# 8. PŘEDNÁŠKA – SIGNÁLY MOZKU 2

### Artefakty v EEG

- z přístroje
- z prostředí
- z pacienta

#### Abnormální EEG

- aging
- abnormality základní aktivity
- paroxysmální aktivity
- detekce epileptoformní aktivity

### Evokované potenciály

- sluchové EP
- zrakové EP, retinogram
- somatosenzorické EP
- motorické EP

#### Zpracování EP

**Artefakty v EEG** 

Artefakty z prostřed Síťový artefakt

Artefakty z přístroje Elektrodový artefakt Solný můstek





#### Artefakty z pacienta

**EKG** artefakt

EKG artefakt z kardiostimulátoru

Pulsový artefakt

Svalový artefakt

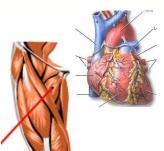
Oční artefakt z vertikálních pohybů bulbů

Oční artefakt z horizontálních pohybů bulbů

Oční artefakt při protéze bulbu

Oční artefakt při alfa atenuační reakci

Artefakt z pocení

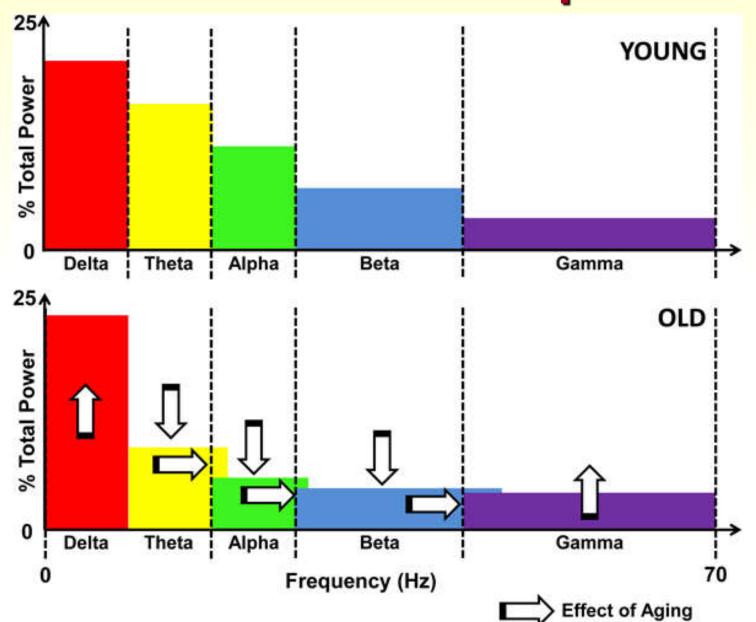




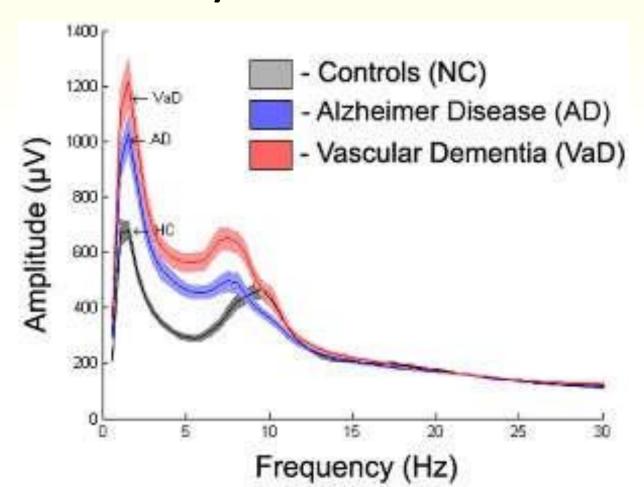




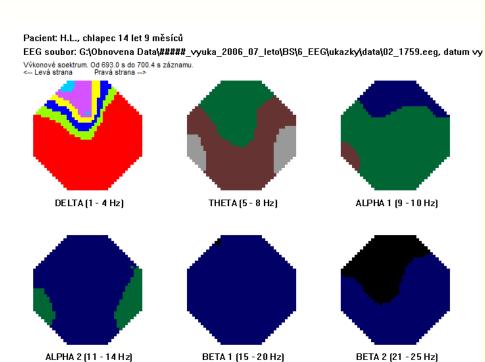
# Vliv stárnutí v EEG spektru



- abnormality základní aktivity
  - demence



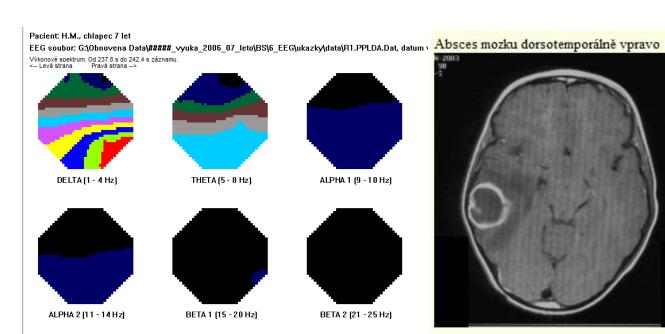
- abnormality základní aktivity
  - demence
  - zhmoždění



Prokrvácená kontuze mozku frontálně vlevo s perifokálním edémem, subdurální hematom parieto-okcipitálně vpravo.

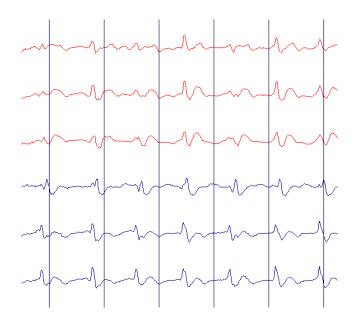


- abnormality základní aktivity
  - demence
  - zhmoždění
  - absces



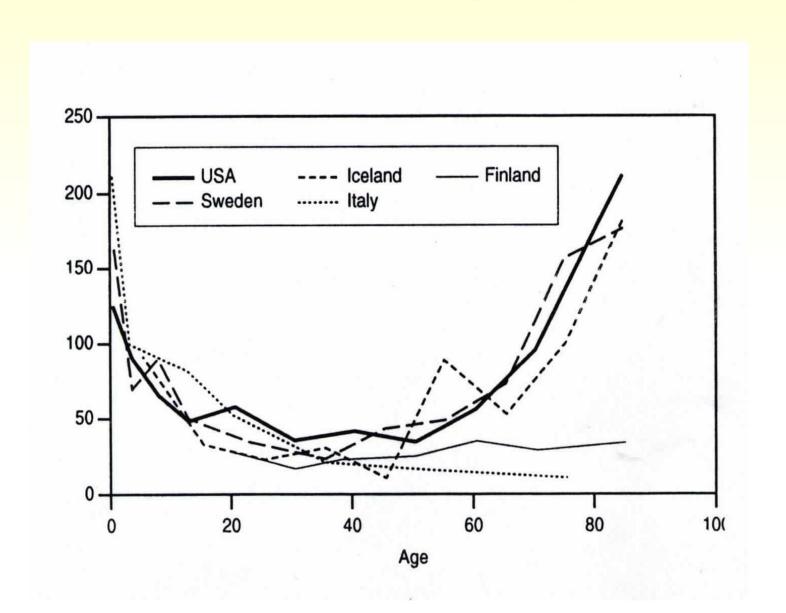
- abnormality základní aktivity
  - demence
  - zhmoždění
  - absces
  - nádory
  - CMP

