

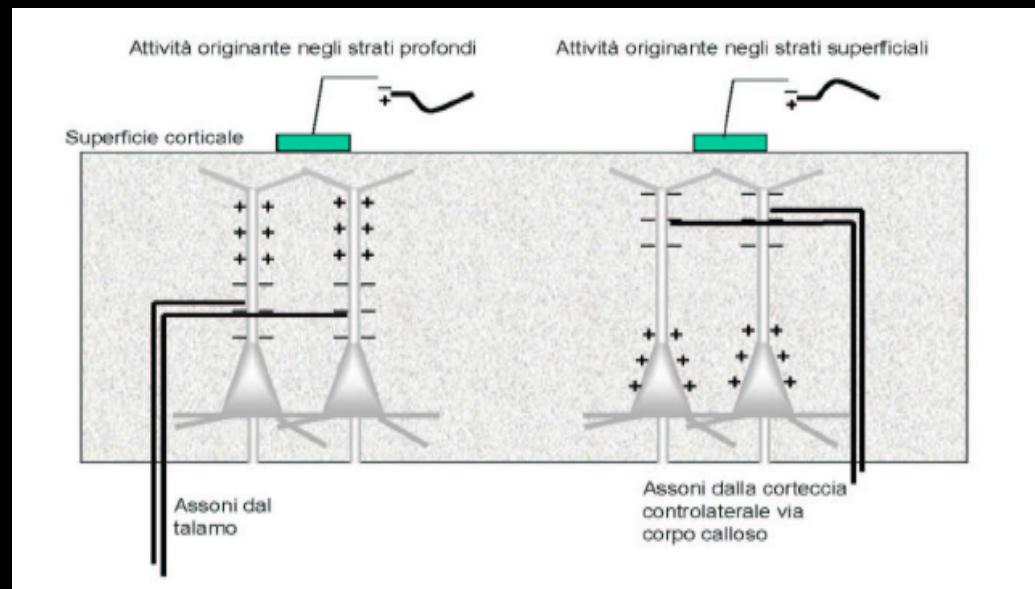


# *Potenziali Evocati*

*Elena Della Coletta*

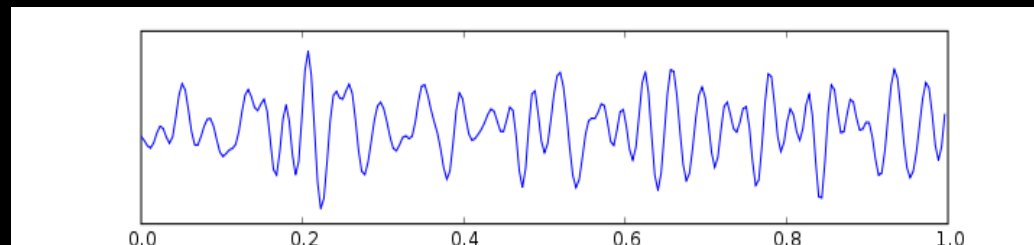
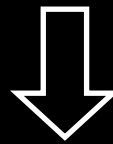
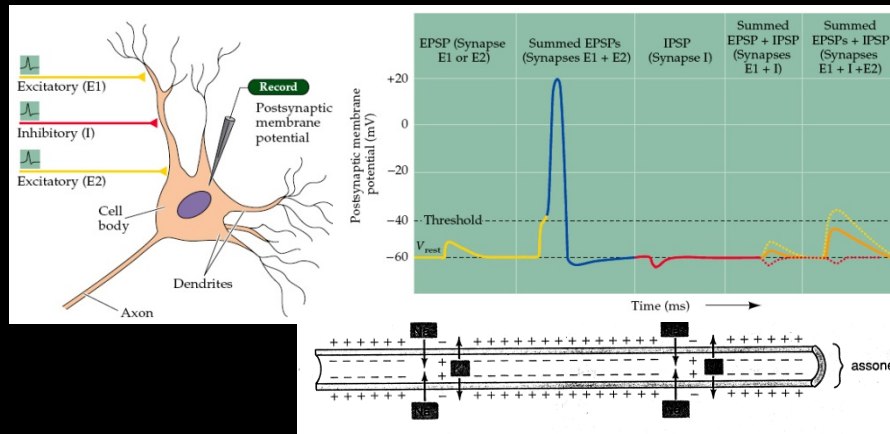
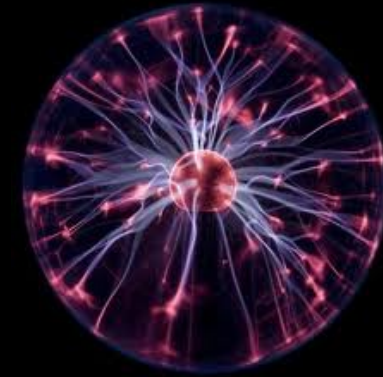
# Premesse

Nel 1924  
Hans Berger  
scopre l'esistenza  
di onde elettriche  
cerebrali registrabili  
sullo scalpo.



# Premesse

L'ampiezza massima di queste onde, dovute al complesso dell'attività elettrochimica delle singole cellule corticali, raggiunge i **100  $\mu\text{V}$** .



# Premesse

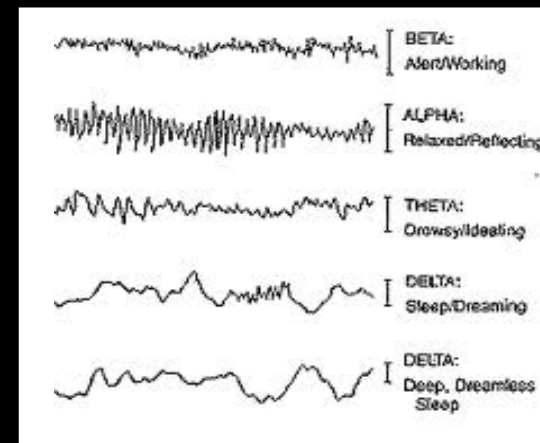
Nelle registrazioni dei **potenziali elettrici cerebrali** si considera una duplice attività:



**EVENTO  
CORRELATA**

⇒ rappresentata comunemente con l'EEG che registra le fluttuazioni nel tempo dei potenziali elettrici rilevati sullo scalpo

in assenza di stimoli esterni





# L'attività EVENTO CORRELATA (ERP)

[event related potential o potenziale evento correlato]

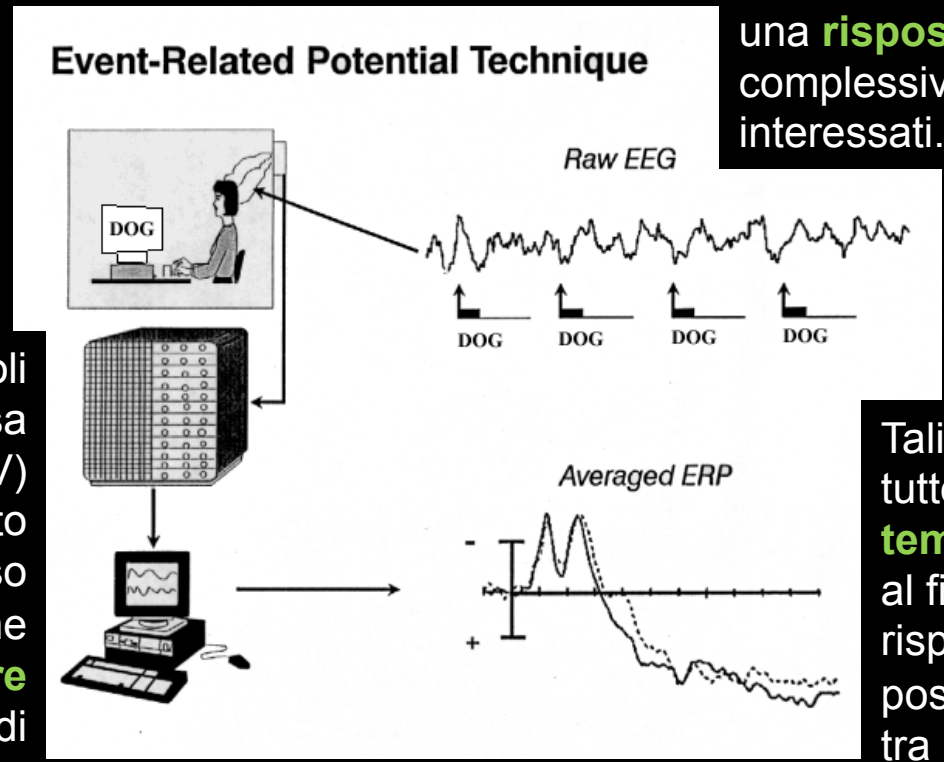
1. è relativa a **stimoli ben definiti e specifici** sia di natura interna al soggetto (es un movimento) sia di natura esterna (es. stimolo sensoriale).

2.

Di questi stimoli percepiamo, nell' area corticale corrispondente, una **risposta** dovuta alla reazione complessiva dei singoli neuroni interessati.

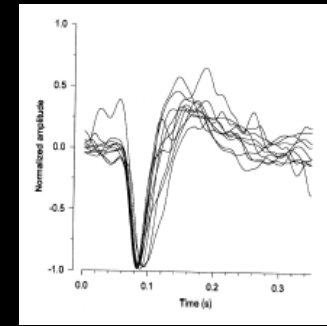
3.

La risposta agli stimoli è in genere di scarsa intensità (pochi  $\mu\text{V}$ ) ed è pertanto necessario l' uso di particolari tecniche per poter **estrarre** l' ERP dall' EEG di base.



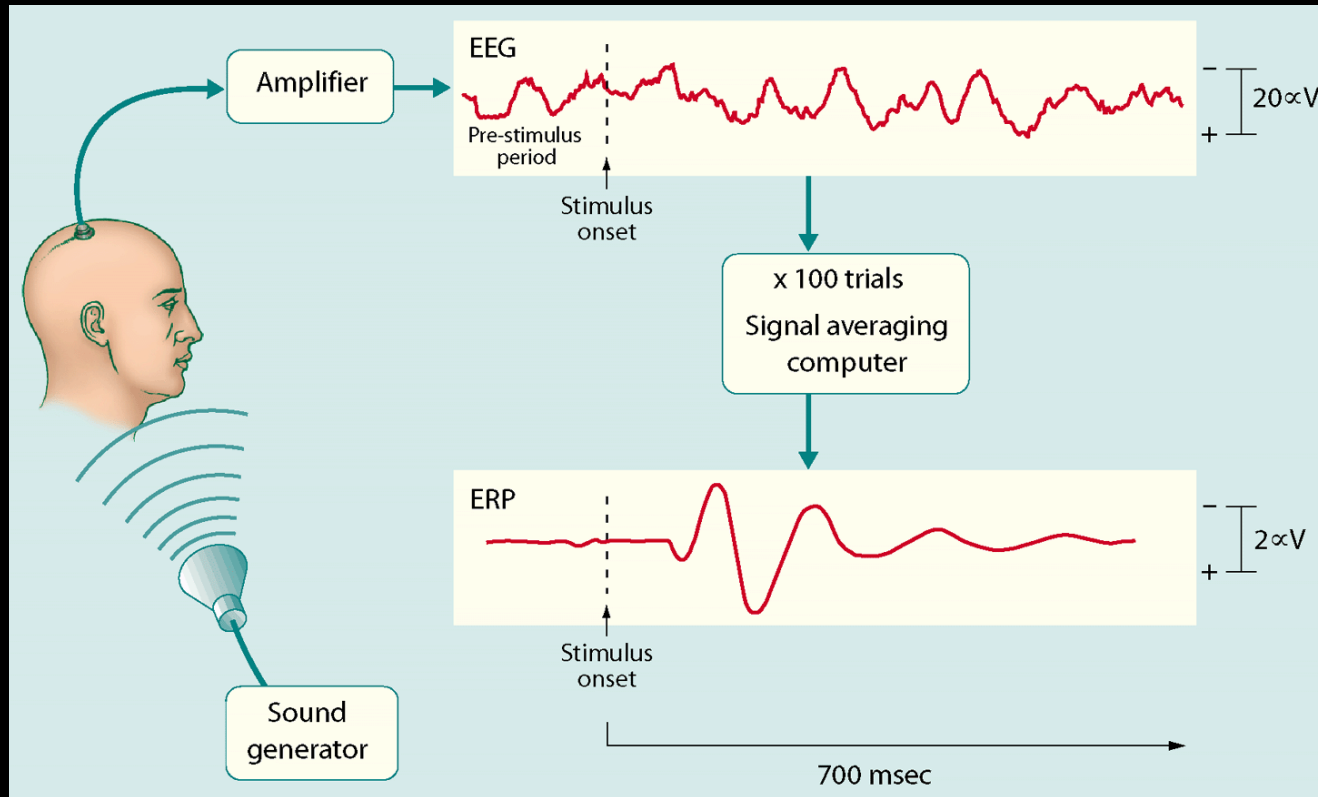
Tali tecniche necessitano tutte di una **ripetibilità nel tempo dello stimolo** al fine di ottenere diverse risposte quanto più simili possibili tra loro.

4.



**I potenziali evocati** sono un tipico esempio di ERP.

Il loro studio è nato dalla necessità di **relazionare** la risposta del nostro sistema nervoso centrale ad uno stimolo sensoriale

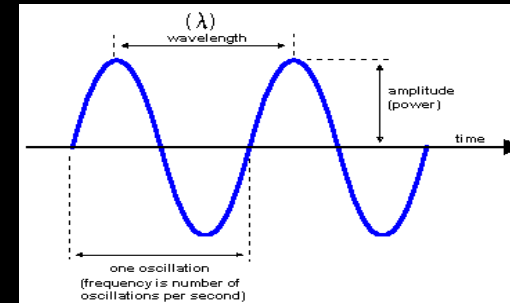


Ciò permette di **analizzare singoli organi sensoriali**, con numerosi vantaggi anche sul piano clinico.

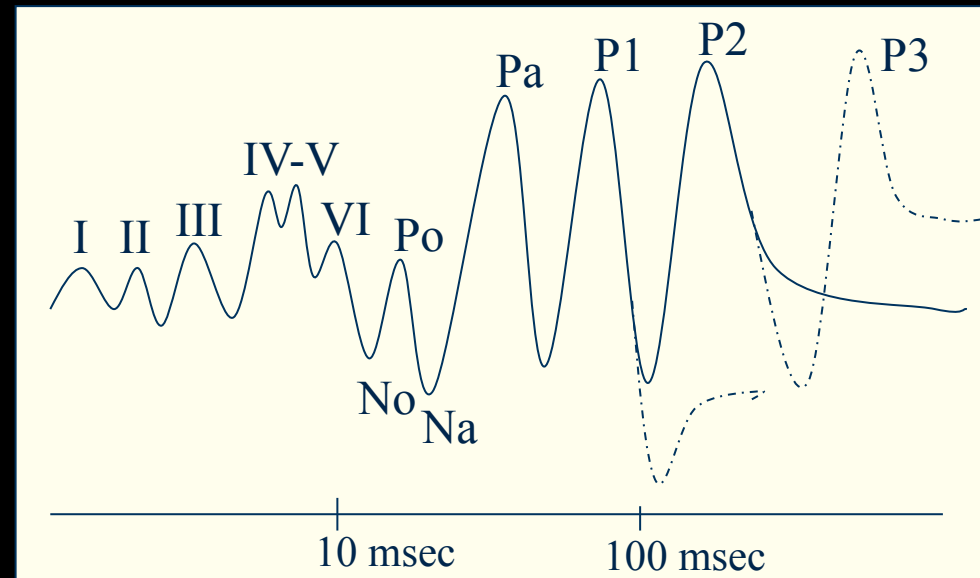
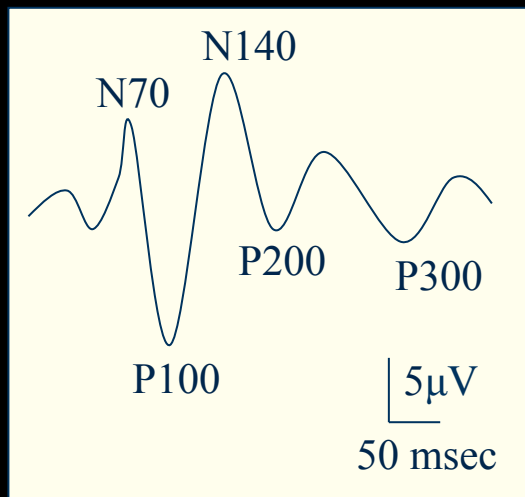
Per tale motivo i potenziali evocati sono spesso usati in audiologia e in oculistica.

## Le risposte evocate

(registrate sullo scalpo attraverso diverse metodiche)  
si individuano tramite  
la **latenza**, l'**ampiezza**  
e la **morfologia** delle singole onde.

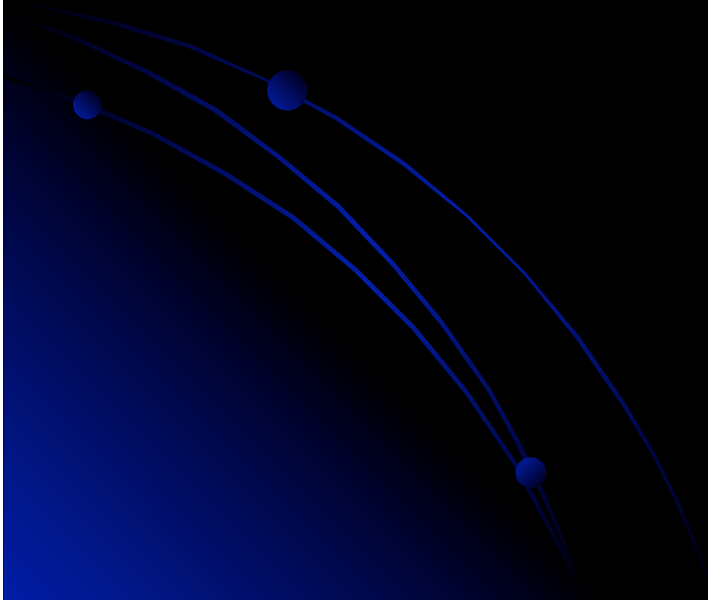


In particolare, il potenziale evocato è costituito, solitamente, da un complesso di onde la cui **morfologia varia conformemente allo stimolo sensoriale usato**.



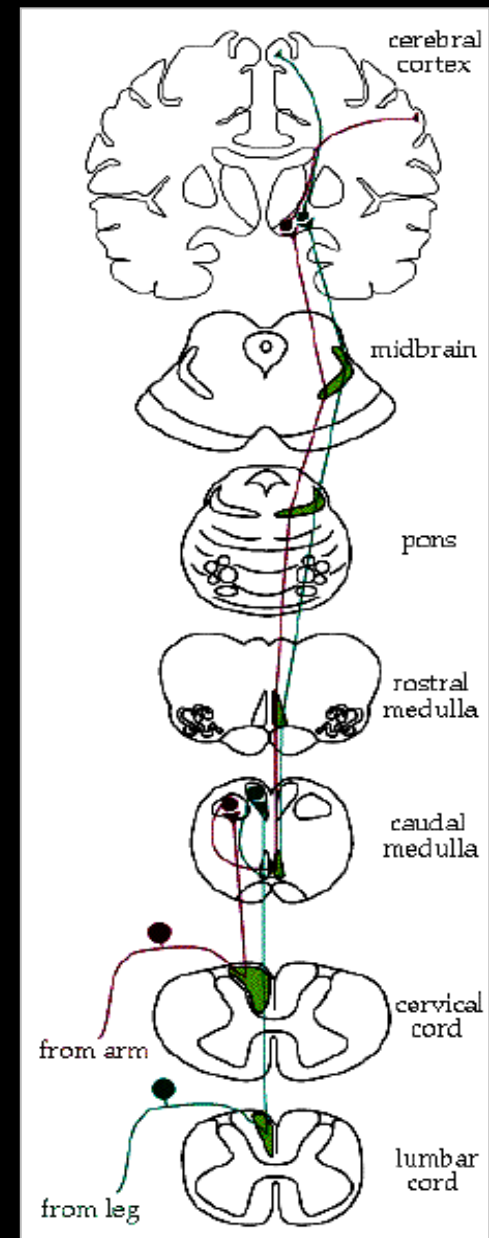
[Per es: latenza, forma e ampiezza delle onde che compongono un potenziale evocato uditivo sono molto diverse da quelle delle onde di un potenziale evocato visivo].

# POTENZIALI EVOCATI SOMATOSENSITIVI (PESS)



Il potenziale evocato è una risposta neuronale a latenza fissa ad una stimolazione sensoriale.

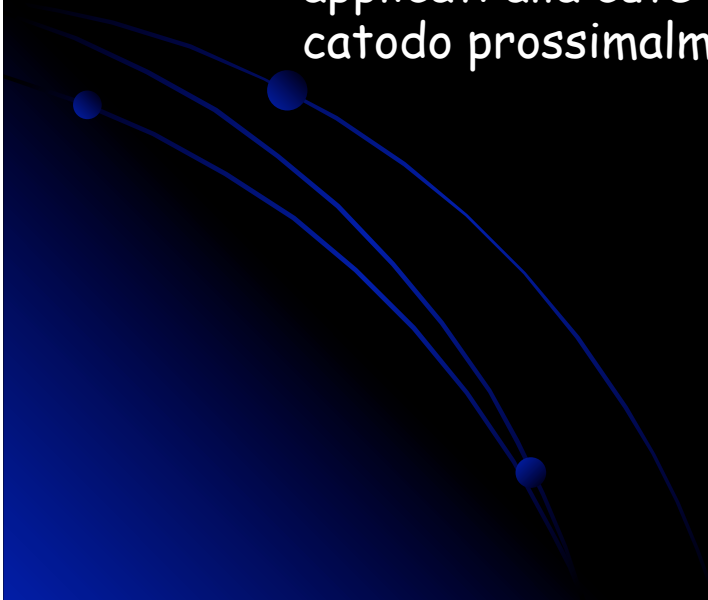
Il potenziale evocato somatosensoriale viene generato dalla stimolazione delle fibre afferenti di un nervo periferico con stimolo elettrico, tattile, magnetico, laser.



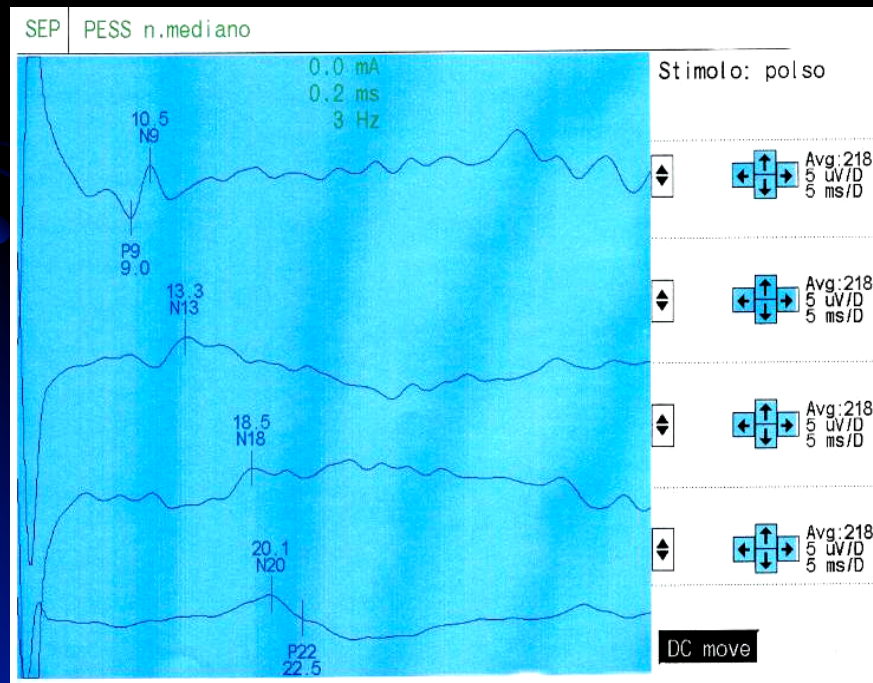
## STIMOLO

Una risposta evocata è ottenibile per **stimolazione elettrica** di un qualsiasi nervo misto o sensitivo degli arti.

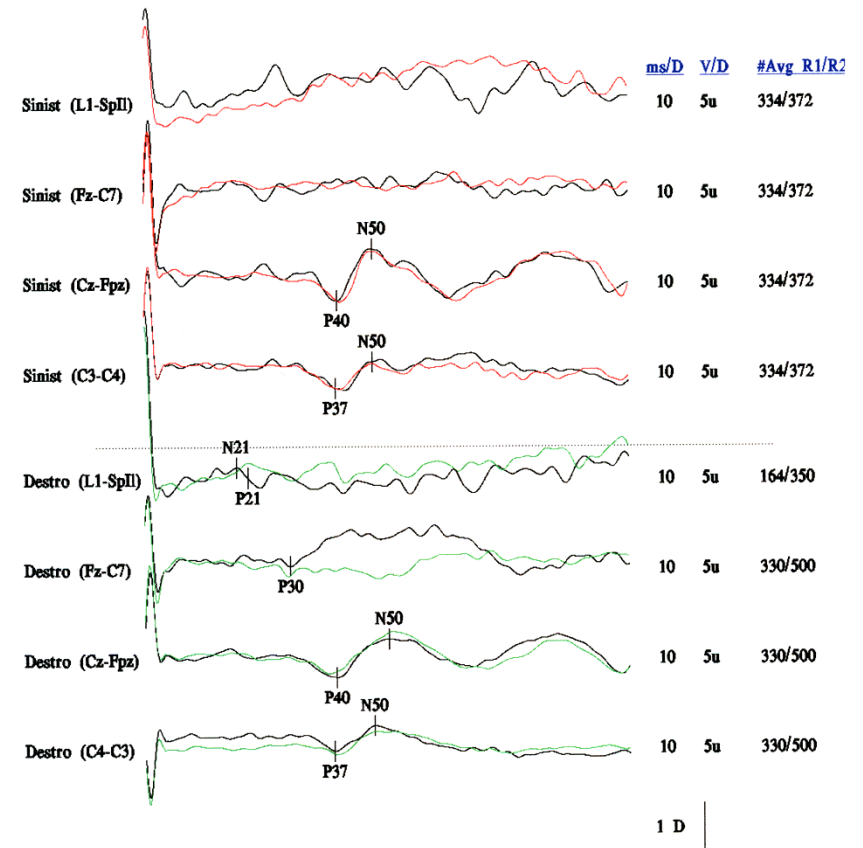
Sono impulsi rettangolari, somministrati con elettrodi applicati alla cute sovrastante il tronco nervoso, con il catodo prossimalmente e l'anodo a 3cm distalmente.



