

SCREENING CON POTENZIALI UDITIVI EVOCATI

**Silvano Prosser**

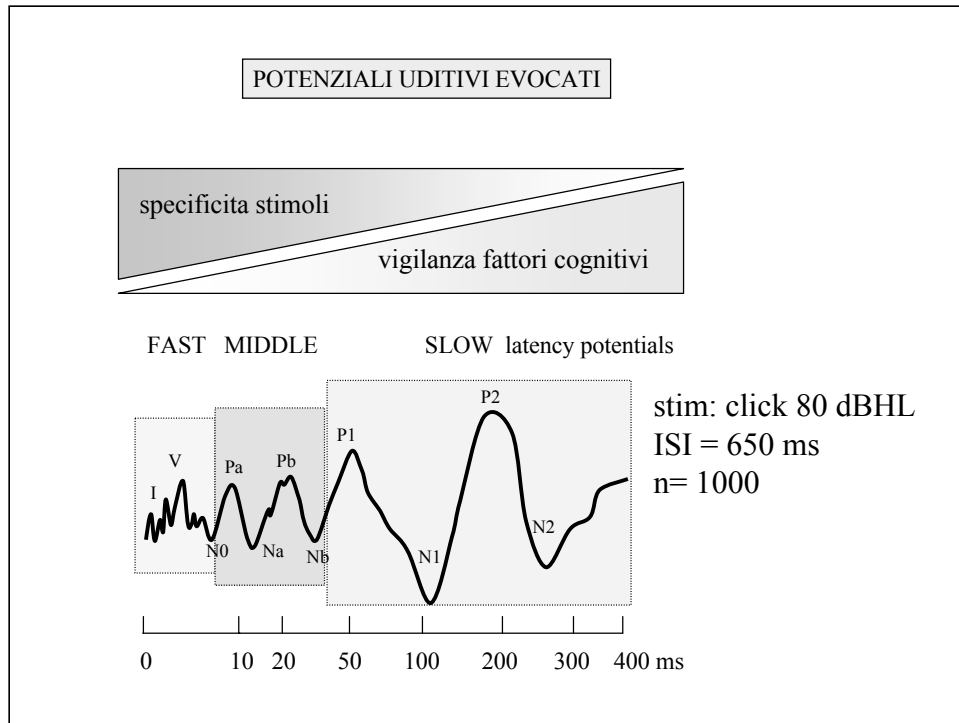
Università di Ferrara

Dip. Discipline Medico-Chirurgiche

Scienze Comportamento e Comunicazione

Sezione Audiologia

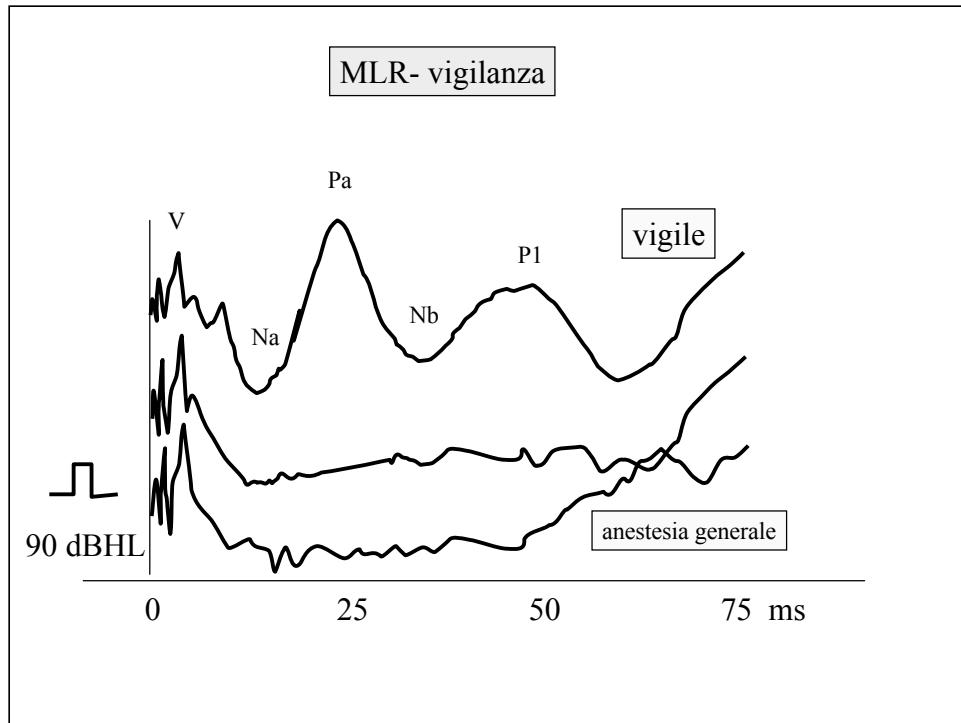
*Ferrara, 22 ottobre 2004*



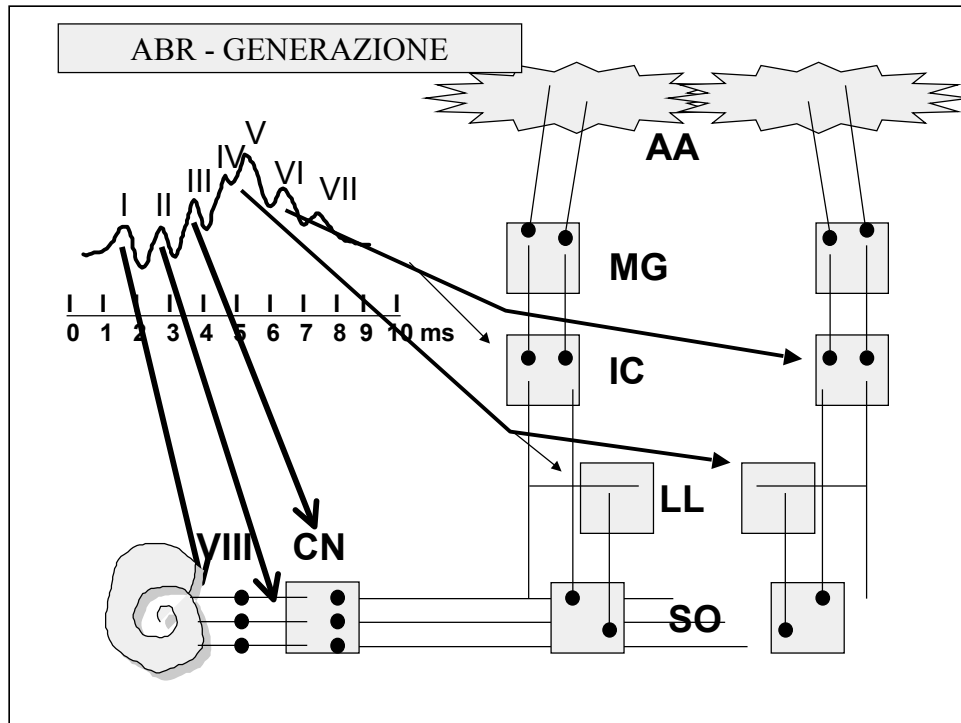
In risposta ad una stimolazione uditiva costituita da transitori, è possibile registrare dallo scalpo una successione di potenziali. Questi si sviluppano in conseguenza dell'attivazione delle strutture neurali della via uditiva. In base alle loro latenze si suddividono in potenziali precoci (o "fast"), potenziali a latenza media ("middle"), potenziali tardivi ("slow").

In generale si può affermare che i potenziali più precoci sono maggiormente dipendenti dalle proprietà acustiche dello stimolo, i potenziali più tardivi sono maggiormente influenzati dalla vigilanza e dai processi cognitivi.

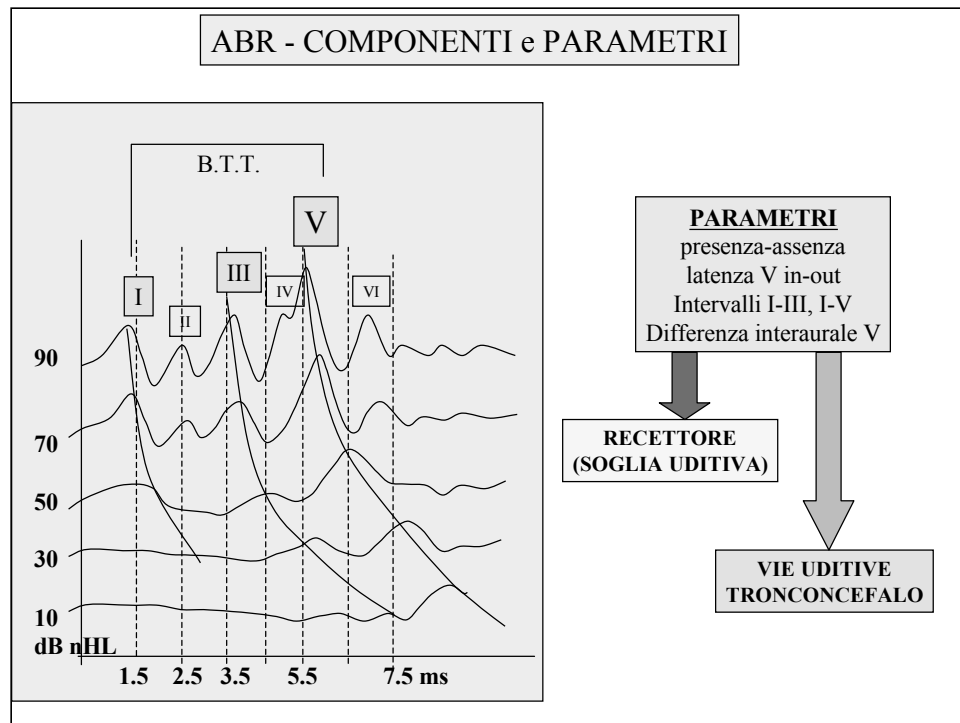
Per tale motivo i potenziali precoci sono stati utilizzati come strumento di screening neonatale della sordità.