- abnormality základní aktivity
- paroxysmální abnormality
  - periodické
    nemoc šílených krav

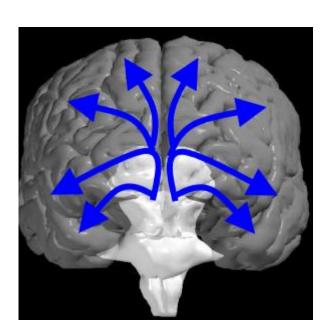


- abnormality základní aktivity
- paroxysmální abnormality
  - periodické
  - epileptiformní

# Incidence epilepsie

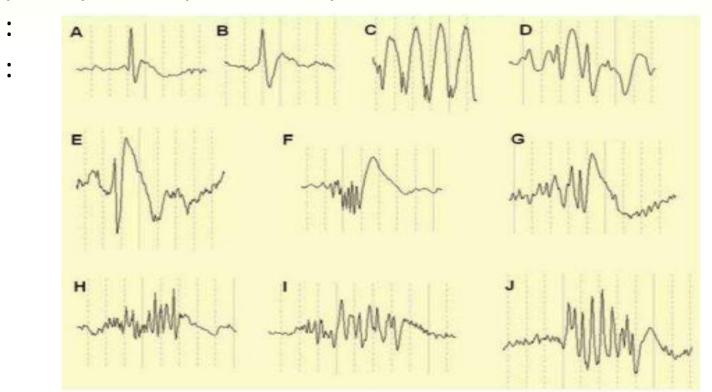


- abnormality základní aktivity
- paroxysmální abnormality
  - periodické
  - epileptiformní
    - interiktální
      - ložiskové (parciální, fokální)
      - generalizované



# Grafoelementy popisující záchvatovou aktivitu

- hroty, ostré vlny, komplexy hrot/vlna
- rytmické formace hrot/vlna 3/s
- paroxysmální pomalé vlny



# Grafoelementy popisující záchvatovou aktivitu

- hroty, ostré vlny, komplexy hrot/vlna
- rytmické formace hrot/vlna 3/s
- paroxysmální pomalé vlny

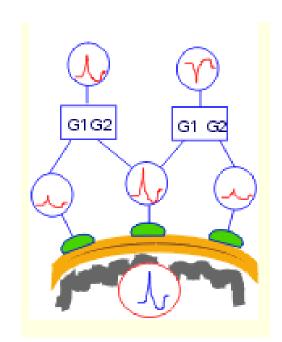
•

•

### **Zvrat fáze**

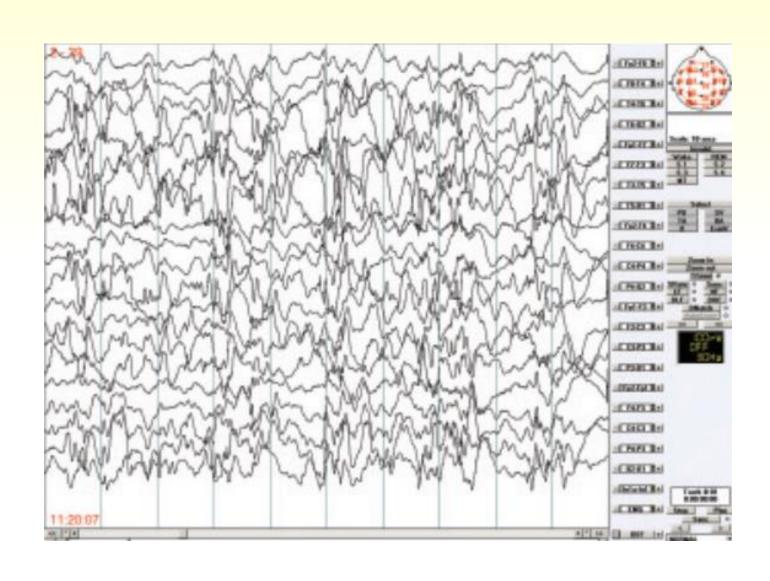
 současná výchylka amplitudy opačným směrem ve dvou nebo více kanálech

(pouze v bipolárním zapojení)

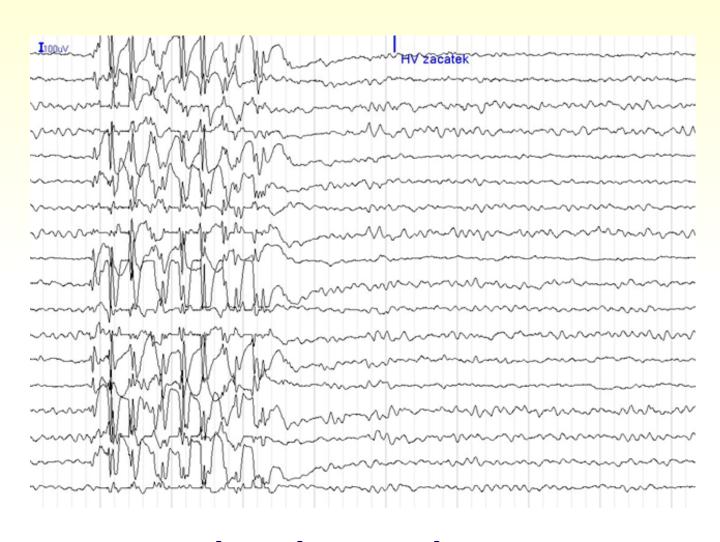


- abnormality základní aktivity
- paroxysmální abnormality
  - periodické
  - epileptiformní
    - interiktální
      - ložiskové (parciální, fokální)
      - generalizované
    - iktální