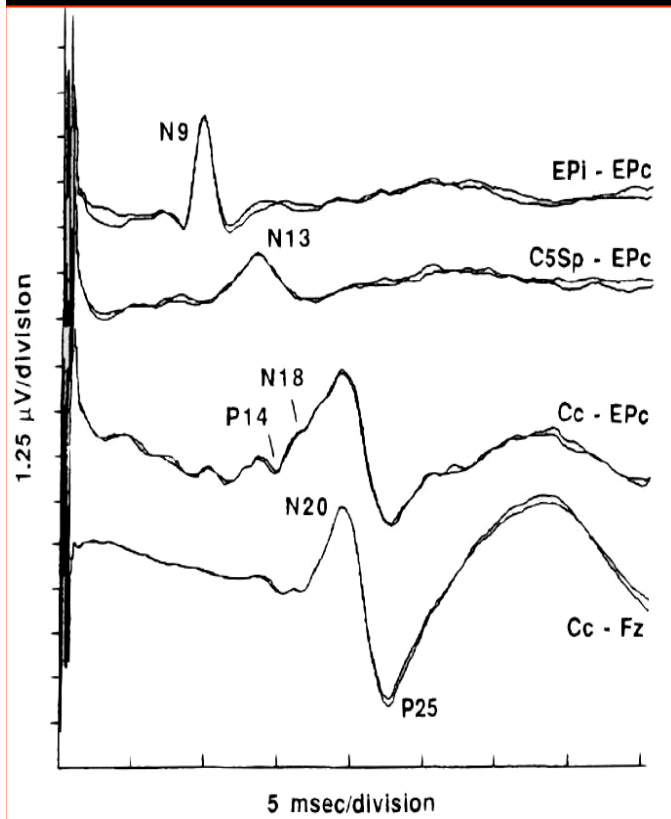
Normalmente si utilizza uno stimolo elettrico somministrato al **n. Mediano** agli arti superiori e al **n. Tibiale** agli arti inferiori



SEP: PESS n.tib.post



# SEP stimolo n. Mediano: registrazione

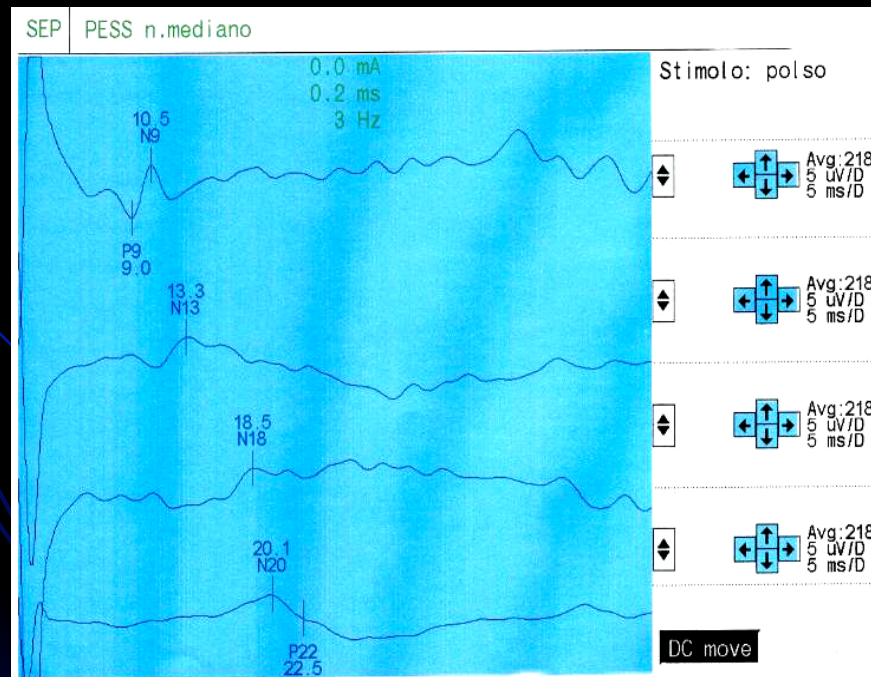


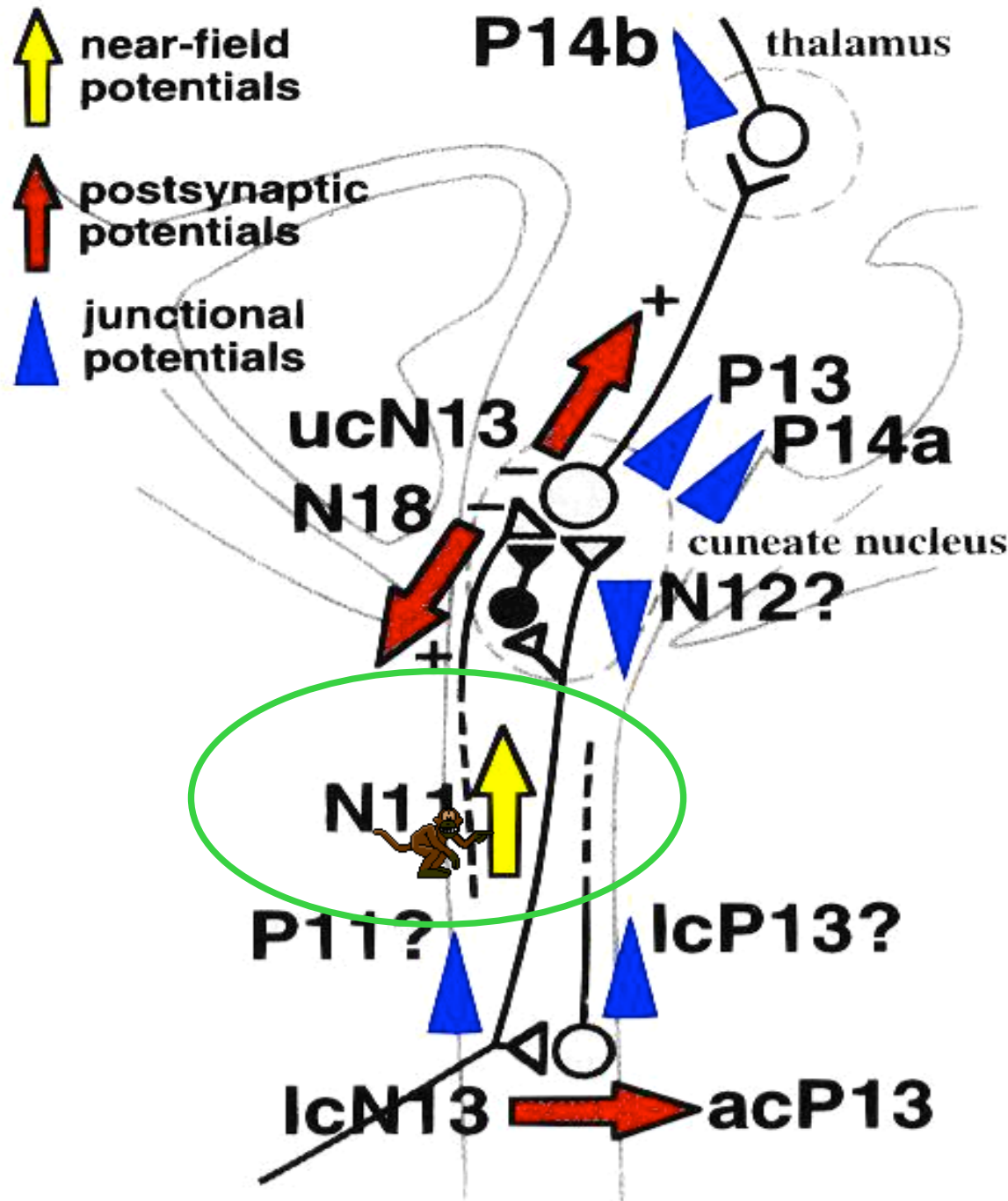
- 1: punto di Erb ipsi-contrario
- 2: proc spinoso 7<sup>^</sup> - Erb contrario
- 3: Central scalp el. (2 cm posteriormente a C3-C4) contro- Erb contrario (referenza non cefalica)
- 4: Central scalp el contro- C ipsi



# N 9 (proximal plexus volley)

- Registrabile al punto di Erb ipsilaterale al punto stimolato.
- Correlato elettrico della attivazione dei tronchi nervosi del plesso brachiale
- Genera una N9 registrabile anche quando vengono ad essere perse le componenti successive (ad es. nelle avulsioni traumatiche delle radici spinali).



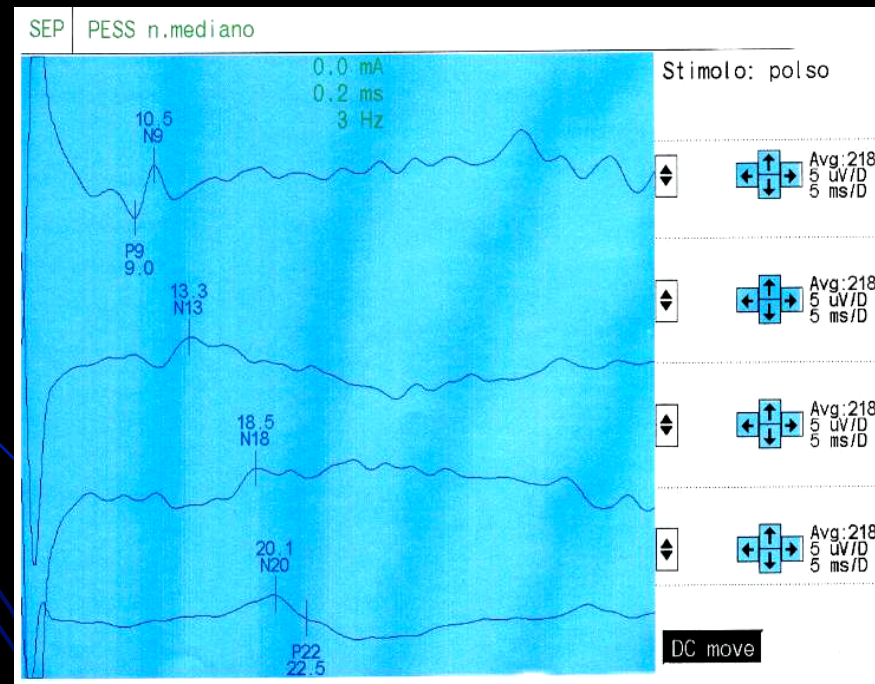


## N11

- Non registrabile in tutti i soggetti.
- “Travelling wave” con latenza crescente in senso disto-proximale.
- Generata dalle colonne dorsali del midollo (probabilm. a livello presinaptico)

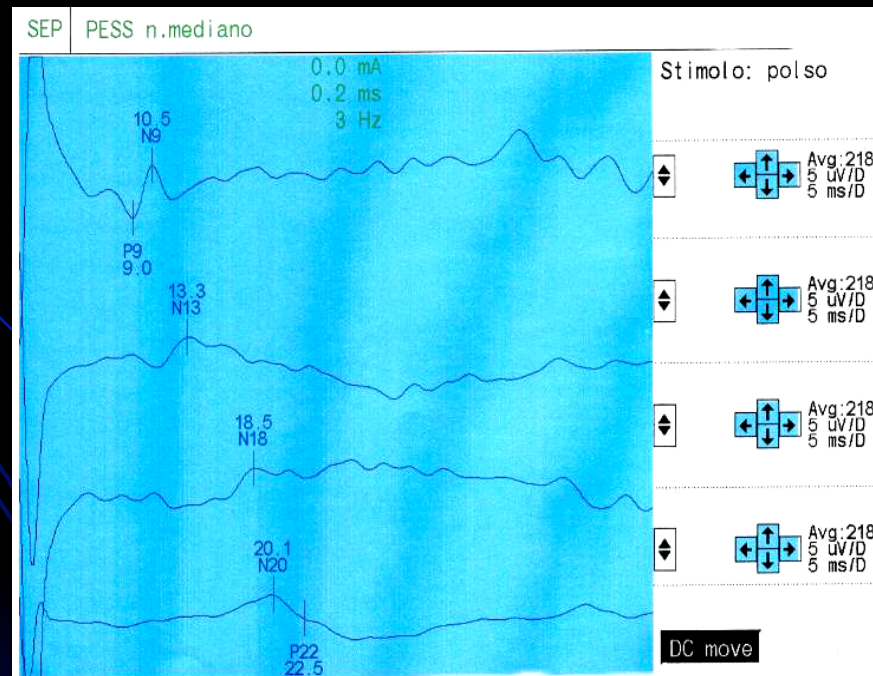
# N13

- Registrabile a livello cervicale dopo la N11 con massima ampiezza tra C4-7.
- Espressione dell'attività post-sinaptica degli interneuroni della corna dorsali (lamine IV-V: Nucleus proprius).

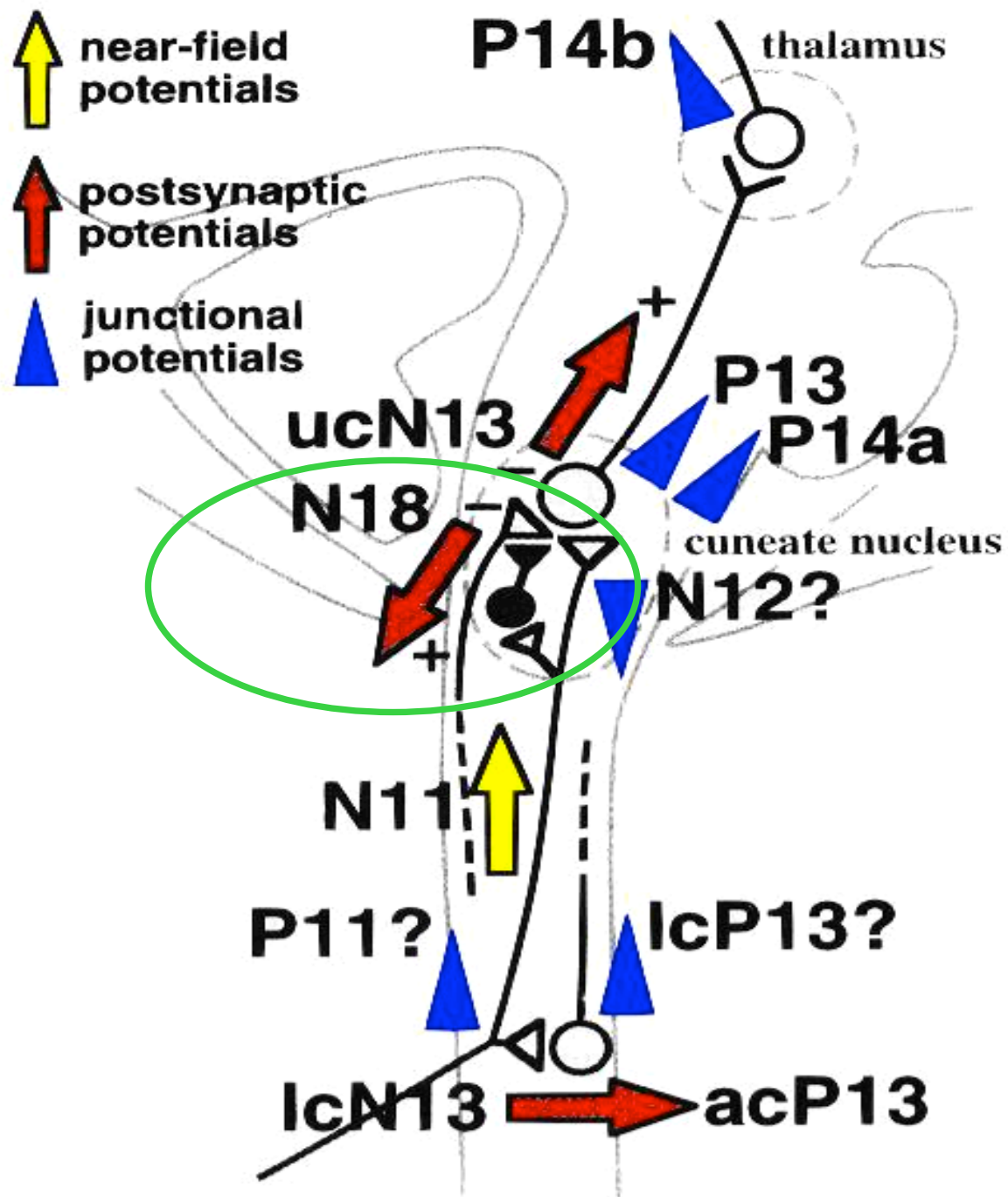


# N 18

- Negatività diffusa, presente su tutto lo scalpo, di lunga durata (20ms).
- Facilmente confondibile con N20, ma:
  - N18: ampia e simmetrica rappresentazione
  - N20: distribuzione prevalente parietale controlaterale
- Assente dopo lesioni cervico-bulbari, nucleo cuneato. Presente dopo lesioni talamiche (VPL) o emisferectomie.





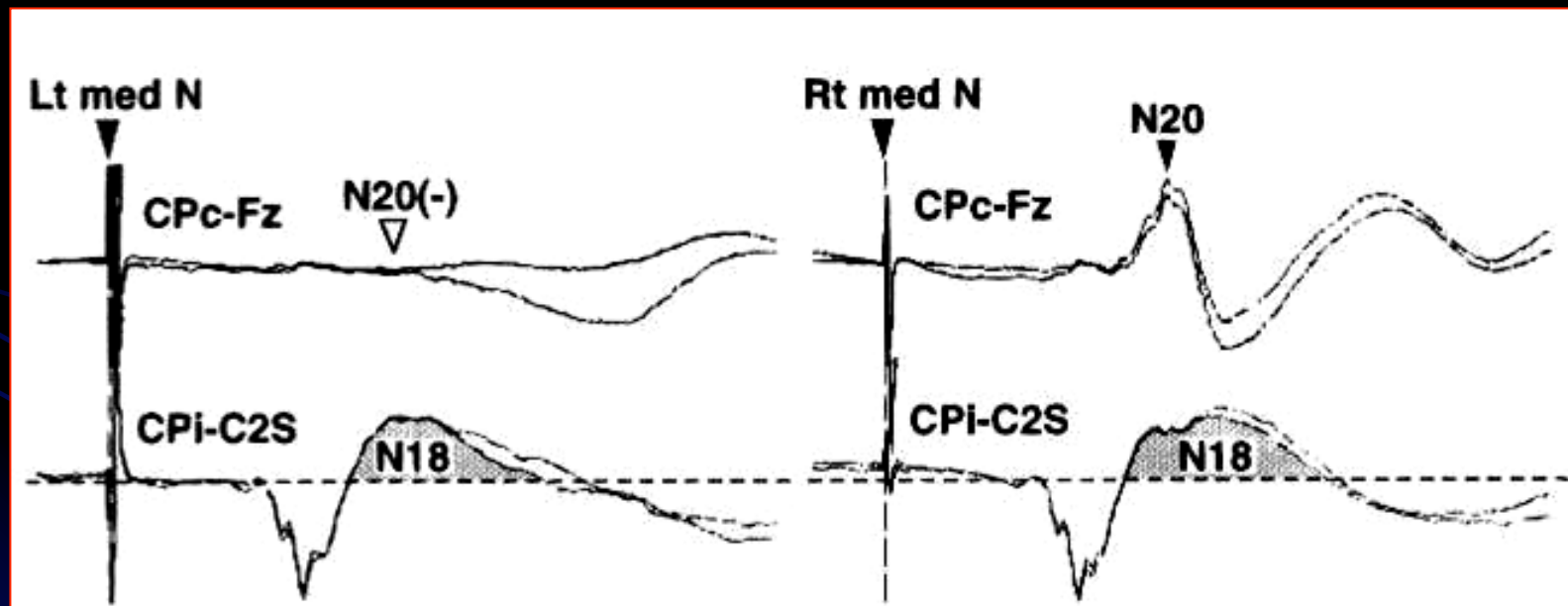


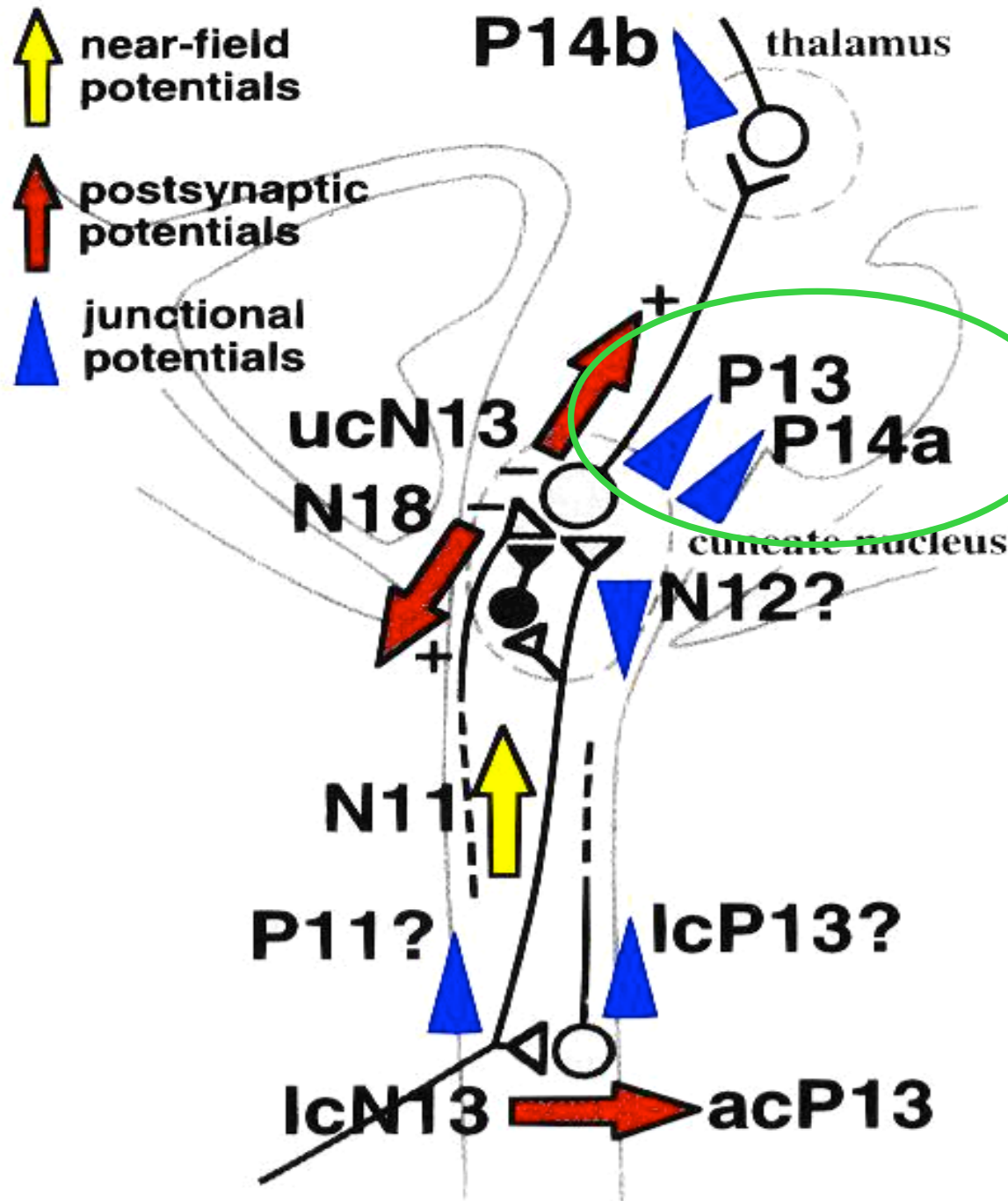
## N18

- Depolarizzazione delle afferenti primarie a livello dei terminali presinaptici delle fibre delle colonne dorsali