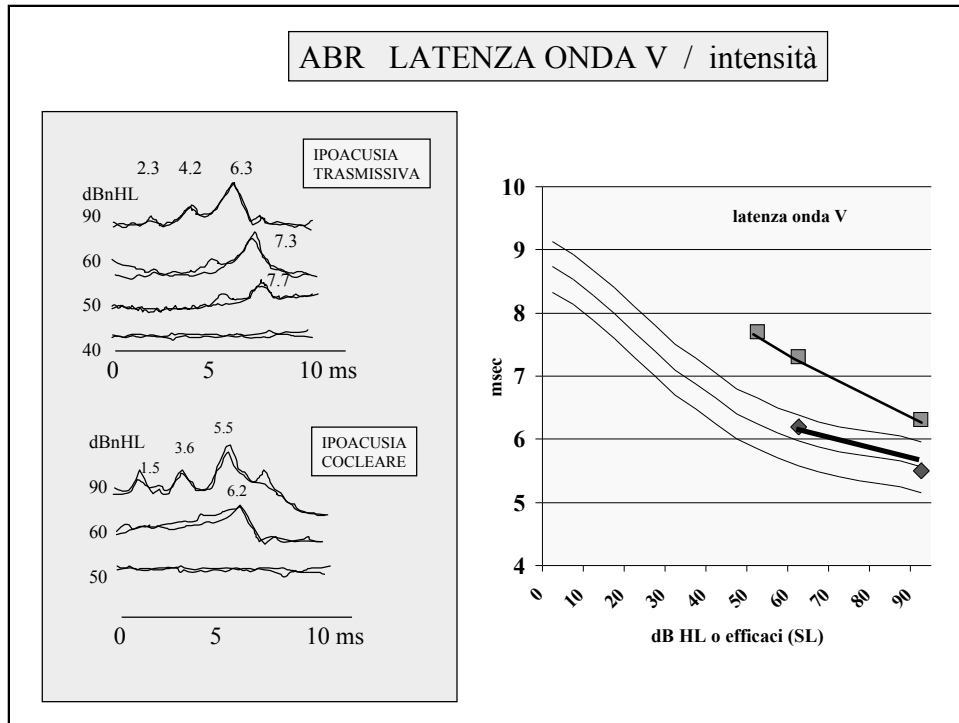
Poichè i siti di generazione delle componenti a latenza media coinvolgono strutture del tronco (probabilmente sostanza reticolare mesencefalica), talamiche e corticali (area uditiva primaria) queste risposte sono notevolmente influenzate dall'anestesia generale, dal sonno e dalla maturazione. Ciò riduce l'applicazione delle MLR nella ricerca di soglia in bambini sedati farmacologicamente, e ne sconsiglia l'uso come strumento di screening nei neonati.



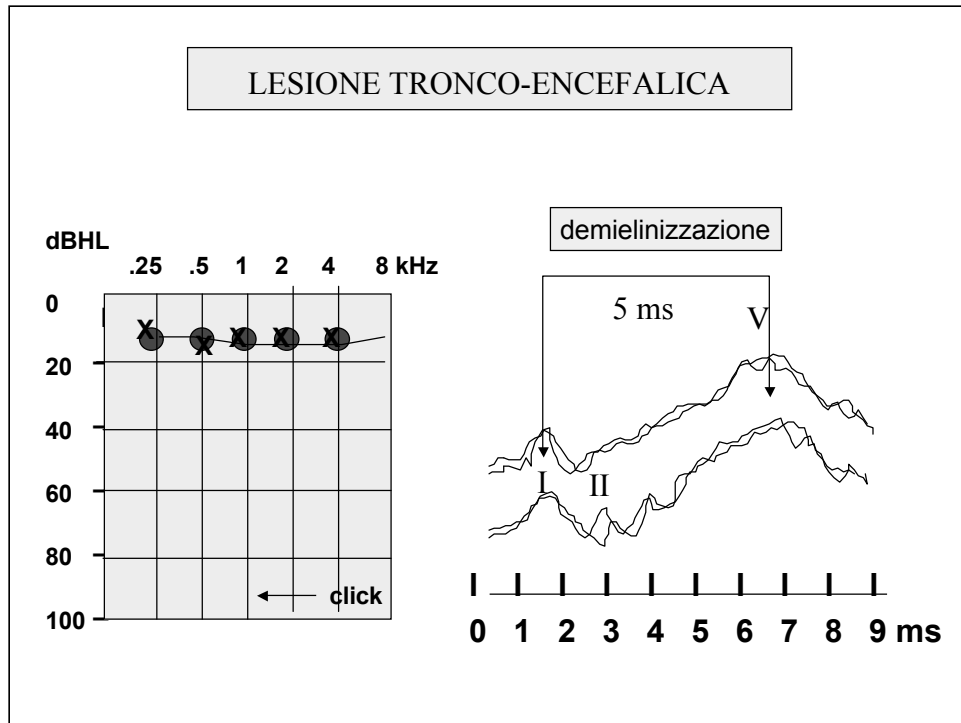
I generatori delle onde dell'ABR sono stati identificati nel nervo VIII per la I (giunzione cito-neurale) e la II (uscita dal meato acustico interno), nei nuclei cocleari (CN) per la III, nel complesso olivare superiore (SO) e nuclei del lemnisco laterale LL) per il complesso IV-V, nel collicolo inferiore (IC) e corpo genicolato mediale (MG) per la VI e VII. Non sempre queste due ultime componenti risultano evidenti. Si ritiene che le componenti successive alla II riflettano la sommazione vettoriale dell'attività elettrica di numerosi gruppi neuronali, controlateralmente ed in misura minore ispilateralmente all'orecchio stimolato.



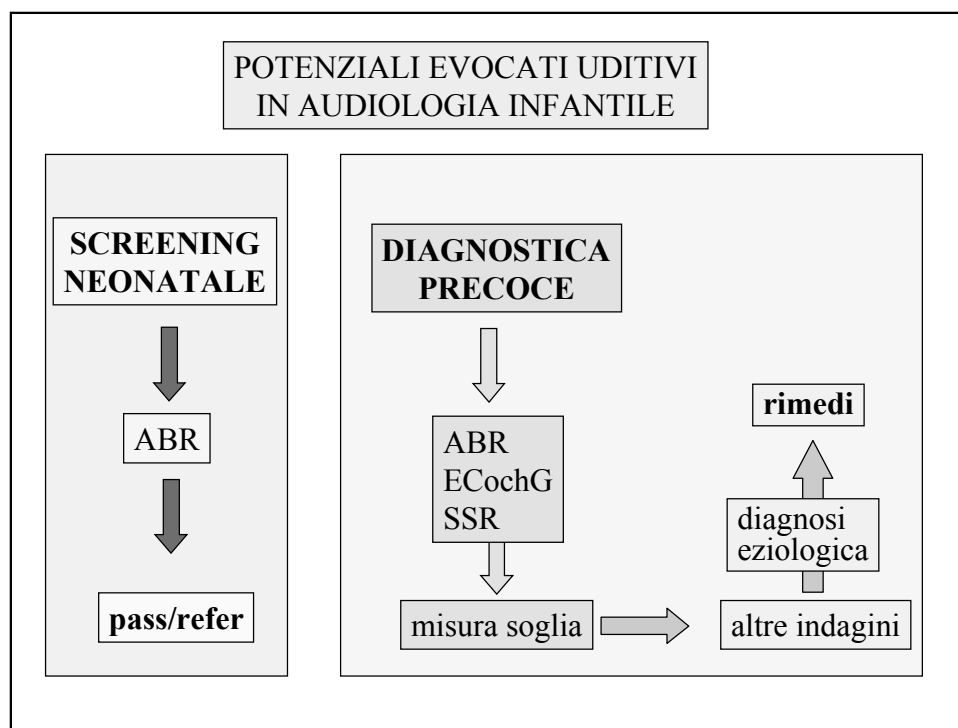
Nel normoudente l'ABR ottenuto alla massima intensità di stimolazione è tipicamente rappresentato da 6-7 onde. Riducendo l'intensità, oltre ad un aumento di latenza delle componenti, si assiste ad una progressiva riduzione nella definizione delle componenti. A basse intensità solo l'onda V risulta ben visibile. Su tale componente viene valutata la soglia uditiva, con un "errore" stimato nell'adulto di circa 10 dB. (per es. soglia onda V a 40 dB, soglia audiometrica a 2-4 kHz a 30 dB). L'intervallo di latenza I-V è sensibile ad alterazioni della conduzione neurale tronco-encefalica.



