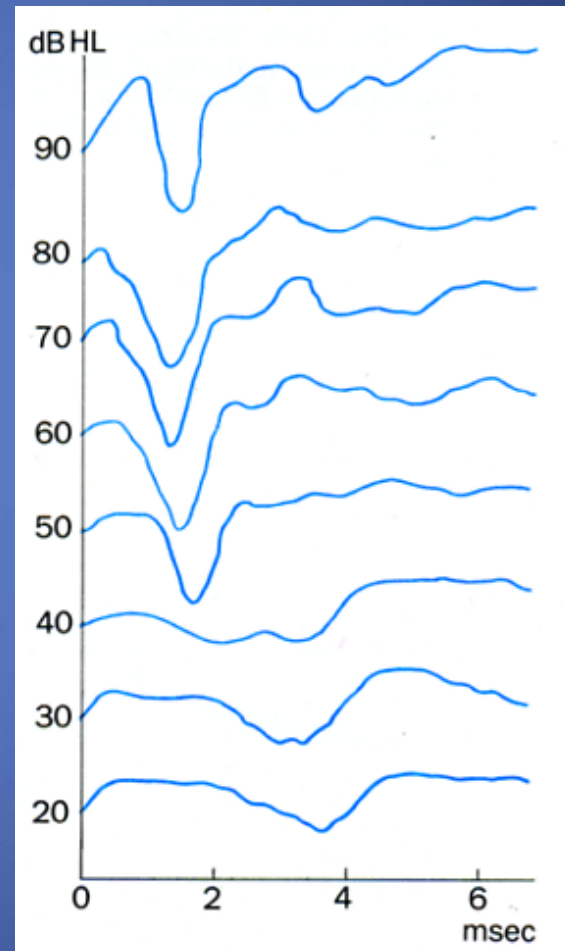


Stacked ABR

- Le risposte ottenute da questi stimoli “a banda stretta” vengono compensati per il delay frequenziale e sommati per ottenere un potenziale abbastanza ampio.
- L'esecuzione del test con stacked ABR richiede però molto tempo e non è pratico in un setting clinico.

ECochG

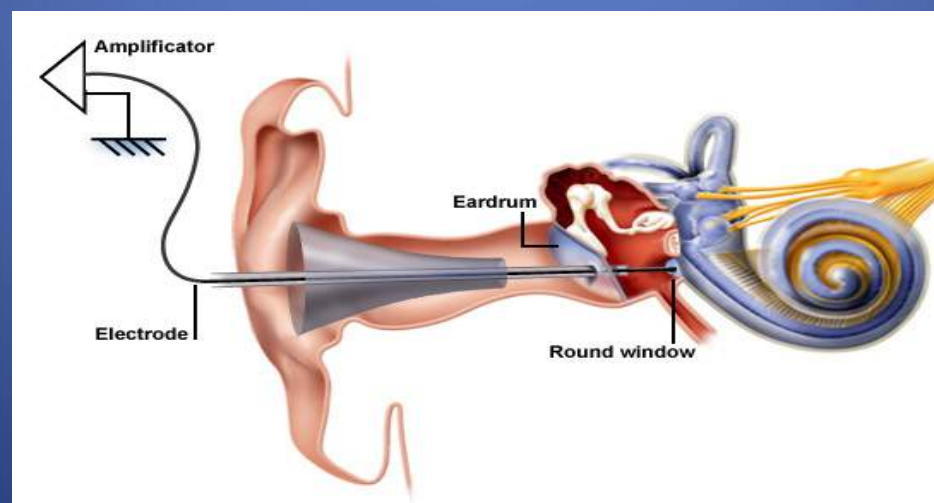
L'elettrococleografia è stata introdotta nella pratica clinica alla fine degli anni 60 ad opera del gruppo di Bordeaux (Portmann e coll)



Tecnica di registrazione - ECoChG

E' l'unica metodica tra i potenziali evocati uditivi che necessita di una registrazione in campo vicino, posizionando cioè l'elettrodo negativo ad ago per via trans-timpanica a diretto contatto della coclea .