## N 18 – N 20

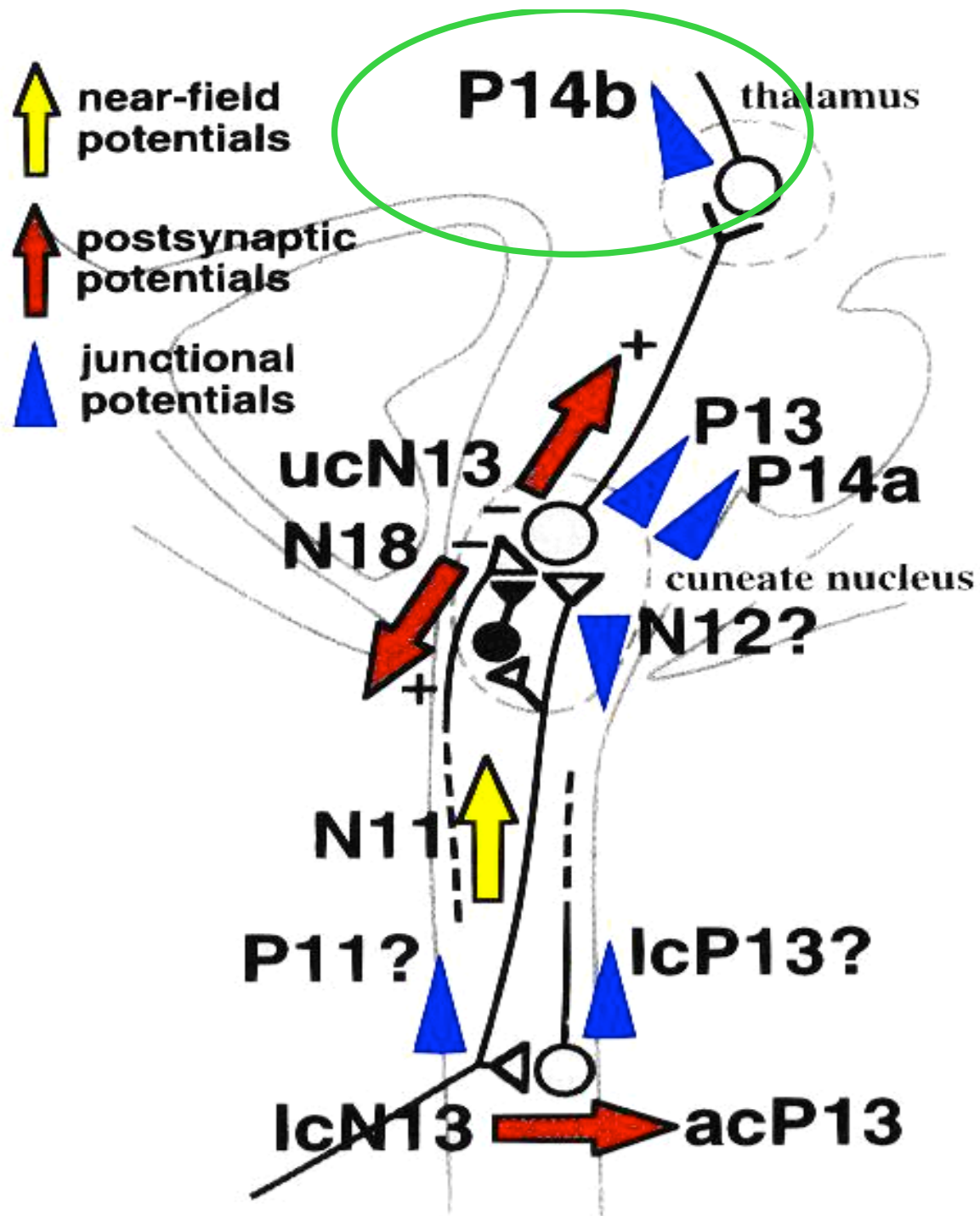
- Paziente con lesione lemnisco mediale destro per lesione pontina:
  - Preservazione di N18 bilateralmente, assenza di N20 da stimolo al n. Mediano sinistro





## P13 P14a

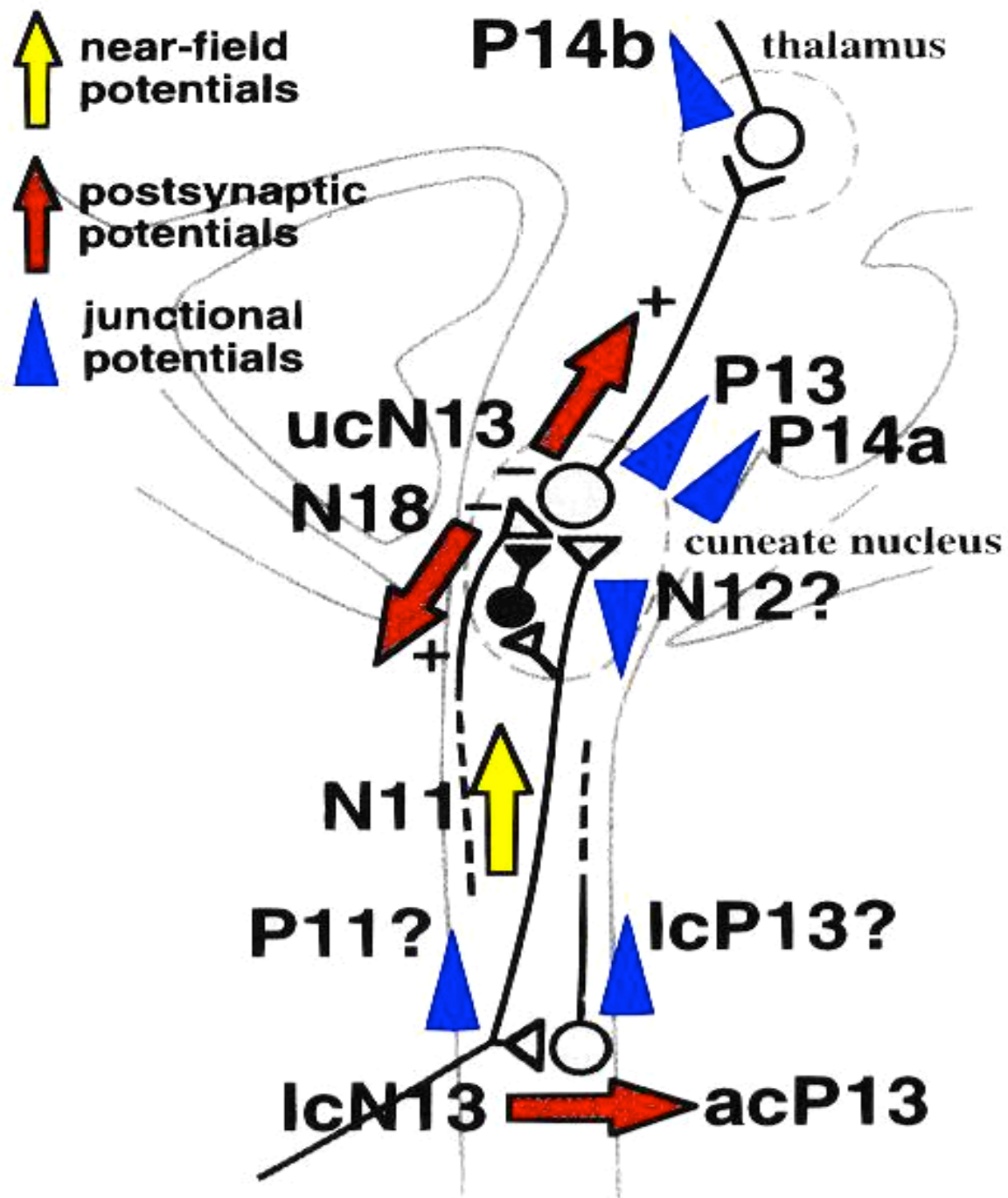
- Potenziali giunzionali generati dalla partenza di due burst di potenziali lungo il lemnisco mediale



## P14b

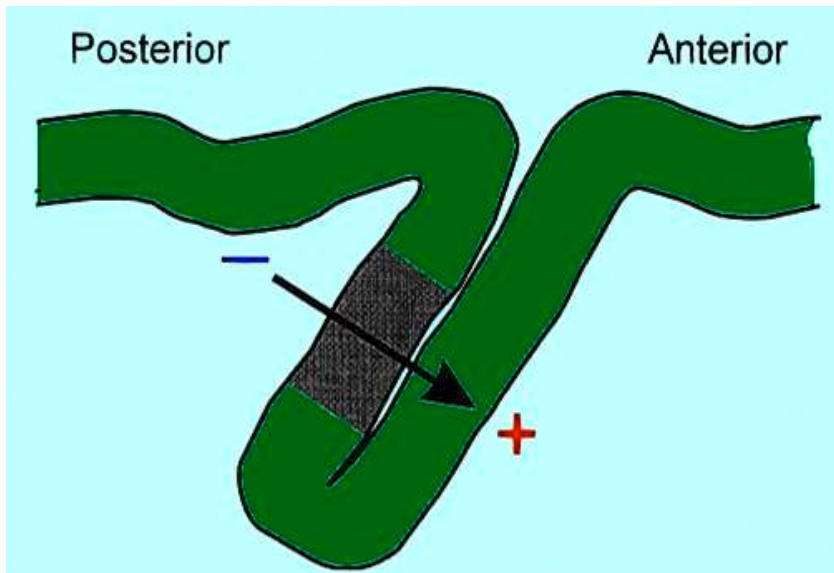
- Start-up segnale talamo-corticale



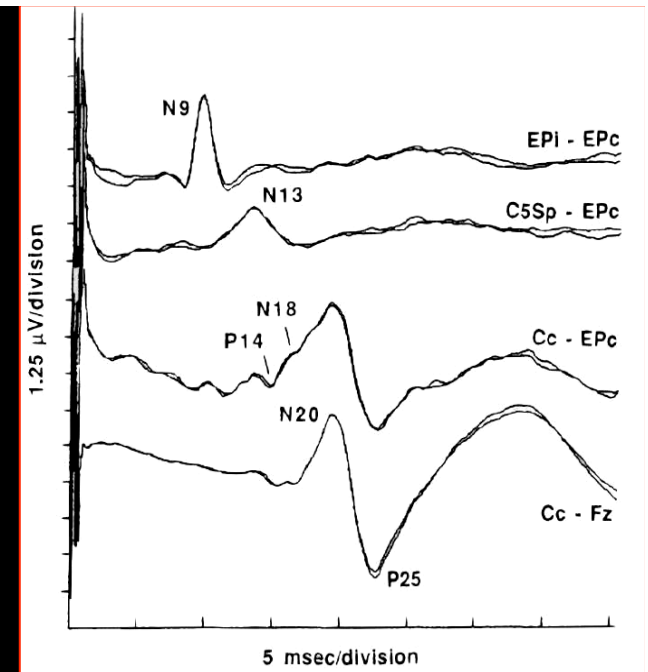


## Morte cerebrale

- Lo studio della P13-14 potrebbe fornire indicazioni di interessamento di strutture bulbari. Tuttavia tale onda ha problemi di specificità con la IcP13.



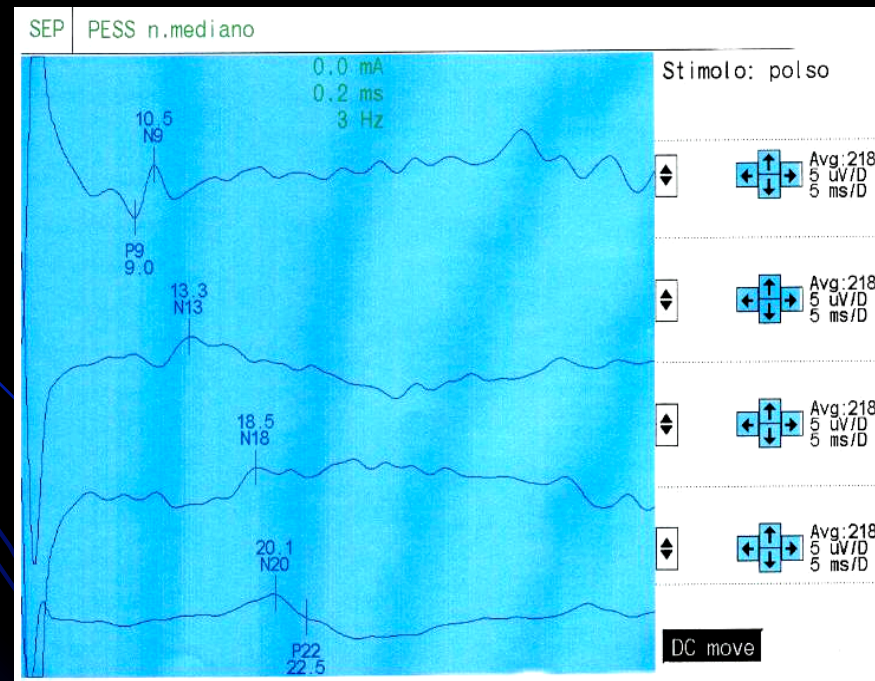
N 20



- E' registrabile dalle regioni parietali controlaterali allo stimolo.
- Riflette la risposta dell' area 3b (labbro posteriore del giro post-centrale), attivata da impulsi provenienti dalla parte caudale del nucleo VPL talamo.
- In regione frontale si registra una P20 (dipolo tangenziale N20/P20), ma non sempre (il dipolo può essere diretto profondamente).

## P 22

- E' registrabile in regione prefrontale controlaterale allo stimolo.
- Generatore radiale da VPL anteriore su area 4 (motoria).
- Aumenta con l'età.



## N 30

- Registrabile estesamente sulle zone frontali precentrali bilateralmente.
- Verosimilmente generata dall' area supplementare motoria, che riceve proiezioni dalle aree sensitive 1,2 e 5 e dall' area motoria (4).
- Diminuisce con età, con il calo della vigilanza, con l' anestesia, nel M. di Parkinson, nelle lesioni emisferiche associate a sintomi escl. motori, durante l' esecuzione o la programmazione di un movimento, nei soggetti con SLA : POSSIBILE RELAZIONE CON I MECCANISMI RIFLESSI transcorticali DELLA PROGRAMMAZIONE MOTORIA.

# Breve-media-lunga latenza

I potenziali sin qui riportati sono le componenti precoci, ma esistono eventi registrabili in un'epoca compresa fra i 40 e i 120 msec successivi allo stimolo.

Poco è conosciuto riguardo i substrati anatomici che generano tali componenti, che mostrano una estrema variabilità: vengono alterati da: sonno, livello di coscienza, assuefazione, funzioni cognitive.

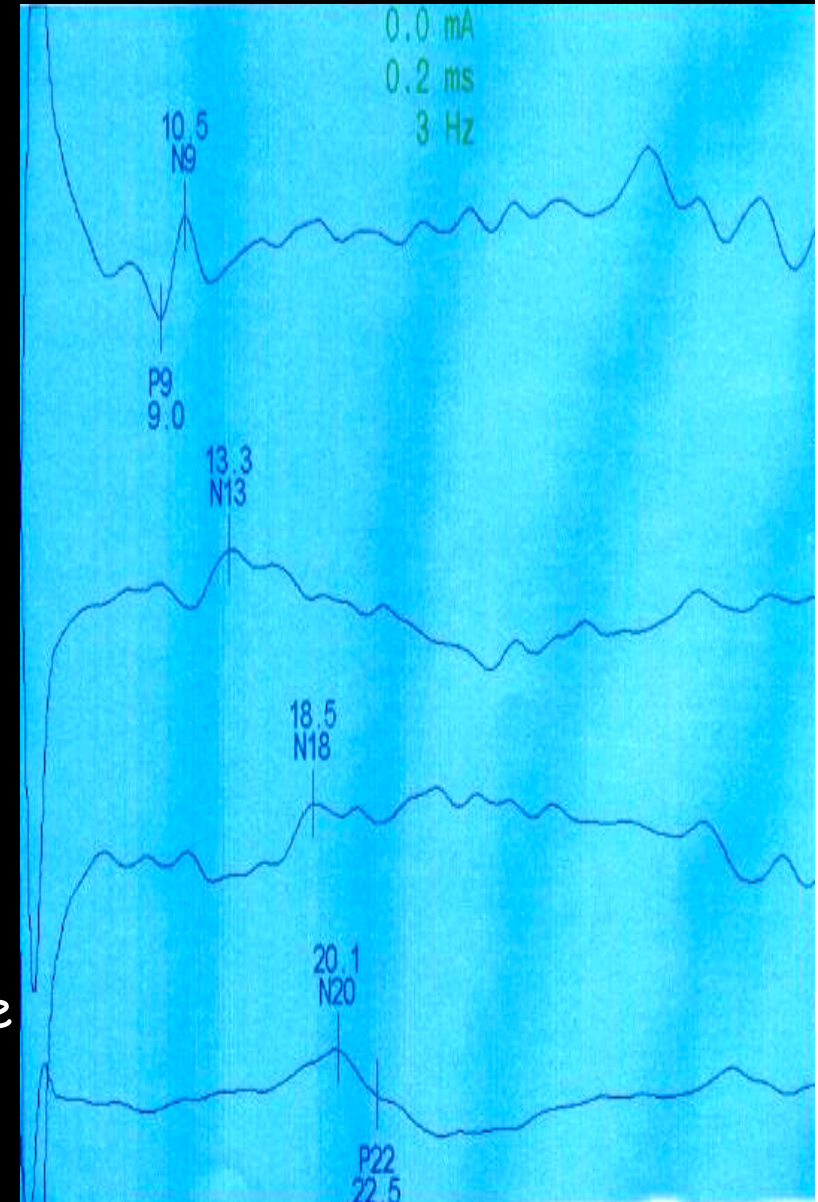
Sono distribuiti bilateralmente, ma mostrano maggior ampiezza con registrazione dal vertice.

Correlate verosimilmente a proiezioni talamo-corticali non specifiche.

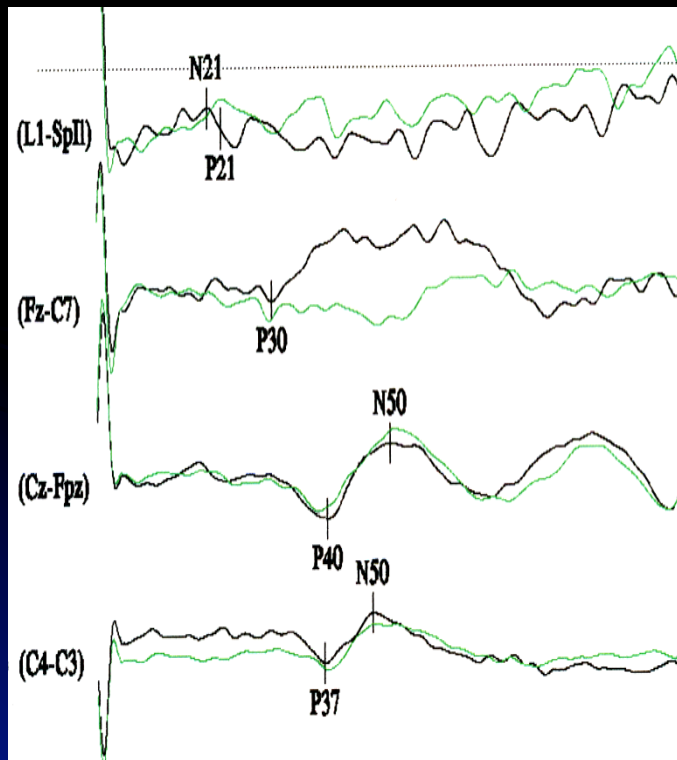


# Riassumendo: PESS nervo Mediano

- N9: plesso brachiale
- N13 attività (post-) sinaptica interneuroni corno dorsali (lamine IV-V: Nucleus proprius).
- N18: strutture tronco-encefaliche: nucleo cuneato
- N20: Riflette la risposta dell' area 3b (labbro posteriore del giro post-centrale), attivata da impulsi provenienti dalla parte caudale del nucleo VPL talamo.
- P22: Generatore radiale da VPL anteriore su area 4 (motoria).



# SEP stimolo n. Tibiale: registrazione



**1: L1 - spina iliaca ant.sup**

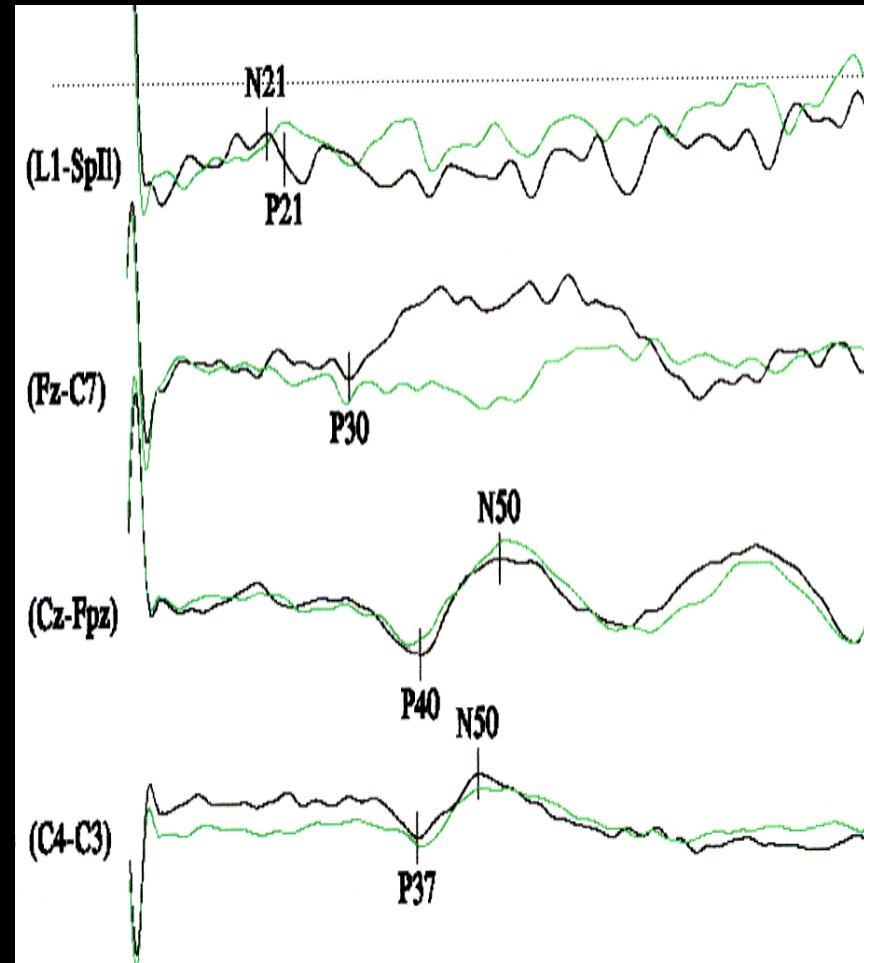
**2: FZ – processo spinoso C7**

**3: CZ - FZ**

**4: Central scalp el. (2 cm  
posteriormente a C3-C4) contro- ipsi**

# PSS nervo Tibiale

- **N21**: attività post-sinaptica del midollo lombare
- **P30**: probabilmente **nucleo gracile** fibre del **lemnisco mediale** (è l' analogo della P14 dal Mediano?)
- **P40**: a maggior espressione al vertice, ridotta dal movimento volontario, coinvolti generatori corticali multipli e **proiezioni talamo-corticali**
- **N50**: I potenziali successivi alla P 40 sono generati verosimilmente in **aree corticali** diverse dalla SI.
- **P37**: distribuita a livello **parietale**, non si modifica dal movimento volontario





## P 30

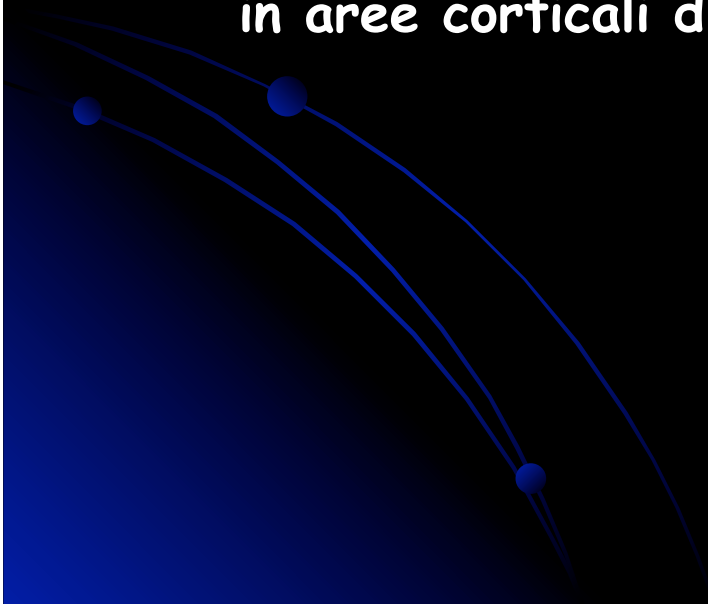
- Pazienti con lesioni coinvolgenti la via somatosensoriale a livello sopramidollare dopo la decussazione si rileva una P30 conservata, nonostante una P39 patologica.
- Con lesioni situate al di sotto della decussazione, caudalmente alla giunzione cervicomidollare, la P30 risulta anomala.
- In questi pazienti la P14 (dal Mediano) mostra un comportamento simile.
- Il generatore si situa quindi probabilmente nel tronco dell'encefalo caudale, prima della decussazione delle fibre sensitive. Le strutture anatomiche potrebbero essere il nucleo gracile e fibre del lemnisco mediale.
- Utile per lo studio delle conduzioni intraspinali ed intra-craniche ?

## E dopo ?

La positività tra i 37 e i 40 msec è seguita da una negatività, da una positività e un'altra negatività, a distanza di circa 10 msec tra loro:

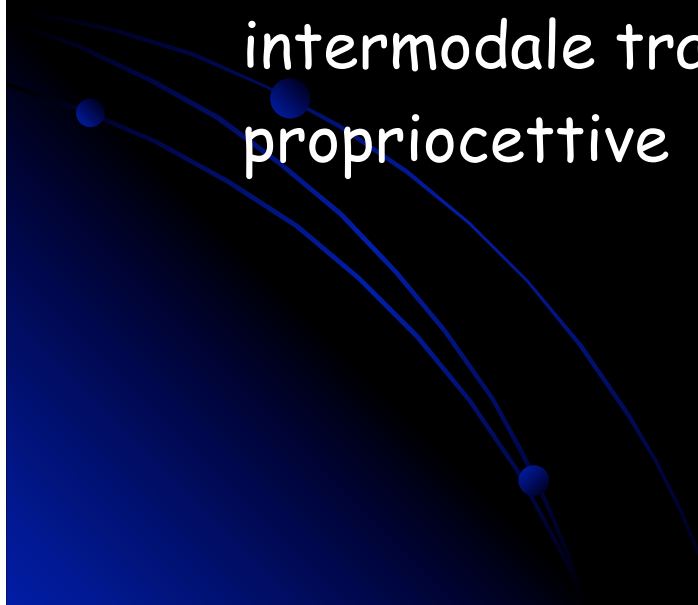
**P40 N48 P57 N75**

I potenziali successivi alla P 40 sono generati verosimilmente in aree corticali diverse dalla SI.