# Infantilní spasmy

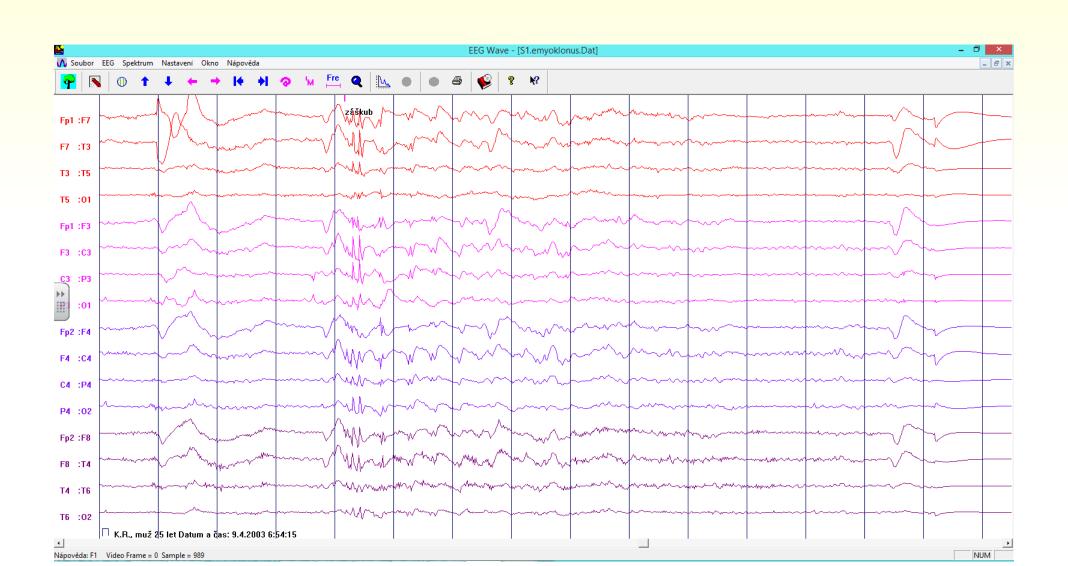


## Dětské absence

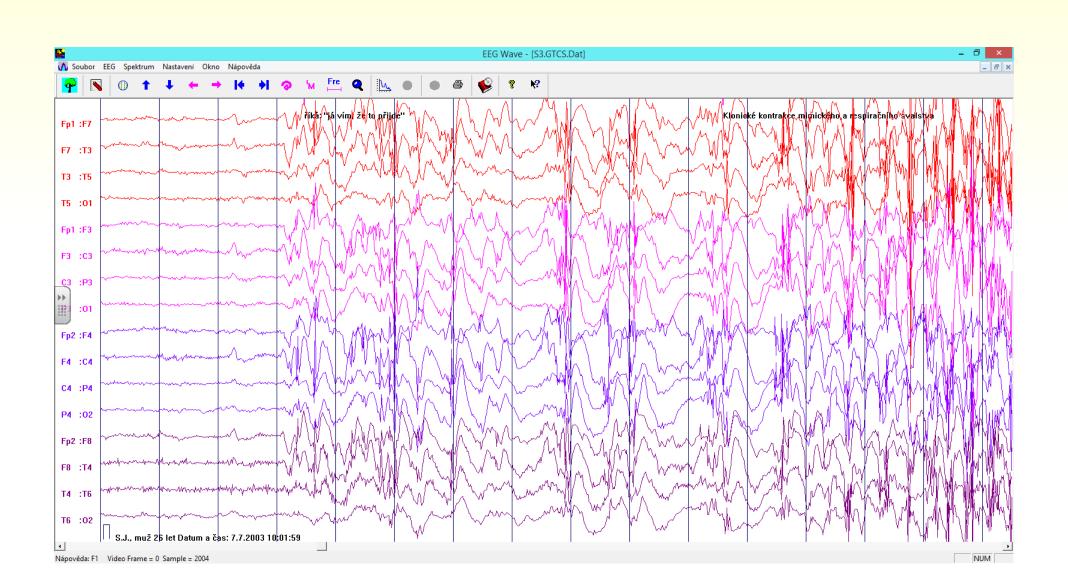


Komplexy hrot – vlna 3 Hz

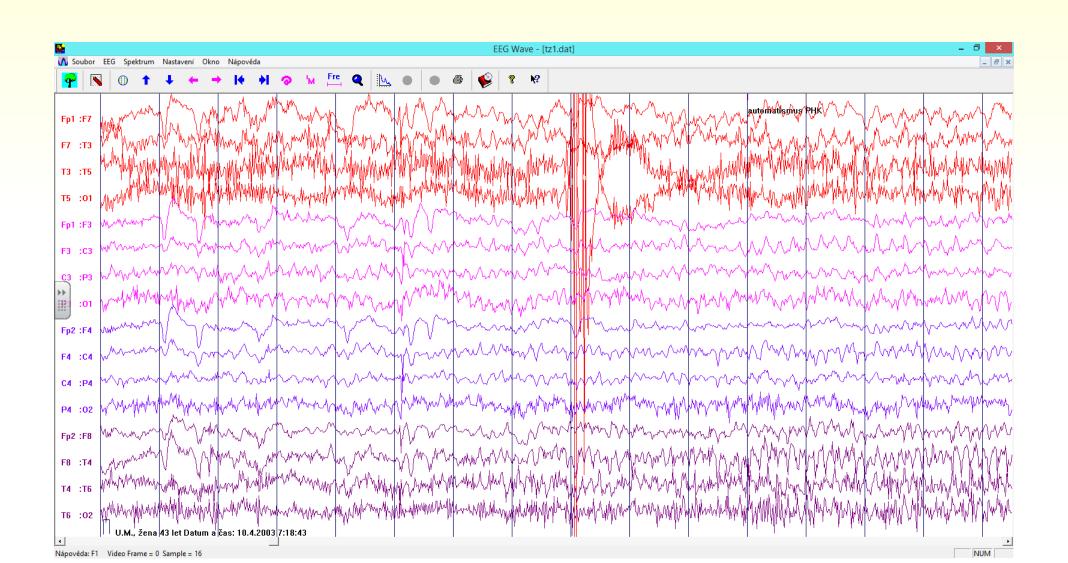
# Epileptický myoklonus



# Generalizovaný tonicko-klonický záchvat



# Temporální záchvat



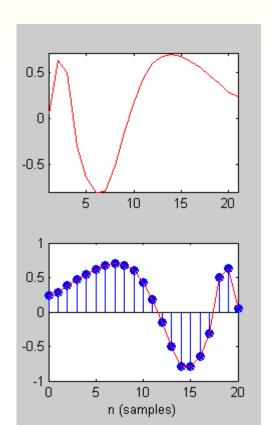
## Detekce epileptoformní aktivity

#### Porovnávání vzorů

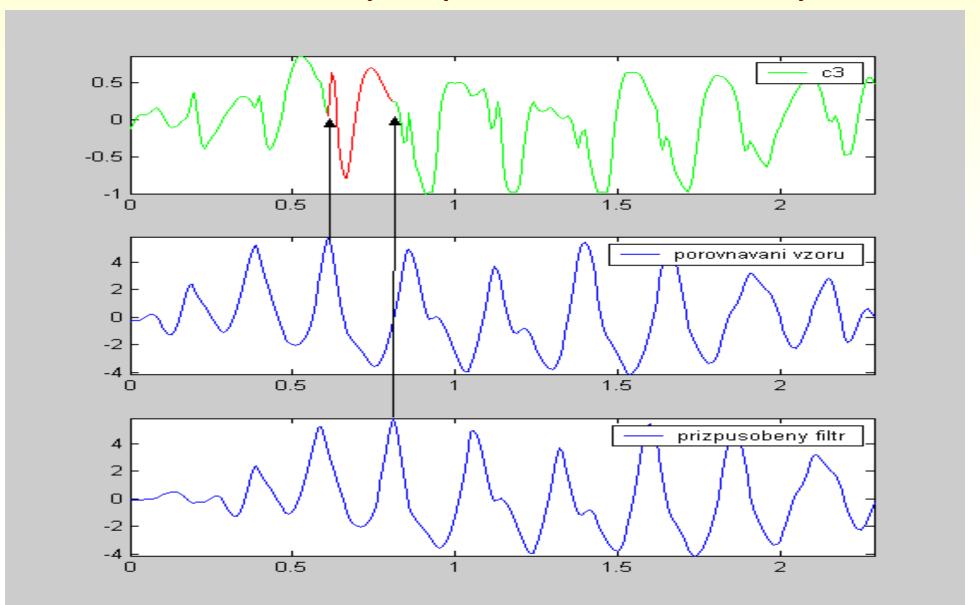
xc=xcorr(signal,vzor); xc=xc(round(length(xc)/2):end);

# Přizpůsobené filtry

xf=filter(vzor(end:-1:1),1,signal);



# Detekce epileptoformní aktivity



# Signály mozku na youtube

#### Krátká úvodní videa:

```
EEG https://www.youtube.com/watch?v=xGSKXdTEai4
```

https://www.youtube.com/watch?v=eIPi6JOoals

**AEP** https://www.youtube.com/watch?v=liLD4jPRSZI

**VEP** https://www.youtube.com/watch?v=4LCkDwcXMHE

**SEP** https://www.youtube.com/watch?v=uhTweB4WSXM

MEP https://www.youtube.com/watch?v=fzx9lHCEpPs

# Evokované potenciály (EP)

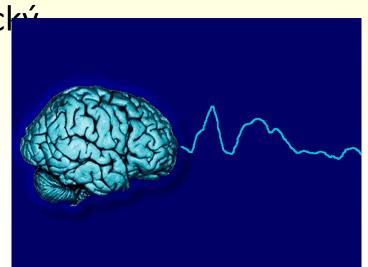
