



# ZPRACOVÁNÍ A ANALÝZA BIOSIGNÁLŮ V.



## ELEKTROENCEFALOGRAM

# ELEKTROENCEFALOGRAM

- ✓ **ELEKTROENCEFALOGRAM (EEG)** je (grafická) reprezentace časové závislosti rozdílu elektrických potenciálů, snímaných z elektrod umístěných zpravidla na povrchu hlavy (skalpu), výjimečně přímo z kůry mozkové (**elektrokortikogram**), které vznikají jako důsledek **spontánní** elektrické aktivity mozku.

# ELEKTROENCEFALOGRAM

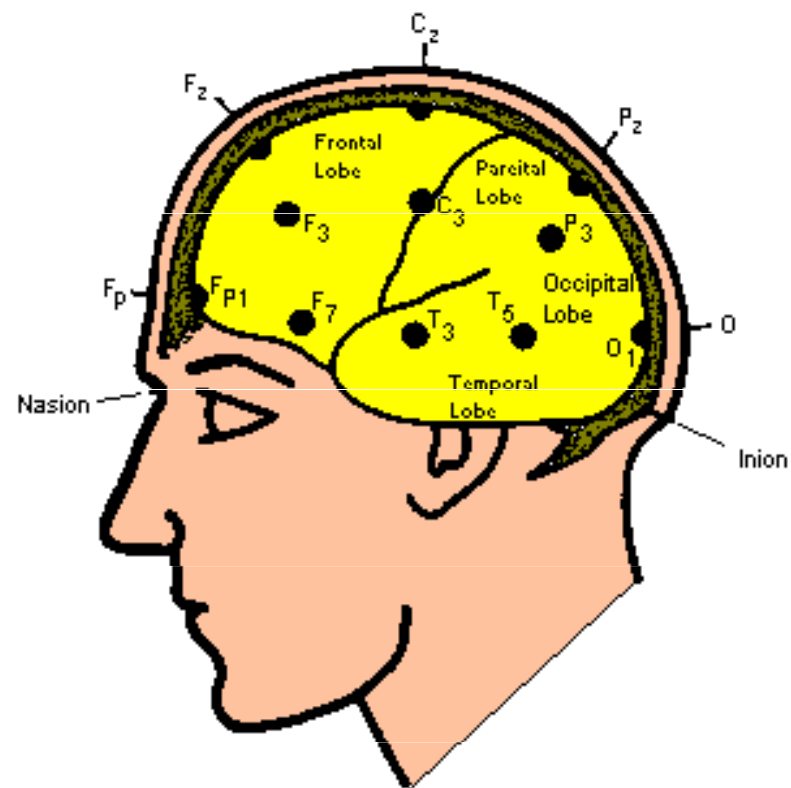
- ✓ **ELEKTROENCEFALOGRAM (EEG)** (mozkové vlny) umožňuje hodnotit různé formy poškození mozku, onemocnění epilepsií případně další poruchy centrální nervové soustavy. Podle legislativy v mnoha zemích se záznam EEG používá k definici mozkové smrti.

První záznam EEG, získaný Hansem Bergerem v 1924.

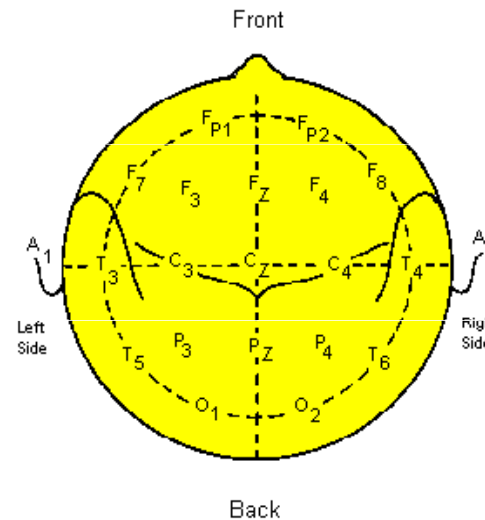
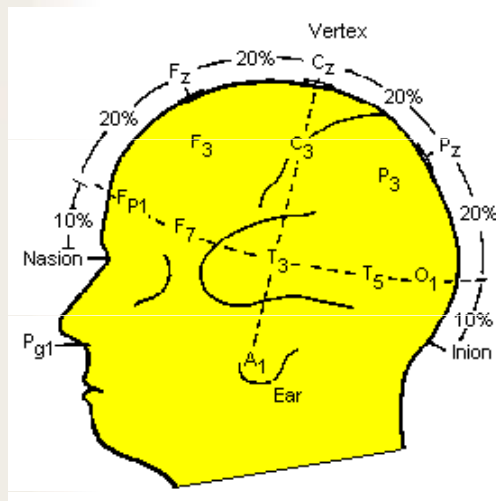


# MOZEK • ZÁKLADNÍ ČÍSLA

- ☑ 2 hemisféry – na nich 4 laloky – čelní (frontální), temenní (parietální), týlní (occipitální), spánkový (temporální)



# EEG – SVODOVÝ SYSTÉM



dr.Jaspers  
od 1958

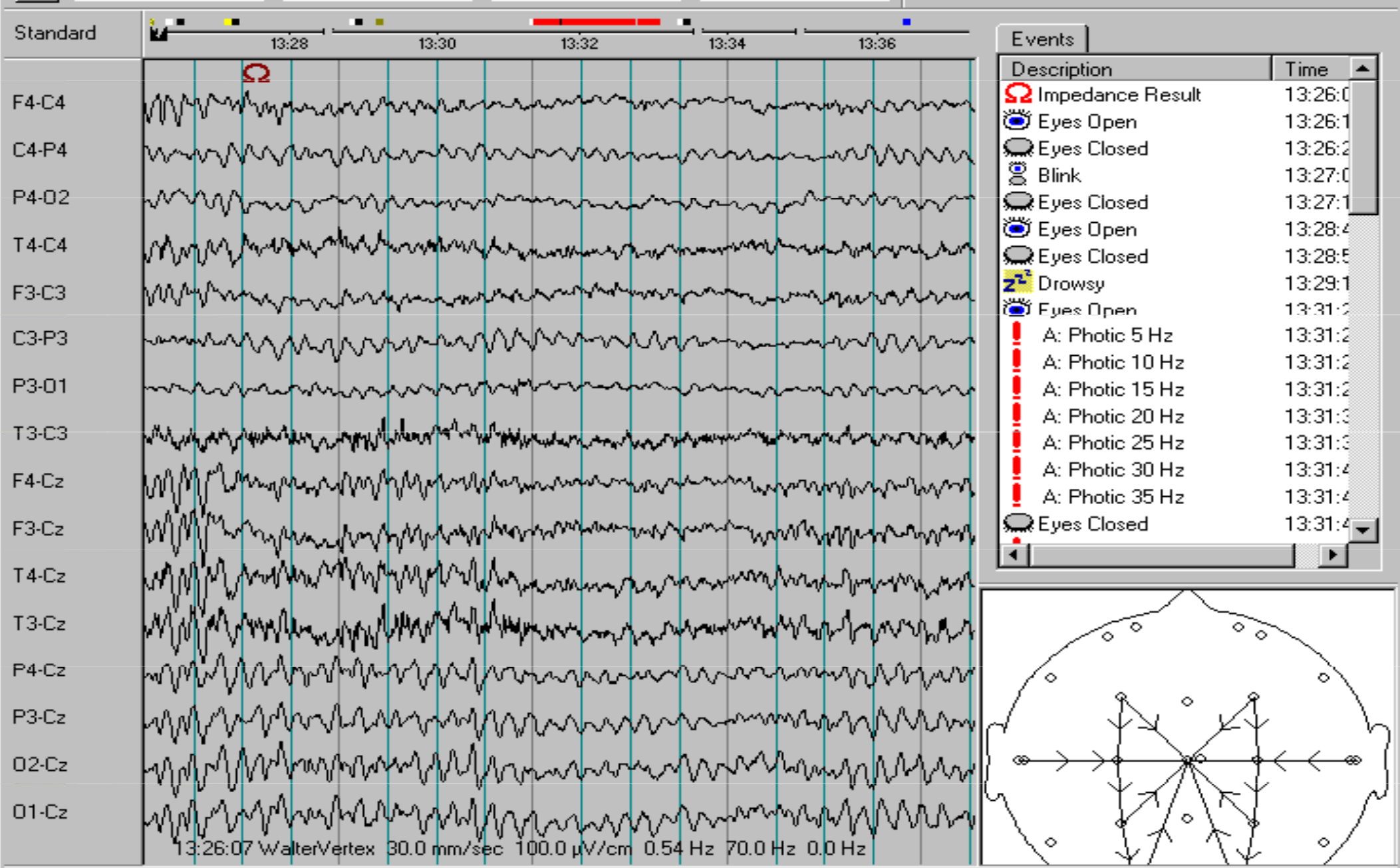
System **10/20** je založen na vztahu mezi pozicemi elektrod a pod nimi ležící mozkovou kůrou. Pozice jednotlivých elektrod jsou definovány podle poměru 10/20% mezi kořenem nosu a týlní jamkou a mezi ušními lalůčky. Identifikace elektrod je založena na označení písmenem **F** (frontální), **Fp** (frontopolární), **T** (temporální), **C** (centrální), **P** (parietální) a **O** (occipitální) a zpravidla číslem – sudá čísla (**2, 4, 6, 8**) označují pozice nad pravou hemisférou, lichá čísla (**1, 3, 5, 7**) nad levou hemisférou, (čím menší hodnota, tím blíže ke středu). Písmeno **z** označuje elektrody v centrální linii.

