



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

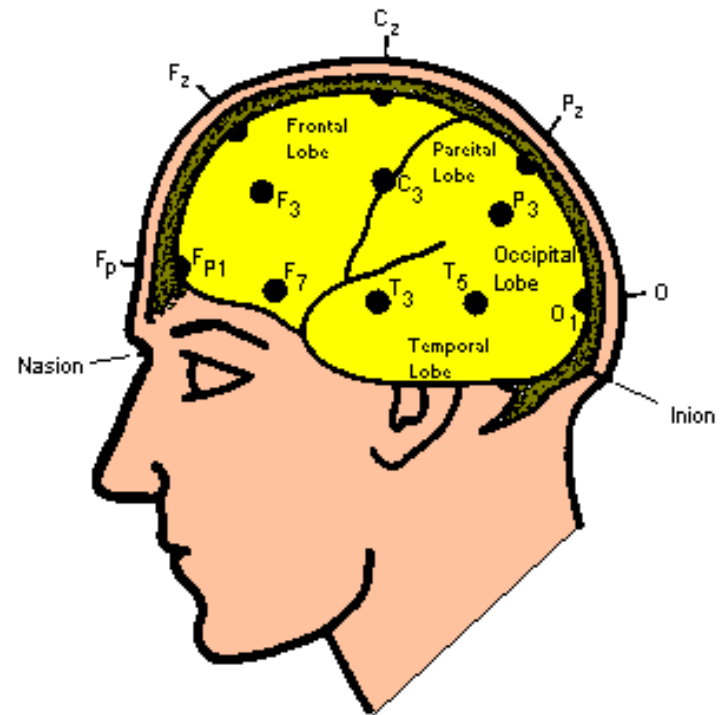
- ☑ **ELEKTROENCEFALOGRAM (EEG)** (mozkové vlny) umožňuje hodnotit různé formy poškození mozku, onemocnění epilepsií případně další poruchy centrální nervové soustavy. Podle legislativy v mnoha zemích se záznam EEG používá k definici mozkové smrti.

První záznam EEG, získaný Hansem Bergerem v 1924.

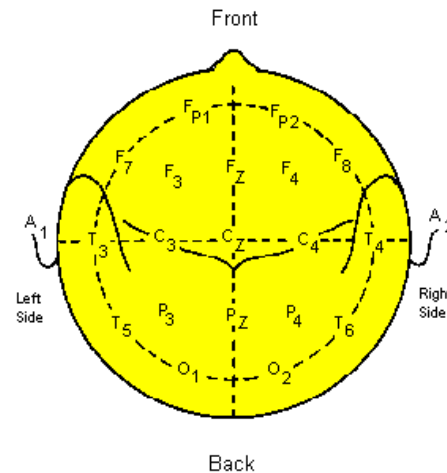
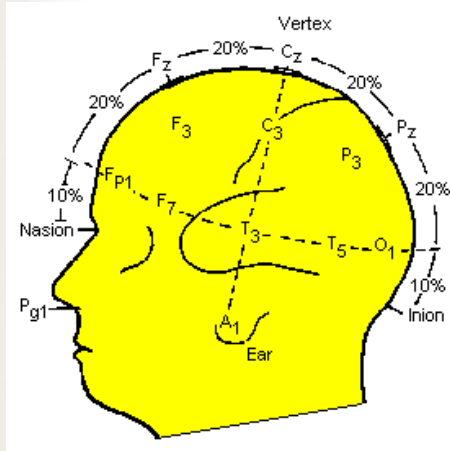