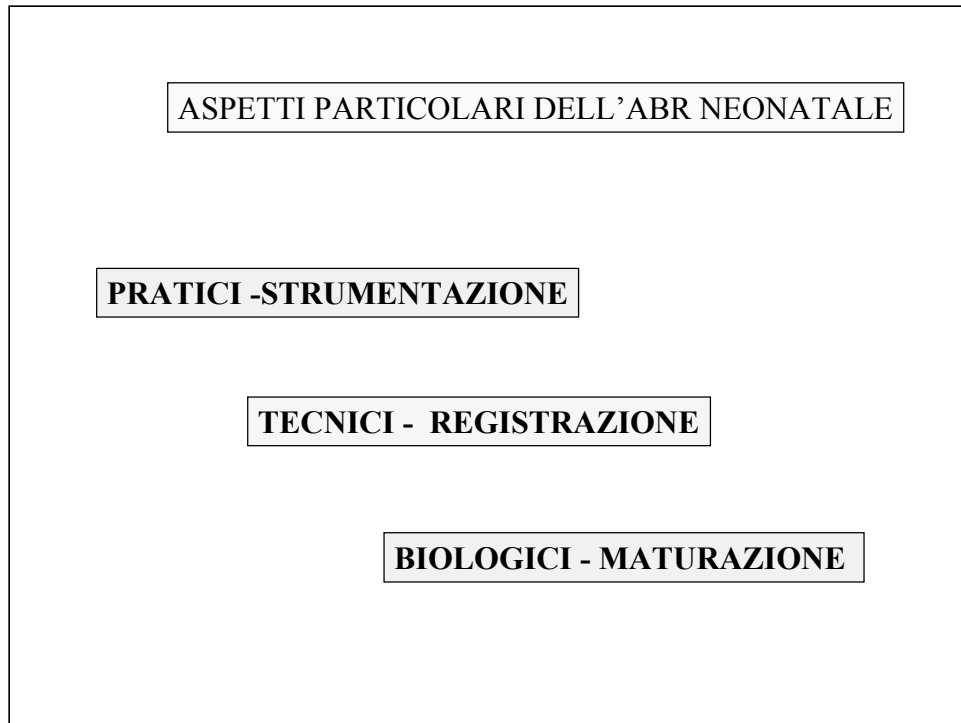
I parametri di latenza dell'onda V e dell'intervallo I-V, valutati in funzione dell'intensità di stimolazione consentono di trarre affidabili informazioni non solo riguardo alla soglia uditiva (fra 2 e 4 kHz), ma anche sulla natura dell'ipoacusia, ad esempio se trasmissiva, o neurosensoriale a sede cocleare. Nel primo caso i parametri di latenza risentiranno dell'attenuazione subita dallo stimolo per il difetto di trasmissione dell'orecchio medio. Nel secondo caso la latenza dell'onda V, ad elevate intensità di stimolazione, è come nel normoudente, e ciò è stato messo in relazione alla presenza recruitment.



Le componenti tardive dell'ABR, (onda III e successive) possono mancare del tutto, od avere una latenza prolungata nel caso di patologie degenerative con lesioni localizzate nel tronco. In questo caso (sclerosi multipla) solo l'onda I è ben riconoscibile nelle risposte dei due lati ottenute con stimoli a 90 dB nHL mentre l'onda V ha una forma molto allargata, a latenza aumentata. Ciò è indicativo di una scarsa sincronizzazione delle risposte dei generatori in sede troncoencefalica. Con stimoli a bassa intensità (30-40 dB) in questi casi molto spesso è del tutto indefinita.



In audiologia infantile l' ABR viene utilizzato come strumento di screening nei neonati, e come strumento diagnostico per determinare il livello della soglia uditiva. Oltre all'ABR, nel neonato o nel bambino di qualche mese di età si possono registrare le risposte di stato stazionario (SSR). Queste permettono seppure con una certa approssimazione di ottenere livelli di soglia nel campo delle frequenze gravi. L'Elettrococleografia necessita di anestesia generale, permette un rilievo di soglia molto preciso (errore stimato entro 5-10 dB), e viene eseguita ad oltre 8-9 mesi di età. La diagnosi eziologica di una sordità infantile richiede inoltre altre indagini, cliniche, laboratoristiche (genetica molecolare), immagini (RM, TAC),. ecc.



Utilizzando l'ABR sui neonati occorre considerare alcune differenze rispetto alle applicazioni sui soggetti più grandi, che riguardano aspetti tecnici di registrazione, biologici-maturativi, e pratici legati ai tipi di strumentazione.

ABR screening -STRUMENTAZIONE

**STRUMENTI CLINICI**

scelta libera parametri di stimolazione, registrazione, analisi  
uscita: giudizio dell'esaminatore

**STRUMENTI DEDICATI**

sequenza di stimolazione programmata  
modalita' di stimolazione finalizzata  
all'evocazione dell'onda V  
uscita da analisi statistica: pass/fail/dubbio

**REGISTRAZIONE screening ABR**

**stimoli: transitori a polarità alternata (o rarefaz)**

**stimolazione binaurale o monoaurale, via aerea  
(via ossea, max 55 dB nHL)**

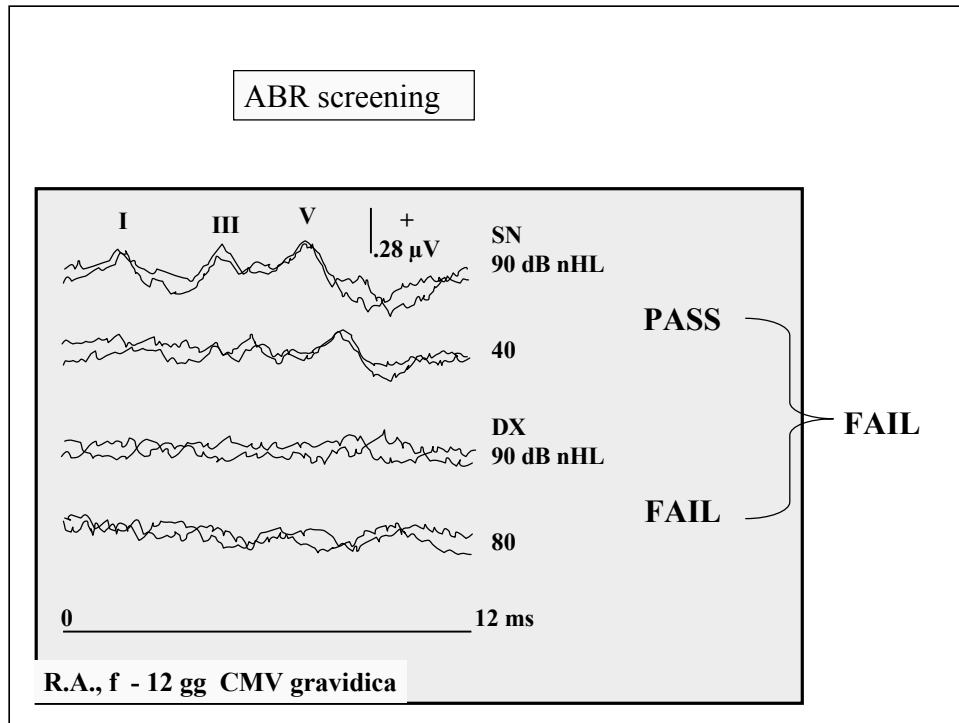
**traduttore: inserto (cuffia)**

**passi di intensità' (-3-)**

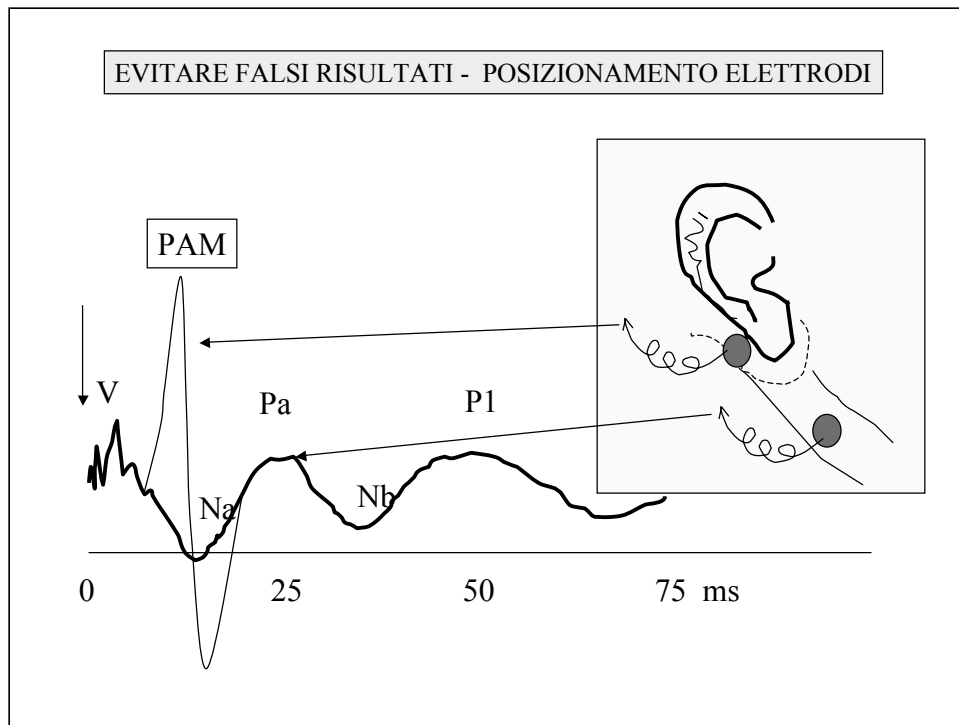
**stabilire il criterio pass/fail (max=40 dBnHL)**