# EEG – SVODOVÝ SYSTÉM



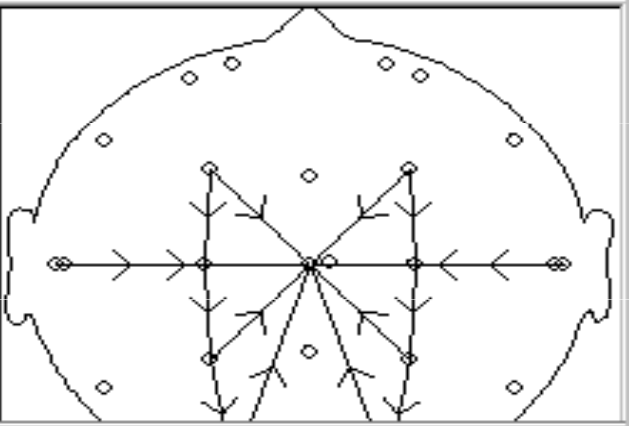
As Recorded

ACC
100.0  $\mu$ V/cm

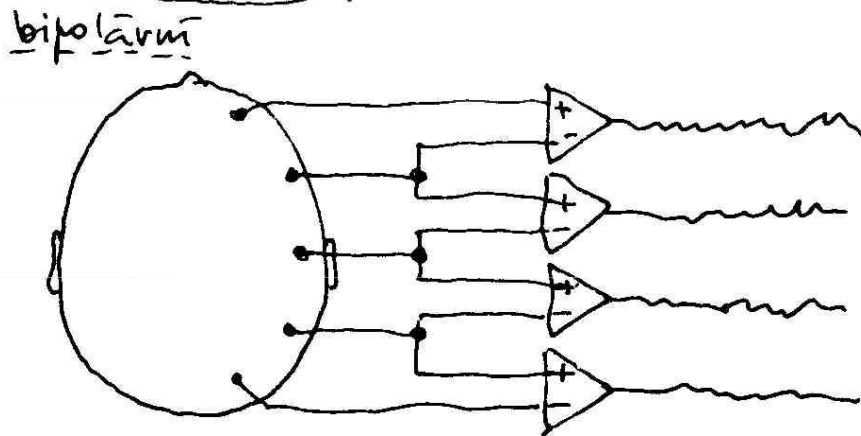
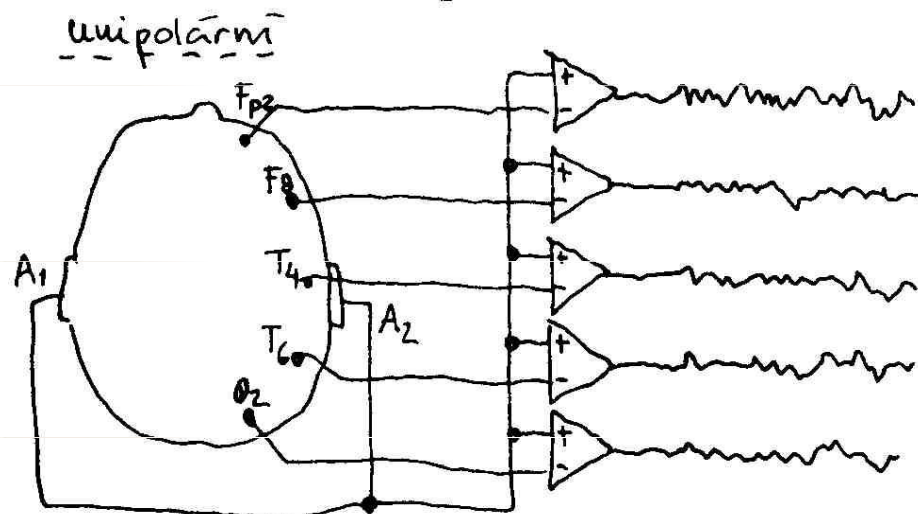


Events

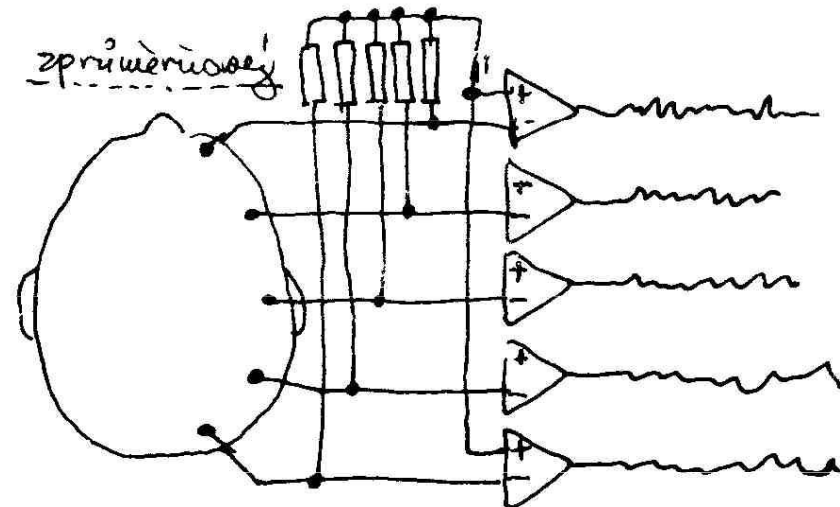
Description	Time
Impedance Result	13:26:07
Eyes Open	13:26:10
Eyes Closed	13:26:20
Blink	13:27:00
Eyes Closed	13:27:10
Eyes Open	13:28:40
Eyes Closed	13:28:50
Drowsy	13:29:10
Eyes Open	13:31:20
A: Photic 5 Hz	13:31:20
A: Photic 10 Hz	13:31:20
A: Photic 15 Hz	13:31:20
A: Photic 20 Hz	13:31:30
A: Photic 25 Hz	13:31:30
A: Photic 30 Hz	13:31:40
A: Photic 35 Hz	13:31:40
Eyes Closed	13:31:40



# REŽIMY SNÍMÁNÍ



unipolární – větší vlny, větší dynamika; horší lokalizace než u bipolárního zapojení;





# EEG • VLASTNOSTI SIGNÁLU

## ☑ aktivita

→ rytmická

☐ monomorfní (dominantní frekvence)

☐ polymorfní (více frekvenčních složek)

→ arytmiická (sled vln)

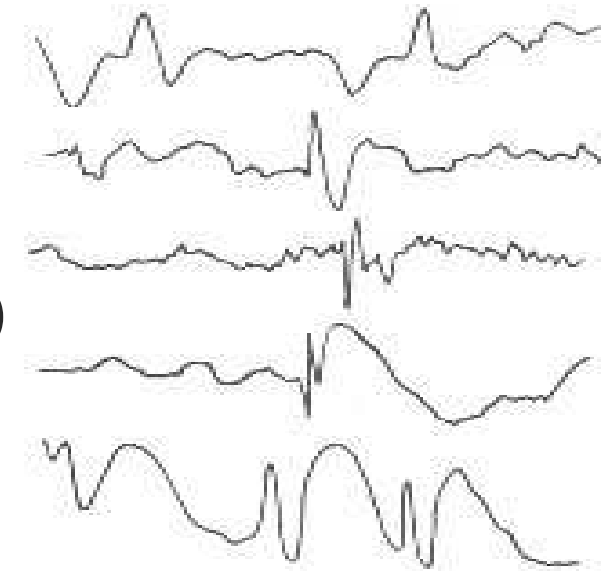
## ☑ ojedinělé útvary

→ lambda vlna - trvání  $\sim 100$  ms, výskyt v okcipitální krajině;

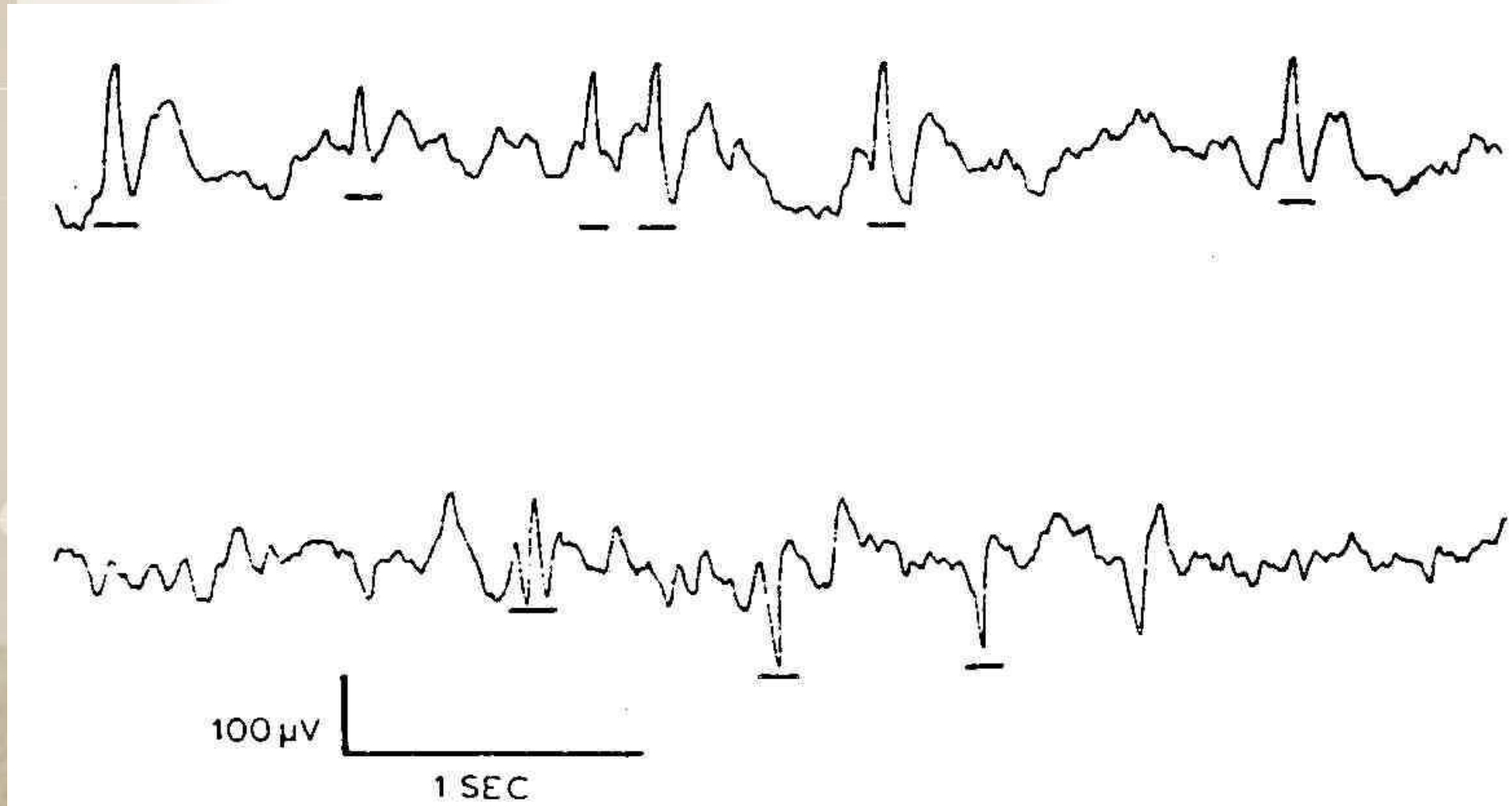
→ hrot - trvání do max. 80 ms, kromě tvaru se hodnotí i souvislosti;