MOZEK • ZÁKLADNÍ ČÍSLA

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



EEG – SVODOVÝ SYSTÉM



dr. Jaspers
od 1958

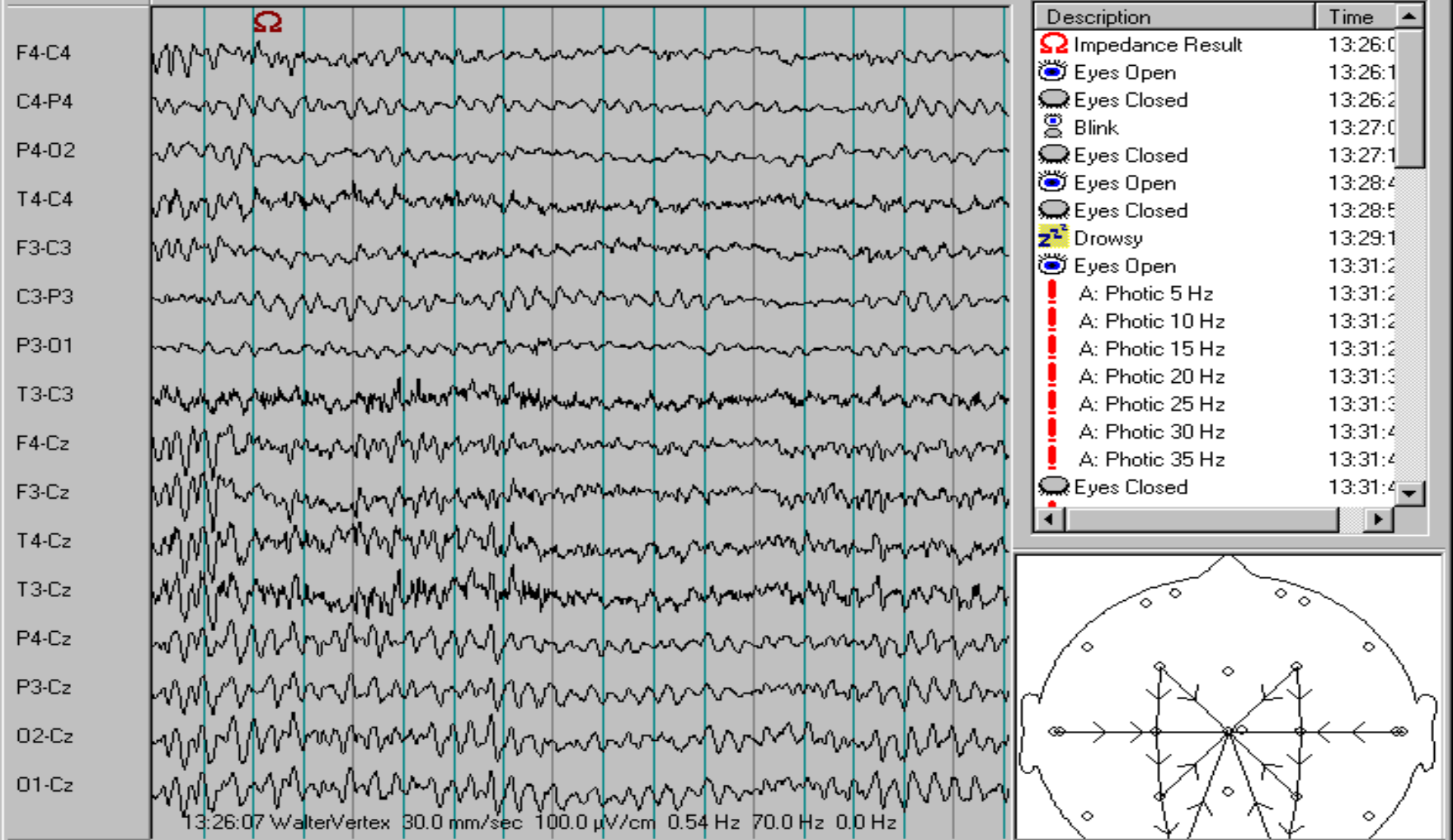
System **10/20** je založen na vztahu mezi pozicemi elektrod a pod nimi ležící mozkovou kůrou. Pozice jednotlivých elektrod jsou definovány podle poměru 10/20% mezi kořenem nosu a týlní jamkou a mezi ušními lalůčky. Identifikace elektrod je založena na označení písmenem **F** (frontální), **Fp** (frontopolární), **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