## Perché lo SPI?

Se si stimola lo SPE, si ottengono segnali corticali a maggior variabilità interindividuale, per la variabilità della rappresentazione somatotopica della gamba a livello della curvatura della scissura interemisferica e dalla maggior interferenza intermodale tra afferenze cutanee e propriocettive

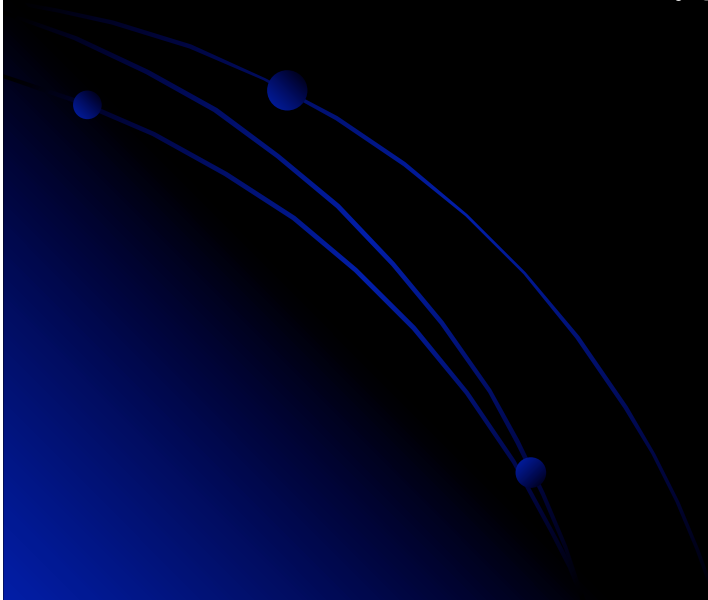


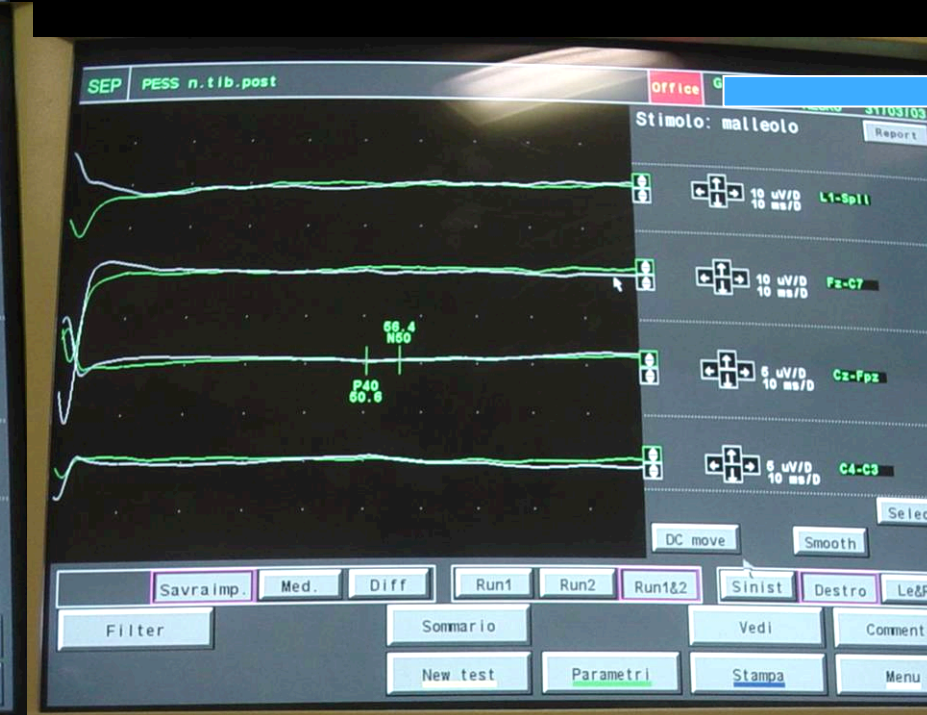
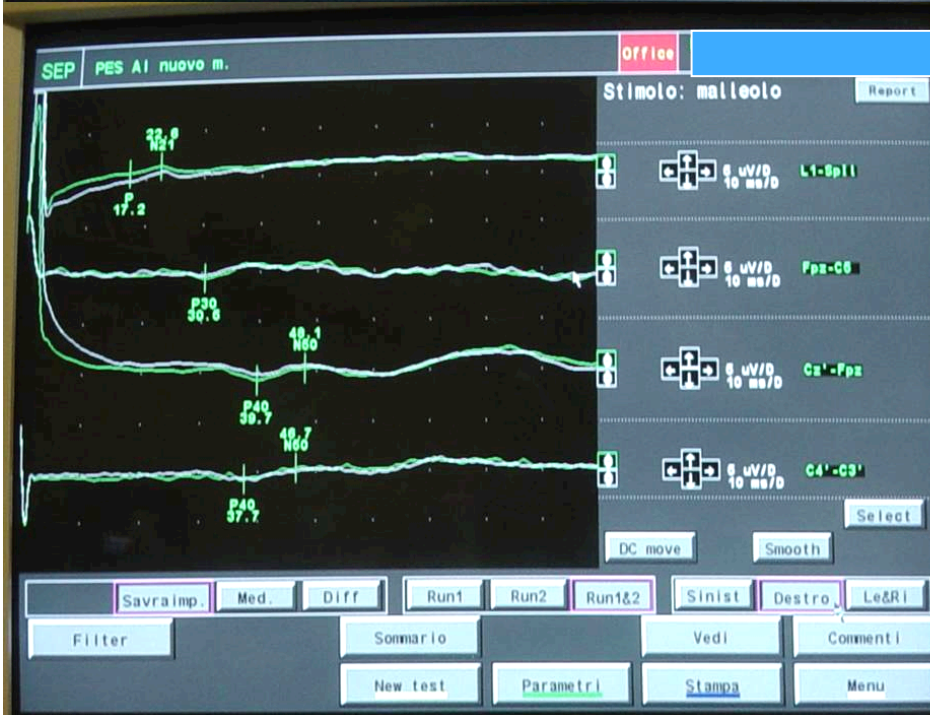
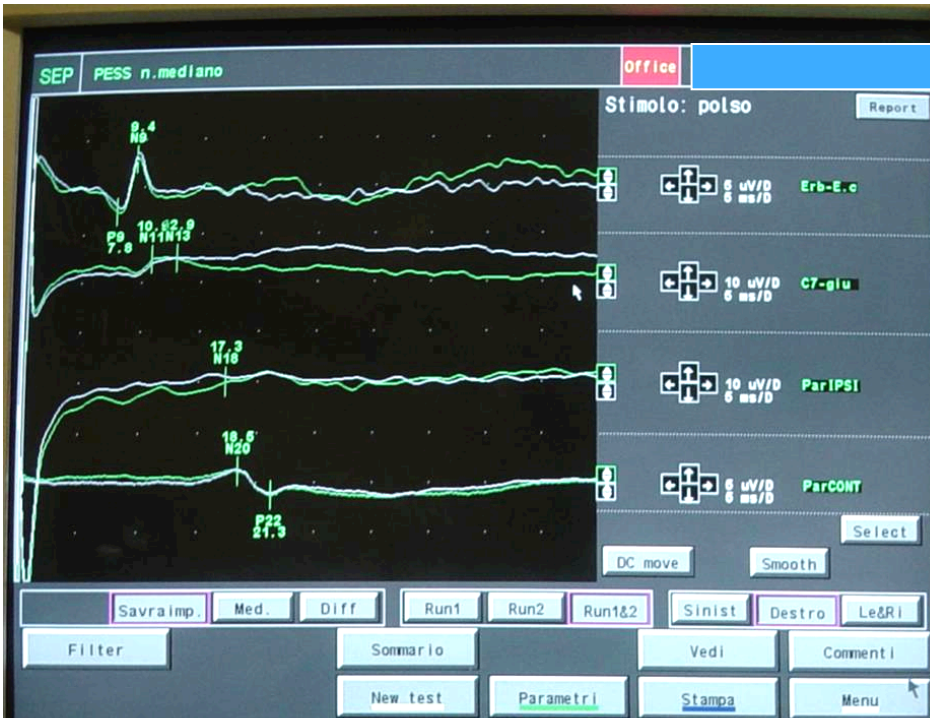
# COSA SI MISURA ?

- **Latenza** (varia con età ed altezza): N9, N13, N20
  - **Latenza interpicco** (indipendente dalla lunghezza dell' arto e dalla compromissione periferica). N9-N20, N9-N13, N13-N20
  - **Ampiezza**: alterata se differenza >50% tra i due lati.
  - **Morfologia** (assenza o presenza) e **Dispersione**. Questi ultimi due parametri difficili da valutare.
- 

## Criteri di anomalia

- Assenza di componenti
- Aumento delle latenze interpacco
- Anomalie di ampiezza



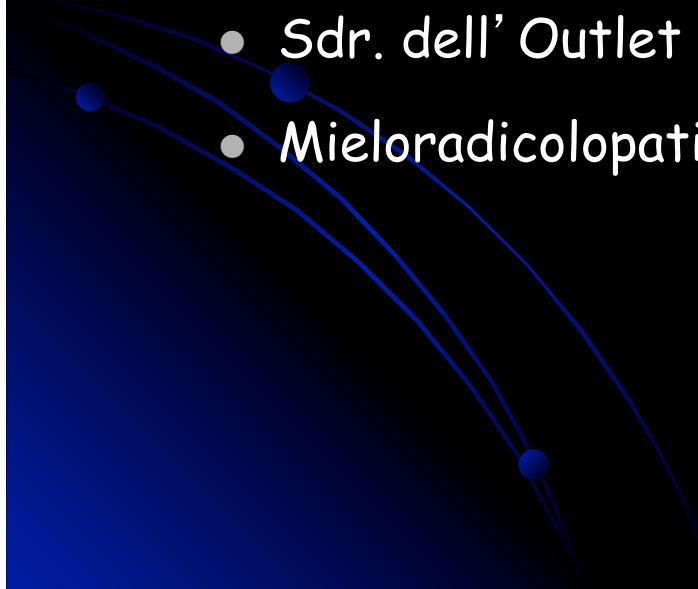




# Stimolo

- Intensità: Non deve essere sopramassimale: lo stimolo ideale è quello che produce un potenziale d'azione del n. misto pari al 50% della massima ampiezza, e che clinicamente produce una piccola contrazione muscolare: flessione plantare delle dita di 1-2 cm.
- Uno stimolo troppo elevato è controproducente, generando un ostacolo al traffico degli impulsi delle Ia per la convergenza di altre afferenze.
- Durata: Normalmente vengono usati stimoli di breve durata (200-300us), ma durate più lunghe (1000us), di intensità appropriatamente inferiore, sono da preferire, perché attivano preferenzialmente le fibre Ia e II.
- Frequenza: È conveniente utilizzare frequenze di stimolo intorno ai 5 Hz.

# L'uso del SEP

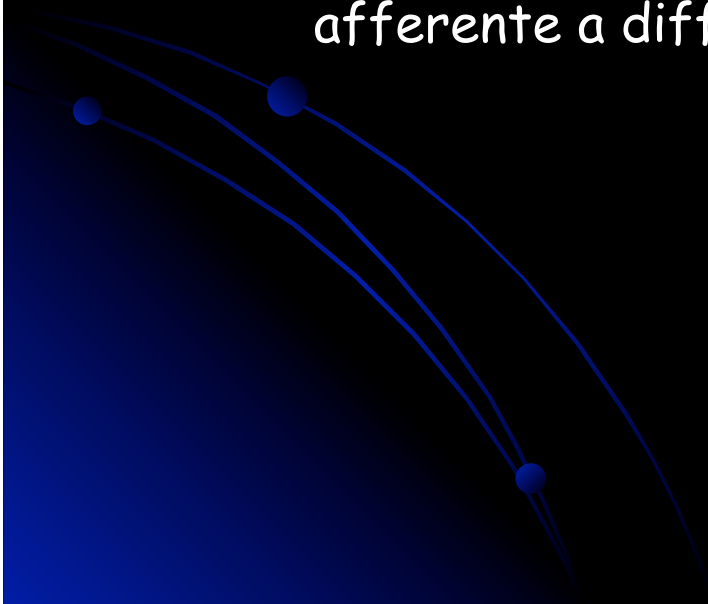
- **Sistema Nervoso Periferico**
    - Neuropatie periferiche
    - Poliradicolonevrite
    - Plessopatie
    - Sdr. dell' Outlet toracico
    - Mieloradicolopatie cervicali
- 



# Neuropatie periferiche

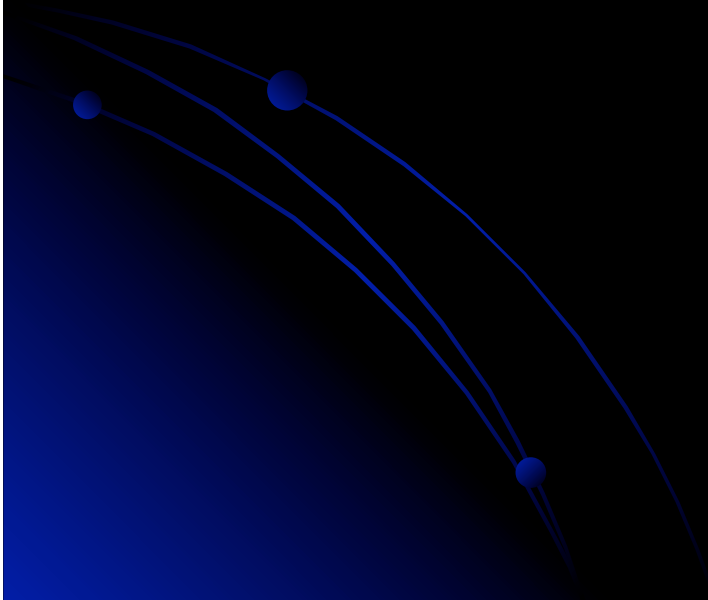
**Mononeuropatie:** quando il sito della lesione è troppo prossimale (ad es. meralgia parestesica)

**Polineuropatie:** quando non è evocabile SAP periferico: la preservazione del SEP corticale probabilmente deriva dalla riorganizzazione e sincronizzazione della volley afferente a differenti livelli sinaptici



# Poliradicolonevrite

- Quando la conduzione distale risulta normale, con il SEP si può evidenziare un rallentamento della conduzione dei segmenti prossimali nei pazienti affetti da sindrome di Guillain-Barré



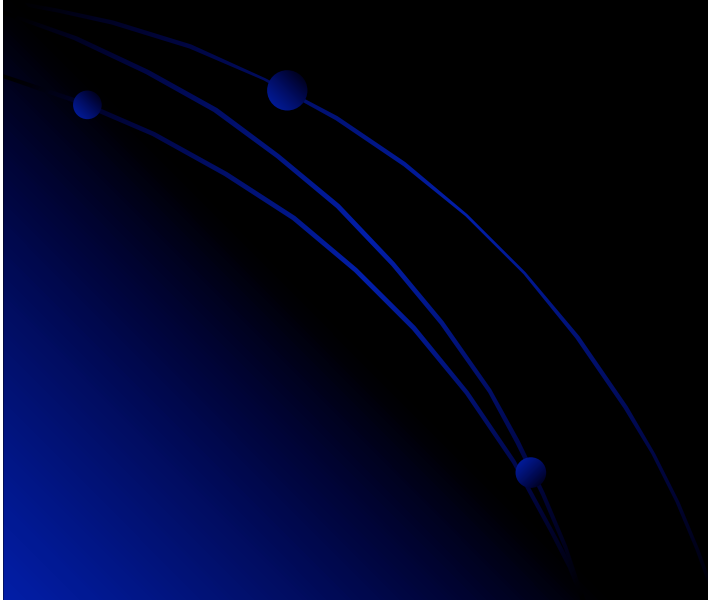


## Plessopatie

- La persistenza di N9, con la riduzione di N13 localizza il danno a livello pregangliare, mentre la riduzione di N9 a livello postgangliare
- Il livello segmentale del danno può essere studiato registrando i SEP ottenuti stimolando il n. Mediano, Radiale, Ulnare al polso, o il muscolocutaneo

## Sdr. dell' Outlet toracico

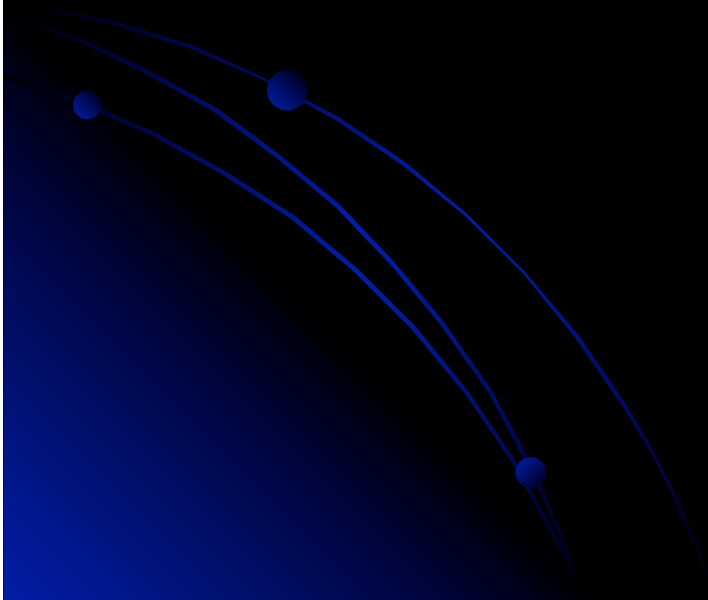
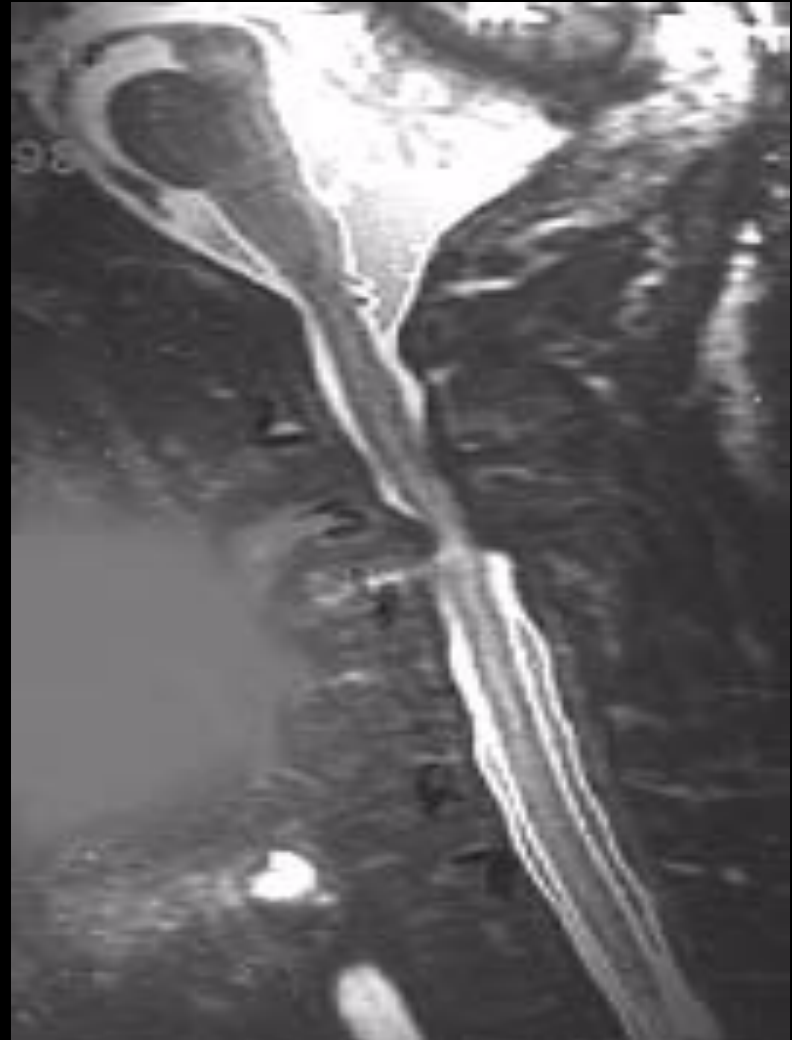
- Nella varietà con compromissione neurogena, possono essere rilevate anomalie dei SEP, sia perifericamente (N9), che a livello centrale (N13 e 20), ma ha una utilità limitata



# Mieloradicolopatie cervicali

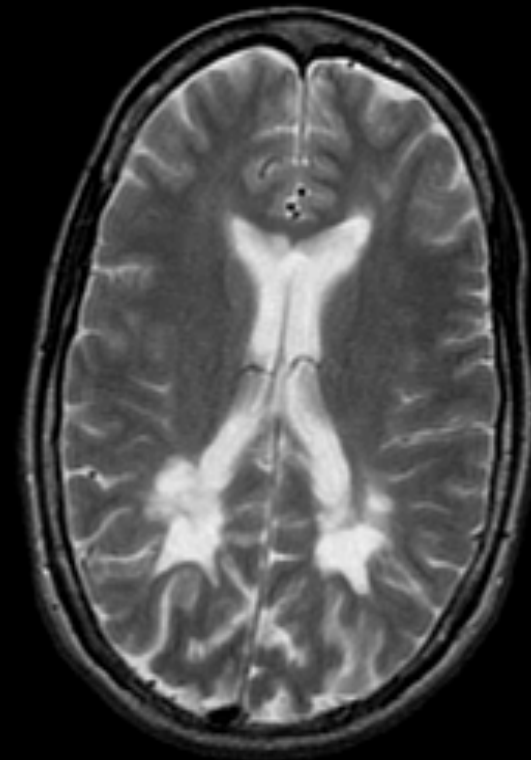
In mielopatie spondilotiche cervicali su 55 pz: anomalie sep:

- 36% dal mediano
- 44% dall' ulnare
- 73% dal tibiale post.
- 18% in pz asintomatici



# Utilizzo del SEP

- **Sistema Nervoso Centrale**
  - Sclerosi multipla
  - Disfunzioni midollo spinale (tumori, malformazioni, MAV)
  - Sdr del cordone posteriore:
    - Carenza B12, tabe dorsale
  - Stenosi forame magno
  - Atassie ereditarie
  - Monitoraggio in radiotp
  - HIV
  - Lesioni tronco-encefaliche
  - Lesioni talamiche
  - Lesioni emisferiche
  - Disturbi psicogeni della sensibilità



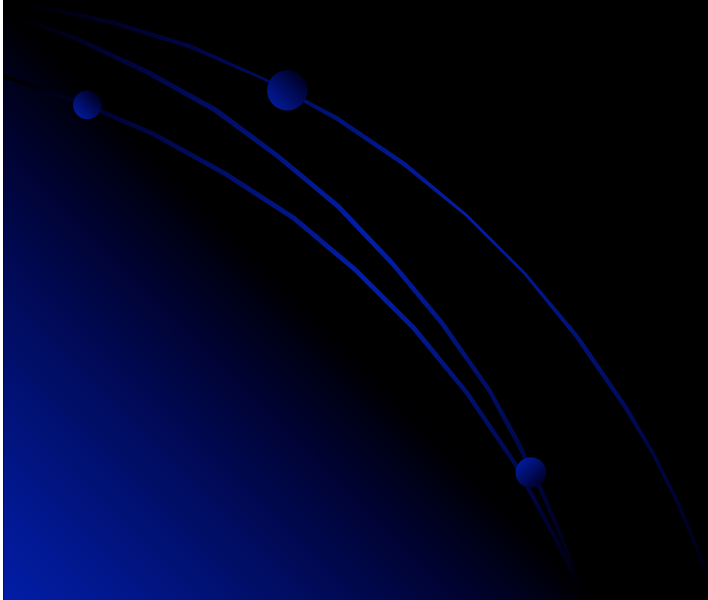
# Sclerosi Multipla

- La presenza di anomalie dei SEP può rilevare delle lesioni subcliniche della via somatosensoriale, o può dimostrare la base organica di sintomatologie vaghe.
- Anomalie SEP si trovano nell' 80% dei pazienti con SM definita (senza o con sintomi sensitivi), nel 25-35% dei pz con SM possibile (sub-clinica)
- Le anomalie includono un aumento della latenza, una alterata morfologia o una scomparsa delle varie componenti. In particolare una comune anomalia del SEP dal Mediano è la scomparsa di N13, con conservazione delle successive componenti
- Anomalie subcliniche dei SEP non sono diagnostiche di SM



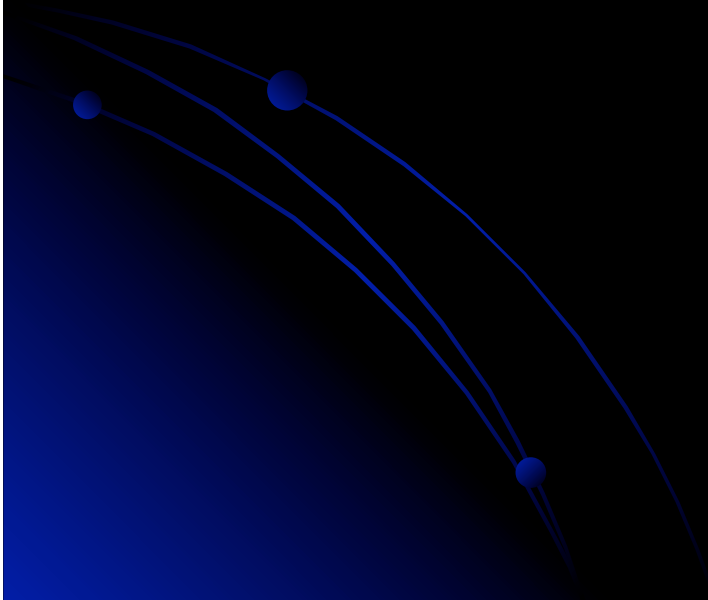
# Disfunzioni midollo spinale (tumori, malformazioni, MAV)

- Se coinvolgono le colonne posteriori.



# Stenosi forame magno

- Pazienti con sintomi neurologici mostrano anomalie SEP nel 100% dei casi
- Pazienti senza disfunzioni neurologiche mostrano anomalie nel 44% dei casi.