**minimizzare possibilità di false risposte  
(filtri e finestra d'analisi appropriati)**

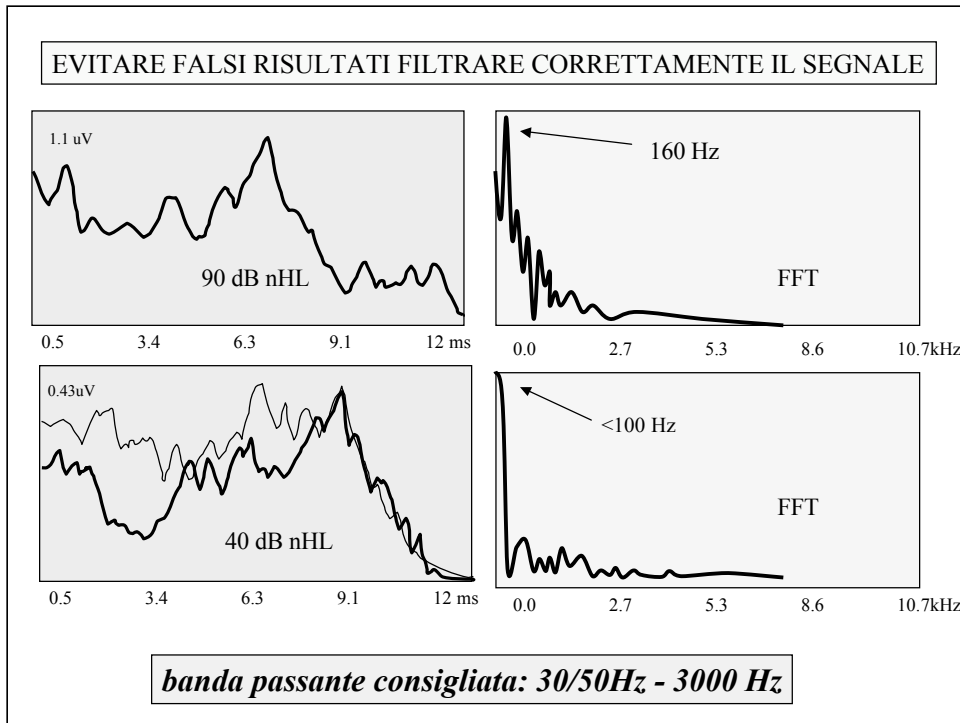
La finalità del rilievo dell'ABR utilizzato per screening è l'identificazione dell'onda V ad una "intensità criterio" (separazione PASS/FAIL) di 30 o 40 dB nHL. La scelta dei parametri di stimolazione viene quindi fatta per massimizzare l'identificazione dell'onda V a bassa intensità e per minimizzare i falsi risultati.



Come primo passo occorre registrare la risposta alla massima intensità di stimolazione (90 dB nHL). Il tracciato così ottenuto permette di valutare la morfologia generale della risposta, la latenza della V, l'intervallo I-V. Successivamente si può immediatamente passare alla intensità-criterio (30 o 40dB), eventualmente intercalando un'intensità intermedia. Tutte le risposte, ottenute con 1500-2000 stimoli, vanno ripetute per il controllo della replicabilità dei potenziali. Il caso riportato rappresenta un FAIL per una probabile sordità (severa o profonda) monolaterale destra.



In risposta ad un transitorio dopo l'ABR si sviluppano le componenti a latenza media Na Pa Nb e P1. In certi soggetti per intensità di stimolazione elevata, alla risposta neurogenica si può sovrapporre un potenziale ampio e abbastanza variabile come durata (circa 10 ms) che origina dalla contrazione riflessa dei muscoli post-auricolari. Tale potenziale, che nel neonato può essere confuso con l'onda V, può essere minimizzato spostando l'elettrodo di riferimento in posizione inferiore alla punta della mastoide.



Un fattore cruciale per poter identificare l'onda V alle intensità-criterio (30-40 dB) è il filtraggio del segnale. A 90 dB nHL l'ABR ha una frequenza principale di circa 160 Hz, a 30 dB nHL ha una frequenza principale inferiore a 100 Hz, mediamente attorno a 50-60 Hz. Per tale motivo la banda passante del segnale eeg deve essere settata fra 30/50 e 3000 Hz.

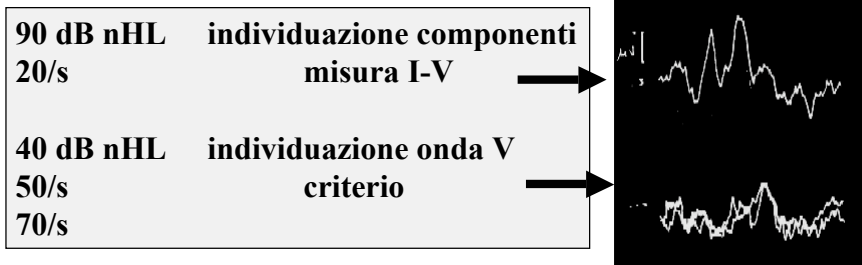
EVITARE FALSI RISULTATI - FREQUENZA DI STIMOLAZIONE (RATE)

<b>% IDENTIFICAZIONE ONDA V</b>			
<b>neonati</b>	<b>&lt;42 sett.</b>		<b>&gt;42 sett PCA</b>
<b>40st/s, 30 dB</b>	<b>100%</b>		<b>100%</b>
<b>90st/s,30 dB</b>	<b>&lt;37sett</b>		<b>37-42sett</b>
	<b>50%</b>	<b>71%</b>	<b>92%</b>
	<b>70st/s, 40 dB</b>		<b>85%</b>

*Klein, Ear Hear, 1992*

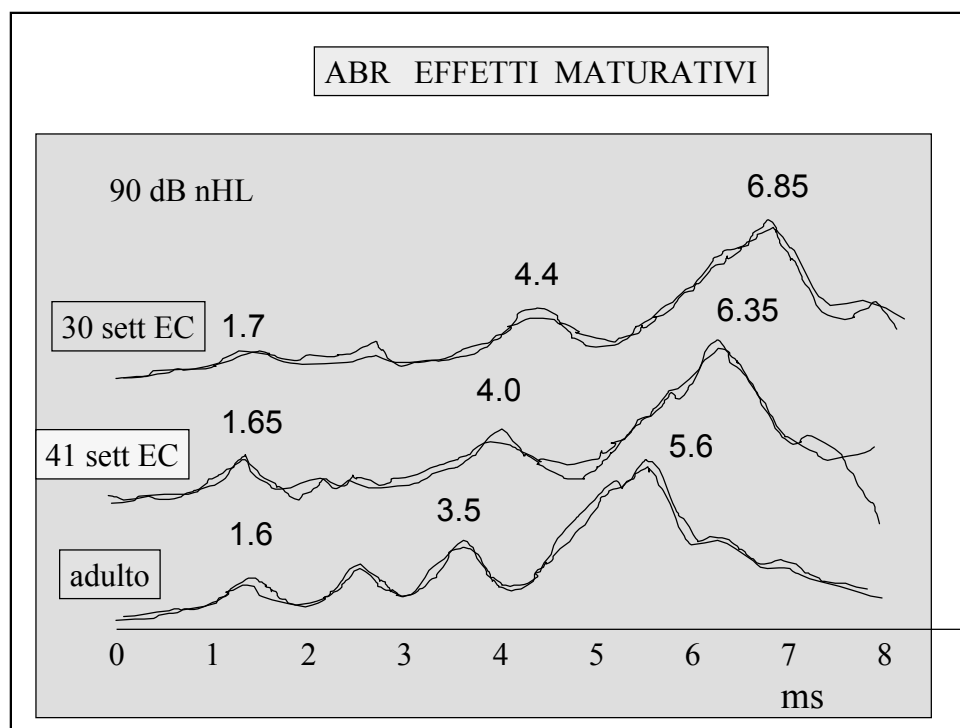
Anche il ritmo di stimolazione può influenzare l'identificazione dell'onda V a basse intensità. Nei neonati con ritmi relativamente lenti (40/s, intervallo interstimolo ISI= 25 ms) l'onda V è risultata sempre identificabile a 30 dB. Con stimolazioni più frequenti (90/s, ISI=11,1ms) l'onda V risente molto delle condizioni maturative della via uditiva, tanto da essere identificabile solo nella metà dei soggetti di età post-concezionale inferiore a 37 settimane.