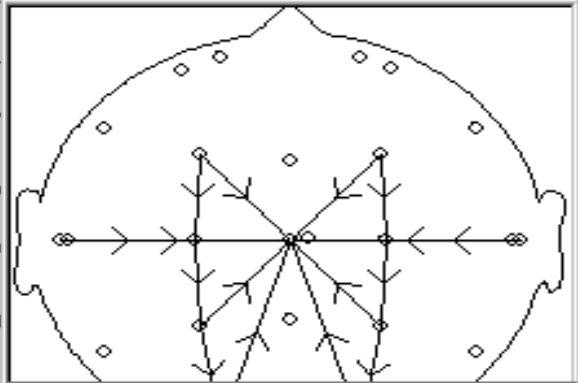


As Recorded

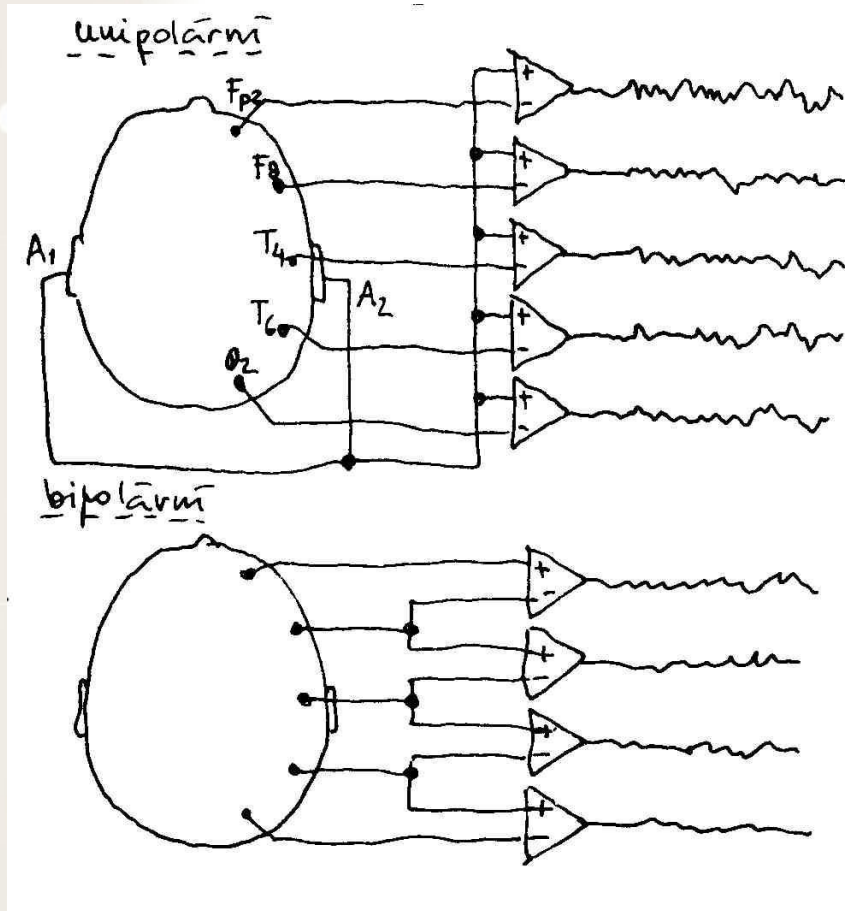
ACC
100.0 μ V/cm



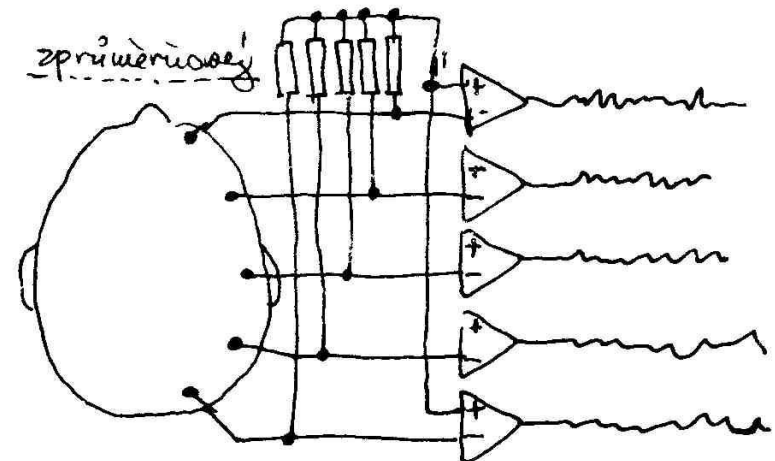
Events	
Description	Time
Impedance Result	13:26:0
Eyes Open	13:26:1
Eyes Closed	13:26:2
Blink	13:27:0
Eyes Closed	13:27:1
Eyes Open	13:28:4
Eyes Closed	13:28:5
Drowsy	13:29:1
Eyes Open	13:31:2
A: Photic 5 Hz	13:31:2
A: Photic 10 Hz	13:31:2
A: Photic 15 Hz	13:31:2
A: Photic 20 Hz	13:31:3
A: Photic 25 Hz	13:31:3
A: Photic 30 Hz	13:31:4
A: Photic 35 Hz	13:31:4
Eyes Closed	13:31:4