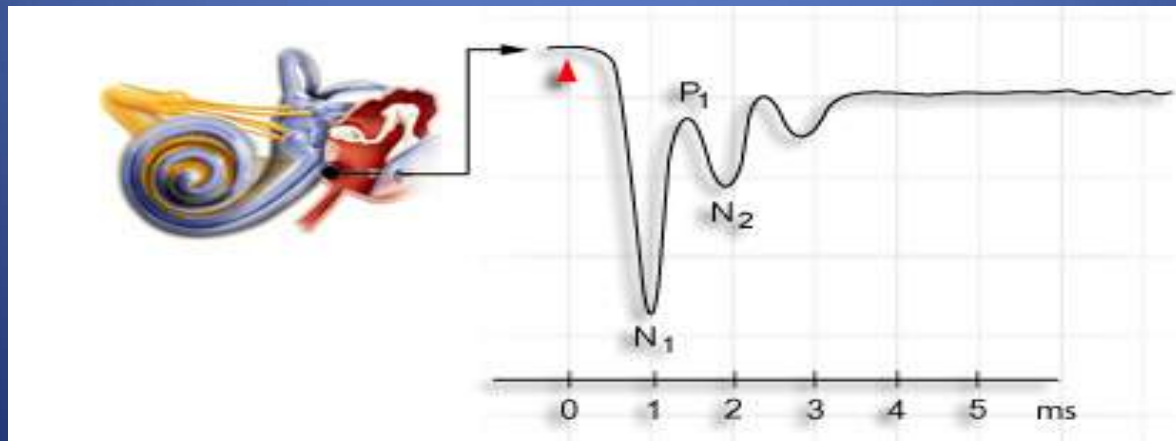
Il bambino viene posto su un lettino in cabina silente ed elettricamente attrezzata. Dopo l'induzione dell'anestesia generale si procede al posizionamento dell'elettrodo attivo a livello del promontorio sotto controllo microscopico. Gli elettrodi di riferimento e di massa vengono applicati sulla fronte e sulla mastoide.



Tecnica di registrazione - ECochG

La stimolazione viene eseguita in campo libero con cliks della durata di 0.1 ms, in condensazione o in rarefazione , presentati ad intensità decrescenti in step di 10 db a partire da una intensità massima di 120 db SPL

Il segnale viene amplificato filtrato e inviato ad un computer che esegue l'averaging, l'estrazione delle risposte dai tracciati.



ECochG

La risposta elettrococleografica risulta dalla sovrapposizione di due categorie di potenziali:

- **Potenziali di recettore**
 1. *Microfonico cocleare* (Cochlear Microphonic)
 2. *Potenziale di sommazione* (Summating Potential)
- **Potenziale di azione del nervo** (Compound Action Potential)

ECochG

- il Microfonico Cocleare (CM) da attività delle cellule acustiche esterne
- Il Potenziale di Sommazione (SP) è prodotto principalmente dall'attività delle cellule ciliate interne
- Il potenziale di azione (AP) è esattamente la stessa risposta dell'onda I dell'ABR, deriva dalle fibre afferenti nella porzione distale del nervo VIII, quelle più vicini a coclea.

ECochG

Vantaggi

- Valutazione diretta della funzionalità della periferia uditiva
- Indipendenza dallo stato di veglia del bambino
- Velocità di esecuzione dell'esame
- Elevata affidabilità
- Possibilità di effettuare una valutazione monoaurale

ECochG

Svantaggi

- Invasività
- Metodica dolorosa
- Immobilità del bambino
- Artefatti di origine miogenica
- Anestesia generale
- Complessa organizzazione dei servizi

ECochG

Diagnosi Elettrococleografica

Risiede nella identificazione e nella misura dei parametri di latenza e ampiezza della risposta neurale

Ipoacusie trasmissive: innalzamento della soglia del PA con latenza aumentata (la funzione latenza-intensità risulta traslata verso destra)

Ipoacusia di origine cocleare profonda: assenza di risposta neurale alla massima intensità 120 db SPL. È possibile evidenziare solo il potenziale microfonico che presenta un'ampiezza ridotta.

Ipoacusia pantonale cocleare con risposta neurale presente: la soglia è innalzata, la latenza è sovrapponibile a quella di un soggetto normale ad intensità di stimolazioni corrispondenti, l'ampiezza della risposta appare ridotta.

ECochG e Menière

Una delle maggiori difficoltà in pazienti con idrope o malattia di Menière è di identificare un esame obiettivo che sia coerente con il sintomo clinico e che possa portare ad una diagnosi certa

Registra i potenziali indotti dallo stimolo della coclea e dal nervo acustico ed è pensato per riflettere i cambiamenti dell'anatomia e della posizione delle cellule ciliate

ECochG e Menière

Gibson 1983

Ecocgh come possibile metodo per diagnosticare la malattia di Menière o l'idrope endolinfatica