- reakce mozku na senzorický podnět
  - zrakový
  - sluchový
  - somatosenzorický
- elektrody na hlavě
- velmi slabé signály
- analýza tvaru vlny poskytuje info abnormalitách a lézích příslušné nervové dráhy



# Šíření evokovaných potenciálů

 Nadprahový stimul evokuje elektrický impuls senzorických nervových buněk

- Impulzy se šíří podél nervových vláken v mozku
- Ve složitých strukturách kůry jsou impulzy jsou zesíleny a zpomaleny



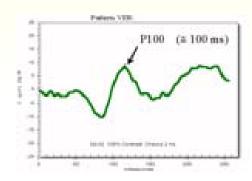
# Analýza evokovaných potenciálů

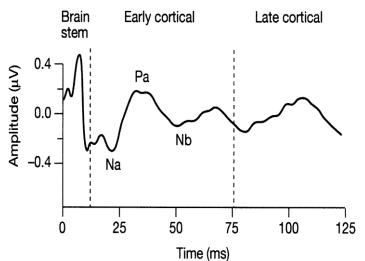
z odezvy se odečtou se charakteristické vlny

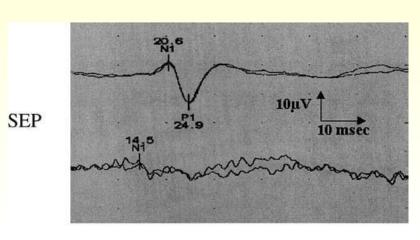
- měření se porovná s normou
  - 1-kanálová analýza (polarita, latence, amplituda)
  - více-kanálová analýza
  - normy pro každou laboratoř a věk

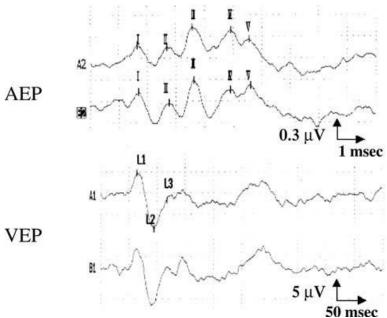
# Analýza tvaru křivky P1, N1, P2, ...

- |, ||, |||, ....
- P100





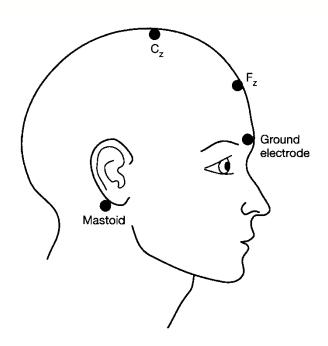




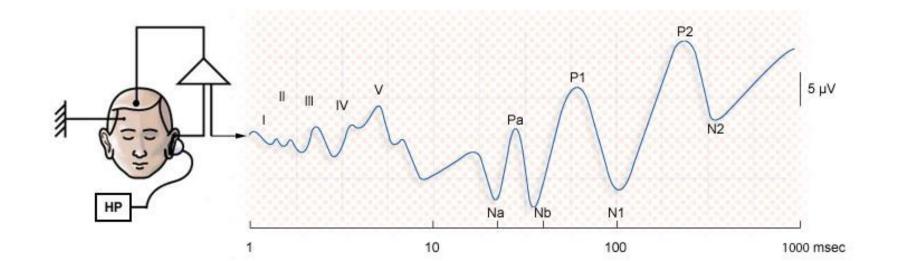
# Sluchové EP (AEP – auditory evoked potentials)