→ komplex hrot-vlna – vlna pomalá, trvání 200 – 500 ms

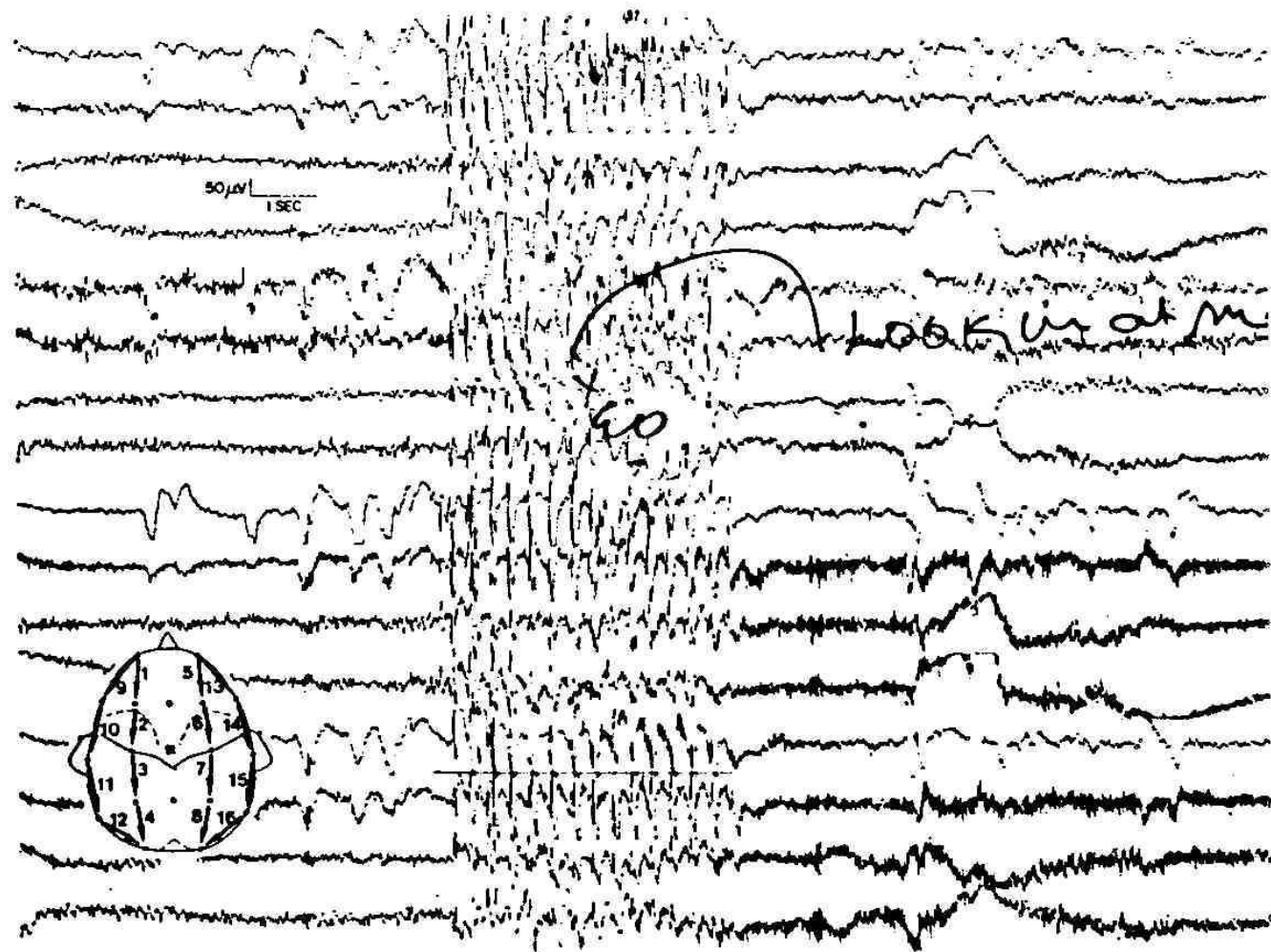
→ komplex mnohačetných hrotů a pomalých vln



# HROT - VLNA



# KOMPLEX HROT - VLNA



# EEG • VLASTNOSTI SIGNÁLU

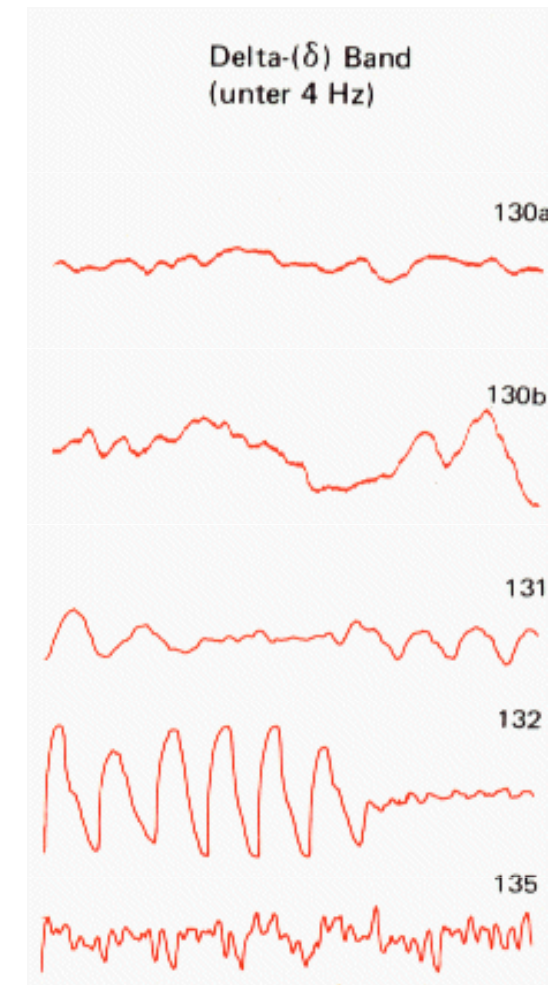
## RYTMY

**delta** (0-4 Hz) –

u dospělého bdícího vždy patologie,  
u dětí kolem 4 měsíců jsou 4 Hz v  
normě;

u dětí v prepubertě ojediněle  
osamocené vlny delta 75 – 100  
 $\mu\text{V}$  v kombinaci s alfa výskyt ve  
spánku, velikost až 100  $\mu\text{V}$ ;

čím je amplituda větší, resp. rozsah  
frekvencí užší, tím je patologie  
významnější



# EEG • VLASTNOSTI SIGNÁLU

## RYTMY

**theta** (4-8 Hz) –

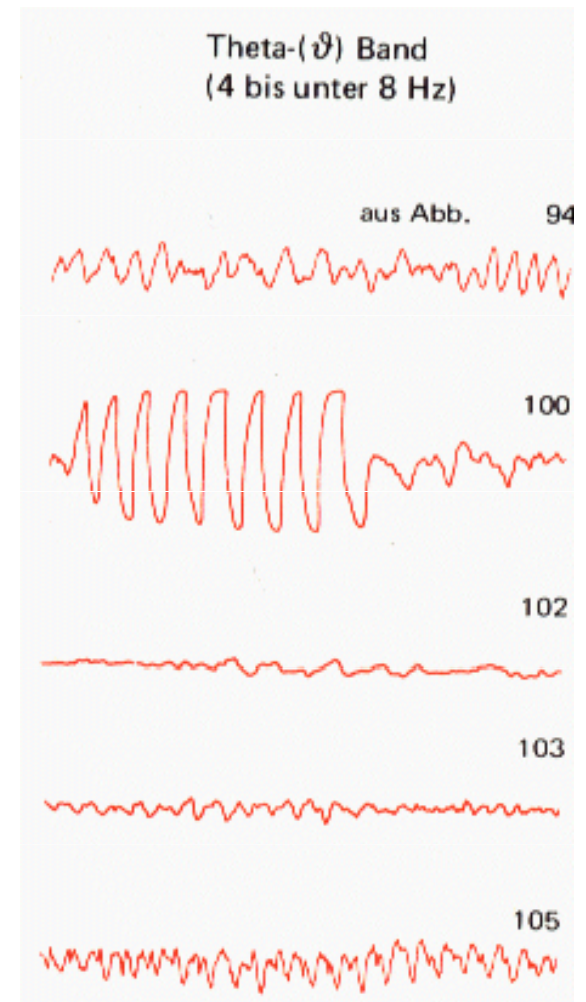
napětí až do 150  $\mu\text{V}$ ;

v oblastech centrální, temporální,  
parietální do 15  $\mu\text{V}$  normál;

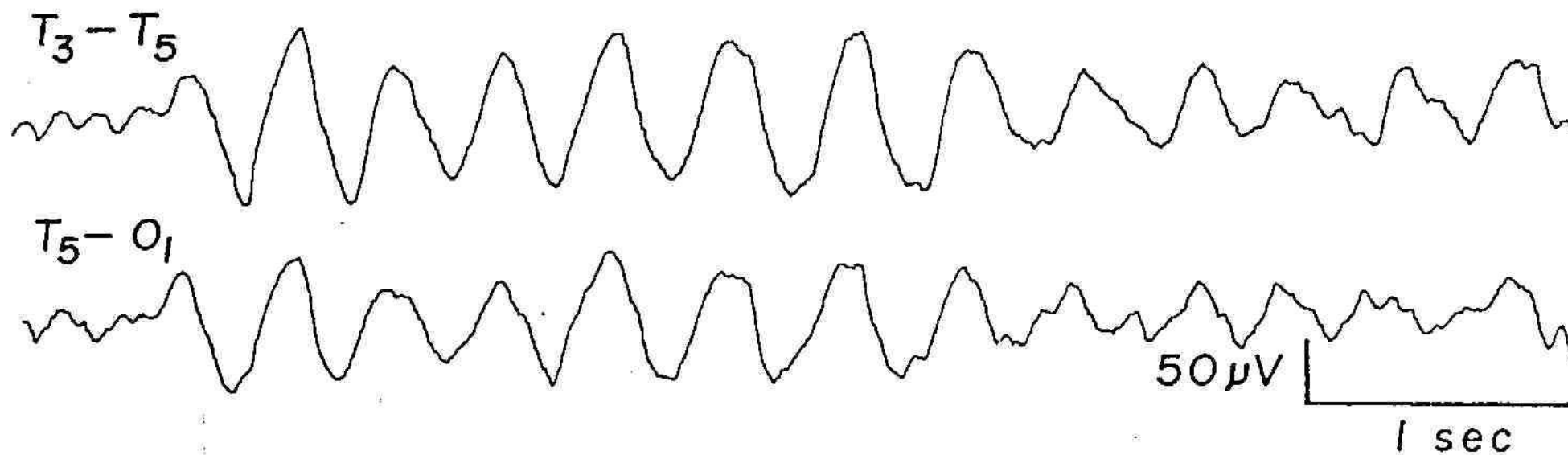
patologie – je-li theta alespoň 2x  
vyšší než alfa nebo 30  $\mu\text{V}$ , není-li  
alfa

theta i delta stoupá u psychotestů s  
otevřenýma očima;