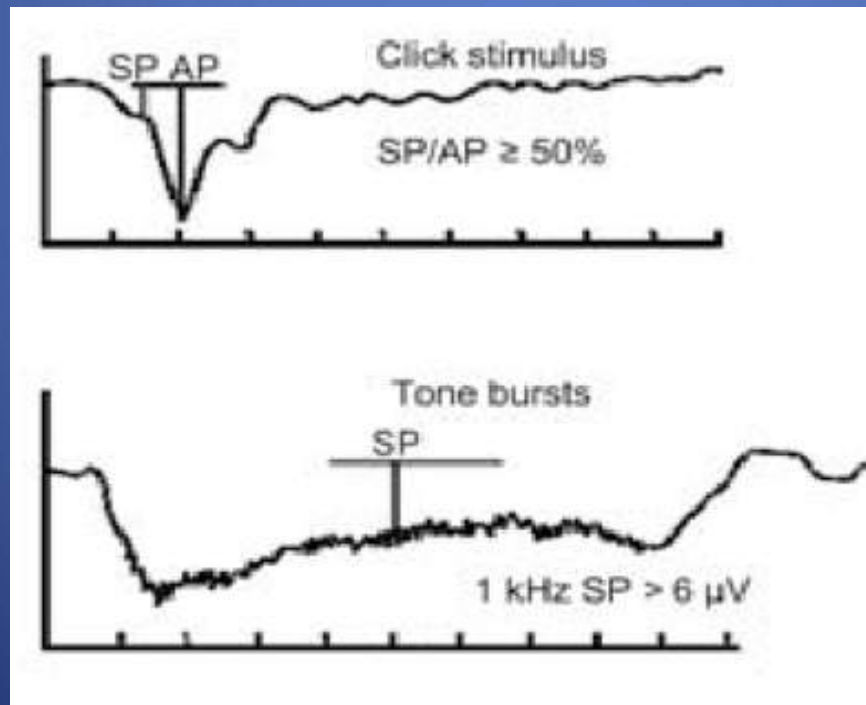
il parametro considerato è il rapporto SP / AP, dovuto alla semplicità e alla linearità della sua analisi secondo la letteratura (*Mori 1987, Gibson 1983*)

Un aumento del livello del rapporto di ampiezza SP / AP indica la diagnosi di MD o di idrope endolinfatica

ECochG e Menière

Se il rapporto SP / AP è superiore a 0,34 è considerato positivo per diagnosi di idrope o malattia di Menière

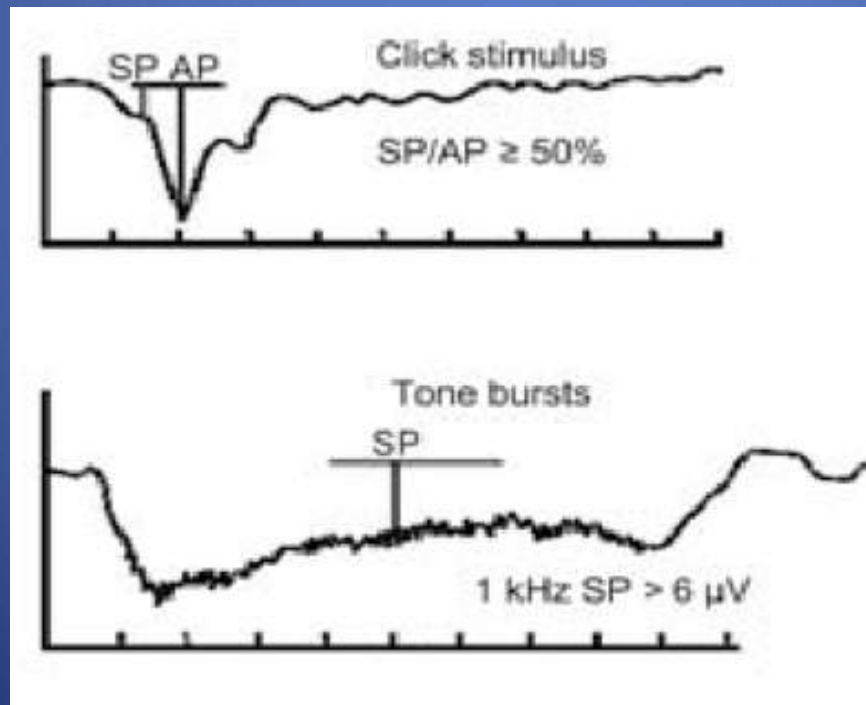
La sensibilità descritta è fino al 60% (*Orchik 1993*)