REŽIMY SNÍMÁNÍ



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



EEG • VLASTNOSTI SIGNÁLU

☑ aktivita

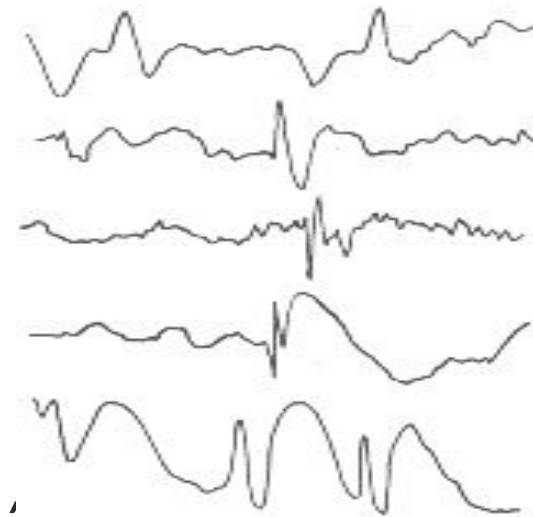
→ rytmická

- ☐ monomorfní (dominantní frekvence)
- ☐ polymorfní (více frekvenčních složek)

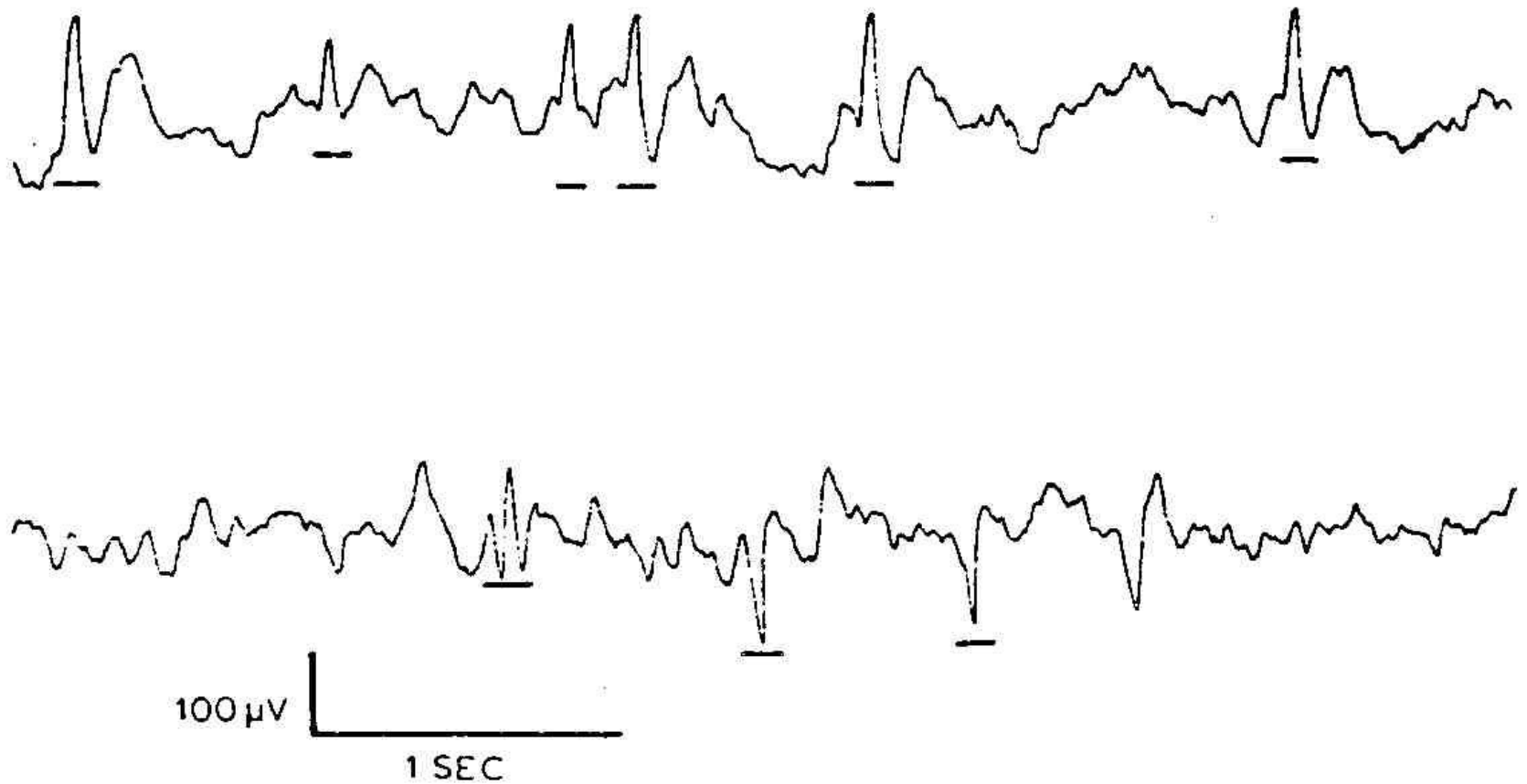
→ arytmická (sled vln)