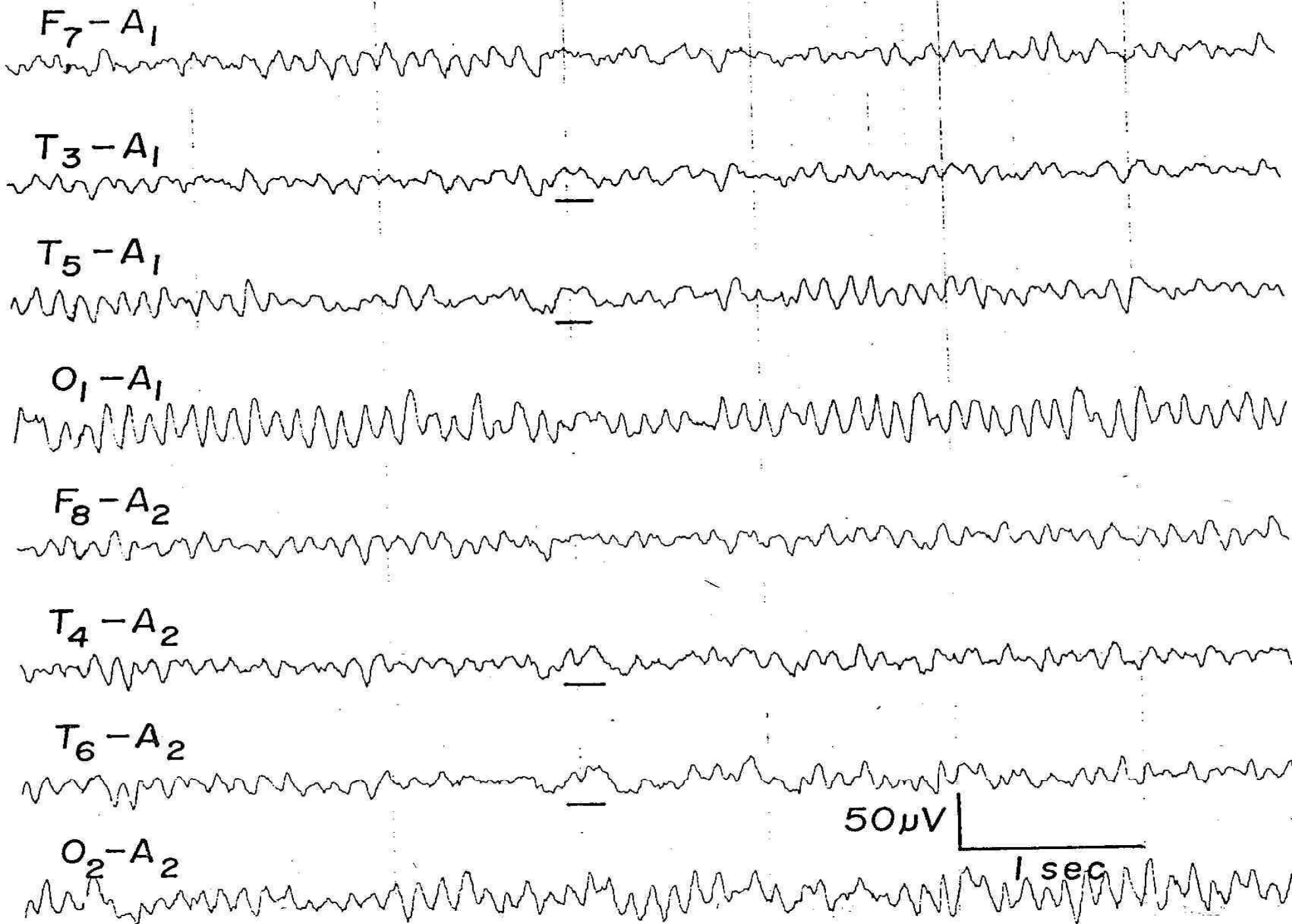
zřídka je rytmický







Monomorfní pomalá aktivita frekvence 2,5 Hz



56 Y.O. HF = 70 LF = 1

Temporální vlny theta

# EEG • VLASTNOSTI SIGNÁLU

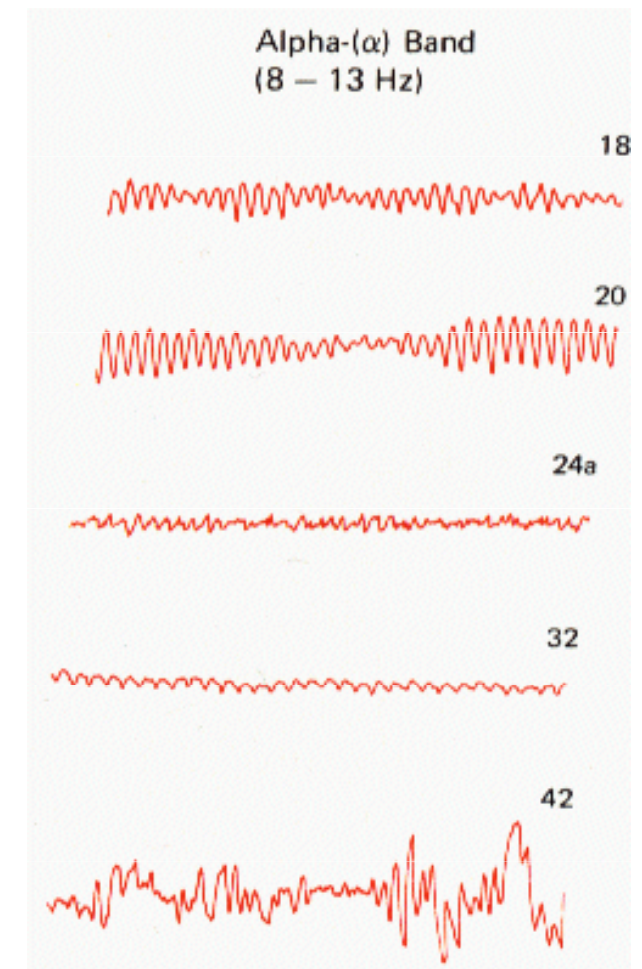
## RYTMY

**alfa** (8-13 Hz) – v bdělém stavu max. nad zadními oblastmi mozkových hemisfér, nejlépe zavřené oči, před usnutím; tlumí se otevřením očí a duševní činností; od narození slepé osoby nemají alfa rytmus

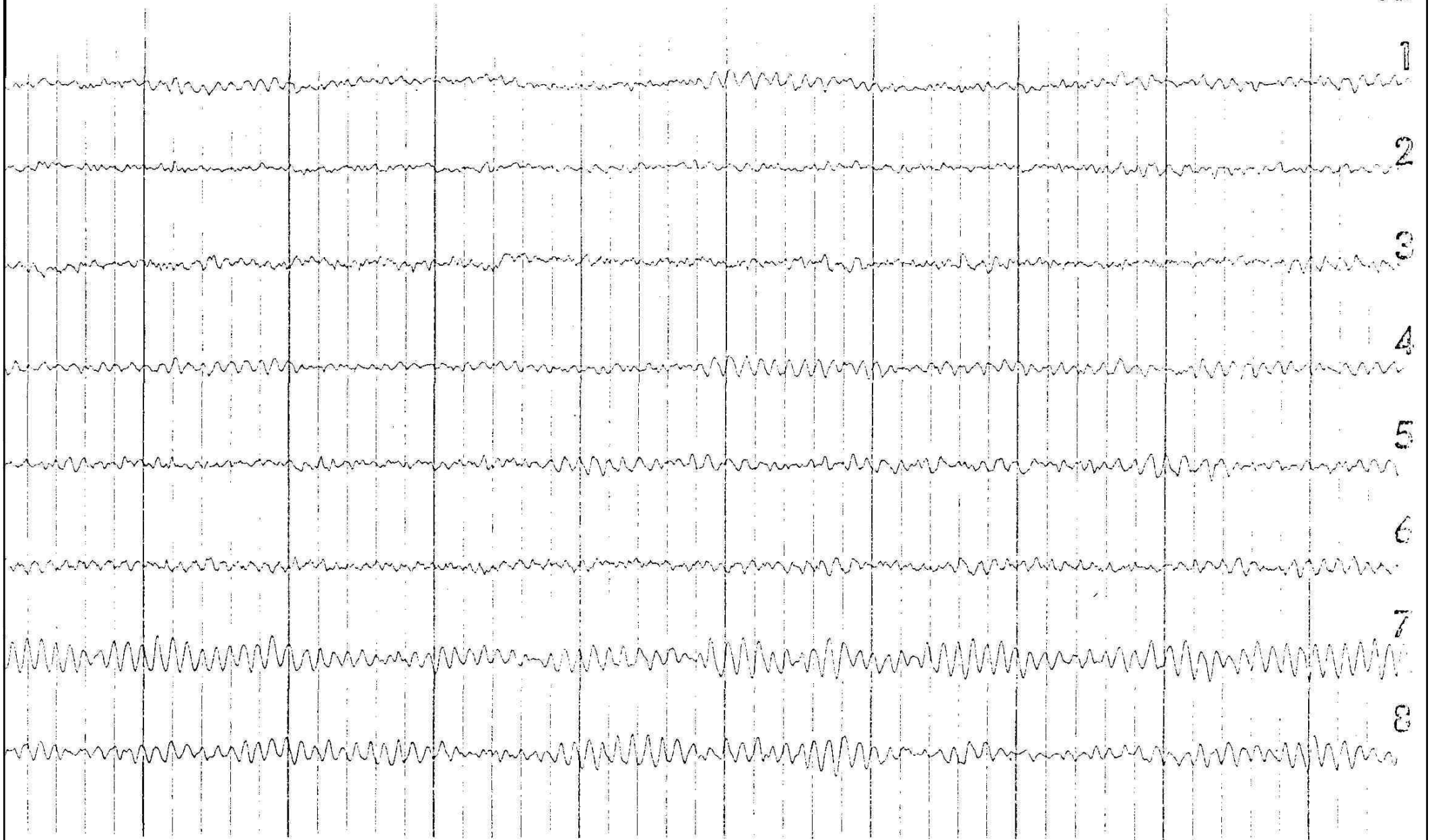
velikost signálu 20-50  $\mu\text{V}$ , trvání jednotlivých vln 80- 125 ms;

u 85% zdravých osob ve věku 20 – 60 let je frekvence 9,5-10,5 Hz, vyšší kmitočet je normální, pokles pod 8 Hz je patologický;

podle zastoupení v záznamu se rozlišuje – dominantní, subdominantní, smíšený a řídký alfa rytmus







# EEG • VLASTNOSTI SIGNÁLU

## RYTMY

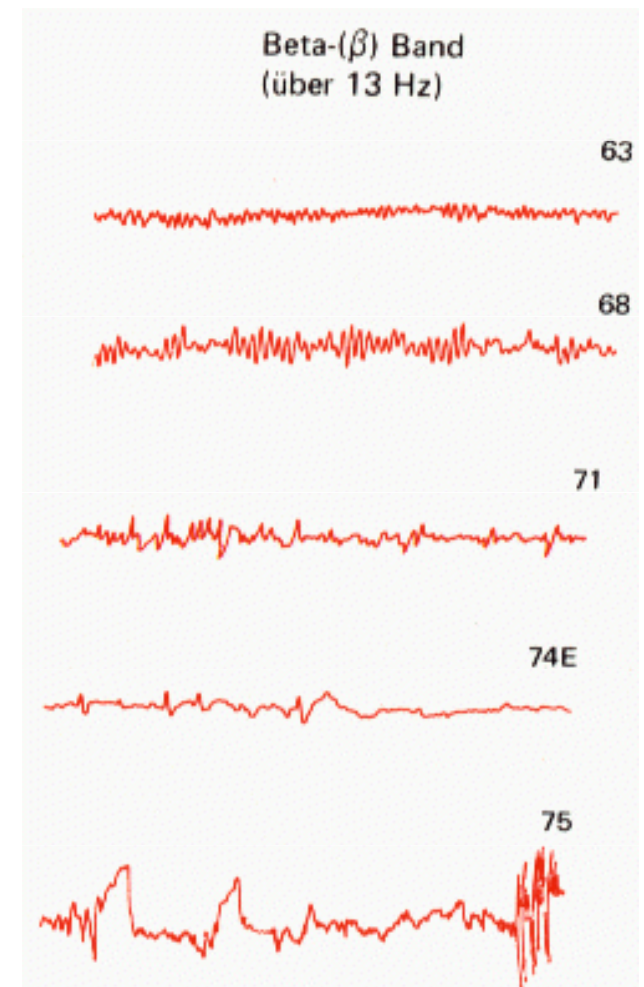
- mi** ( $\mu$ ) (7-11 Hz) – napětí pod 50  $\mu$ V; charakteristický arkádový nebo hřebenový tvar – tvar písmene m či u, zřejmě nemá podstatný patologický význam, častěji se ale vyskytuje u psychicky narušených jedinců
- sigma** ( $\sim$ 14 Hz) – spánková vřeténka (III. spánkové stadium) ve frontální a frontocentrální oblasti; velikost 30 – 40  $\mu$ V