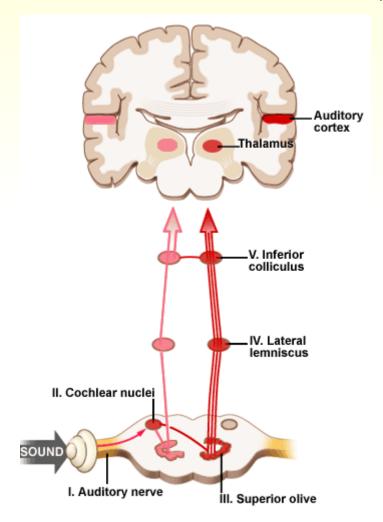
- stimulace: krátké zvukové impulzy do jednoho ucha
  - klik (cvaknutí) asi 100 us
  - tón (pípnutí)
  - opakovací frekvence stimulů 1 až 50 Hz
  - 2000 stimulů
  - průměrované napětí asi 0,5 uV
- snímání: +Cz, -A1, ref A2
- AEP popisují jak se informace šíří z akustického nervu do kúry

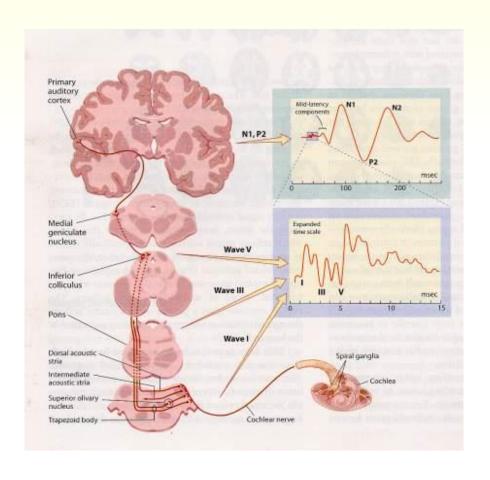


latence	odpověď	
0 až 20 ms	časná, mozkového kmene	BAEP – brainstem auditory EP
20 až 70 ms	střední korová	MLR – middle latency response
70 až 500 ms	pozdní korová	SVP – slov vertex response



Časné AEP mozkového kmene (BAEP) a "zdroje jednotlivých vln"

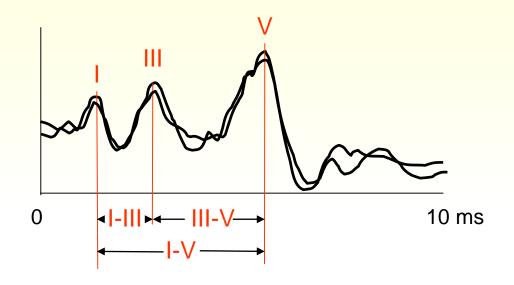






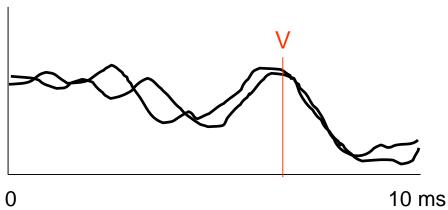
#### Diagnostické aplikace

- Odpověď je generována akustickým nervem a mozkovým kmenem
- Charakteristická struktura vln
- Typické je kliknutí 70-80 dB
- Hledání vln I, III, V a intervalů I-III, III-V, I-V
- Diagnostika akustického neuromu a sluchové neuropatie



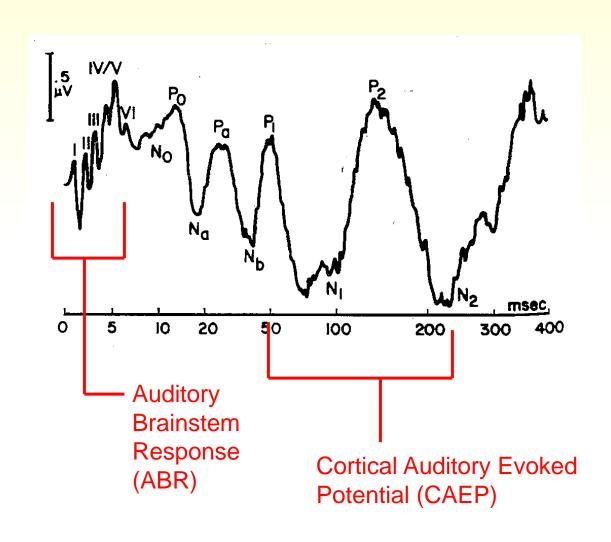
#### Screeningové aplikace

- Stimulační kliknutí 30-50 dB, 100 µs
- Hledání V. vlny
- Automatické detekce



- Biologické vlivy
  - věk
  - pohlaví
  - tělesná teplota
- Technické vlivy
  - frekvence stimulace
  - intenzita stimulace

# Sluchové korové EP



Aplikace: Peak I. - distal cochlear nerve Peak III. - cochlear nucleus Peak V. - lateral lemniscus Left ear Right ear

#### Aplikace:

- Diagnózy při ztrátách sluchu a patologií v oblasti mozkového kmene
- Lze rozlišit zda se jedná poruchy hlemýždě, akustického nervu, léze mozkového kmene, ...
- Objektivní audiometrie
- Screening novorozenců
- Monitorování hloubky anestézie
- Monitorování během operací mozku
- Diagnóza RS (společně s VEP a SEP)

# Zrakové EP (visual evoked potentials VEP)

- stimulace: zrakové stimuly
  - monitor s černobílou šachovnicí, ve které se rytmicky střídají černá a bílá pole
    - frekvence 1 Hz
    - 100 stimulů
    - průměrovaný signál 5 až 10 uV
  - záblesky