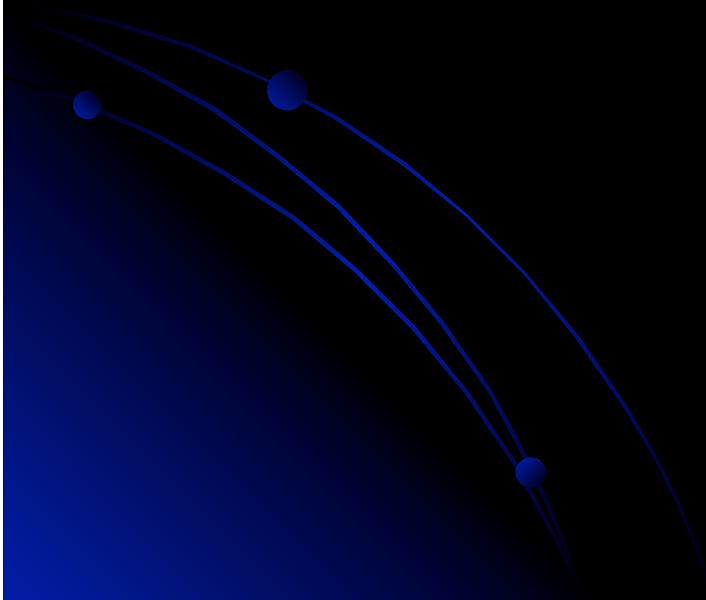


# Atassie ereditarie, degenerazioni spino-cerebellari

- Nell' Atassia di Friedreich spesso N20 di latenza aumentata
- Nelle atassie spinocerebellari si possono avere scomparsa dei potenziali spinali o corticali, anche senza deficit sensoriali clinici

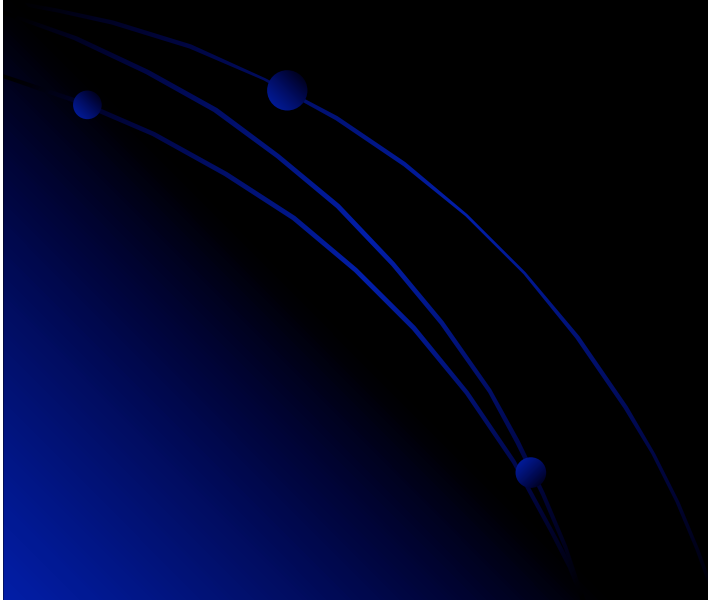
# Monitoraggio in radioterapia

- La radioterapia per neoplasia polmonare può essere seguita da disfunzioni midollari subcliniche, rilevabili con i SEP



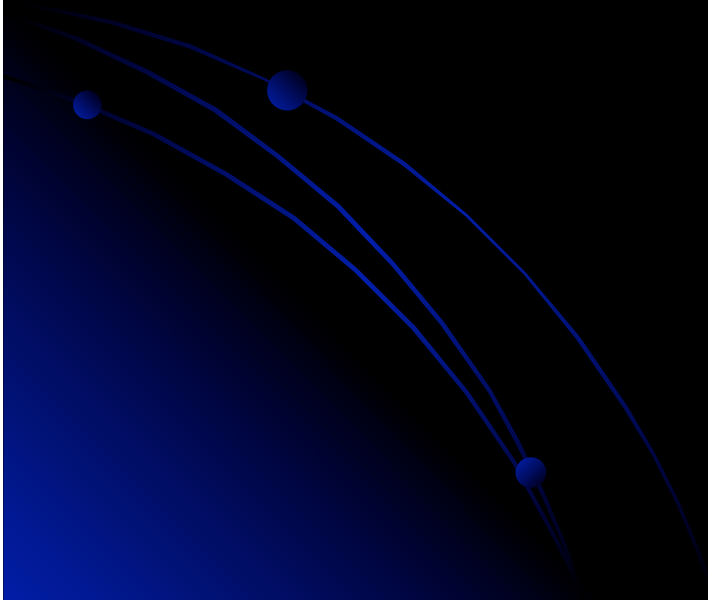
# HIV

- Molti pazienti affetti da AIDS subclinico mostrano anomalie SEP



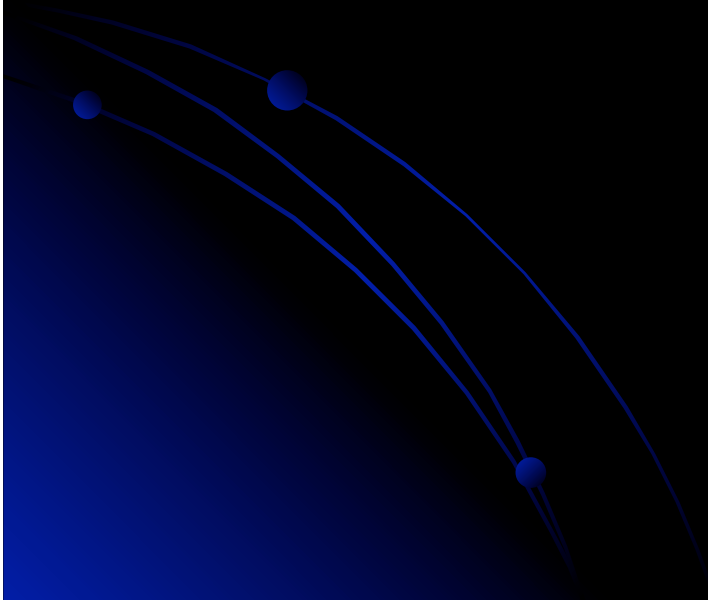
# Lesioni tronco-encefaliche

- In pz con s. di Wallemborg non si rilevano anomalie SEP, ma si evidenziano se è coinvolto il lemnisco mediale
- Anomalie nella Locked-in sdr
- Non aiutano a distinguere se la lesione è intra o extra-assiale



# Lesioni talamiche

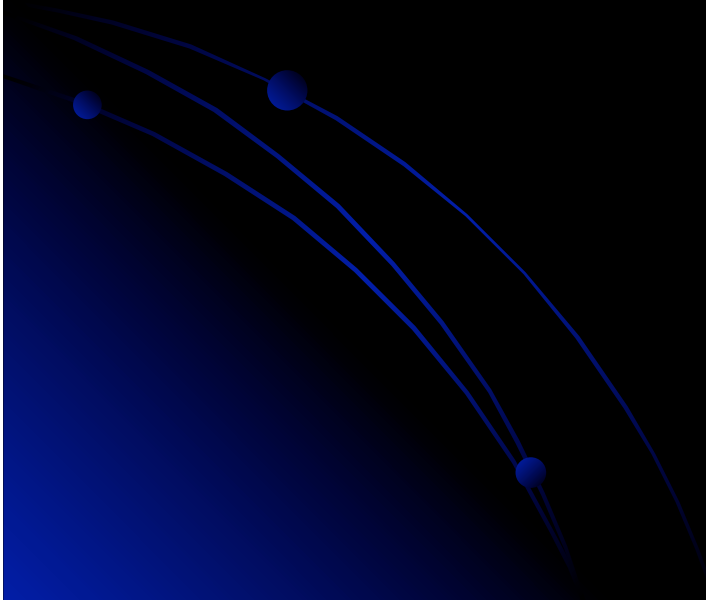
- Lesioni del talamo laterale danno anomalie soprattutto al SEP dal n. Tibiale, lesioni mediali al SEP dal n. Mediano.
- SEP notevolmente alterati nelle neoplasie intrinseche, mentre nelle neoplasie estrinseche a crescita lenta spesso non mostrano anomalie significative (ma questo è evidente anche clinicamente).





# Lesioni emisferiche

- Una lesione parietale completa che produce una emianestesia controlaterale, senza segni piramidali, fa sparire il complesso parietale N20-P27-P45, ma non il complesso prerolandico P22-N30.
- Piccole lesioni postcentrali che causano astereognosia, con altre modalità sensitive preservate, riducono o aboliscono N20 e P27, senza intaccare il complesso P22-N30.



# L'uso del SEP

- **Indicatore prognostico**
  - Coma
  - Morte cerebrale
  - Traumi midollari
- **Intraoperatori**
- **In patologie diverse**
  - SLA
  - Diabete
  - Distrofia miotonica

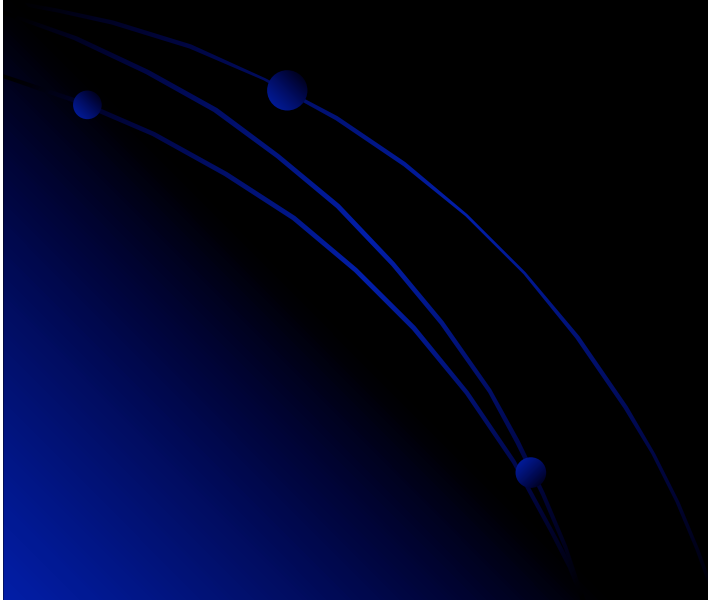


# Coma

- Pazienti con N20-P22 preservata bilateralmente: 56% escono dallo stato di coma, 25% rimangono in stato vegetativo, 19% decedono.
- La perdita di N20 è indicatore prognostico sfavorevole.
- Nei comi post-traumatici vi è una buona correlazione tra anomalie SEP da Mediano e outcome clinico.

# Morte cerebrale

- Molti pazienti conservano N13 cervicale, senza le altre componenti, indicando che l'input arriva al midollo, ma non genera alcuna attività cerebrale.



# Traumi midollari

- Il risultato dei SEP eseguiti entro due settimane dal trauma correla con il grado di recupero clinico (dopo sei mesi).
- La presenza o l'assenza di potenziali corticali evocabili, a parità di scala clinica, condiziona fortemente la prognosi a sei mesi.
- I soggetti nei quali migliora il segnale SEP nelle prime tre settimane dal trauma, hanno un miglioramento clinico più evidente dei soggetti che presentano valori stabili.

# Patologie diverse

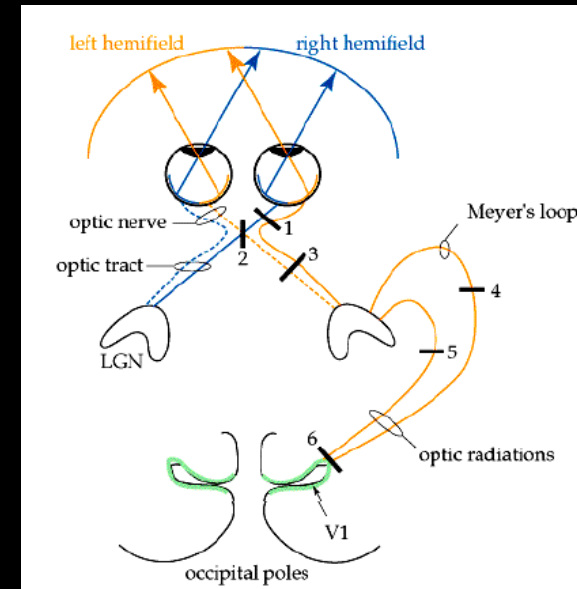
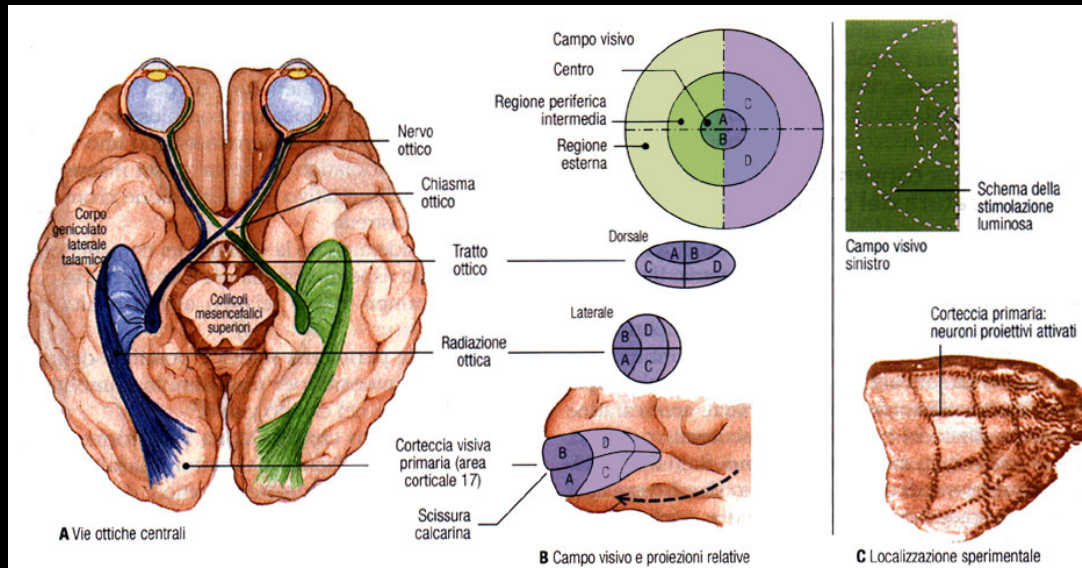
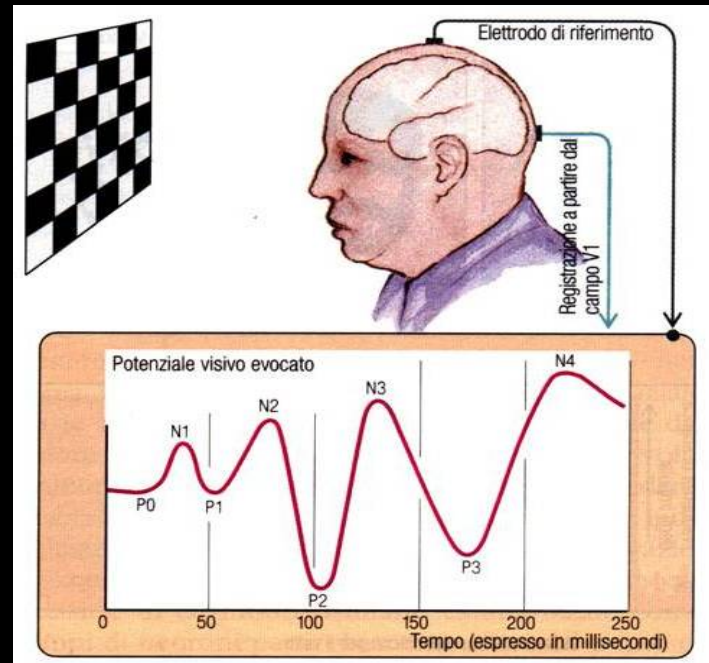
- SLA
  - Anomalie anche della via somatosensoriale
- Diabete
  - Può esserci anche una compromissione afferente centrale.
- Distrofia miotonica
  - Nel 30% vi sono anomalie della conduzione periferica e/o centrale.

***Potenziali evocati visivi***  
***(PEV)***



# Definizione

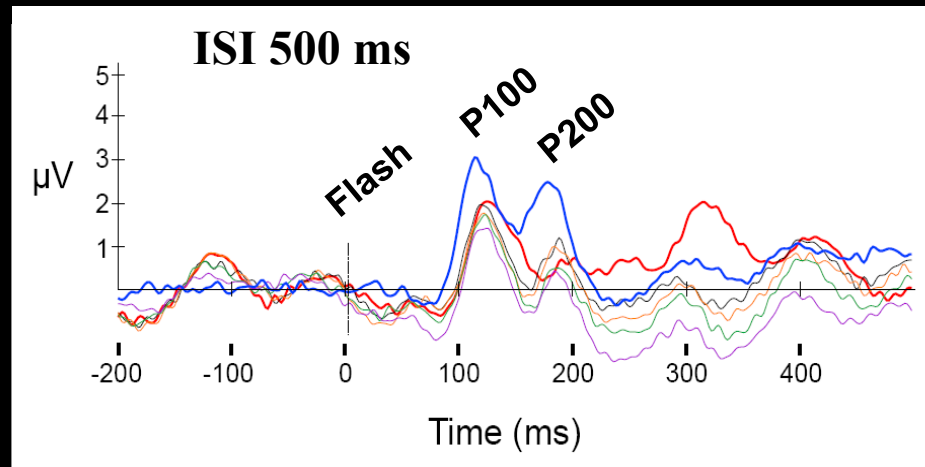
I Potenziali Evocati Visivi (PEV) riflettono **eventi corticali** a media latenza (70-150 msec) corrispondenti all'attivazione di aree cerebrali specifiche della visione, e sono strettamente collegati con le caratteristiche fisiche dello stimolo luminoso.



Esistono **2 tipi principali di stimolo** che può essere somministrato:

- ✓ **Stimolo a variazione di luminanza** (PEV da Flash)
- ✓ **Stimolo a variazione di contrasto** (PEV da Pattern)

## Stimolo a variazione di luminanza (PEV da Flash)



Sino agli anni '70, i PEV erano registrati quasi esclusivamente da stimolo a variazione di luminanza.

Stimolo costituito da:  
**flash stroboscopico**  
con possibilità di modificare l'intensità e la frequenza.

I PEV da flash presentano però nell'applicazione clinica, due sostanziali **svantaggi**:

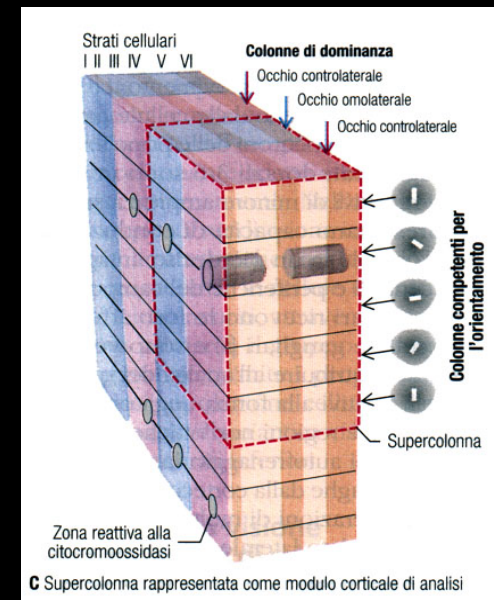
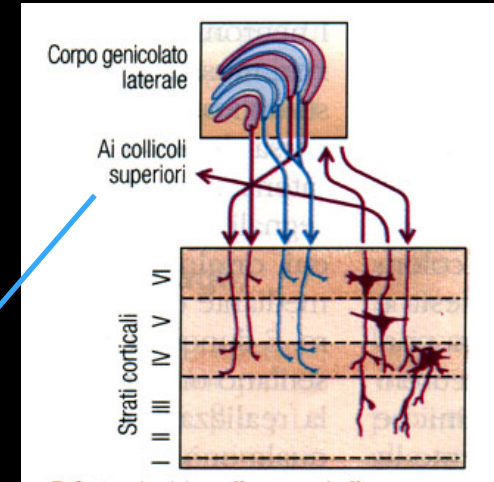
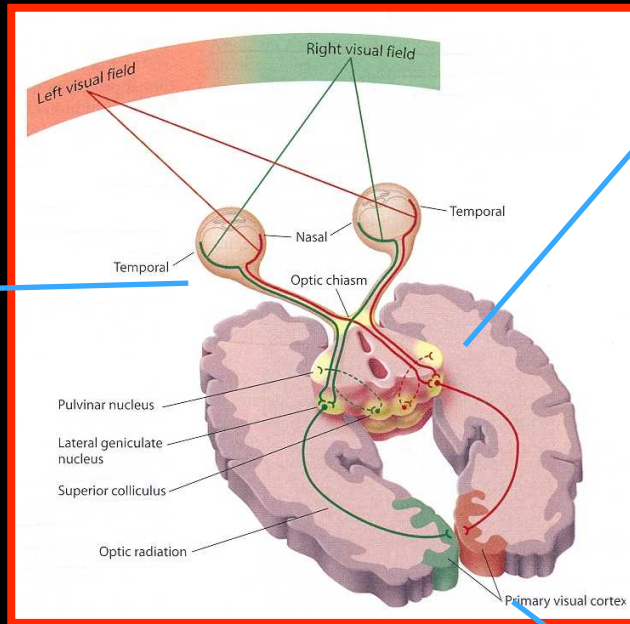
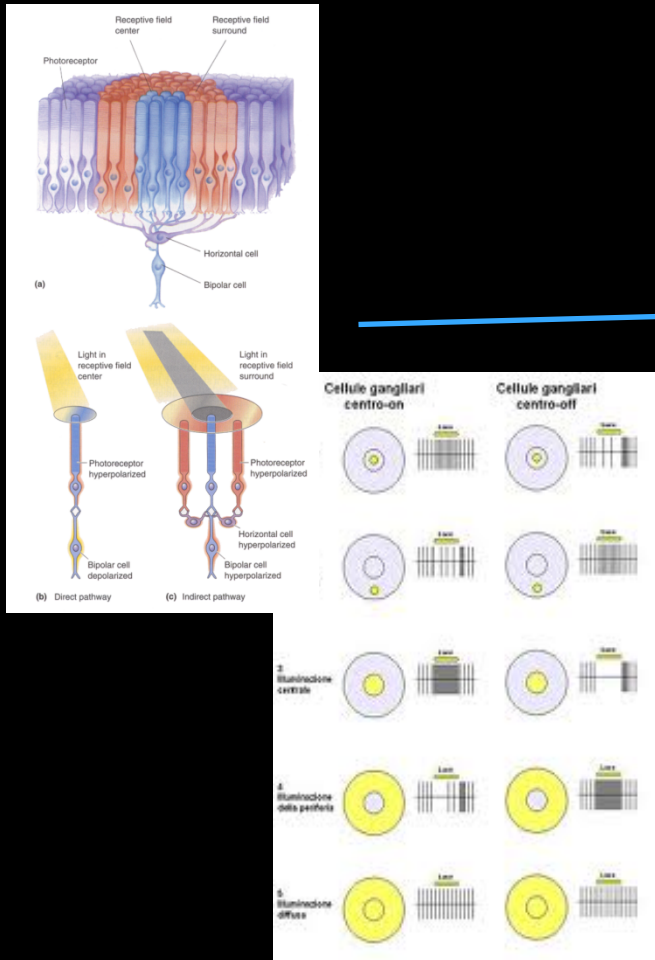
- 1] larga variabilità fisiologica della risposta
- 2] la relativa insensibilità in presenza di disturbi della funzionalità visiva.

Tuttavia il PEV da flash rimane il mezzo elettrodiagnostico più adatto in:

- pazienti con grave riduzione dell'acuità visiva,
- bambini o soggetti non cooperanti,
- stato di coma,

# Fisiologia

Barlow è stato il primo a suggerire che **i neuroni visivi**, in funzione del tipo di campo recettivo e quindi del loro livello, richiedono **specifiche caratteristiche di stimolazione** al fine di produrre la massima risposta.

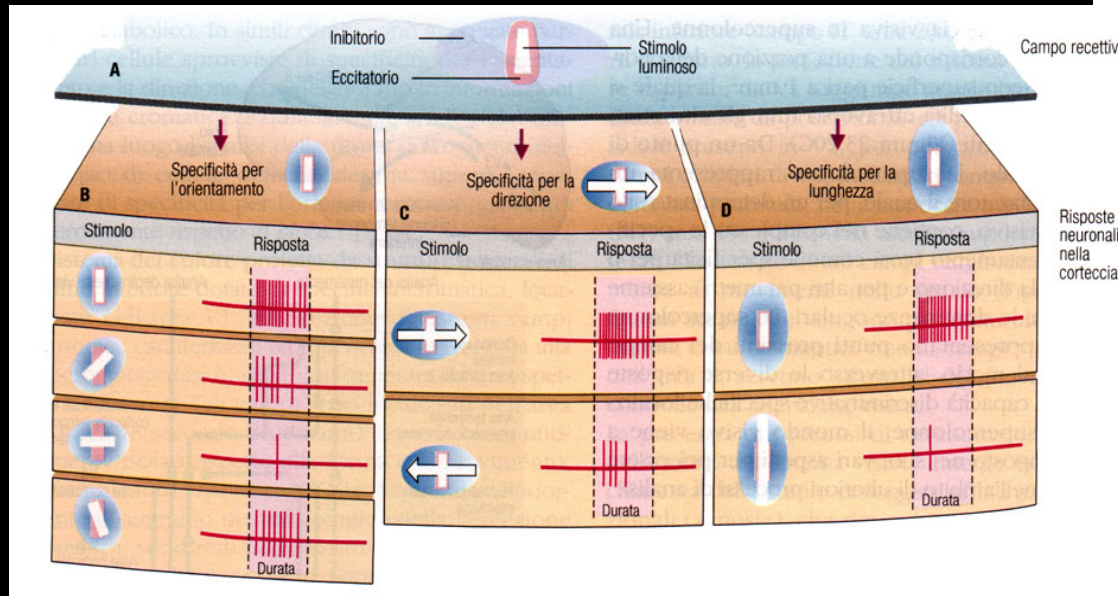
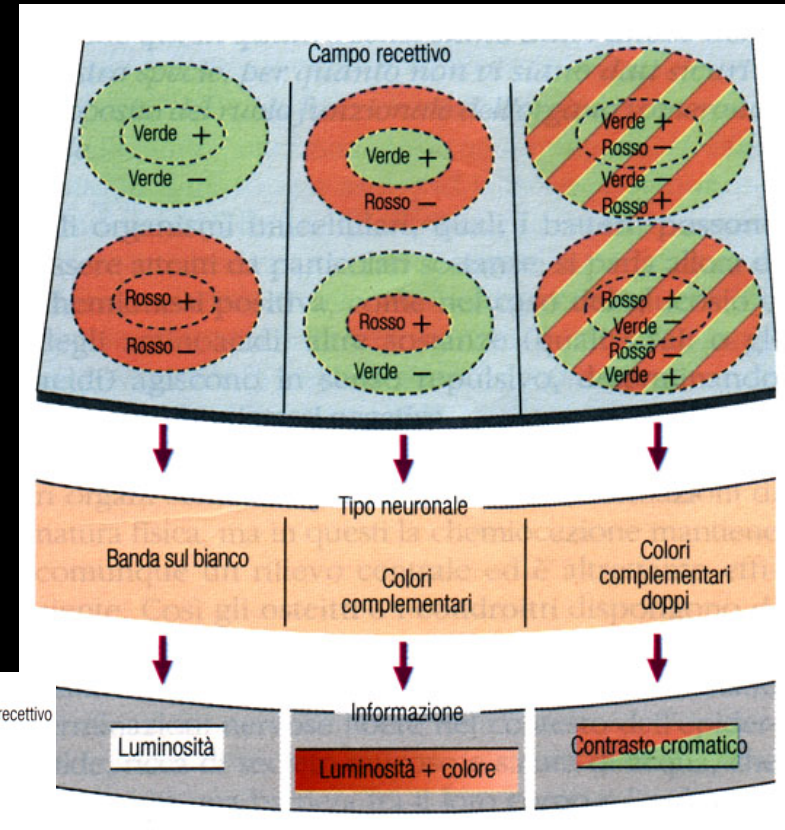




I differenti tipi di **neuroni corticali** rispondono in modo selettivo a specifici **pattern visivi** (contrasto, orientamento, posizione nello spazio)



Sulla base di queste osservazioni sono stati realizzati **stimoli visivi complessi** per produrre risposte consistenti e di morfologia ripetibile.