FREQUENZA DI STIMOLAZIONE CONSIGLIATA  
(Audiol. Ferrara, Sign. Luciana Camurri)

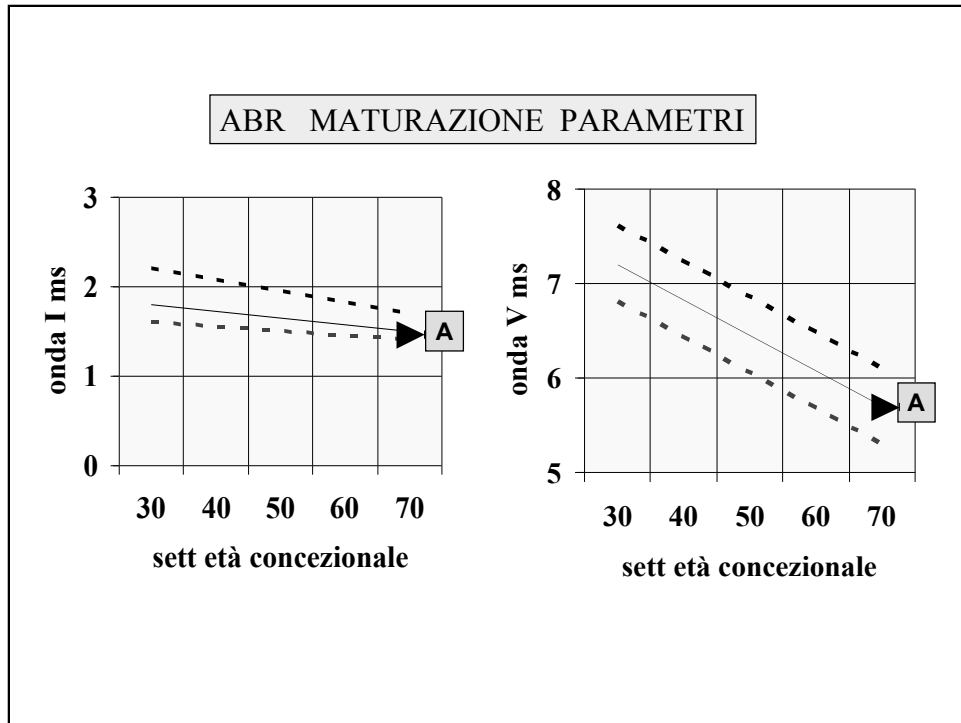


*parametri consigliati con strumenti clinici*

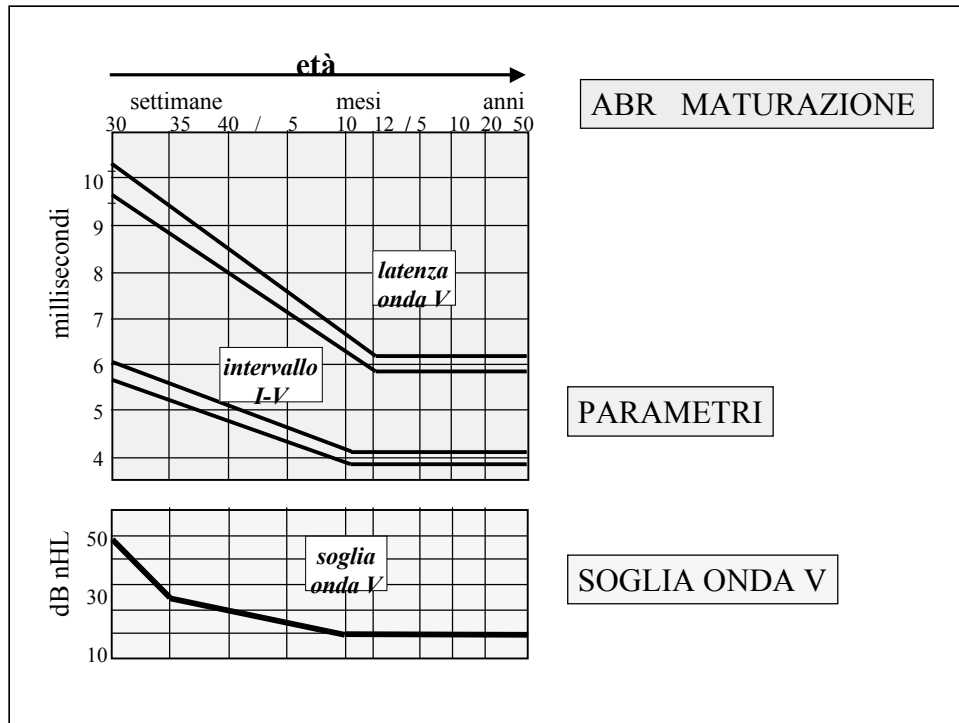
Una soluzione ragionevole è di ottenere la risposta a 90 dB nHL con un ritmo di stimolazione relativamente lento (20/s, ISI 50 ms), così da poter facilmente valutare il parametro I-V, e la risposta all'intensità-criterio con un ritmo di 50-70/s: questa frequenza di stimolazione molto spesso facilita l'identificazione dell'



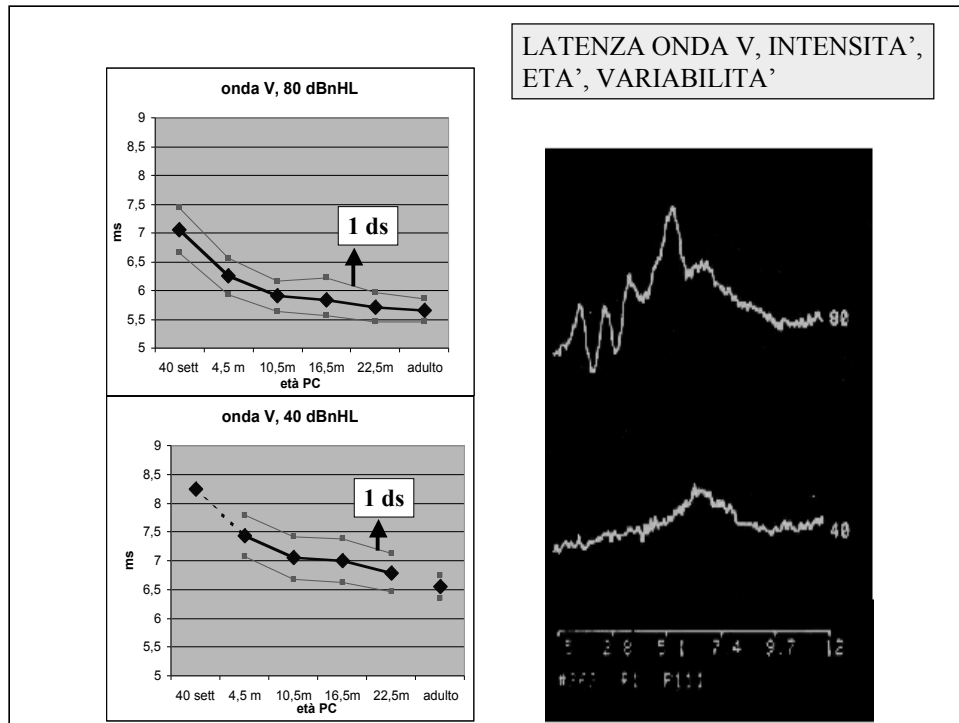
Negli ABR ottenuti dai neonati occorre tener conto che le latenze delle componenti hanno valori diversi da quelli dell'adulto. Ciò è stato posto in relazione alla maturazione della via uditiva troncoencefalica, ed al suo grado di mielinizzazione. Le latenze tendono ad assumere i valori dell'adulto attorno ai 18-24 mesi di età.



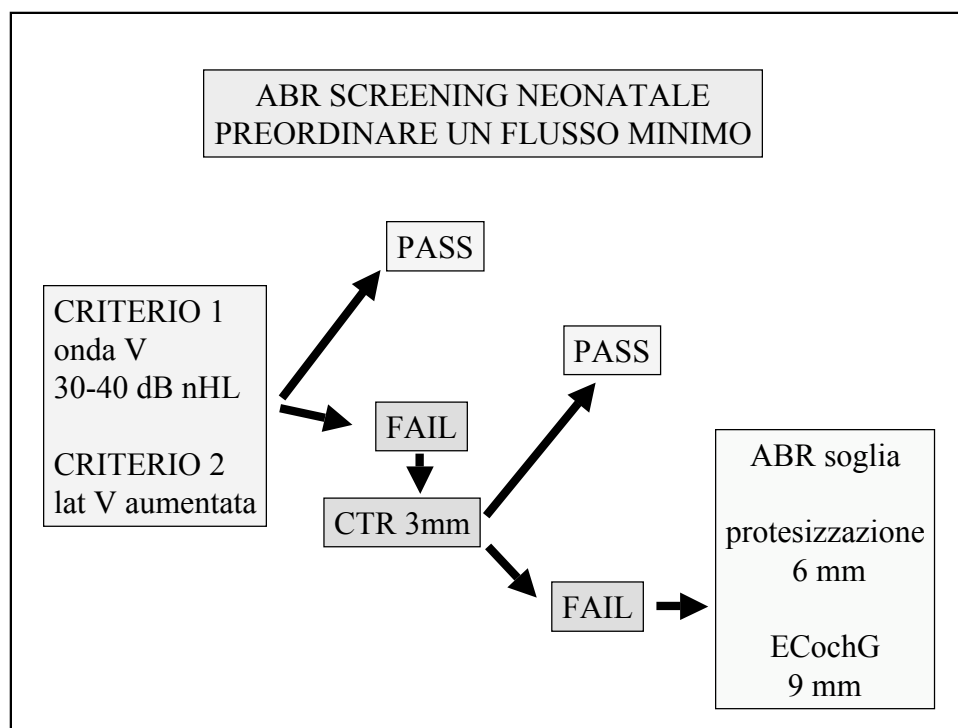
Uno dei vantaggi che può offrire l'uso dell'ABR come tecnica di screening è che accanto alla informazione di soglia, consente di valutare la maturazione centrale. Nel caso di prematurità, e di concomitanza con disordini del SNC, un'indicazione sul grado di maturazione della via uditiva può contribuire all'"assessment" diagnostico, alla prognosi, alla pianificazione della riabilitazione. Alla nascita la coclea ed il nervo VIII sono funzionalmente maturi (l'onda I ha una latenza simile a quella dell'adulto). I tratti neurali del tronco maturano progressivamente, come è indicato dalla variazione dell'intervallo I-V con l'età.