# EEG • VLASTNOSTI SIGNÁLU

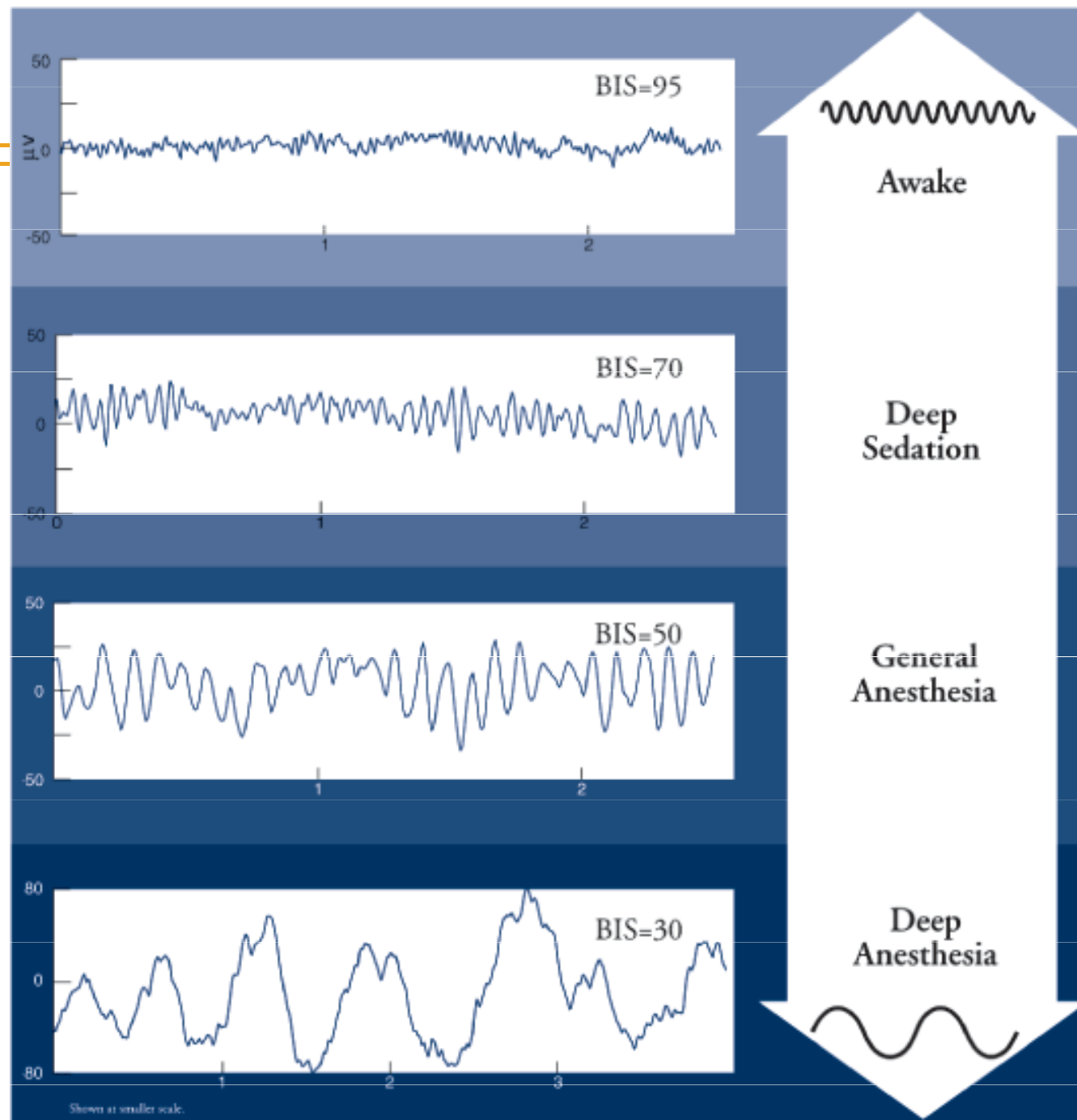
## RYTMY

**beta** (13 – 30 Hz, někdy 18 – 32 Hz) – symetrický výskyt, dozadu ubývá, typické při soustředění na vnější podněty, při duševní činnosti a při afektech; velikost do 30  $\mu$ V, trvání jednotlivých vln 40 – 50 ms

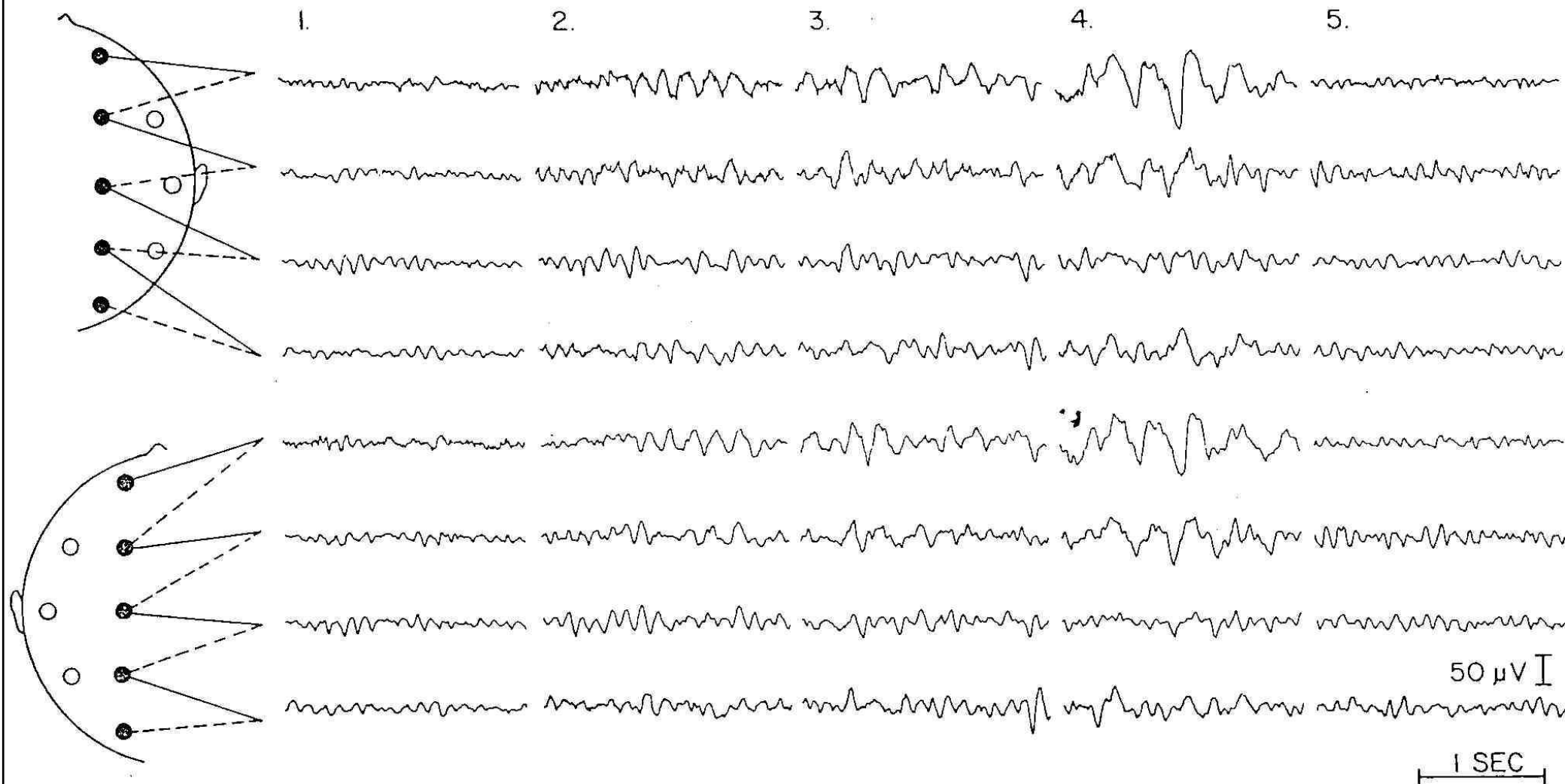
**gama** (nad 30 Hz)



# ZMĚNY V EEG SIGNÁLU PŘI ANESTÉZII







Normální hyperventilační odpověď u 45 -leté osoby 4 - 5 hodin po posledním jídle.