**I neuroni corticali** rispondono preferenzialmente a **stimoli luminosi con variazione di contrasto** piuttosto che di intensità assoluta.

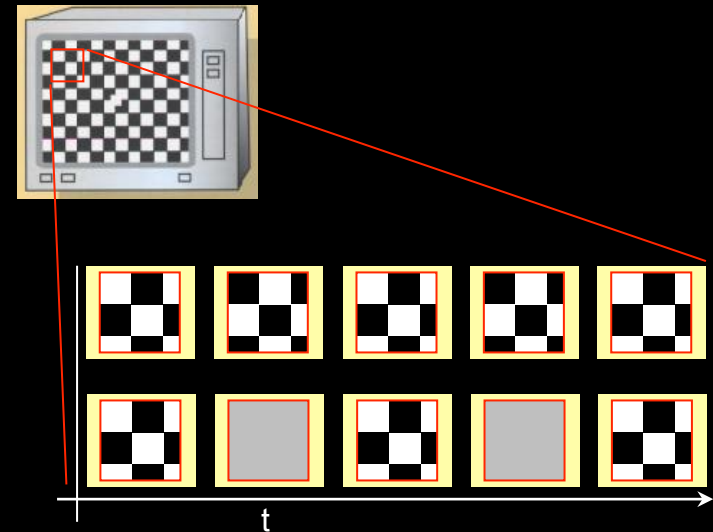
## Stimolo a variazione di contrasto (PEV da Pattern)

Si tratta di **mire periodiche**,  
a struttura geometricamente orientata  
(in genere quadrati o barre)  
il cui **contrasto** (ed eventualmente anche il colore)  
**viene modulato** mantenendo costante la luminosità  
globale.

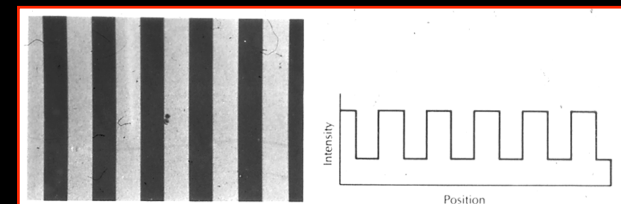
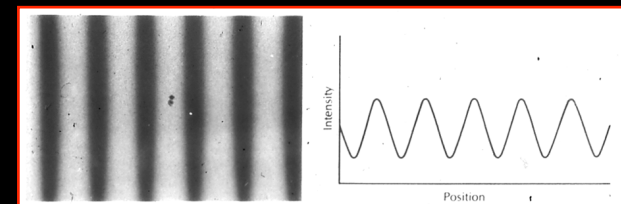


## Stimolo a variazione di contrasto (PEV da Pattern)

Lo **stimolo ripetitivo** può comportare  
o una completa alternanza di un elemento per unità  
di area (**pattern reversal**) [usata nella maggior parte  
degli studi clinici],  
oppure la sostituzione di elementi strutturati  
con uno sfondo neutro senza variazioni di luminosità  
totale (**pattern offset/onset**).



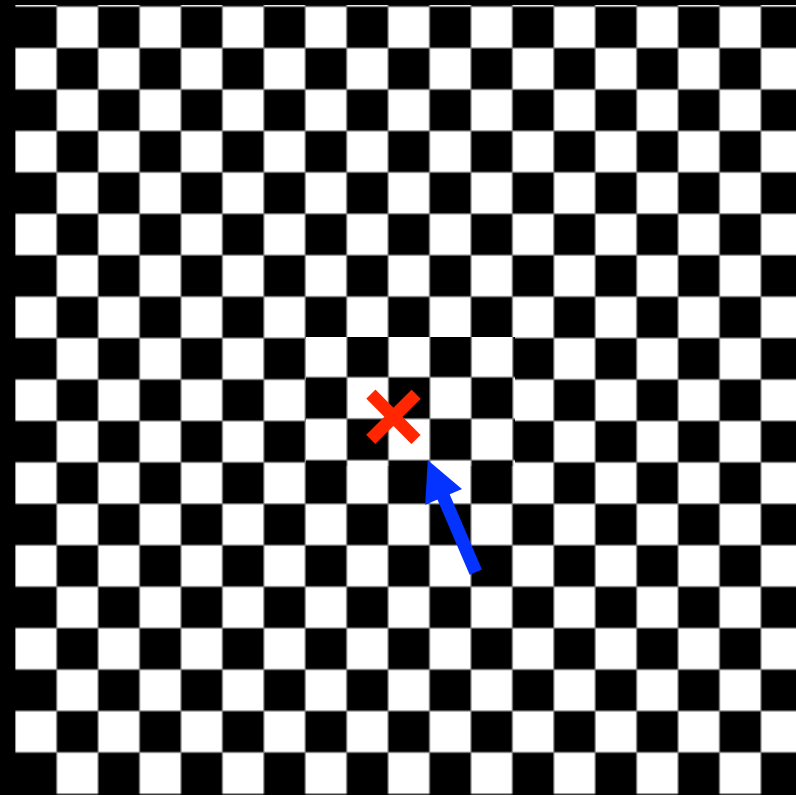
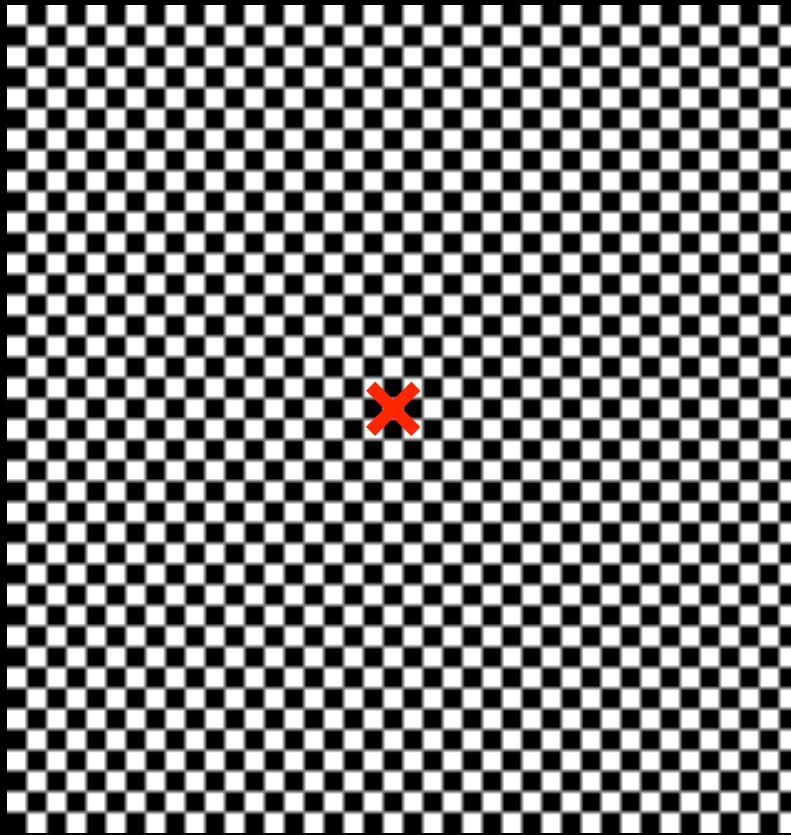
Il grado di luminanza tra gli elementi  
può variare in maniera sinusoidale  
con passaggio attraverso la scala dei grigi  
o bruscamente dal bianco al nero.





**Stimolo pattern sia a quadri che a barre:**

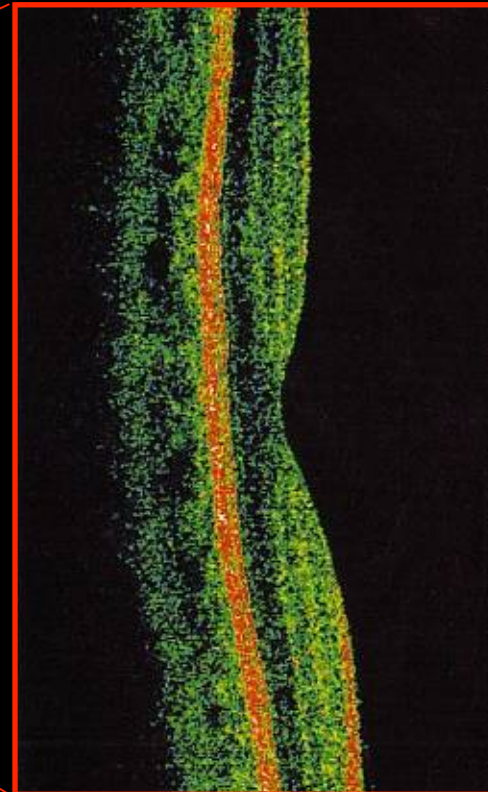
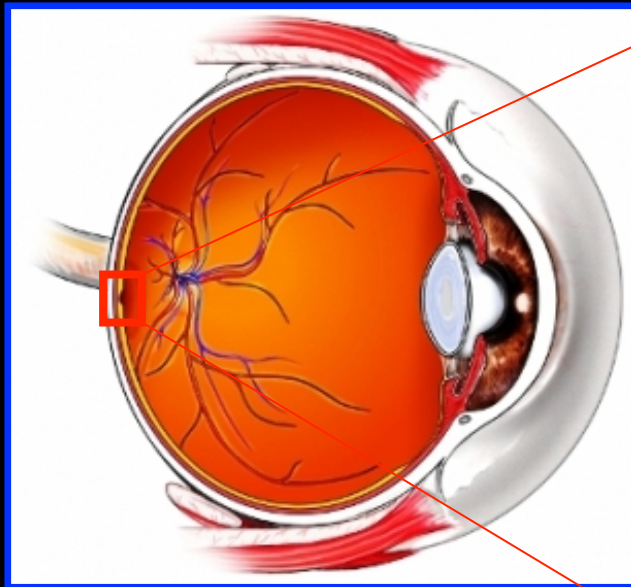
elementi di dimensioni pari a 15, 30, 60 primi di angolo visivo;



Il centro del pattern prevede un **punto di fissazione** per il soggetto durante la stimolazione.

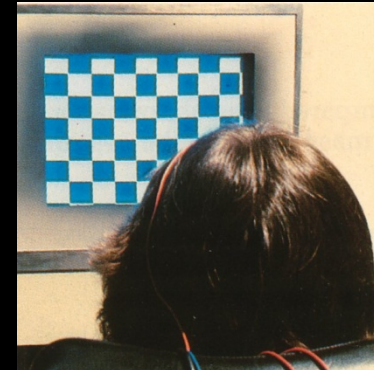
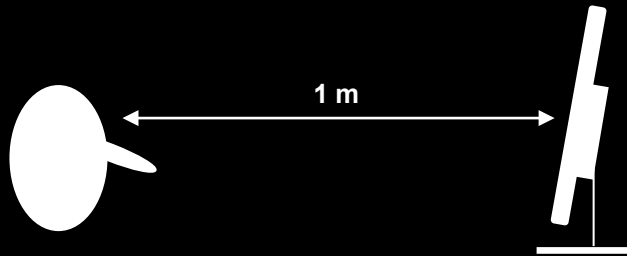
## Stimolo a variazione di contrasto (PEV da Pattern)

Tale tipo di stimolazione si adatta perfettamente alle richieste fisiologiche delle **aree retiniche ad alta risoluzione (fovea)** e quindi favorisce una esplorazione funzionale di uno specifico e discretamente omogeneo contingente di fibre che costituisce il nervo ottico.

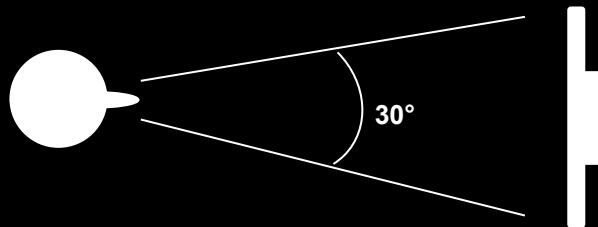


# INDICAZIONI METODOLOGICHE

(Un occhio per volta)



La più diffusa tecnica di produzione dello stimolo adotta un dispositivo elettronico (PC collegato ad un monitor TV)



Dimensione del campo di stimolo completo (in genere del TV monitor) superiore a 10 gradi (di solito 30°).

Contrasto fra 70-80 %.

Filtri: bassa frequenza 1-2 Hz; alta frequenza 200 o 300 Hz.

## Montaggio:

### -elettrodi registranti

-area occipitale (Oz) → posto 3 cm sopra l'inion (o protuberanza occipitale esterna)

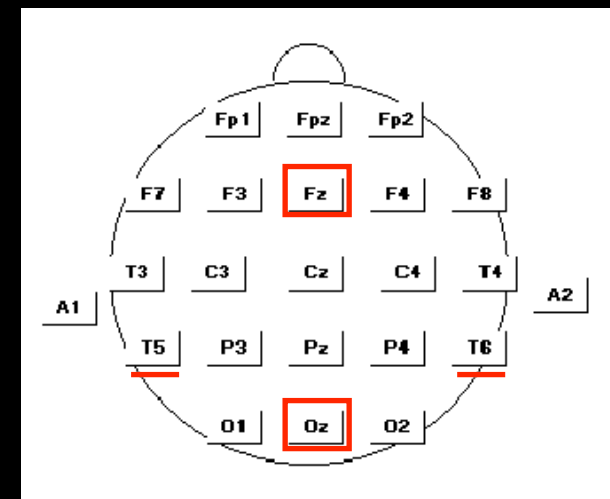
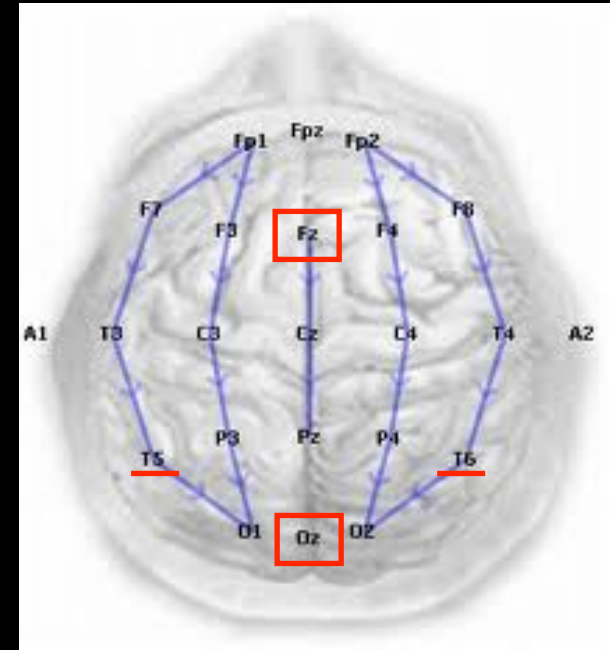
-aree occipito-temporali → posti simmetricamente a 7-8 cm rispettivamente a destra e a sinistra dell'inion.

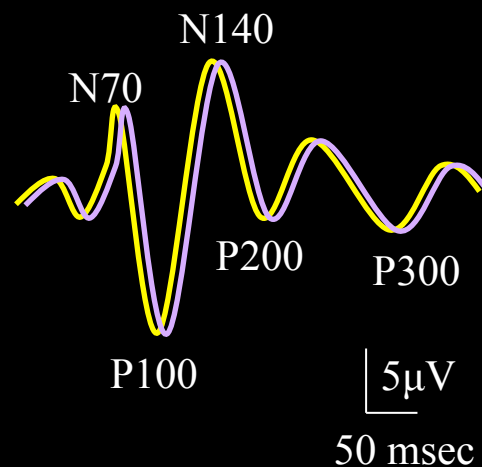
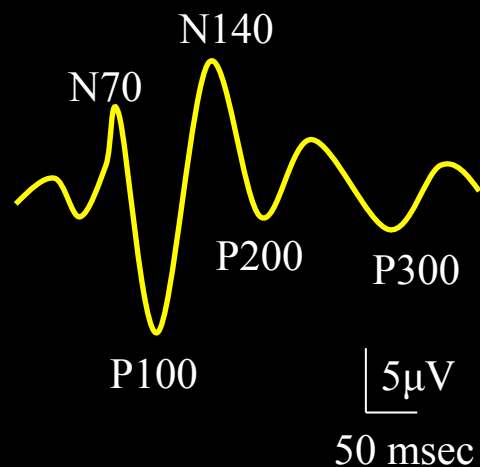
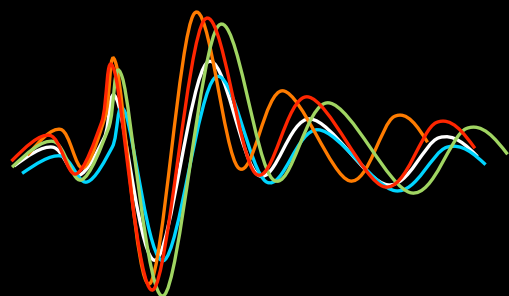
### -elettrodo di riferimento

-area frontale (Fz)

### - elettrodo “di terra”

-al polso





Il **potenziale finale** si ottiene da 100 risposte libere da artefatti (**averaging**), replicato per evidenziare la riproducibilità, per un tempo di analisi di 300-500 msec.

### DATI NORMATIVI

Date le molte variabili che possono condizionare le caratteristiche dei PEV, è obbligatorio per ogni laboratorio costituire i propri valori di normalità e confrontarsi strettamente con essi nelle interpretazioni cliniche.

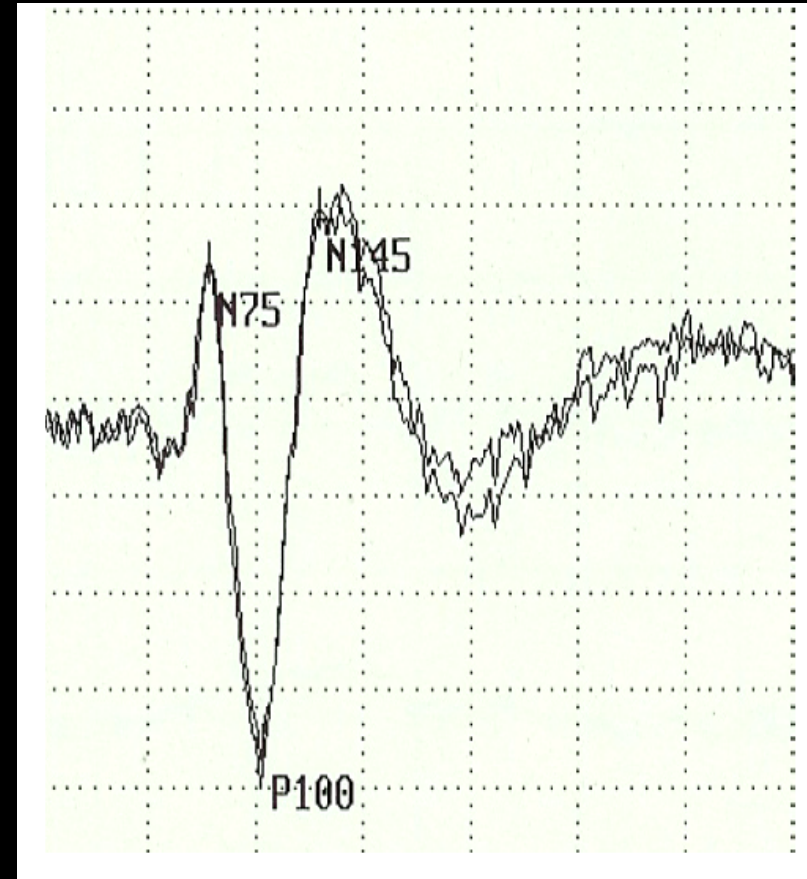
Diversamente, visti gli standard di stimolo, per i potenziali somatosensitivi e acustici è possibile utilizzare dati normativi della letteratura come riferimento normativo.

L'analisi della risposta corticale si concentra fondamentalmente sul riconoscimento e definizione della maggior componente positiva:

### P 100

che normalmente avviene circa 100 msec dopo l'applicazione del pattern.

Tale componente si colloca all'interno di un complesso trifasico a polarità sequenziale neg-pos-neg (complesso NPN) tra 70 e 150 msec e nella stimolazione a pieno campo trova la sua massima espressione sulle regioni postero-mediali dello scalpo (circa 3-5 cm sopra l'inion).

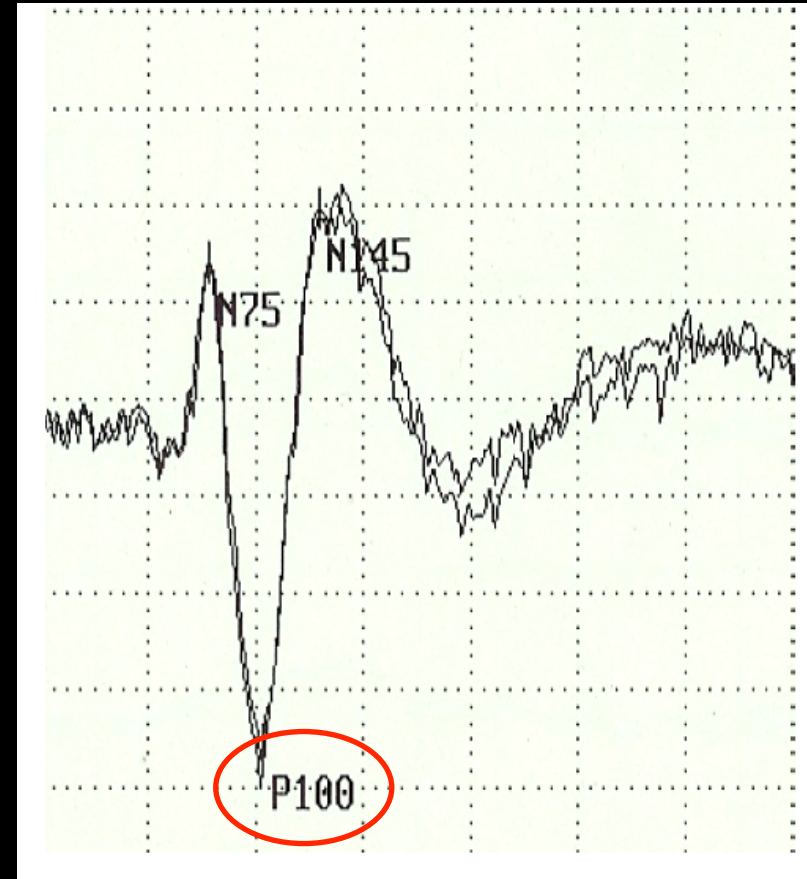


L'analisi della risposta corticale si concentra fondamentalmente sul riconoscimento e definizione della maggior componente positiva:

### P 100

che normalmente avviene circa 100 msec dopo l'applicazione del pattern.

Tale componente si colloca all'interno di un complesso trifasico a polarità sequenziale neg-pos-neg (complesso NPN) tra 70 e 150 msec e nella stimolazione a pieno campo trova la sua massima espressione sulle regioni postero-mediali dello scalpo (circa 3-5 cm sopra l'inion).



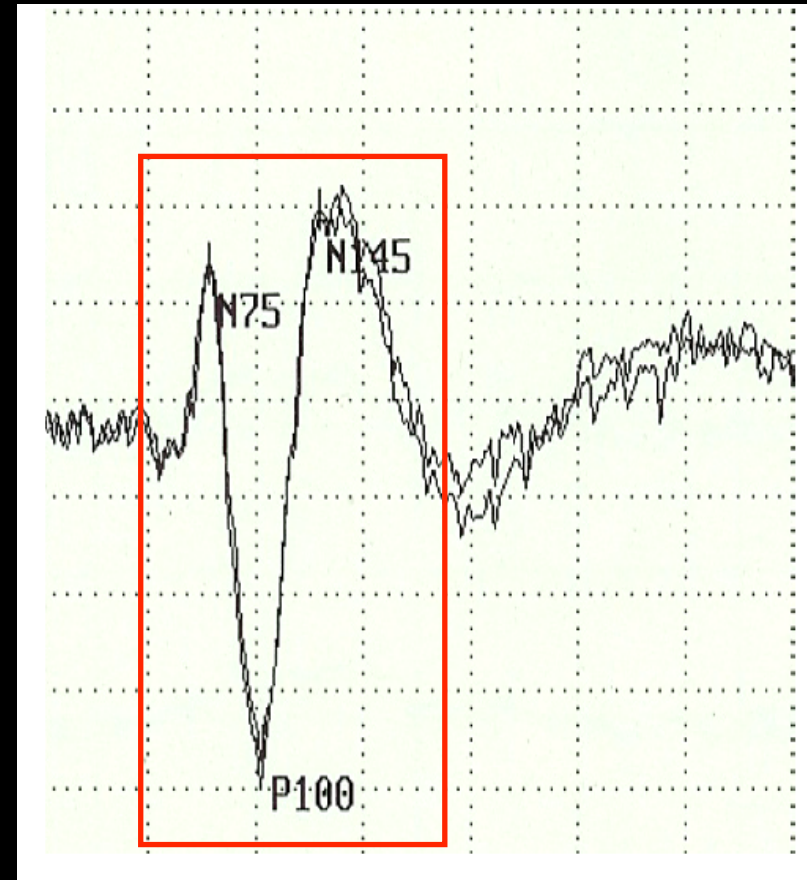


L'analisi della risposta corticale si concentra fondamentalmente sul riconoscimento e definizione della maggior componente positiva:

### P 100

che normalmente avviene circa 100 msec dopo l'applicazione del pattern.