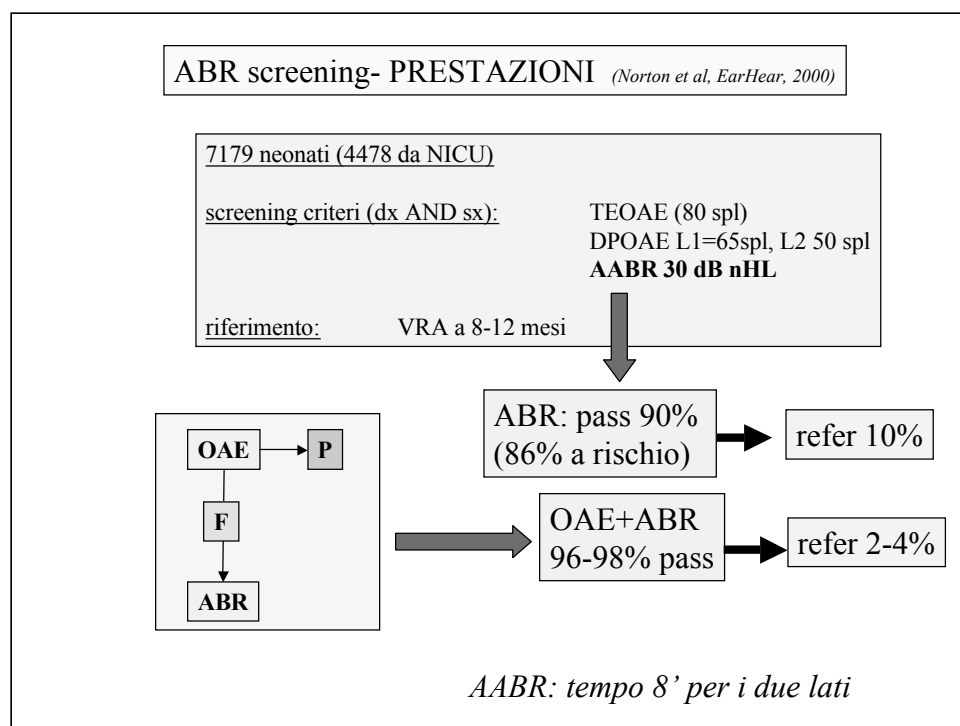
Anche la soglia elettrofisiologica (minima intensità in cui è identificabile il potenziale) dell'onda V risente della maturazione. In soggetti normoudenti ed immaturi (30 settimane) la sua soglia si colloca a 50 dB nHL. Attorno a 40 settimane raggiunge i 30 dB. Per tali motivi l'intensità criterio viene convenientemente scelta a 30-40 dB nHL.



La variabilità della latenza dell'onda V nel neonato e nella prima infanzia è circa il doppio rispetto all'adulto. Per tale motivo i limiti (valore medio tipico per l'età + 2 d.s.) per individuare un ritardo di maturazione sulla base dell'intervallo I-V sono relativamente ampi.



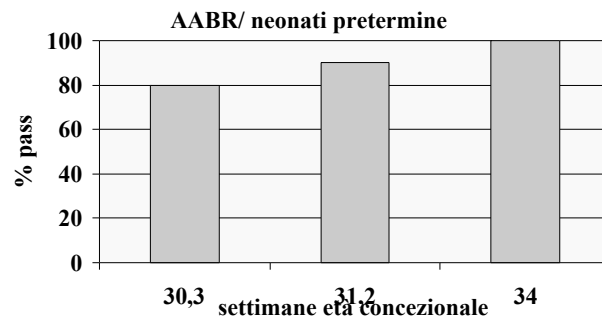
L'ABR essendo una tecnica non invasiva, si presta ad essere utilizzato nello screening neonatale. I casi individuati come sospetti (fail), potranno essere ricontrollati con ABR all'età di 3-4 mesi. Si noti che la separazione PASS/FAIL può avvenire anche in base ad un criterio basato sui valori di latenza dell'onda V. L'obiettivo di una definizione di soglia entro 6-9 mesi di età può essere raggiunto con ABR o con ECochG. Si ritiene che l'uso di un'amplificazione entro 6 mesi di età, oltre a garantire l'udibilità dei segnali acustici, favorisca la maturazione delle vie uditive centrali.



In questo studio il tasso di pass con ABR era del 90%. Tale valore può essere elevato a 96-98% applicando l'ABR in serie, ai casi fail riscontrati da un test con OAE. Da rilevare i criteri pass molto restrittivi, cioè 30 dB come intensità per rilevare l'onda V, e la obbligatorietà di una risposta presente in entrambe le orecchie.

**Efficacy of ABR hearing screening in very preterm newborns**  
*van Straaten et al, J Pediatr, 2001*

**90 neonati, peso 600-1960g. ABR settimanale fino a PASS**

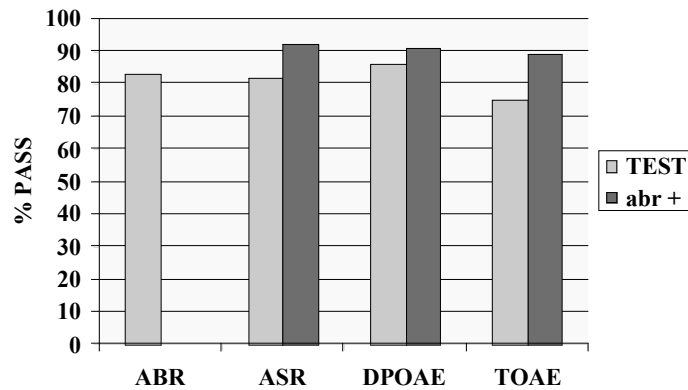


Il tasso di pass con una procedura ABR automatizzata, aumenta con l'età concezionale, fino al 100% alla 34a settimana di età concezionale in questa piccola serie di bambini prematuri. Per tale motivo è consigliabile eseguire il test al momento della dimissione dalla NICU.

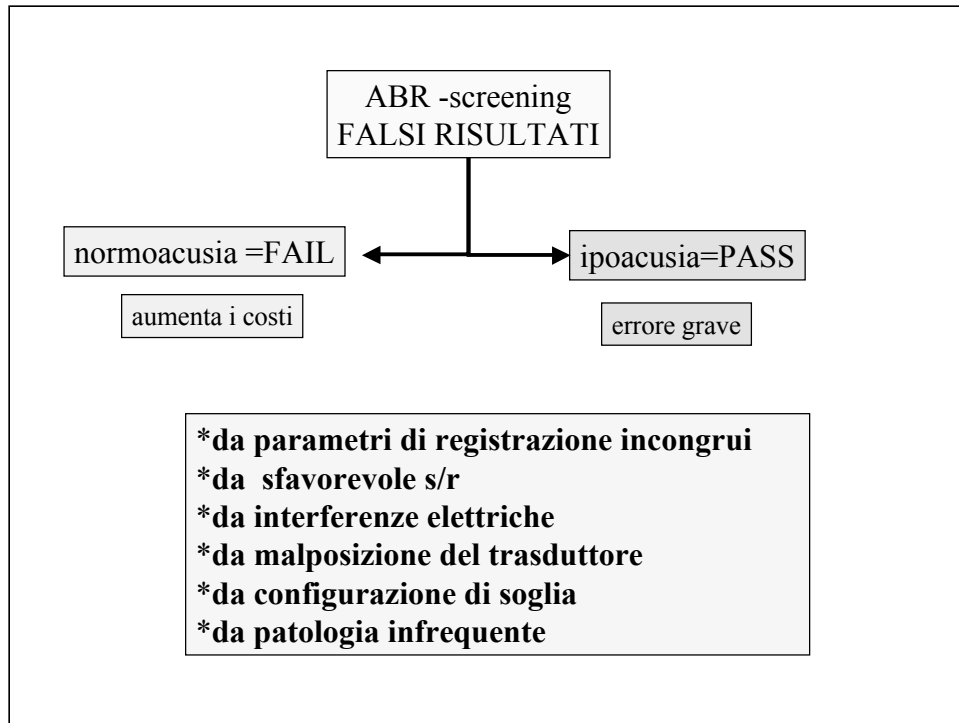
### Hearing screening in NICU: comparison of methods