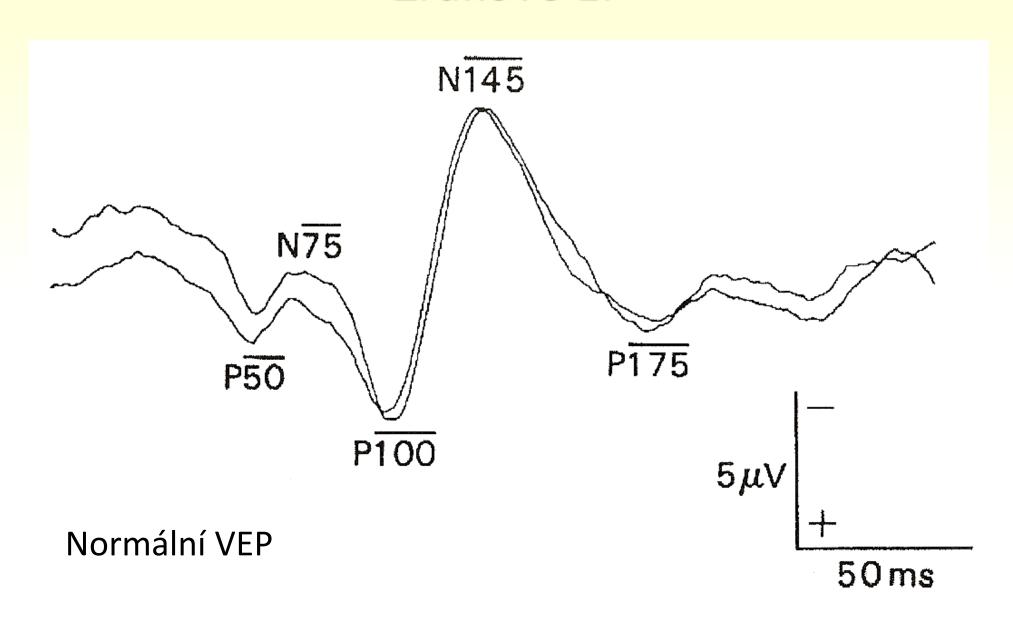


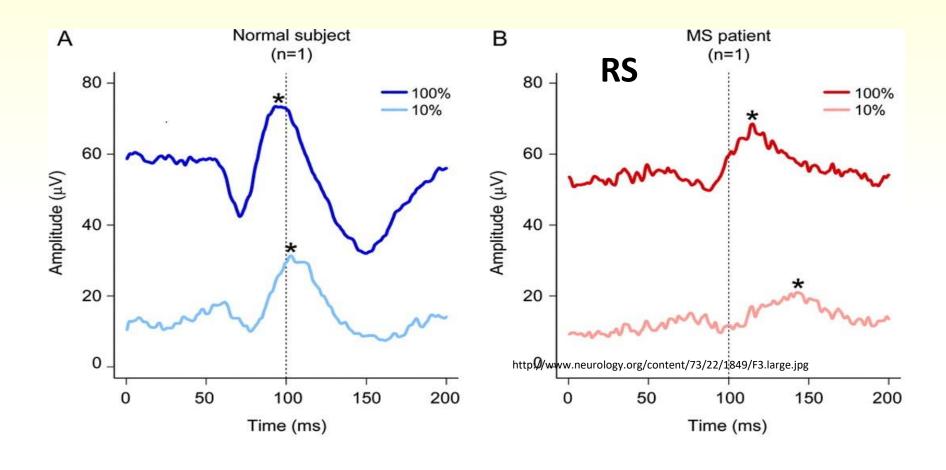


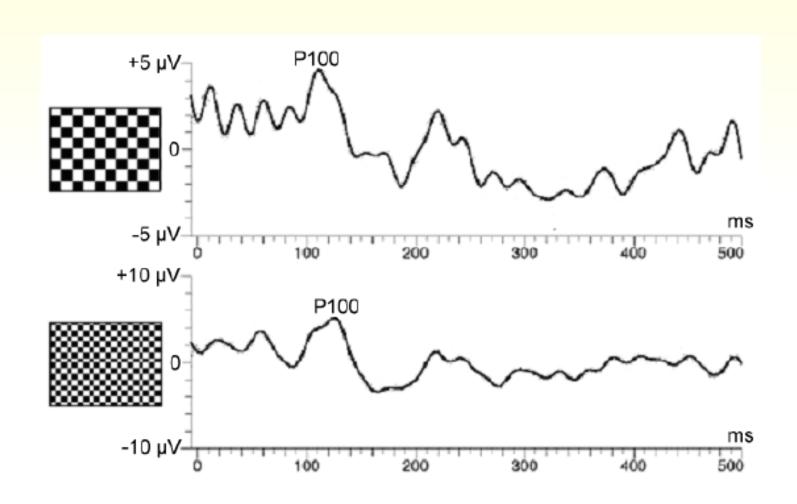
• **snímání:** elektrody jsou v okcipitální oblasti O1, O2, Cz

VEP odráží funkčnost zrakové dráhy

# Zrakové EP







#### Vliv na záznam

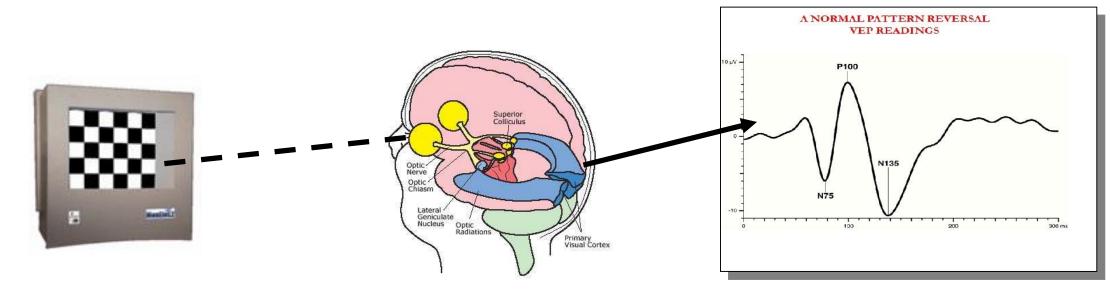
- věk
- zraková ostrost
- tělesná teplota
- pohlaví
- vědomá nespolupráce

#### Další vlivy

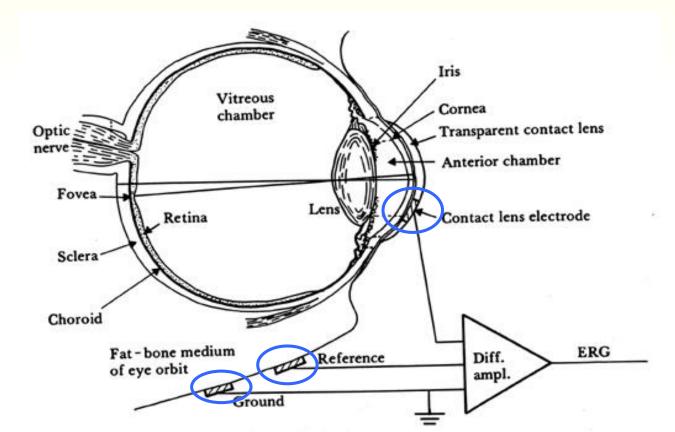
- dominance oka
- užití léků

#### Aplikace:

- Diagnózy roztroušené sklerózy (demyelinizace očního nervu)
- Patologie dráhy očního nervu
- Diagnóza rozdílu mezi levým a pravým viděním
- Ověřování různých kvalit zraku



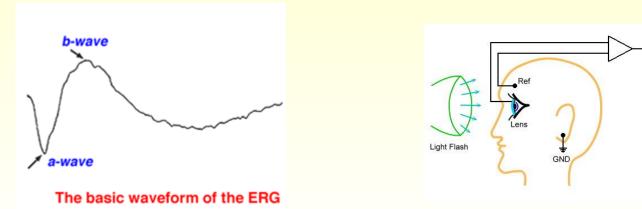
- FOTOPICKÝ (čípky, světlo)
- SKOTOPICKÝ (tyčinky, tma)