1. Před hyperventilací - normální EEG
2. Za 1 minutu po HV - theta vlny s maximem frontálně
3. Za 2 minuty po HV - theta a delta vlny s maximem frontálně
4. Za 3 minuty po HV - četné rytmické delta vlny s maximem frontálně

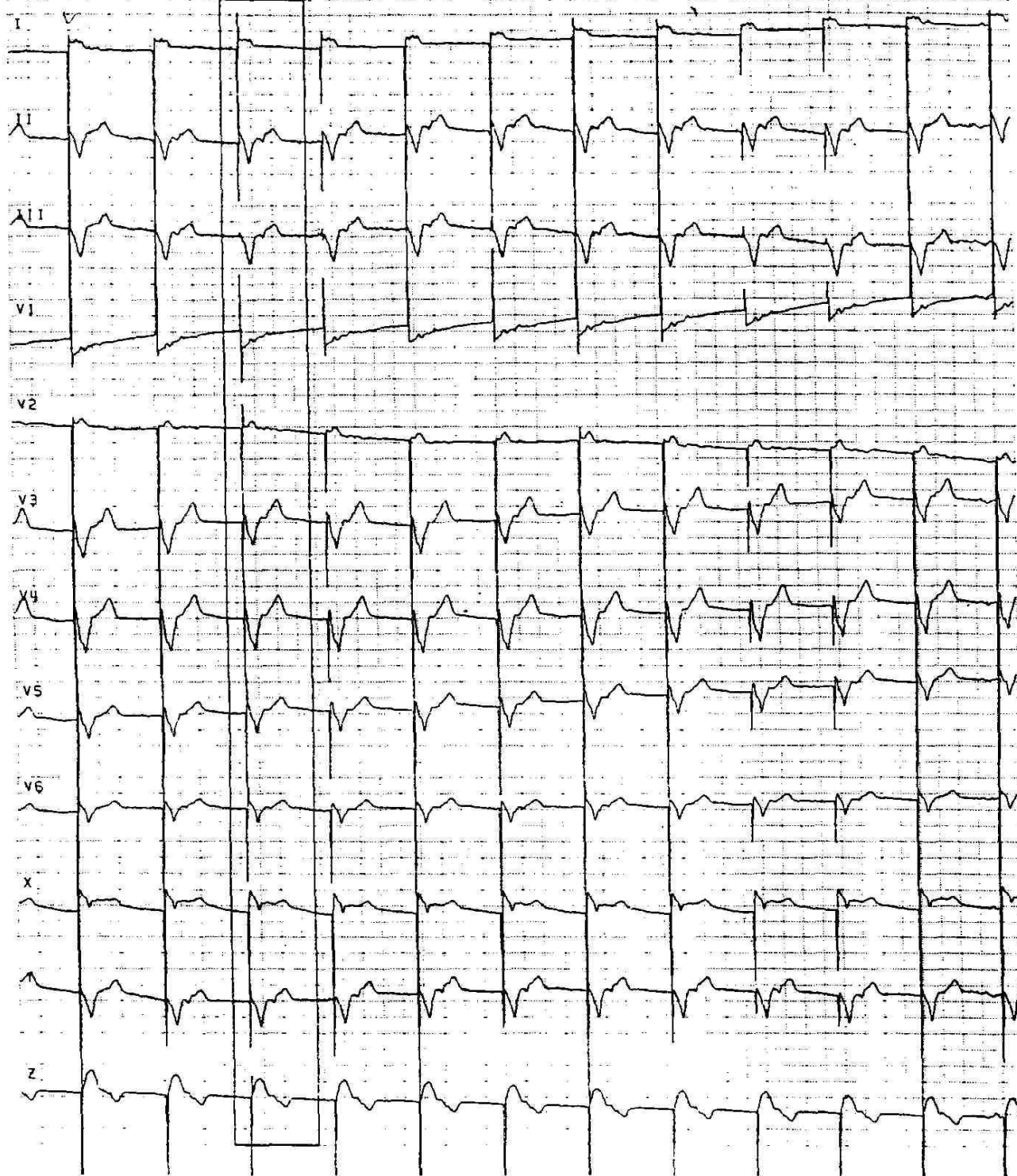
# EEG • VLASTNOSTI RUŠENÍ

- ☑ **drift izolinie** – vysoká vlny, trvání 2-3 s ( $\rightarrow 0,5$  Hz);
- ☑ **artefakty z dýchacích pohybů** – periody od 4 s;
- ☑ **artefakty pulsové** – zpravidla je-li elektroda nad artérií;
- ☑ **artefakty EKG** – hroty v období komplexů QRS – nízká amplituda, průšvih u kardiostimulátorů;

DS.: 00 0

NR. 1232/67

(HOR: 0.2 SEC/DIV . VERT: 0.5 MV/DIV)