☑ ojedinělé útvary

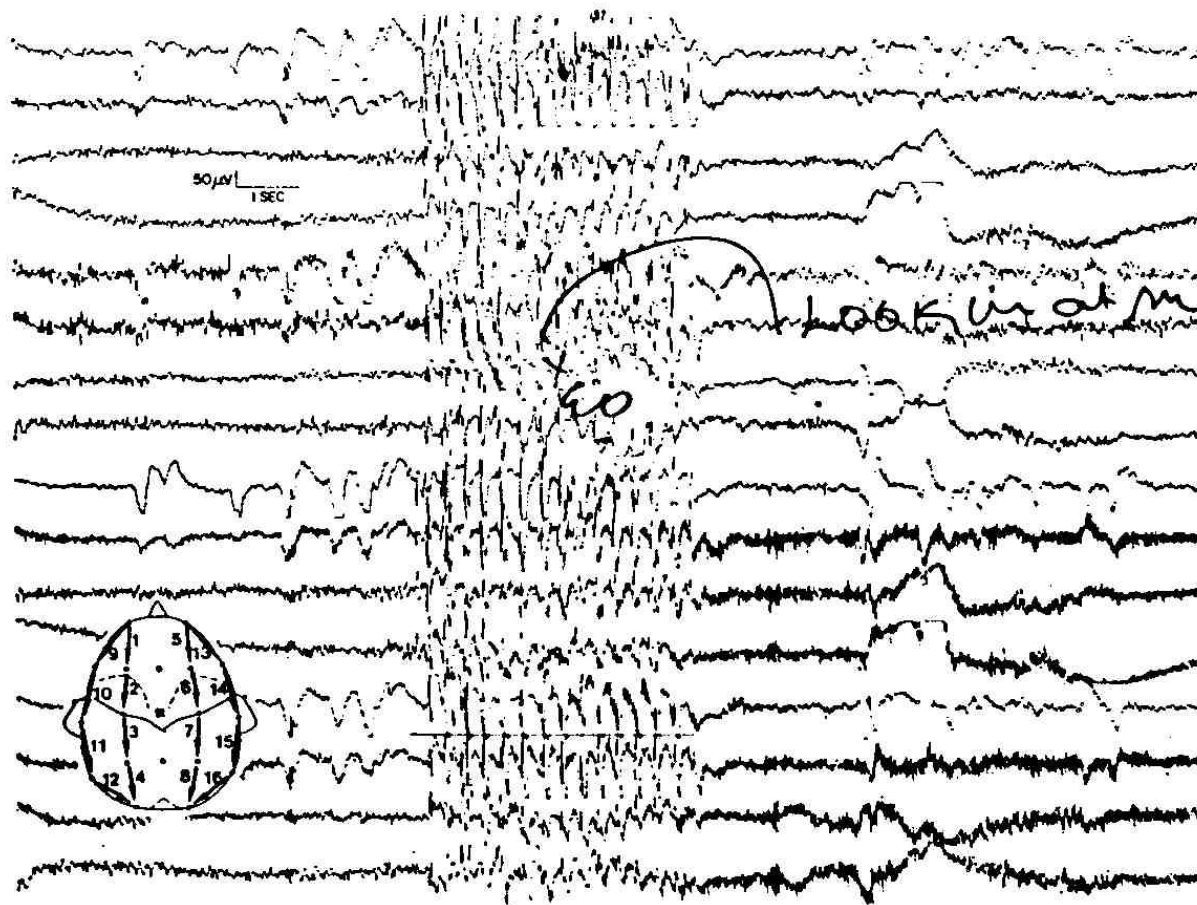
- lambda vlna - trvání ~ 100 ms, výskyt v okcipitální krajině;
- hrot - trvání do max. 80 ms, kromě tvaru se hodnotí i souvislosti;
- komplex hrot-vlna – vlna pomalá, trvání 200 – 500 ms
- komplex mnohačetných hrotů a pomalých vln