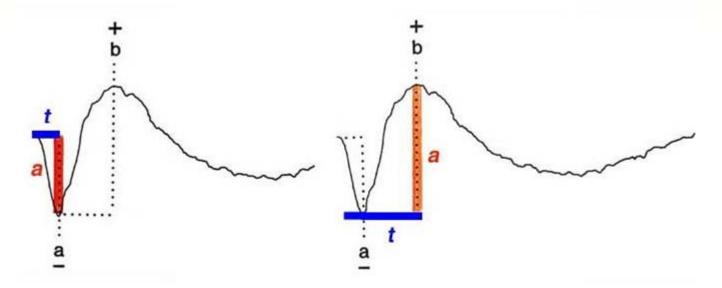




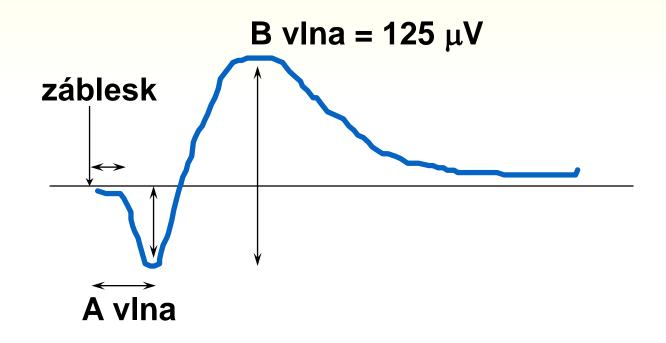




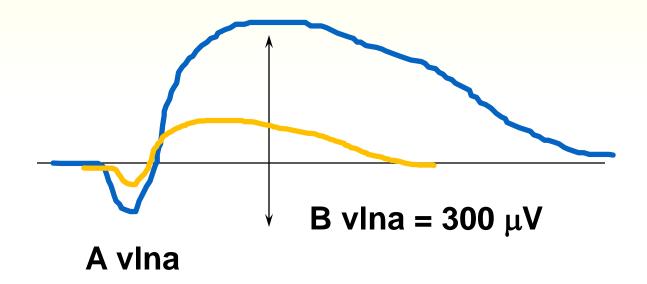




FOTOPICKÝ ERG (čípky, světlo)



• SKOTOPICKÝ ERG (tyčinky, tma)



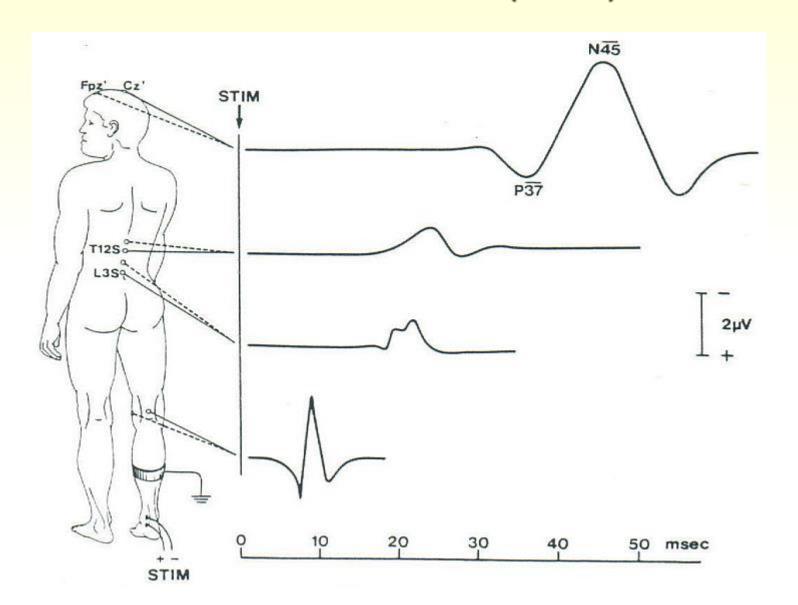
- Vrozená šeroslepost
  - negativní vlna při fotopickém i skotopickém testu



# Somatosenzorické EP (somatosensory EP)

- odezvy na elektrické stimuly periferních nervů nejčastěji horních a dolních končetin
  - elektrické stimuly (obdélník o délce 50 až 200 us)
  - laserové stimuly
  - opakovací frekvence stimulů 3 až 6 Hz
  - 200 stimulů
  - průměrované napětí 5 až 10 uV
- elektrody jsou v senzomotorické oblasti C3, C4, Cz
- SEP poskytuje informace o vedení nervů páteří do kortexu

# Somatosenzorické EP (SEP)



# Somatosenzorické EP (SEP)

#### Aplikace:

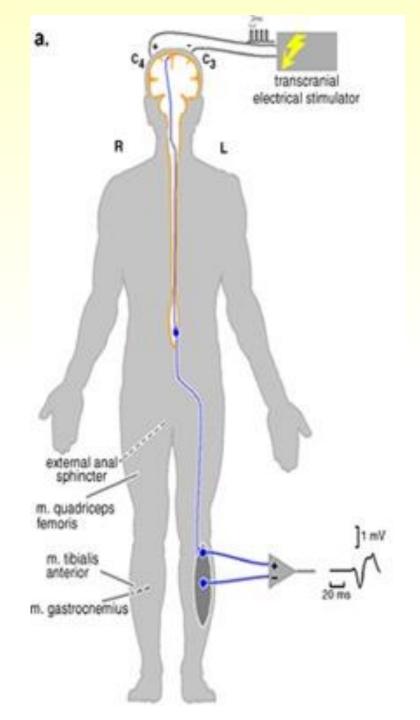
- Diagnózy neuropatií
- Diagnózy roztroušené sklerózy a demyelinizace nervů
- Hodnocení postiženi krční míchy na podkladě útlaku při degenerativních změnách krční páteře
- Monitorování hloubky kómatu a stanovení prognózy
- Monitorování během operací páteře