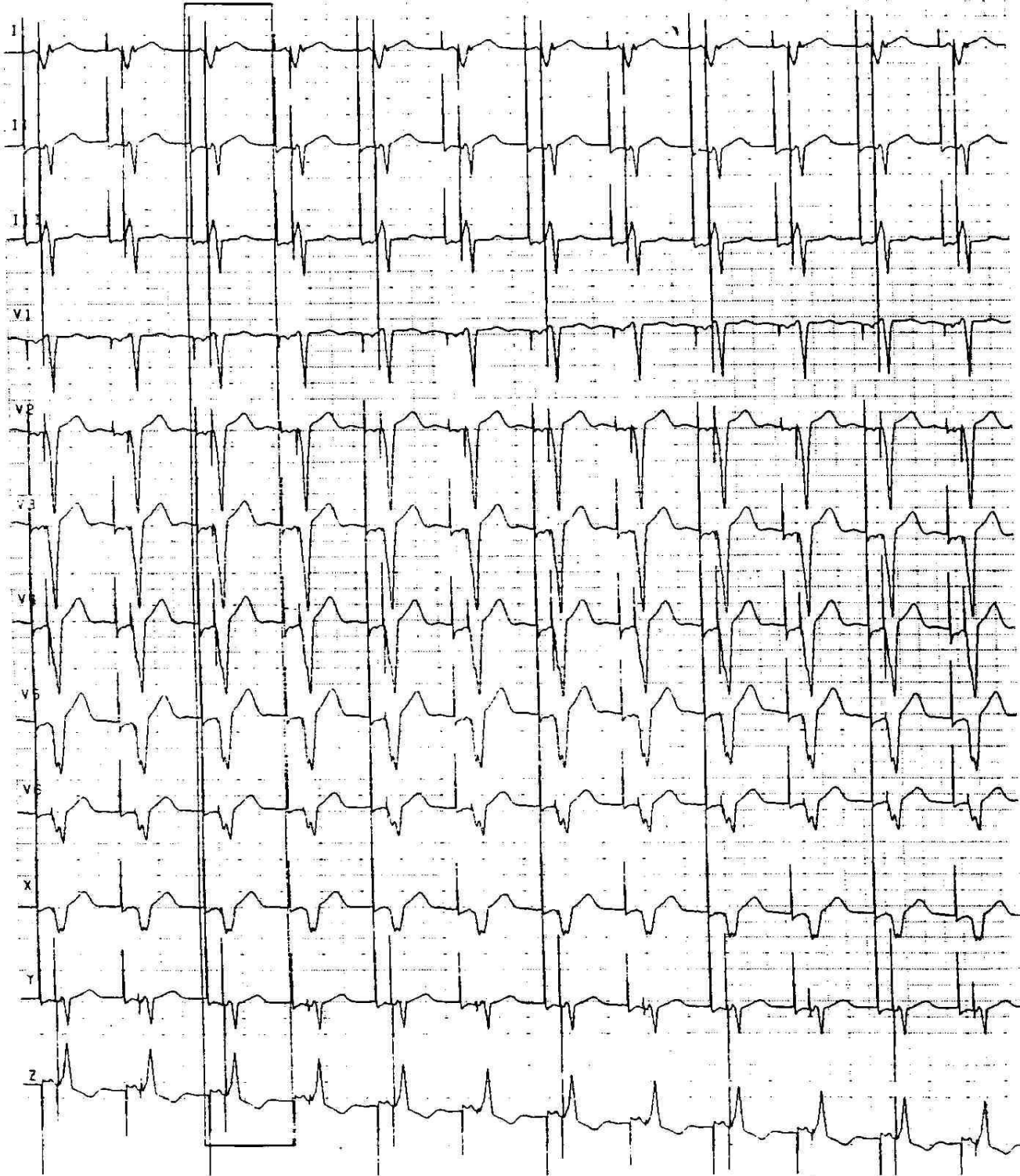




DS.: 00 0

NR. 1273/70

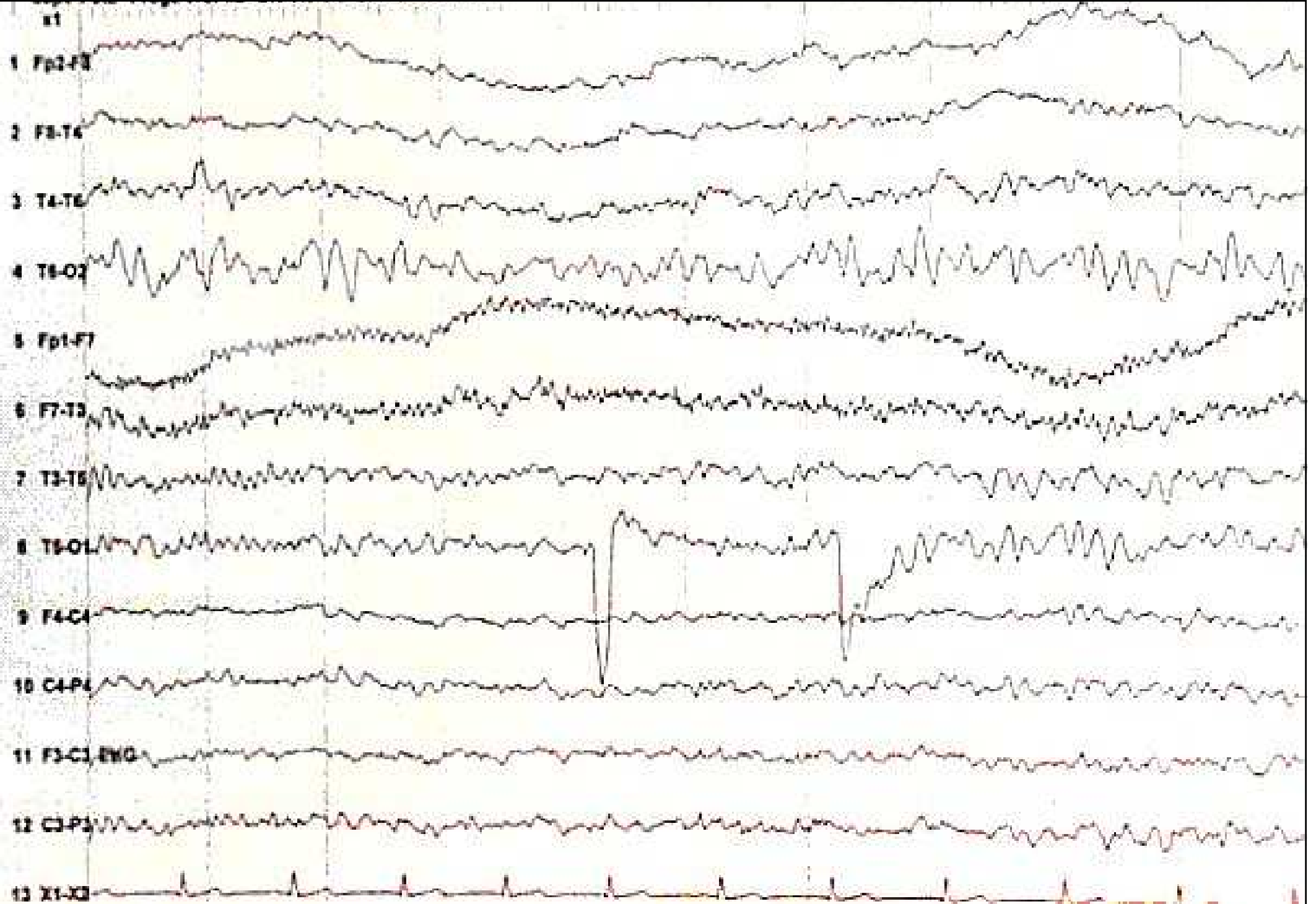
THOR: 0.2 SEC/DIV , VERT: 0.5 MV/DIV



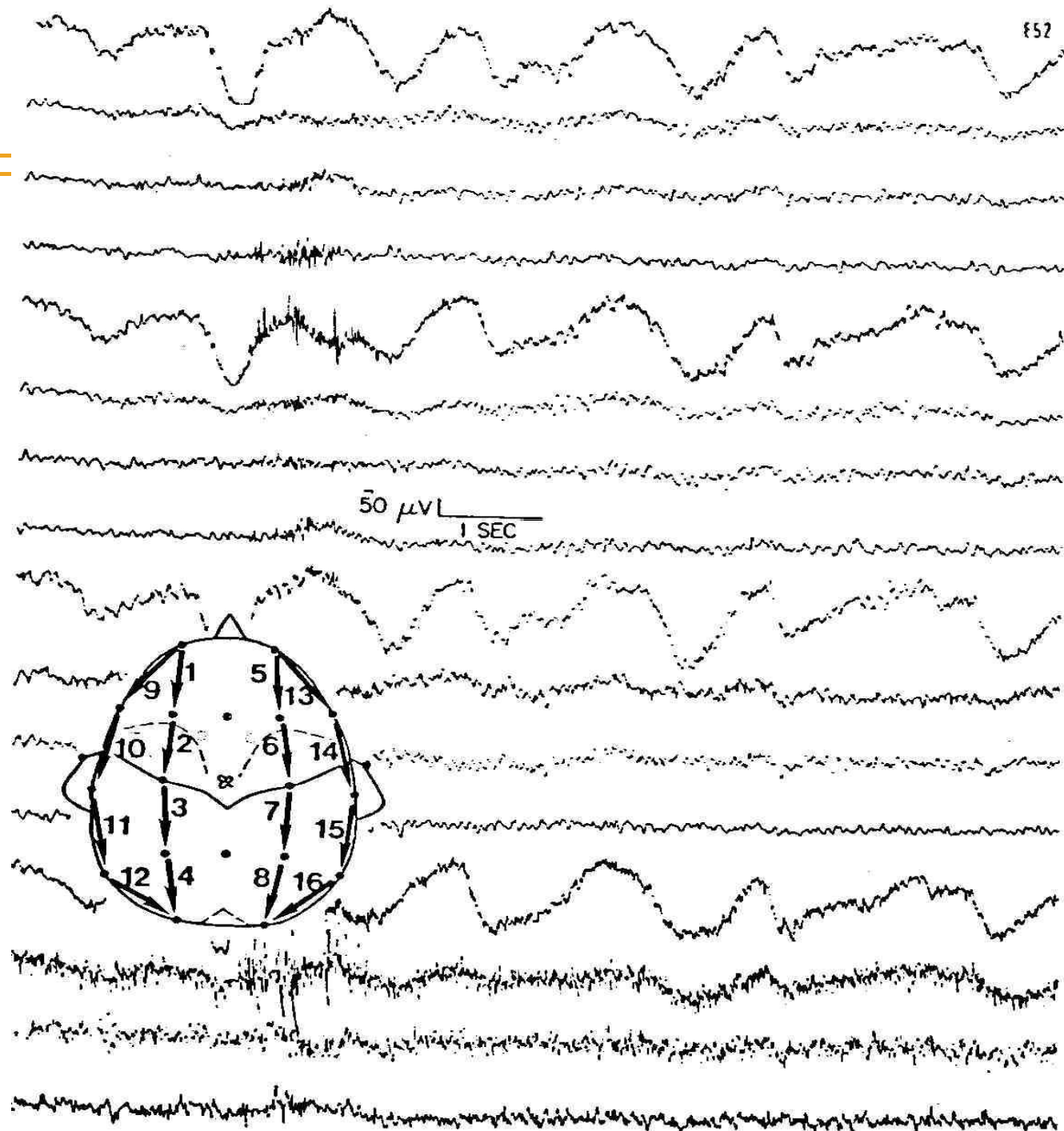
a analiz



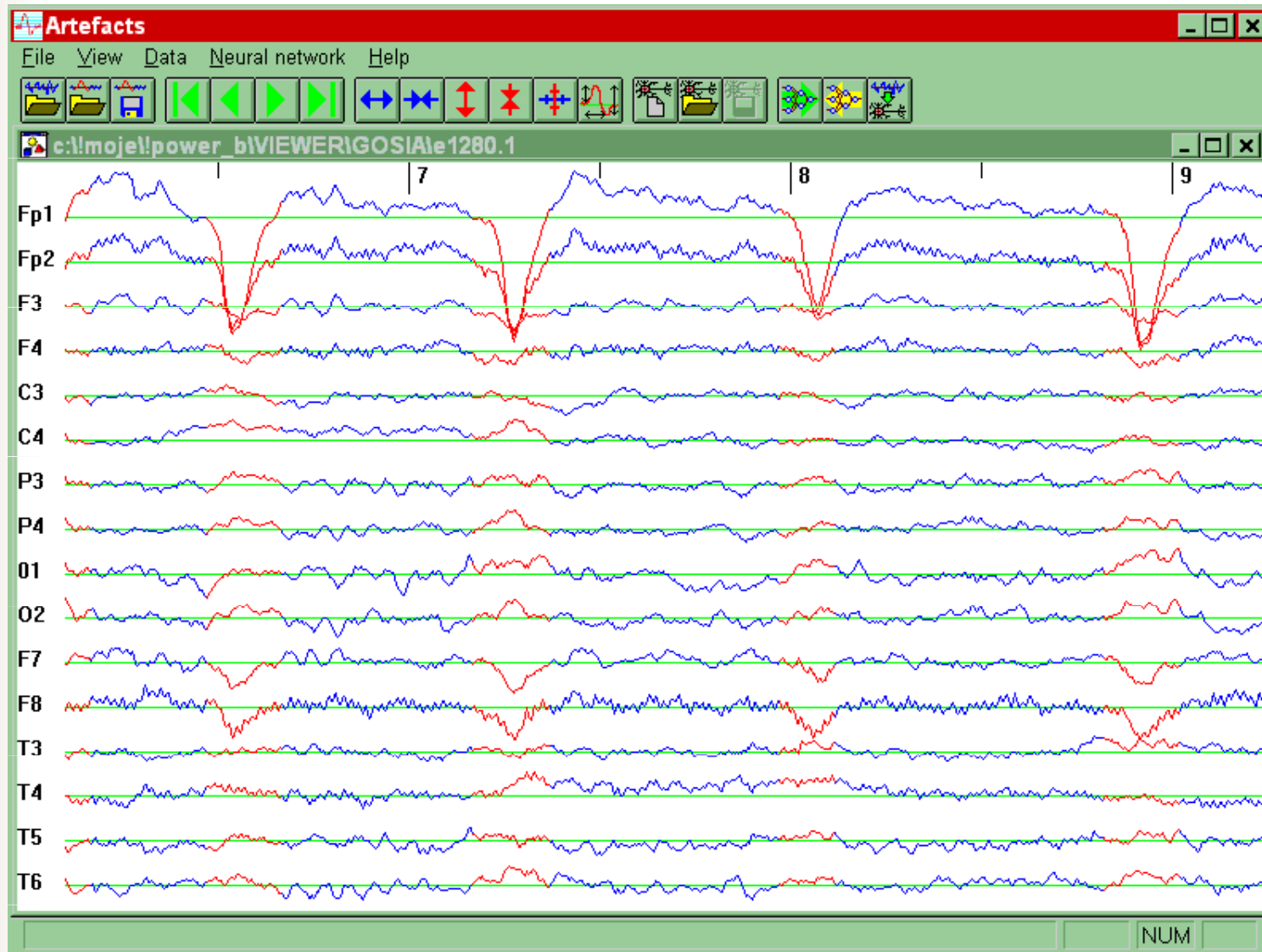




**DRIFT  
IZOLINIE**  
✻  
**POMALÉ  
POHYBY OČÍ**

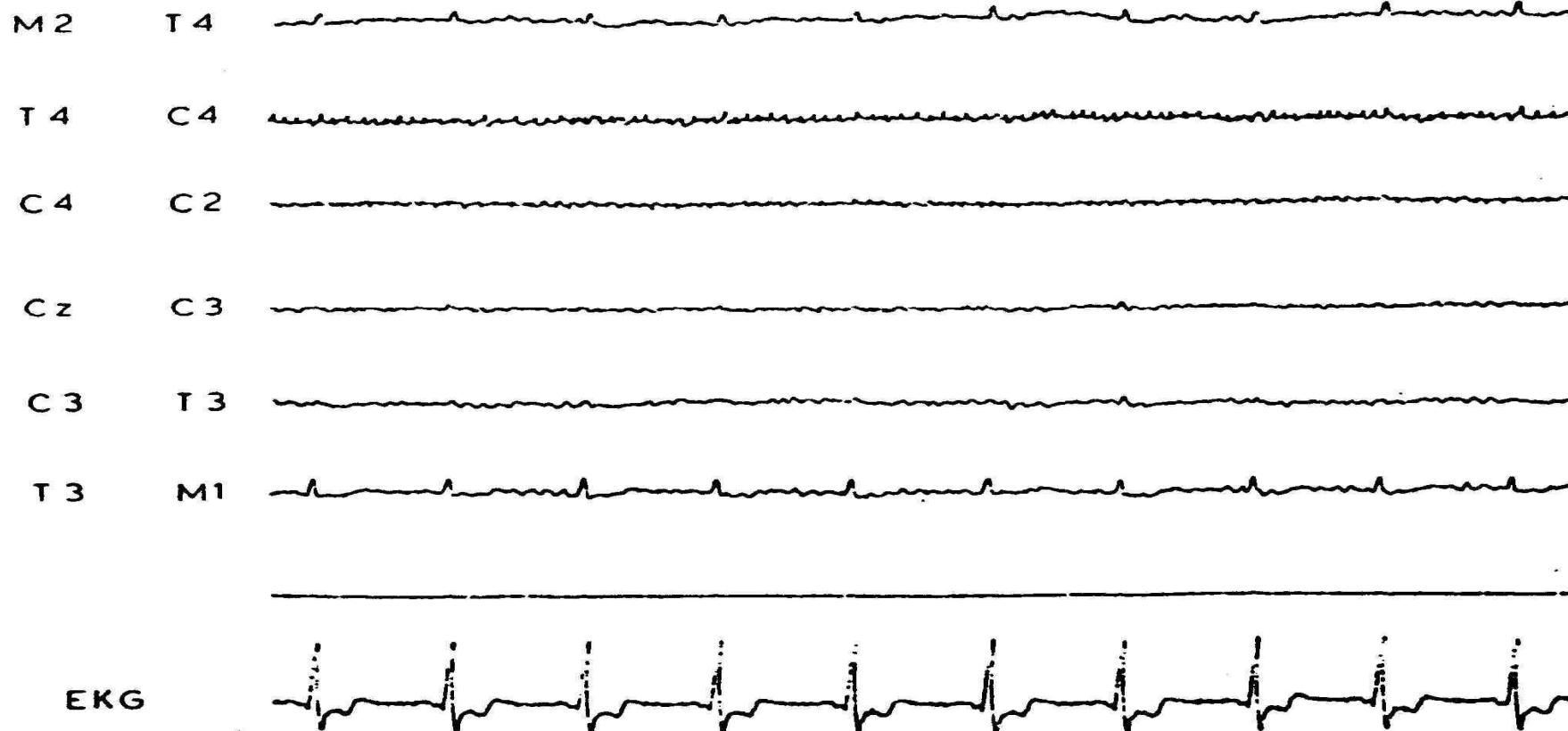


# MRKÁNÍ



# EKG ARTEFAKTY

100  $\mu$ V  
SECOND



# EEG • VLASTNOSTI RUŠENÍ

- ☑ **artefakty vyvolané pohyby očních bulbů** – ve frontálních svodech, frekvence odpovídá delta až alfa vlnám (většinou pod 3 Hz);
- ☑ **vf artefakty** – myopotenciály velkých svalů (30-50 Hz)