Tale componente si colloca all'interno di un complesso trifasico a polarità sequenziale neg-pos-neg (complesso NPN) tra 70 e 150 msec e nella stimolazione a pieno campo trova la sua massima espressione sulle regioni postero-mediali dello scalpo (circa 3-5 cm sopra l'inion).



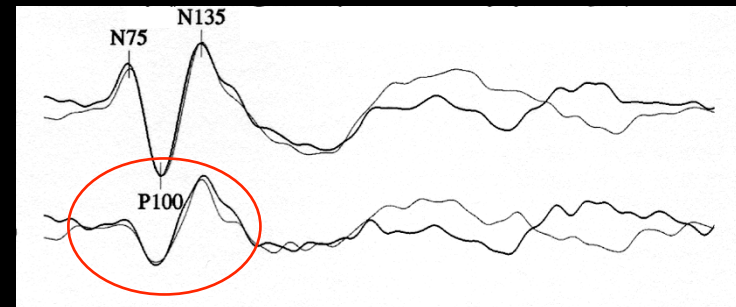




## PEV nelle NEUROPATIE OTTICHE

Gli aspetti elettrofisiologici sono caratteristicamente legati al compartimento nervoso prevalentemente o selettivamente colpito.

✓ Danno prevalentemente assonale



✓ Danno prevalentemente mielinico



# PEV e Neurite Ottica

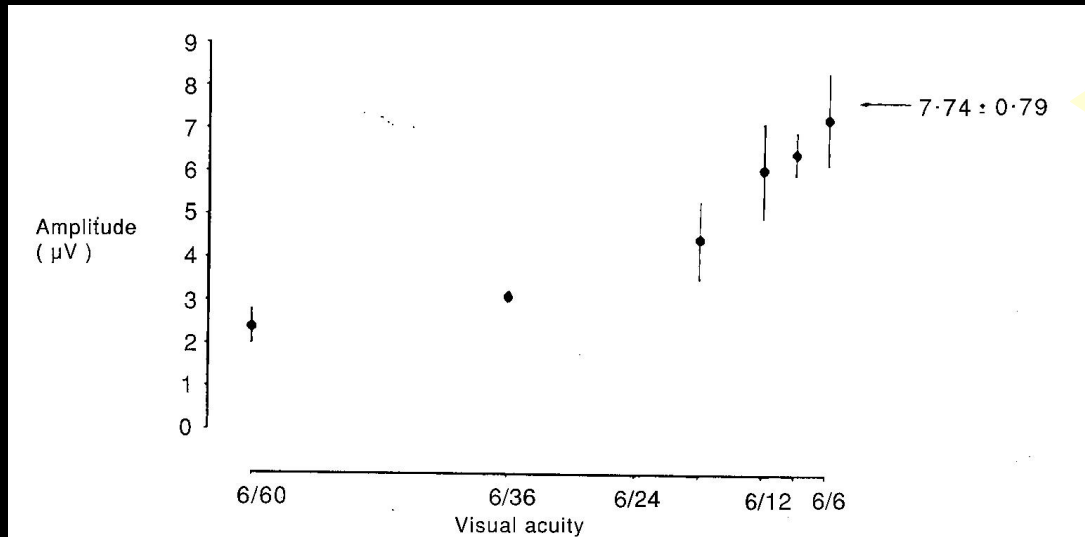
## NO sperimentale gatto

1. Blocco conduzione
2. Rallentamento VDC
3. Diminuita risposta a stimoli alta frequenza steady-state (anomalie periodo refrattario)

## PEV-P

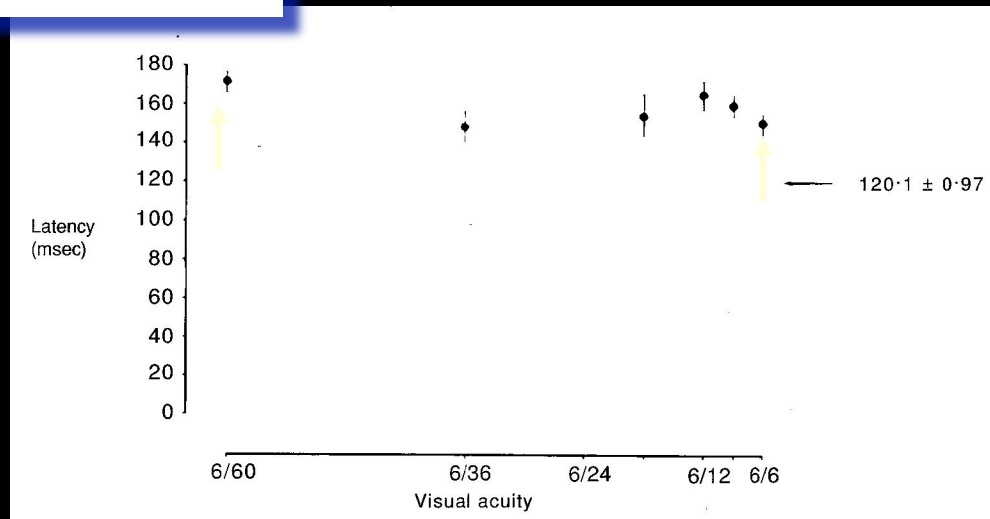
1. Aumento Latenza = modificazioni strutturali stabili e persistenti nel tempo (anche senza correlato clinico), proporzionali a lungh.placca
2. Diminuz. Ampiezza correla con acuità visiva, reversibile con recupero funzione

# Recupero NO demielinizzante



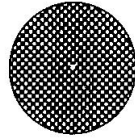
Ampiezza  
Recupera  
Con Acuità Visiva

Latenza  
Non Recupera  
Con Acuità Visiva  
Utile per rilevare  
danni subclinici via ottica



# Recupero PEV paziente con NO acuta SM

S.L.  
Age: 19



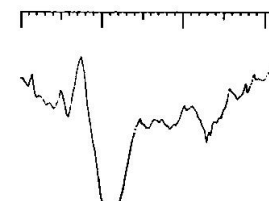
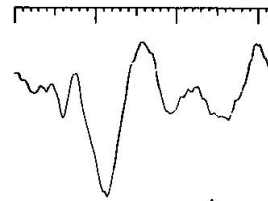
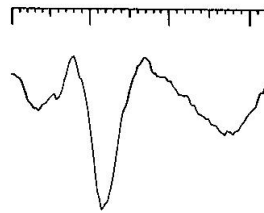
5  $\mu$ V

24. 3. 76

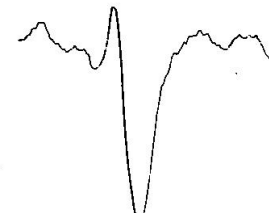
2. 4. 76

13. 4. 76

Left Eye



Right Eye



VAL

6/4

6/4

6/4

## PAPILLEDEMA

- PEV-P normali
- PEV-F normali

## PSEUDOTUMOR

- PEV-P  
latenza > con >  
pressione  
endocranica  
Anomalie possono  
essere  
reversibili

# PEV e Glaucoma



- Attenzione alla miosi da collirio (pilocarpina)
- Deficit campimetrico per perdita fibre retiniche  
= PEV-P > latenza
- Campo Visivo normale può verificarsi PEV-P  
> latenza (non nota la causa)
- Glaucoma acuto PEV-P molto patologico,  
reversibile dopo ripristino pressione regolare



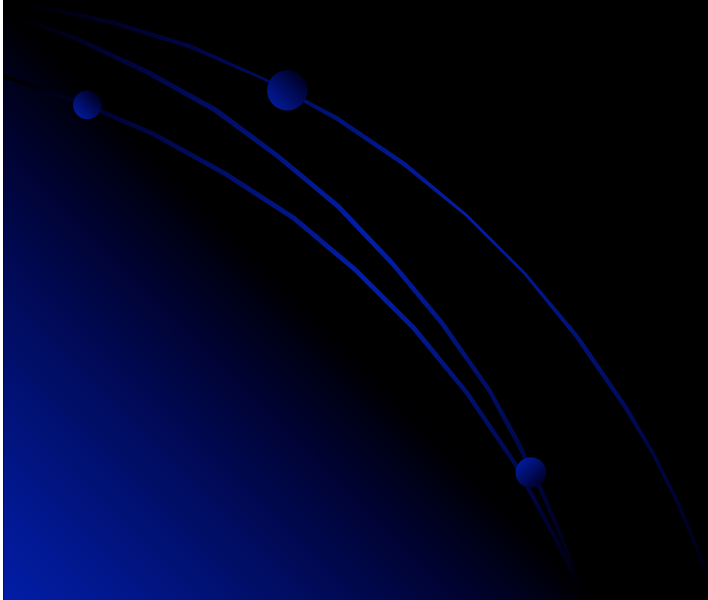
# PEV e Cataratta

- PEV-P
  - $>$  Latenza = Opacità determina  $<$  contrasto
  - $<$  Ampiezza
  - Scomparsa
- PEV-F rimane a lungo, poco sensibile
- ERG può essere  $>$  per effetto Ganzifield ad opera della cataratta



Maculopatia: PEV alterati

Retinite pigmentosa: PEV presenti



***POTENZIALI EVOCATI ACUSTICI  
(BAEP)***

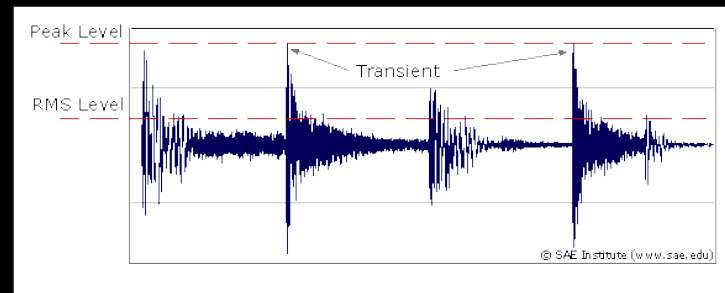
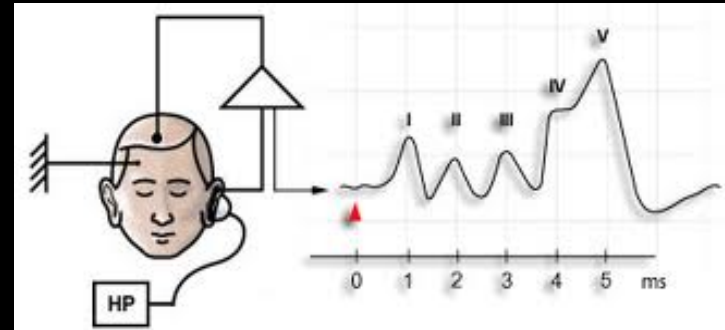
# Definizione

I Potenziali Evocati Uditivi rappresentano la registrazione dallo scalpo di una successione di potenziali in risposta ad una stimolazione uditiva costituita da transitori.

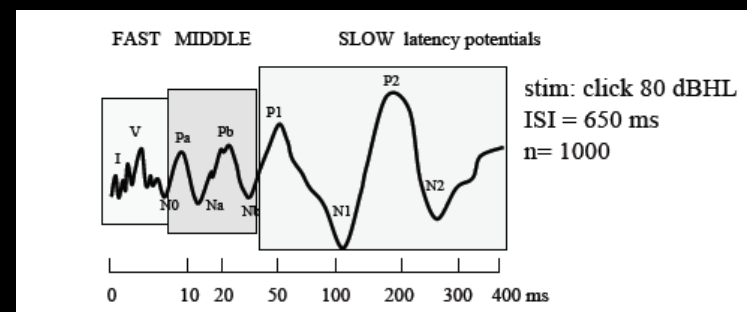
Questi potenziali si sviluppano in conseguenza dell'attivazione delle strutture neurali della via uditiva.

In base alle loro latenze si suddividono in:

- potenziali precoci (o "fast"),
- potenziali a latenza media ("middle"),
- potenziali tardivi ("slow").



Il transiente (detto anche transiente) in acustica è una variazione di ampiezza molto rapida (ad es. nella fase d'attacco di uno strumento quando ancora il suono non ha raggiunto una certa "stabilità").



In generale si può affermare che:

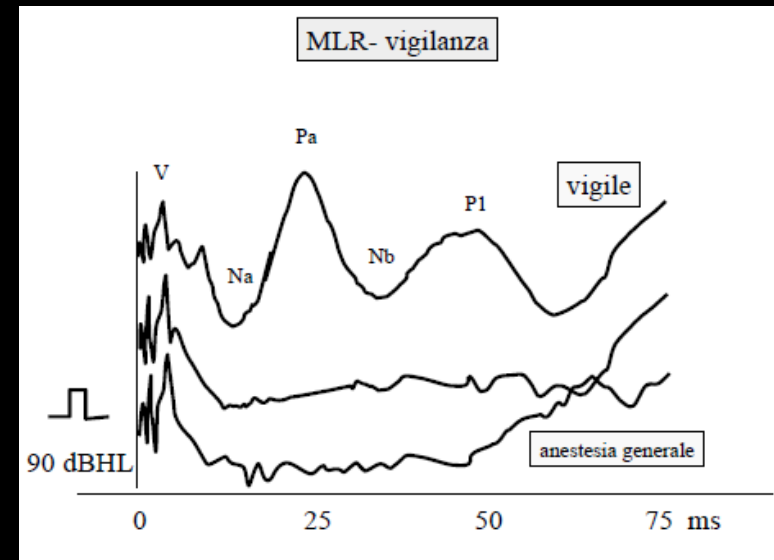
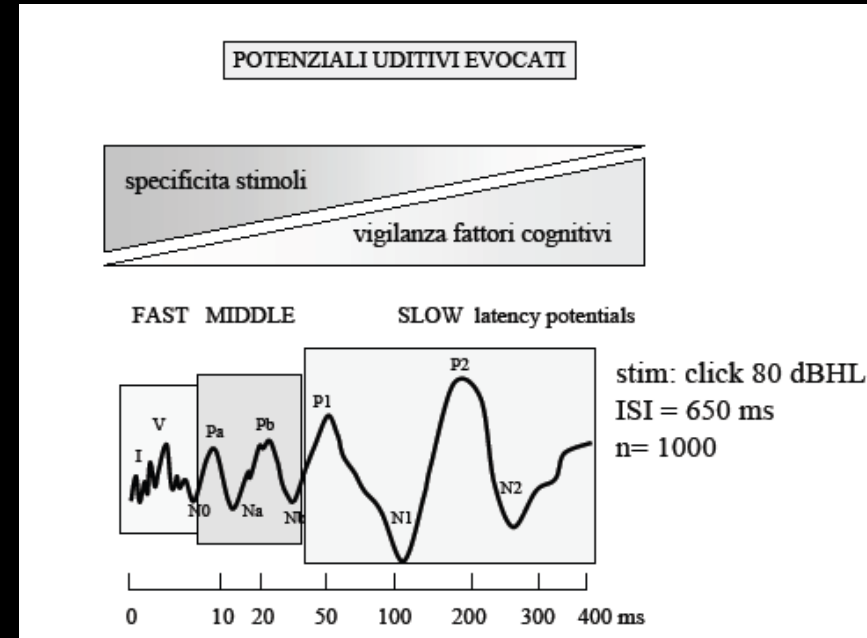
i **potenziali più precoci** sono maggiormente dipendenti dalle proprietà acustiche dello stimolo,

i **potenziali più tardivi** sono maggiormente influenzati dalla vigilanza e dai processi cognitivi.

Poichè i siti di generazione delle **componenti a latenza media** coinvolgono strutture del tronco (sostanza reticolare mesencefalica), talamiche e corticali (area uditiva primaria) queste risposte sono notevolmente

Influenzate da:

- anestesia generale,
- sonno
- maturazione (durante l' accrescimento).

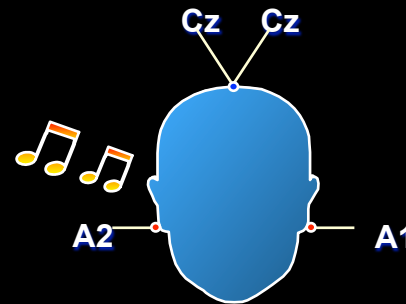


# INDICAZIONI METODOLOGICHE

I Potenziali Evocati Acustici sono registrati in risposta ad un **improvviso stimolo acustico** (“click”), della durata di 100  $\mu$ s, in somministrazione monoauricolare.

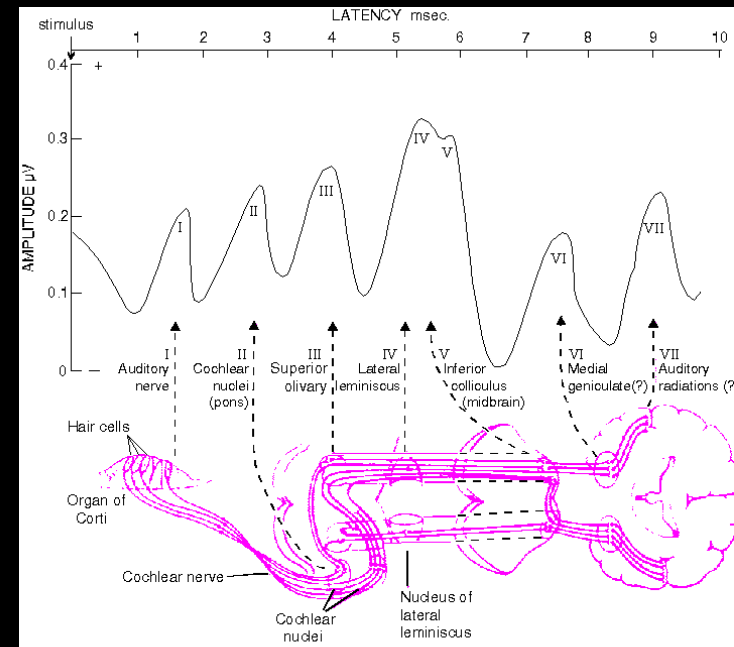


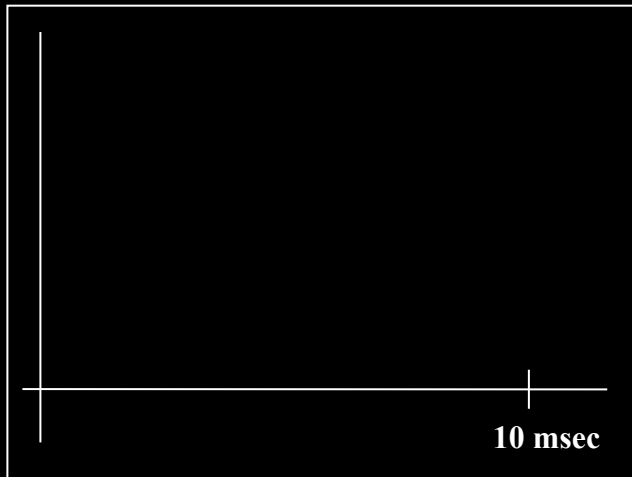
**Gli elettrodi** sono posti al vertice della teca cranica e in regione auricolare.



La risposta è costituita da una successione di componenti precoci, medie e tardive.

**Nella pratica clinica** si fa riferimento alle **componenti precoci** che costituiscono il **PEA TRONCOENCEFALICO (BAEP o ABR)**, costituito dal succedersi di **sette onde** designate dai numeri romani, con ampiezza inferiore a 1  $\mu$ V, generate (almeno inizialmente) dall'attivazione di strutture delle vie ipsilaterali all'orecchio stimolato.



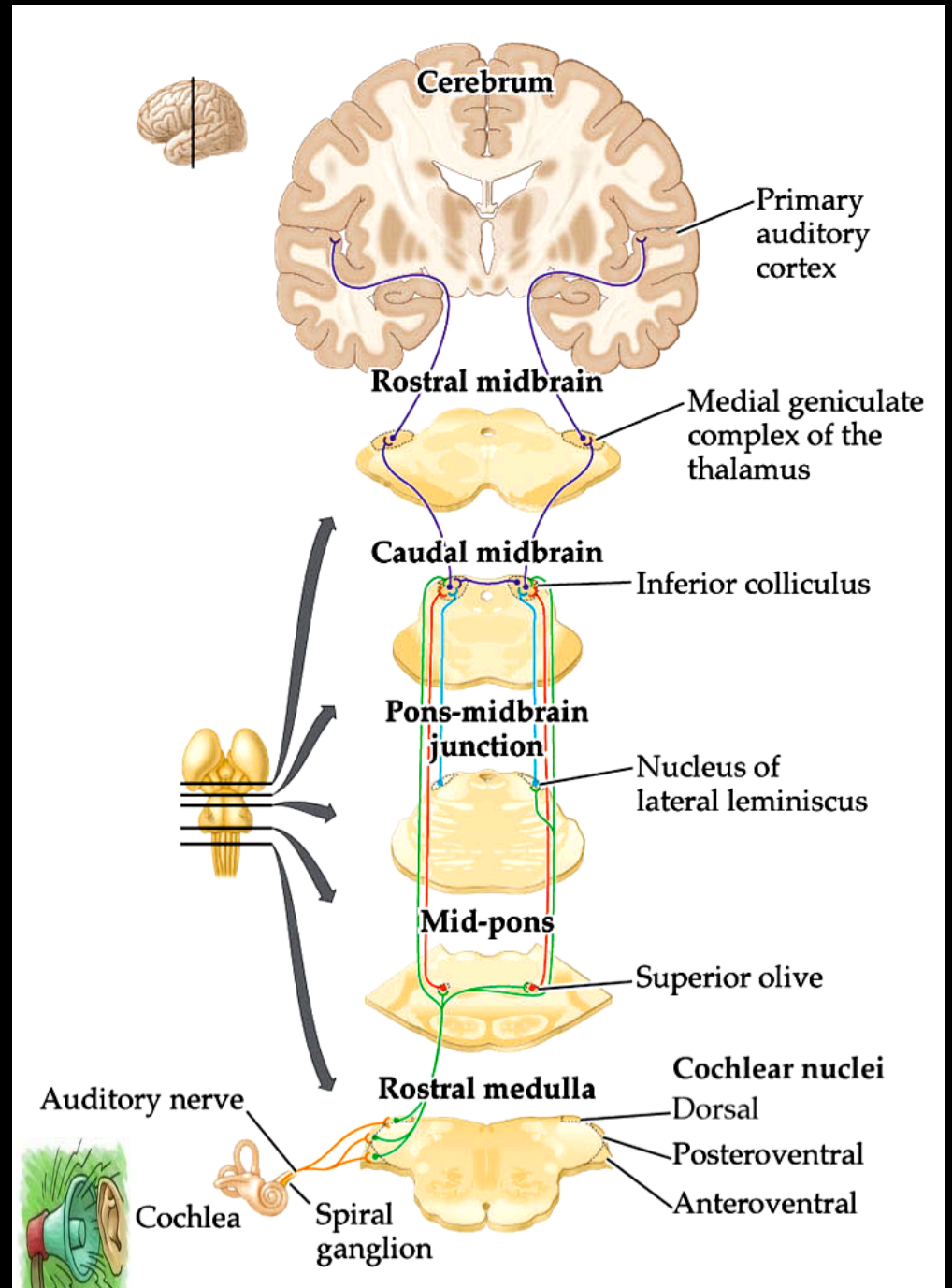


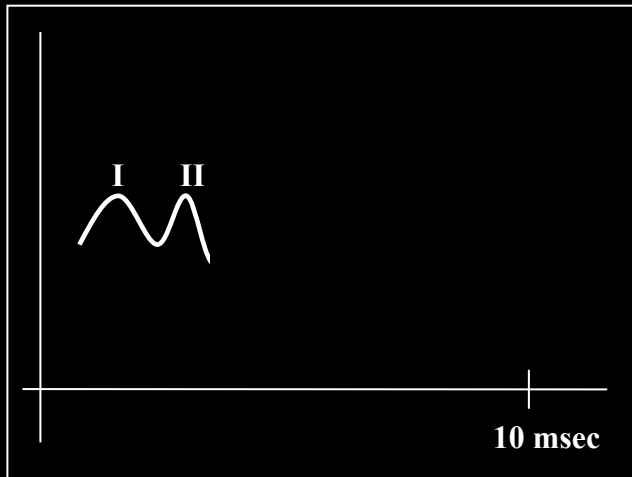
I generatori delle **onde** dell'ABR sono stati identificati:

- nell' VIII nervo 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 III riflettano la sommazione vettoriale dell'attività elettrica di numerosi gruppi neuronali, controlateralmente ed in misura minore ipsilateralmente all' orecchio stimolato.