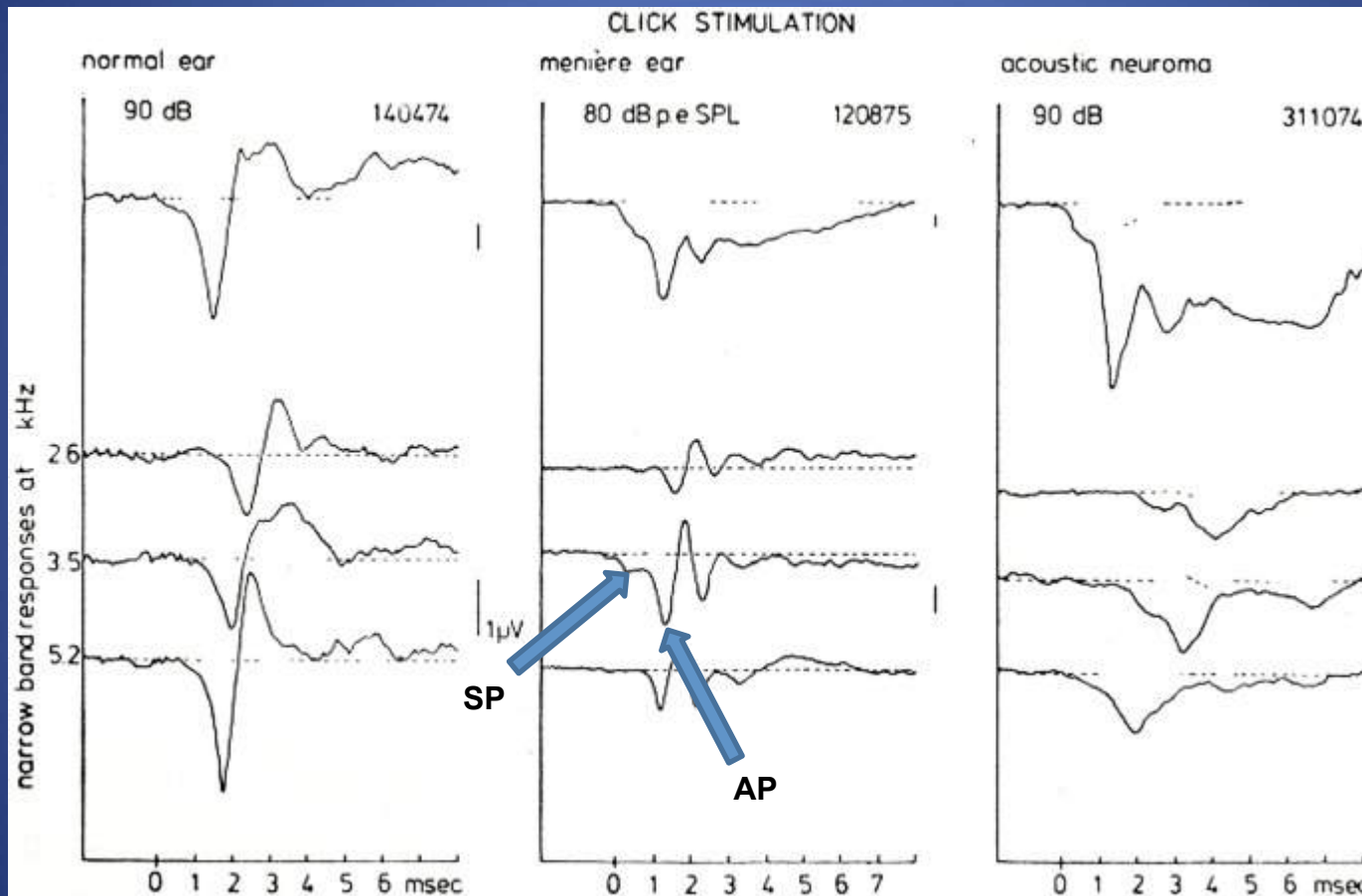
ECochG e Menière

L'ampiezza del SP non viene utilizzata perché vi sono notevoli risultati di sovrapposizione tra pazienti con MD, udito normale o perdita dell'udito cocleare (sensibilità non superiore al 30%)

Per la diagnosi di MD, è più indicato il posizionamento pericocleare dell'elettrodo, che permette una sensibilità maggiore.



ECochG e Menière



Per la Ménière l' AP registrato è dominato in larga misura dall' SP negativo relativamente grande.

conclusioni

- Possiamo sicuramente affermare che i potenziali evocati uditivi possono essere di supporto nelle patologie a carattere vestibolare ma è importante non dimenticare la percentuale di casi negativi in presenza di patologia.