# VZORKOVÁNÍ

## ☑ frekvenční obsah

- spontánní EEG (0-70 Hz)
- evokované potenciály (potenciály mozkového kmene až do 3 kHz)

spodní hranice vzorkovací frekvence  $f_{vz} = 125$  Hz

- ☑ A/D převod nejčastěji 12 bitů, lze najít i hrubší kvantování, vyjimečně i 8 bitů;
- ☑ dynamický rozsah  $\pm 500 \mu V \Rightarrow 1 \mu V \sim 4$  úrovně při kvantování na 12 bitů

# ANALÝZA EEG

## 3 hlavní oblasti zájmu:

- ✓ **spontánní nezáchvatovitá aktivita (neparoxysmální, background)**
- ✓ **spontánní záchvatovitá aktivita (paroxysmální)**
- ✓ **(evokované potenciály)**

# ANALÝZA EEG

## SPONTÁNNÍ NEZÁCHVATOVITÁ AKTIVITA

- ☑ **aktivita bez výrazných časových změn**  
(normální spontánní aktivita při bdění a v klidu, alfa a beta rytmy, kontinuální pomalé rytmy, polymorfní pomalá aktivita, ...);
- ☑ **aktivita s pomalými změnami v čase**  
(spánková aktivita, aktivita při změnách polohy, aktivita v komatu, aktivita při hyperventilaci, ...);
- ☑ **aktivita intermitentního typu**  
(přerušovaná) (sigma aktivita, mí aktivita, přerušované pomalé rytmy)



# ANALÝZA EEG

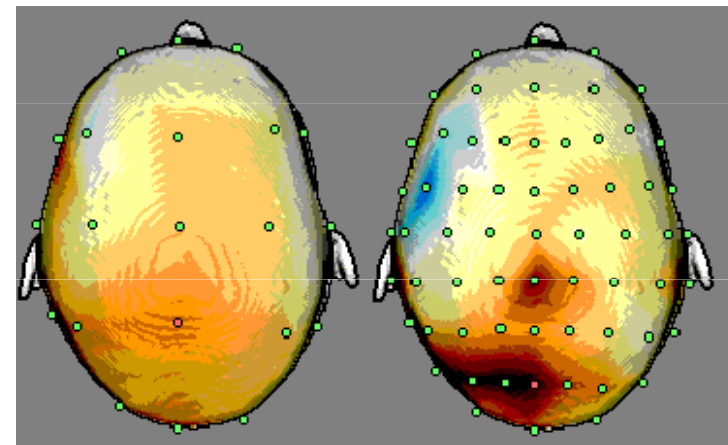
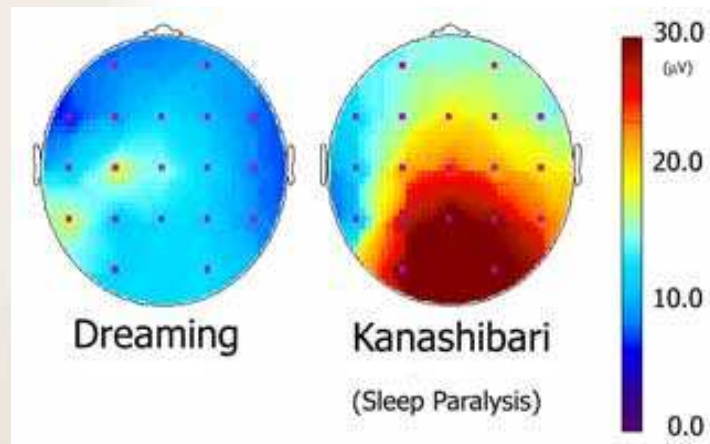
## SPONTÁNNÍ NEZÁCHVATOVITÁ AKTIVITA

### ☑ **grafoelementy**

- hroty, ostré vlny, komplexy hrot/vlna
- rytmické formace hrot/vlna 3/s
- přechodné stavy ve spánku
- jednotlivé polyfázové vlnky
- paroxysmální pomalé vlny
- :
- :

# ANALÝZA EEG ZPŮSOB ZOBRAZENÍ

- ✓ frekvenční oblast
- ✓ časová oblast
- ✓ mapování



# ANALÝZA EEG

## POUŽÍVANÉ PROSTŘEDKY

### ✓ **frekvenční analýza**

- **stacionární analýza** – testy stacionarity, FFT, neparametrické a parametrické metody
- **nestacionární analýza** – časový vývoj frekvenčního spektra, časově-frekvenční transformace, ....

### ✓ **analýza v časové oblasti**

- **detekce grafoelementů** - mimetické metody, korelační analýza, ...

### ✓ **mapování**

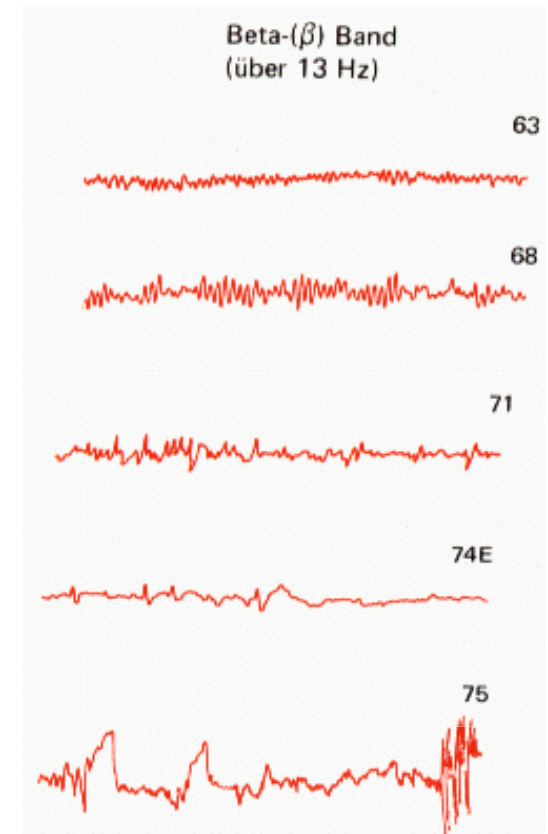
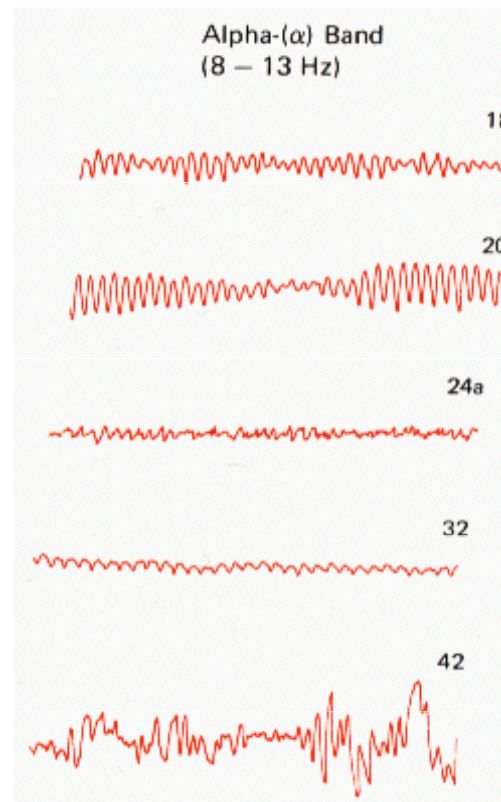
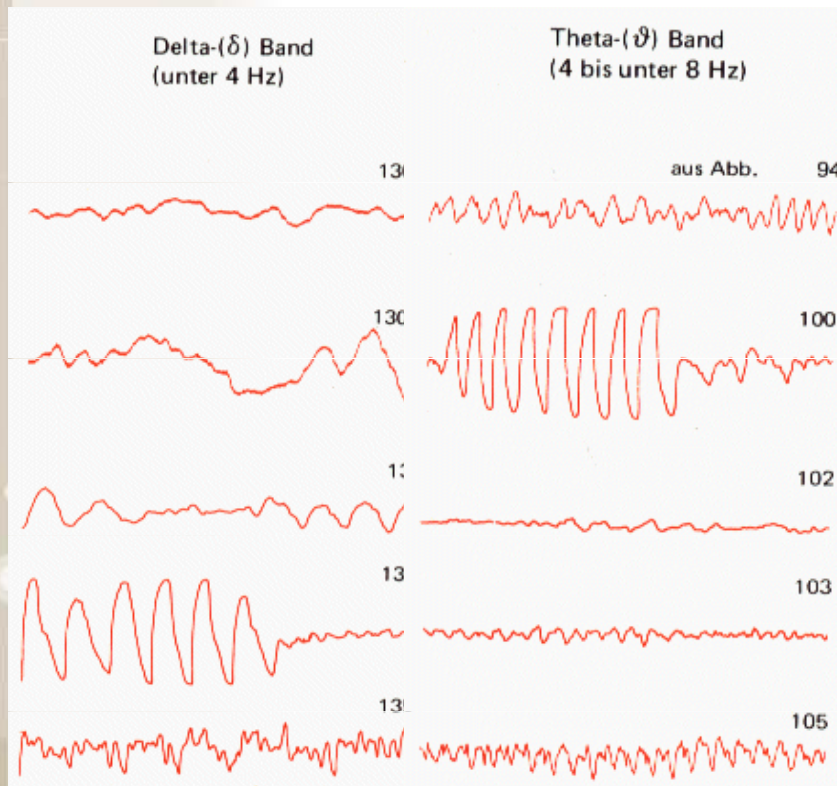
- **metody zpracování obrazů** - korekce neostrotí, analýza vzájemných souvislostí, lokalizace zdrojů, modely, ...

# EEG \* VLASTNOSTI SIGNÁLU RYTMY

**delta** (0-4 Hz) **theta** (4-8 Hz)

**alfa** (8-13 Hz)

**beta** (13 – 30 Hz,  
někdy 18 – 32 Hz)



**gama** (nad 30 Hz)