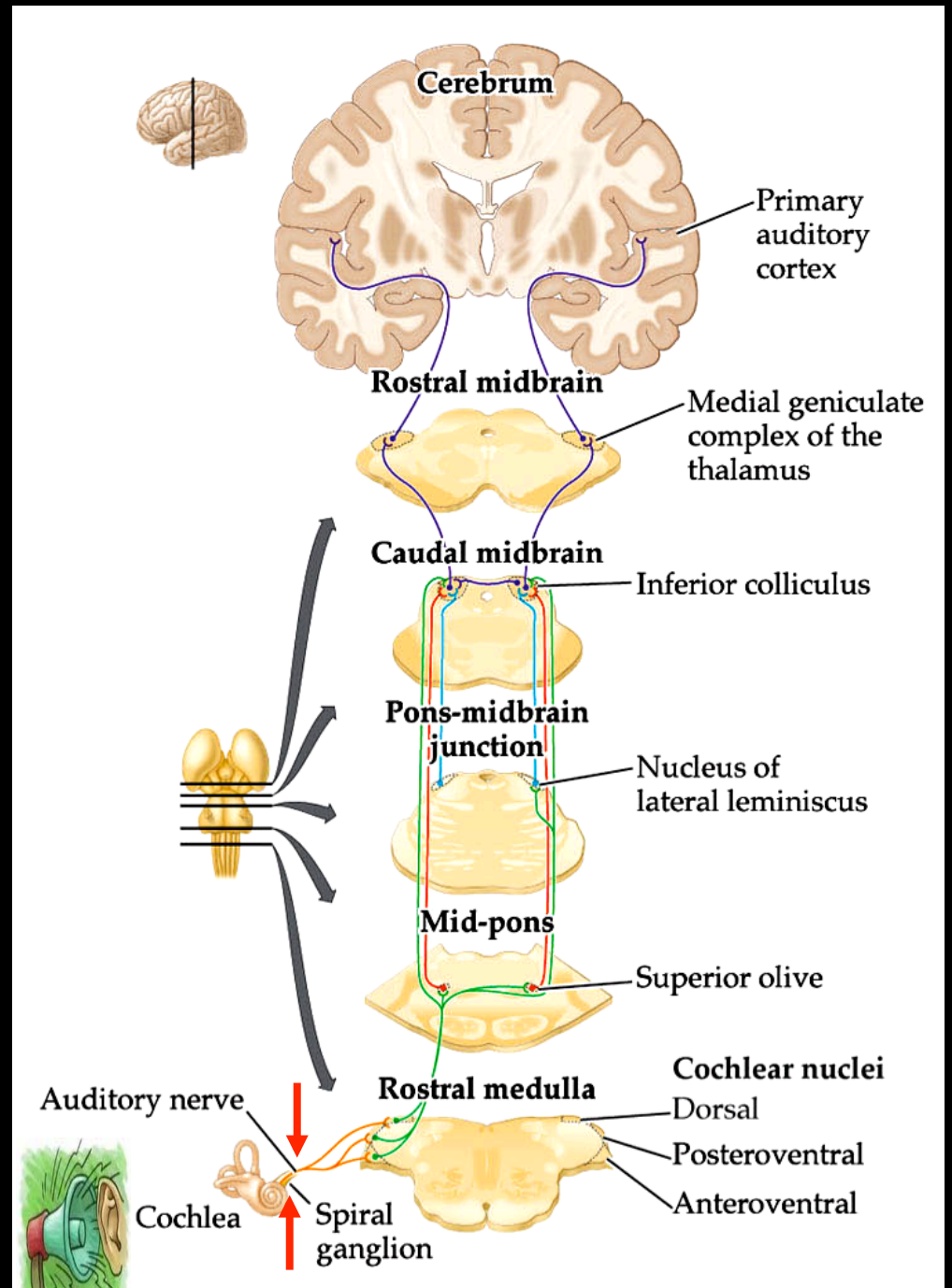


I generatori delle **onde** dell'ABR sono stati identificati:

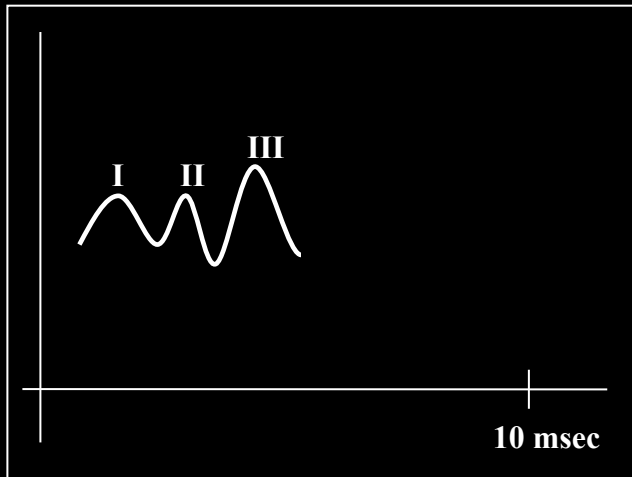
- nell' **VIII nervo** per la I (giunzione cito-neurale) e la II (uscita dal meato acustico interno),
- nei nuclei cocleari (CN) per la III,
- nel complesso olivare superiore (SO) e nuclei del lemnisco laterale (LL) per il complesso IV-V,
- nel collicolo inferiore (IC) e corpo genicolato mediale (MG) per la VI e VII.

Non sempre queste due ultime componenti risultano evidenti.

Si ritiene che le componenti successive alla III riflettano la sommazione vettoriale dell'attività elettrica di numerosi gruppi neuronali, controlateralmente ed in misura minore ipsilateralmente all' orecchio stimolato.





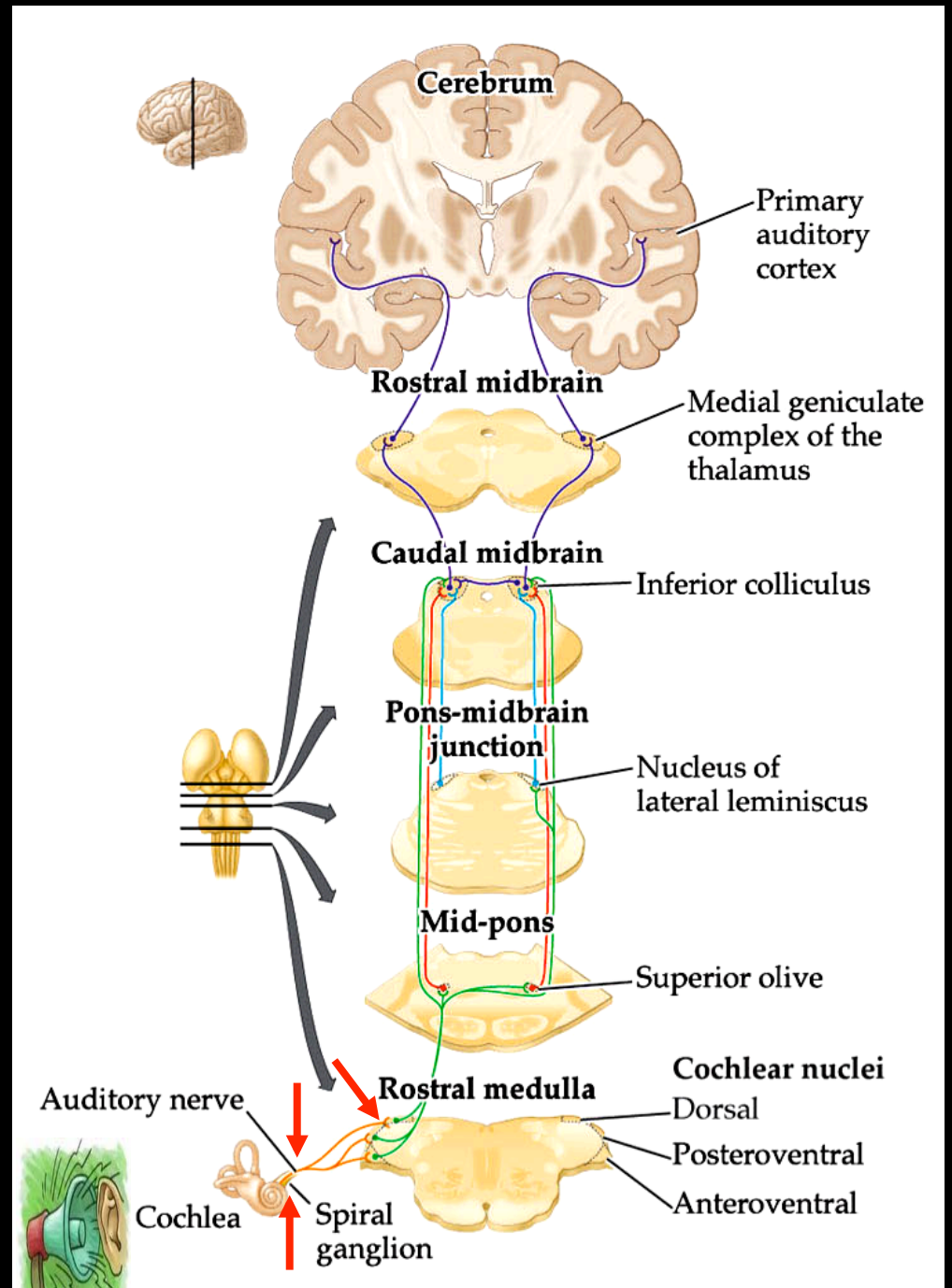


I generatori delle **onde** dell'ABR sono stati identificati:

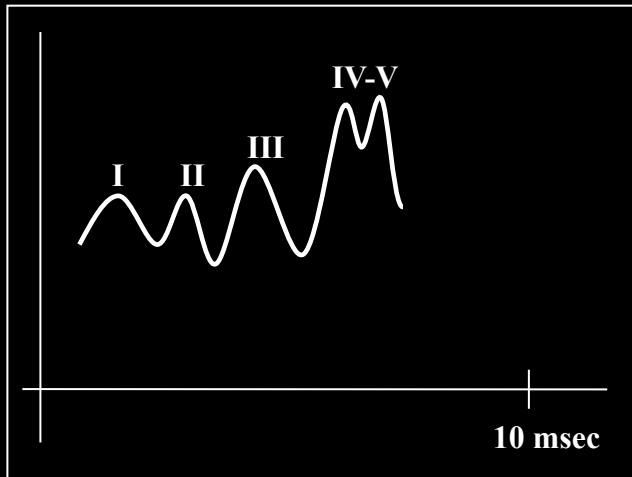
- nell' **VIII nervo** per la I (giunzione cito-neurale) e la II (uscita dal meato acustico interno),
- nei **nuclei cocleari** (CN) per la III,
- nel complesso olivare superiore (SO) e nuclei del lemnisco laterale (LL) per il complesso IV-V,
- nel collicolo inferiore (IC) e corpo genicolato mediale (MG) per la VI e VII.

Non sempre queste due ultime componenti risultano evidenti.

Si ritiene che le componenti successive alla III riflettano la sommazione vettoriale dell'attività elettrica di numerosi gruppi neuronali, controlateralmente ed in misura minore ipsilateralmente all' orecchio stimolato.





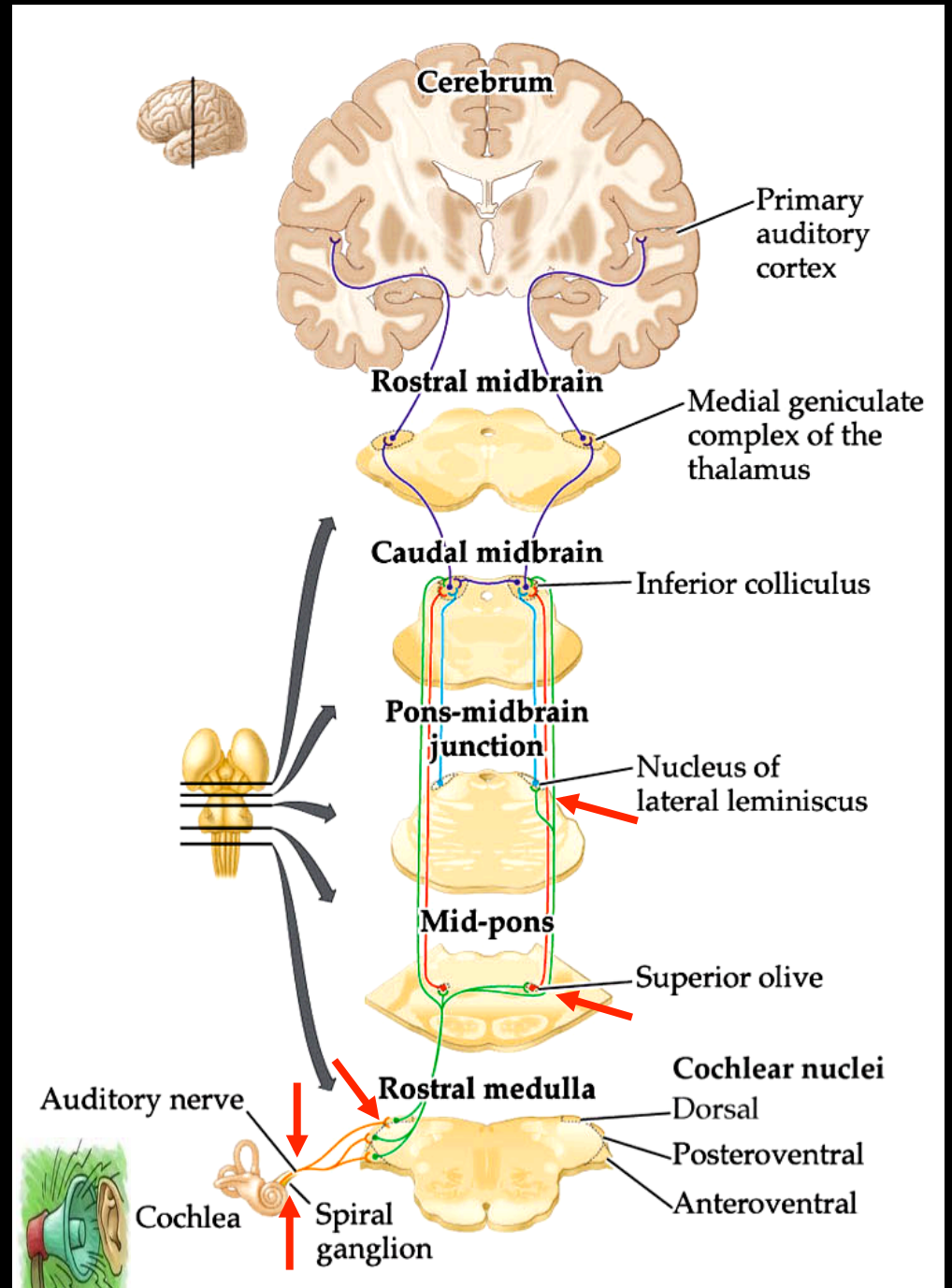


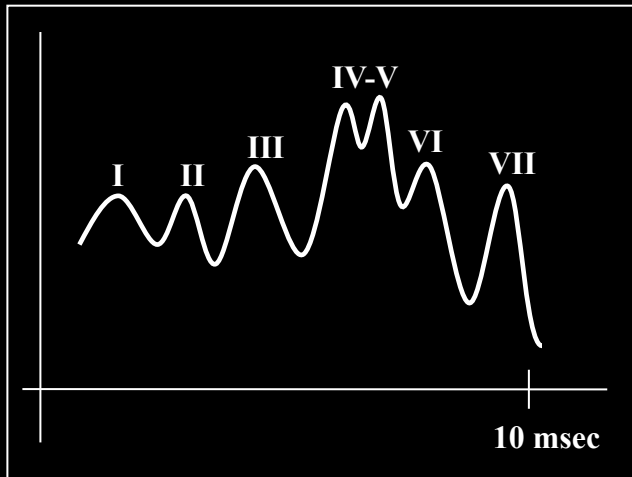
I generatori delle **onde** dell'ABR sono stati identificati:

- nell' **VIII nervo** 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 III riflettano la sommazione vettoriale dell'attività elettrica di numerosi gruppi neuronali, controlateralmente ed in misura minore ipsilateralmente all' orecchio stimolato.



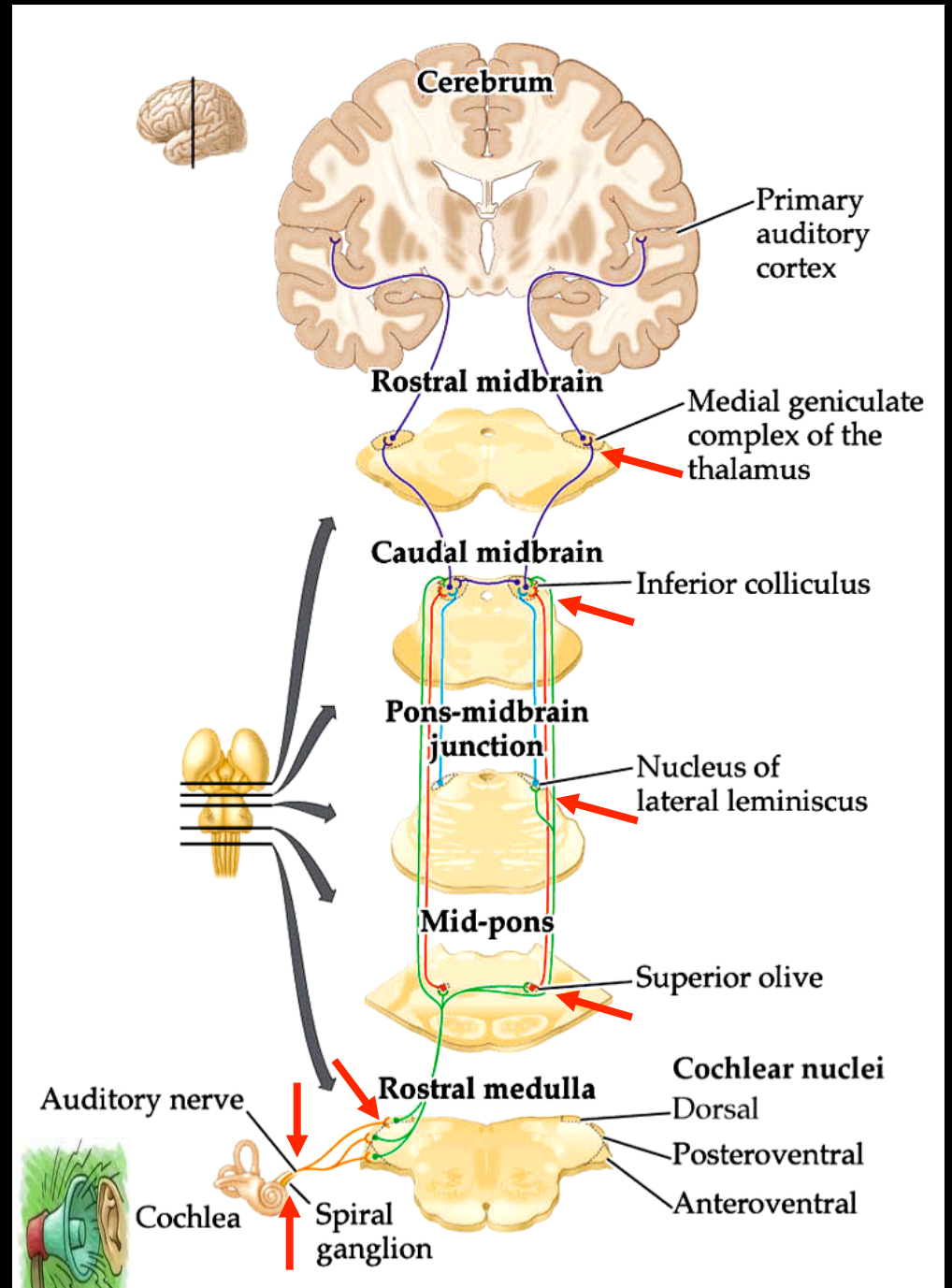


I generatori delle **onde** dell'ABR sono stati identificati:

- nell' **VIII nervo** 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 III riflettano la sommazione vettoriale dell'attività elettrica di numerosi gruppi neuronali, controlateralmente ed in misura minore ipsilateralmente all' orecchio stimolato.



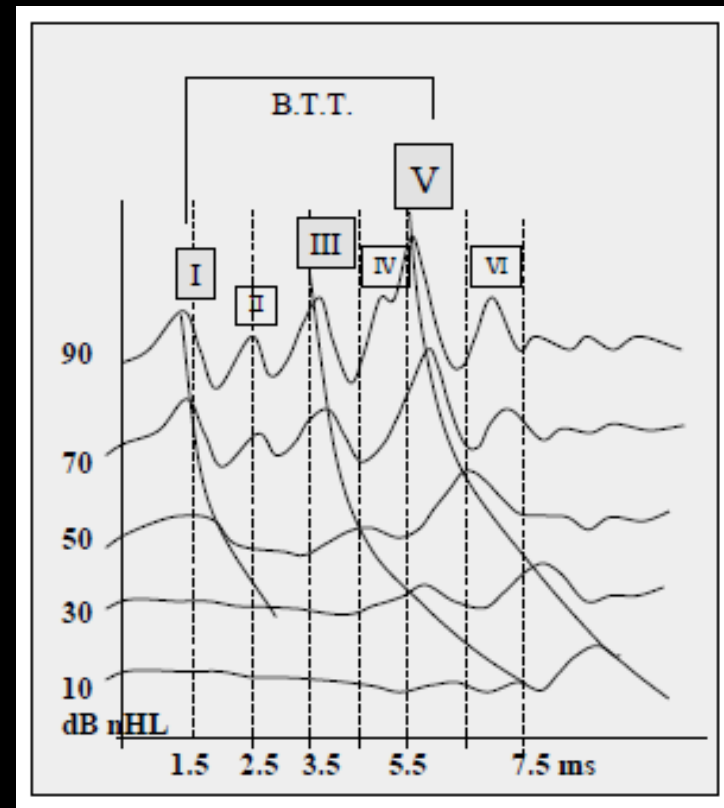
Nel normoudente l' ABR ottenuto alla massima intensità di stimolazione è tipicamente rappresentato da 6-7 onde.

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).



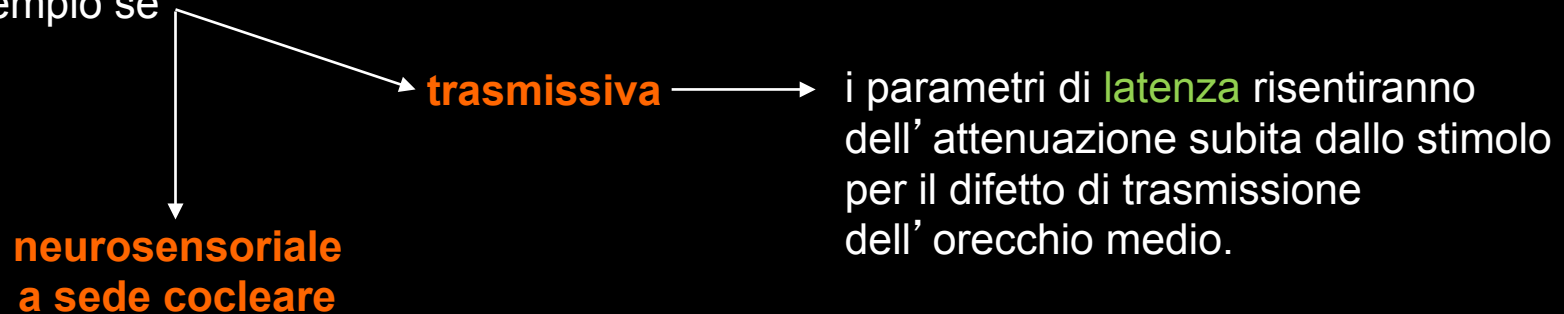
Nell' interpretazione clinica dei PEA ci si riferisce di solito alle componenti I, III e V per la loro maggiore stabilità nel soggetto normale di cui si valuta la differenza di latenza ed i rapporti fra le loro ampiezze.

L' intervallo di latenza I-V è sensibile ad alterazioni della conduzione neurale troncoencefalica.

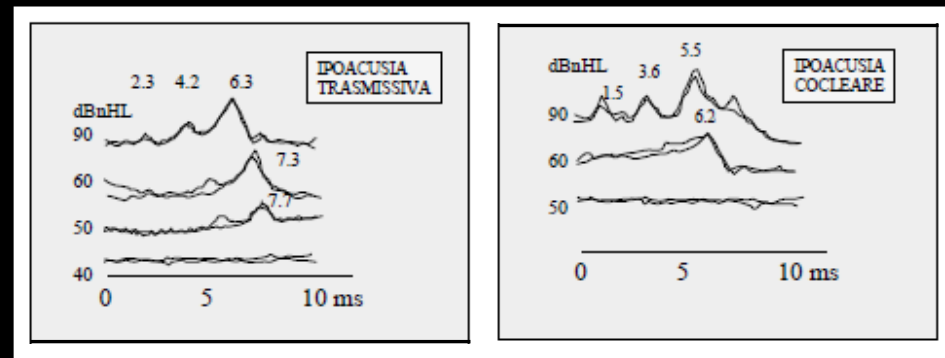
I parametri di: - **latenza dell' onda V** e  
- **dell' intervallo I-V,**

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



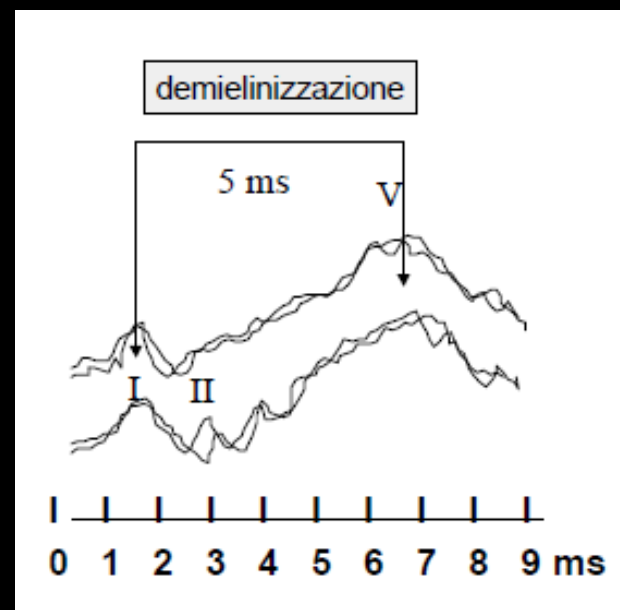
la latenza dell' onda V, ad elevate intensità di stimolazione, è come nel normoudente (e ciò è stato messo in relazione alla presenza di recruitment).



## Le componenti tardive dell' ABR,

(onda III e successive) possono mancare del tutto, o avere una latenza aumentata nel caso di patologie (degenerative e non) con lesioni localizzate nel **troncoencefalo**.

In questo caso, (come ad esempio nella Sclerosi Multipla, ma anche nei tumori del troncoencefalo, nel coma, ecc...) **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 la risposta molto spesso è del tutto indefinita.