Rhodes et al, *Otolaryngology Head Neck Surg*, 1999

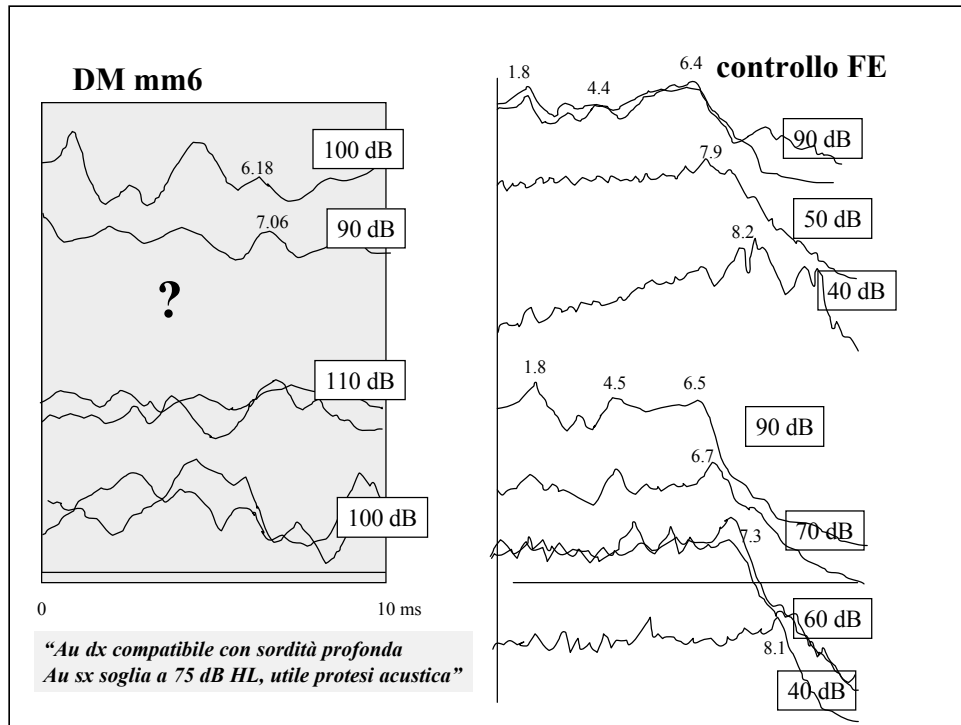
88 neonati NICU, 171 orecchi



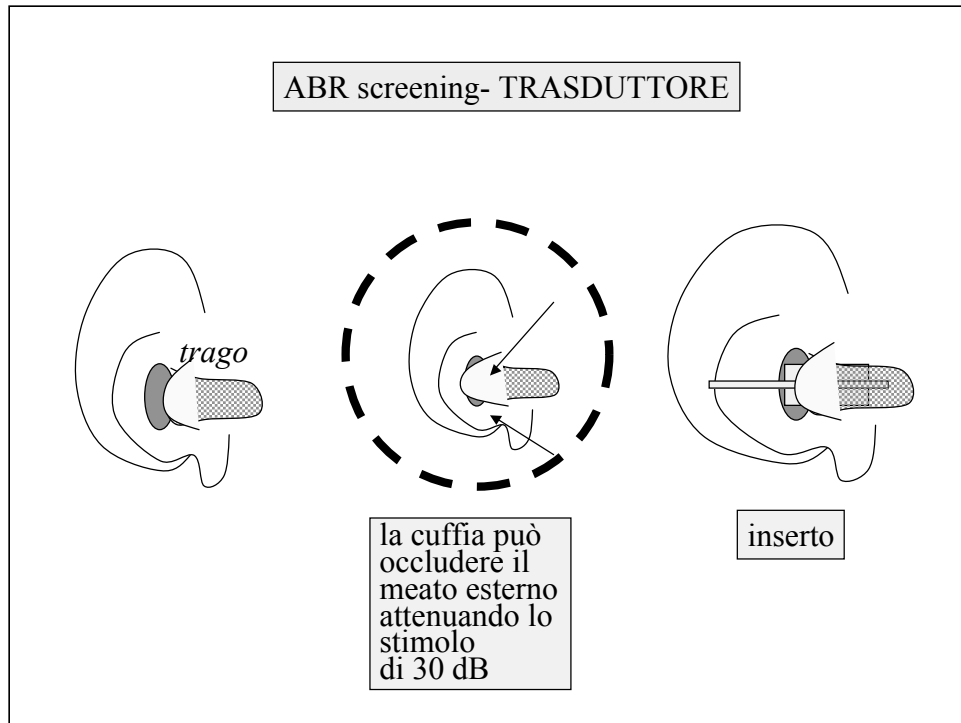
In questa serie di neonati della NICU sono confrontati i tassi di PASS con ABR, riflesso stapediale (ASR), ed otoemissioni. Le TEOAE hanno il tasso più basso. Quando l'ABR viene applicato in serie ai casi fail individuati dalle altre tecniche, i PASS si elevano attorno al 90%.



I falsi risultati dell'ABR sono possibili, e determinati dai fattori elencati. L'errore con le conseguenze potenzialmente più gravi è il caso di un bambino sordo giudicato PASS, e pertanto escluso da qualsiasi altro controllo. In tal caso solo l'instaurarsi di un ritardo di linguaggio spingerà i genitori a riconsiderare l'eventualità di una ipoacusia.

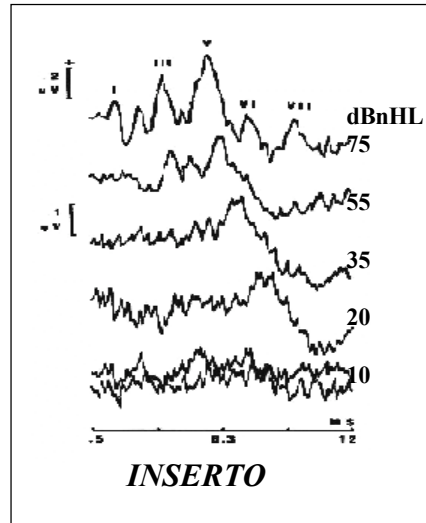
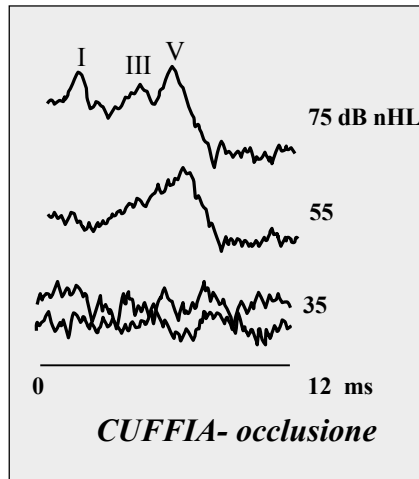


Un caso considerato sordo ad un primo controllo, e risultato PASS ad uncontrollo successivo. L'errore nella prima registrazione è probabilmente determinato da inadeguate condizioni di registrazione, (segnale filtrato attraverso una banda troppo stretta).

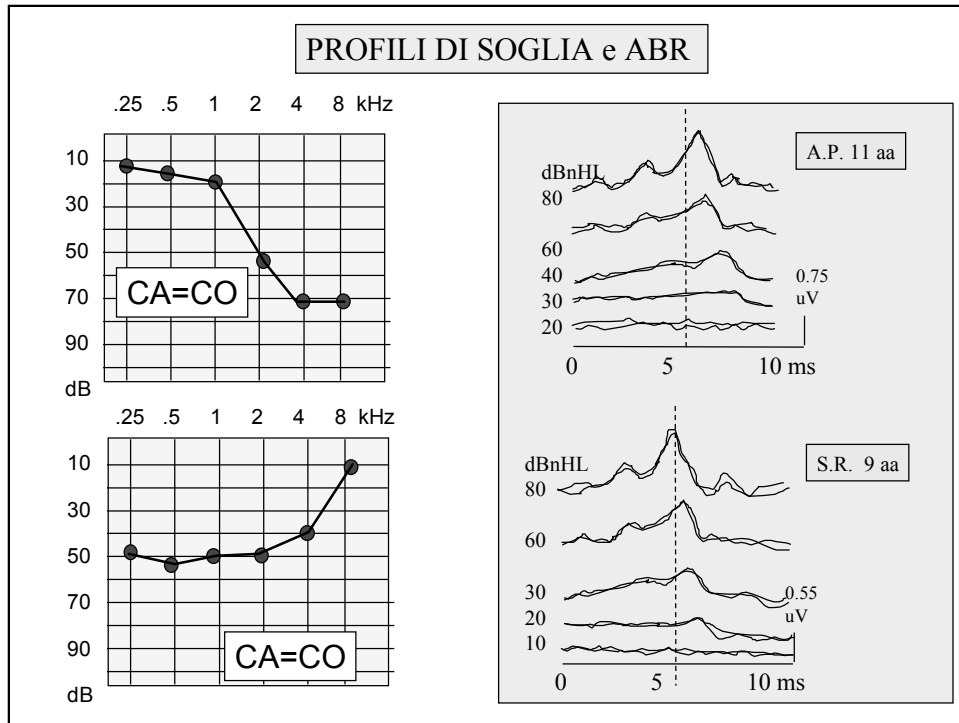


Un'altra causa di errore (del tipo falso allarme) è costituita dal cattivo posizionamento della cuffia. Questa, applicata al neonato, può facilmente schiacciare il trago occludendo il meato acustico esterno. In tali condizioni l'intensità di stimolazione può subire un'attenuazione fino a 30 dB, con la conseguenza di definire un FAIL (mancanza di onda V a 30 dB) un normoudente. Per questo motivo è consigliabile un trasduttore ad inserto.