### Motorické EP

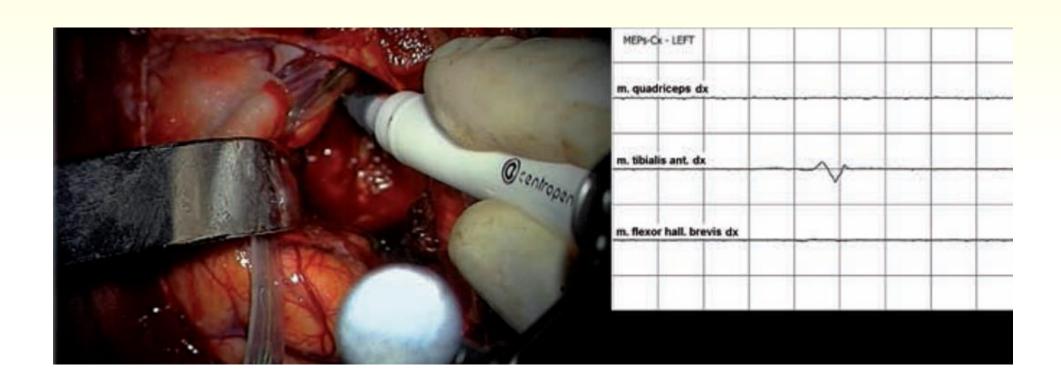
 diagnostika funkční integrity motorických drah

### Aplikace:

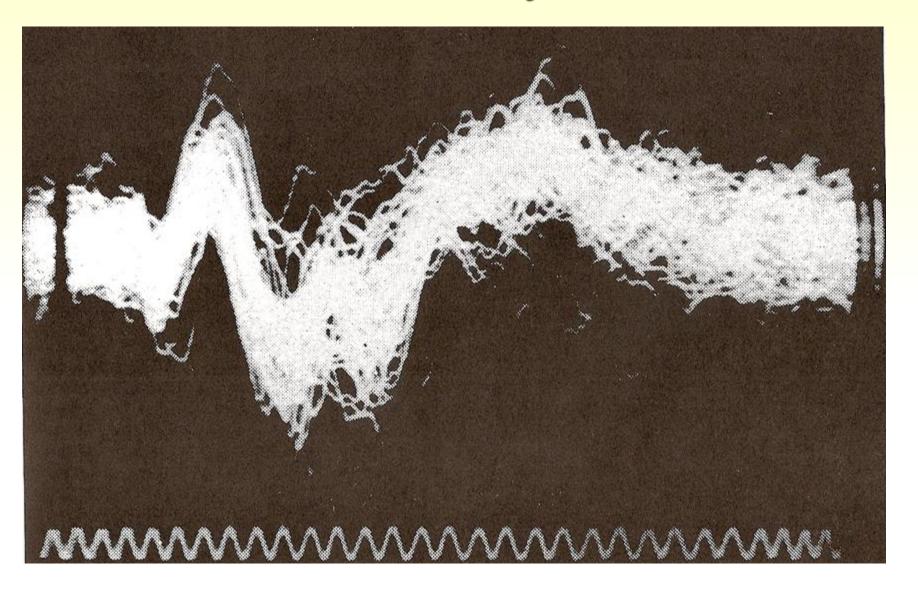
- Diagnózy RS
- Onemocnění motorického neuronu



# MEP v neurochirurgii



# Historie – objev EP



1947 George Dawson – Anglie

- technika používaná pro analýzu evokovaných potenciálů
- předpoklady
  - odpověď je časově invariantní
  - aditivní šum
    - stacionární
    - nekorelovaný
    - střední hodnota rovna nule

$$x_i(t) = s(t) + n_i(t)$$

$$\bar{x}(t) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^{N} x_i(t) = \frac{1}{N} \left( \sum_{i=1}^{N} s(t) + \sum_{i=1}^{N} n_i(t) \right)$$

$$\bar{x}(t) = s(t) + \frac{1}{N} \sum_{i=1}^{N} n_i(t)$$

$$E\left[\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}n_{i}(t)\right]=0$$

$$E(\bar{x}(t)) = s(t)$$

$$\sum_{i=1}^{N} s(t) = Ns(t)$$

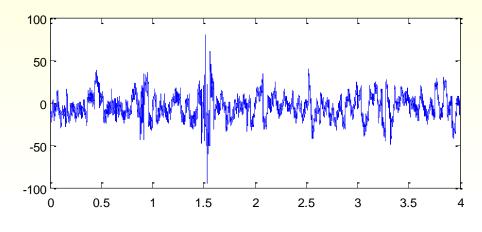
$$\sum_{i=1}^{N} n_i(t) = N\sigma_{n(t)}^2$$

$$\frac{S}{N} \to \sqrt{N}$$

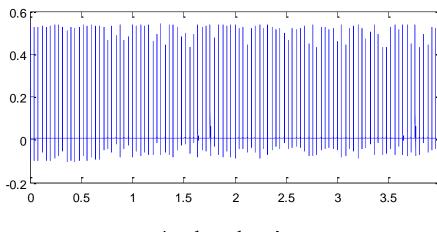
### **AEP**

snímání AEP signálu (fs=25 kHz) probíhá vsedě, v klidu, se zavřenýma očima

odezvy na jednotlivé pulsy jsou automaticky registrovány pouze po dobu 40 ms



1000 pulsů délka trvání jednoho pulsu je 100 μs



4 sekundy záznamu (AEP + stimuly)

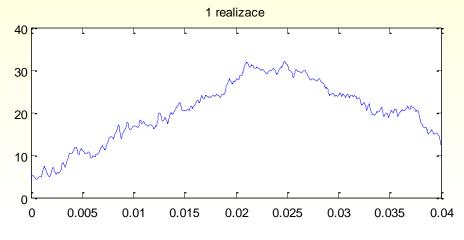
### AEP

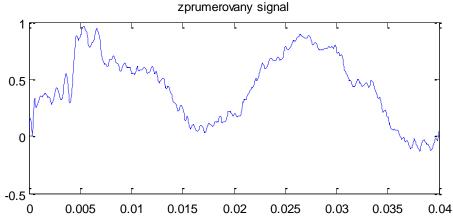
Automaticky detekujte, vyhodnoť te a zakreslete vlnu "V" (pozitivní referenční vlnu v okolí času 6 ms).

průběh jedné AEP odezvy

#### možnosti

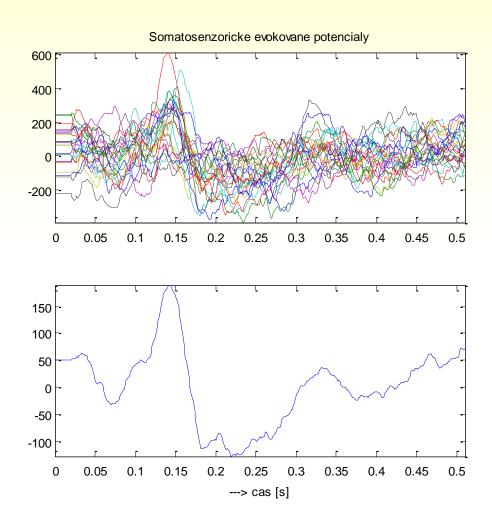
- filtrace
- detekce artefaktů





zprůměrňovaný AEP signál

# SEP



# **EKG**