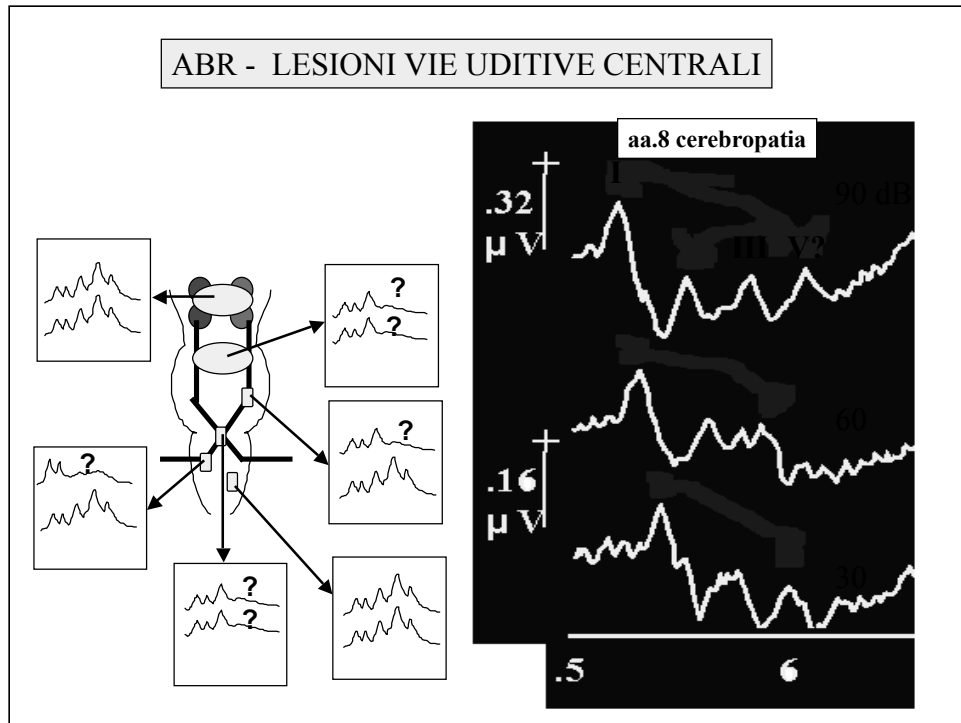
ABR screening- TRASDUTTORE



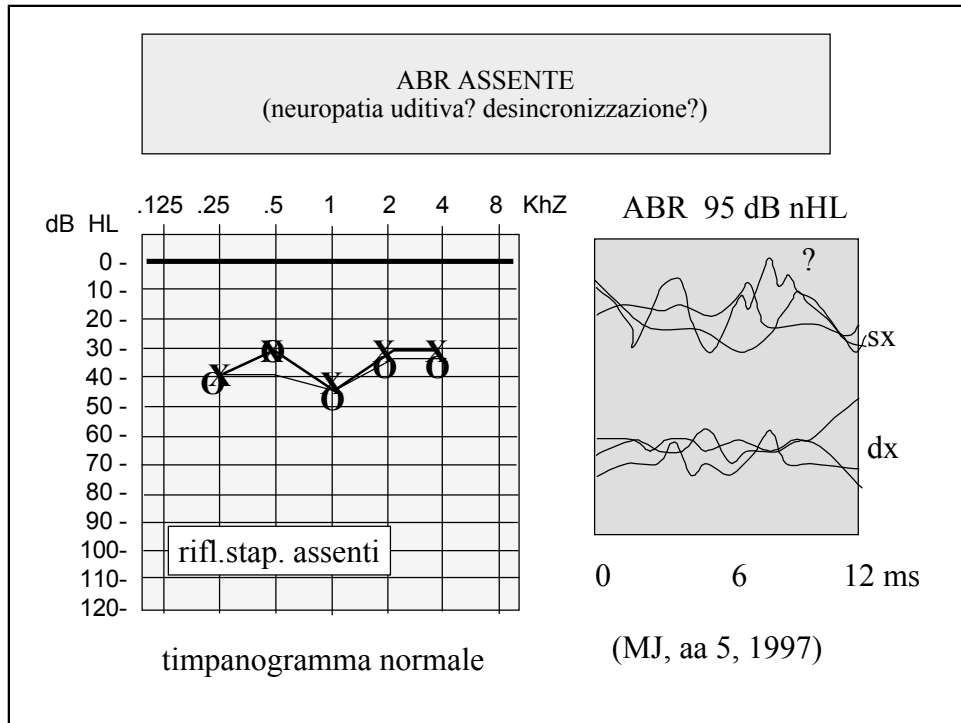
Esempio di ABR ottenuto con malposizionamento della cuffia, a 35 dB assenza di onda V. A destra lo stesso caso ripetuto con inserto: migliore definizione delle componenti a 90 dB nHL, onda V a 20 dB



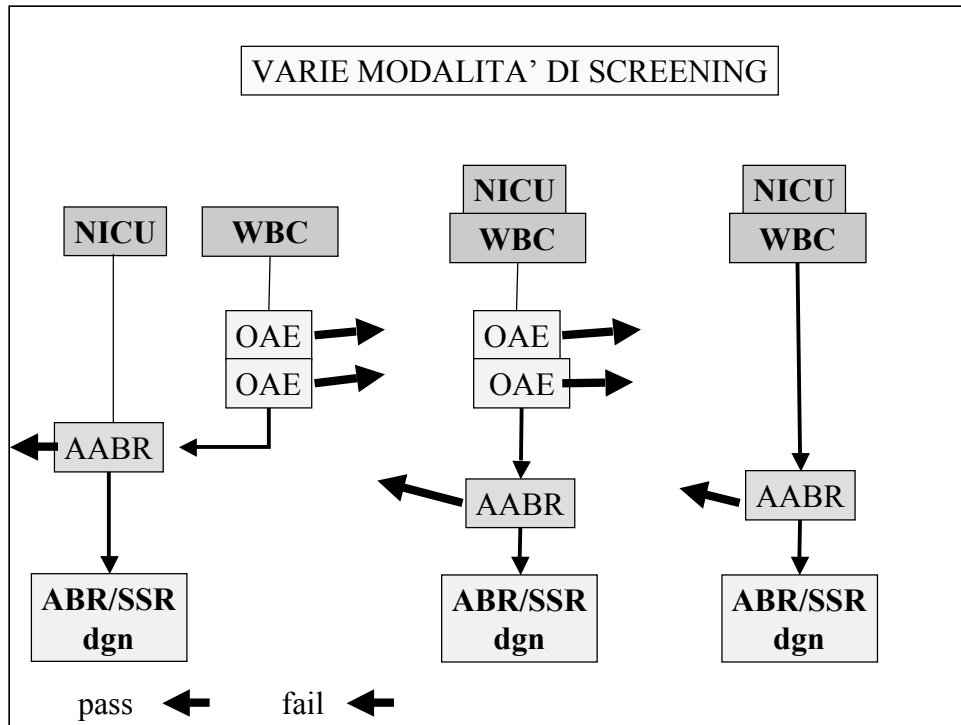
Una fonte di variazione della latenza dell'onda V, talvolta responsabile di errori diagnostici è rappresentata dai profili di soglia. L'ABR è una risposta prevalentemente originata dalla base della coclea. Sordità con soglia in ripida discesa possono causare un prolungamento della latenza dell'onda V, perchè in tal caso l'ABR riflette un contingente di attivazione neurale che origina nelle porzioni più apicali della coclea. Al contrario sordità con soglia ascendente danno luogo ad ABR perfettamente normali. In tal caso l'ABR non fornisce nessuna indicazione sul livello di soglia sulle frequenze medio-gravi.



Nel caso siano presenti lesioni nella via uditiva centrale del tronco, l'ABR può essere privo di alcune componenti. Se le lesioni interessano la regione del lemisco laterale e del collicolo inferiore, l'onda V può risultare assente anche ad intensità elevate di stimolazione, benchè la soglia uditiva sia normale. Questi casi sono classificati correttamente come FAIL e ad essi vengono riservati controlli ABR successivi, oltre che procedure diagnostiche neurologiche e di immagini.



In rari casi l'ABR può non essere definito, pure in presenza di una soglia uditiva tonale normale o lievemente innalzata. Quando questi reperti si associano ad un riscontro di normali otoemissioni, il quadro clinico è definito come "neuropatia uditiva". In questo caso lo sviluppo del linguaggio non era normale, presentando una riduzione lessicale e difetti nell'organizzazione del linguaggio connesso.



L'ABR automatico può rientrare in molti modelli di screening, in relazione alle disponibilità organizzative ed economiche. Si ritiene che l'efficienza dello screening ABR automatico sia pari a quella delle otoemissioni, a scapito però di un costo economico e di tempi superiore. L'ABR clinico, condotto con speciali tecniche per migliorare la specificità della risposta nei confronti delle frequenze gravi (stimoli con "pip" a 500 Hz) o assieme alle SSR viene svolto con la finalità di ottenere misure di soglia affidabili entro i 6 mesi di età.