HROT - VLNA



KOMPLEX HROT - VLNA



EEG • VLASTNOSTI SIGNÁLU

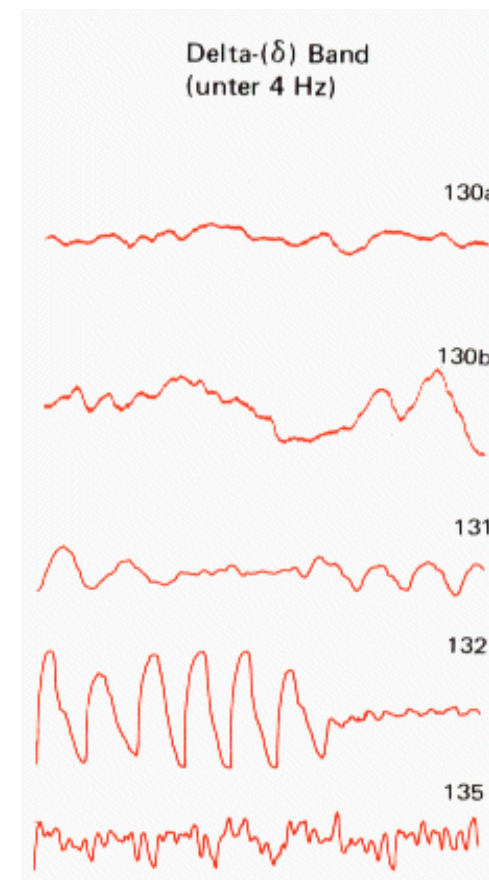
RYTMY

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
 μV v kombinaci s alfou výskyt ve
spánku, velikost až 100 μV ;

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



EEG • VLASTNOSTI SIGNÁLU

RYTMY

theta (4-8 Hz) –

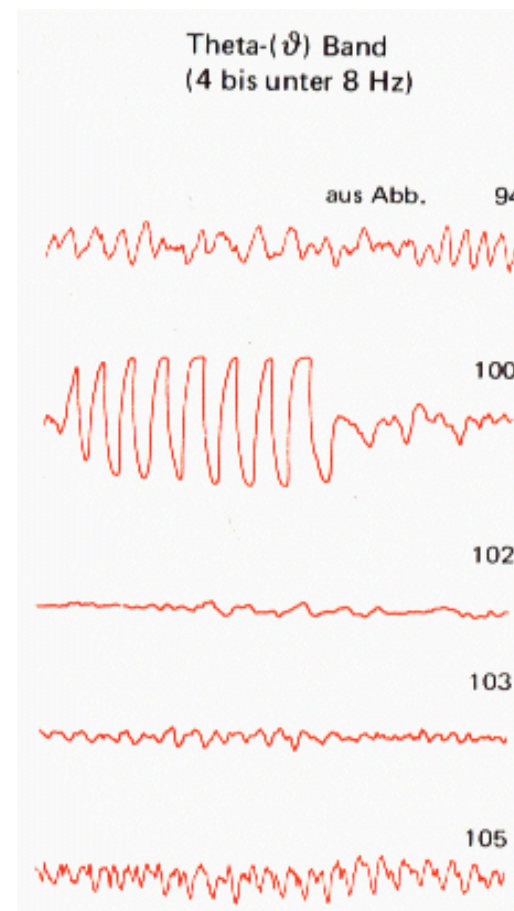
napětí až do 150 μV ;

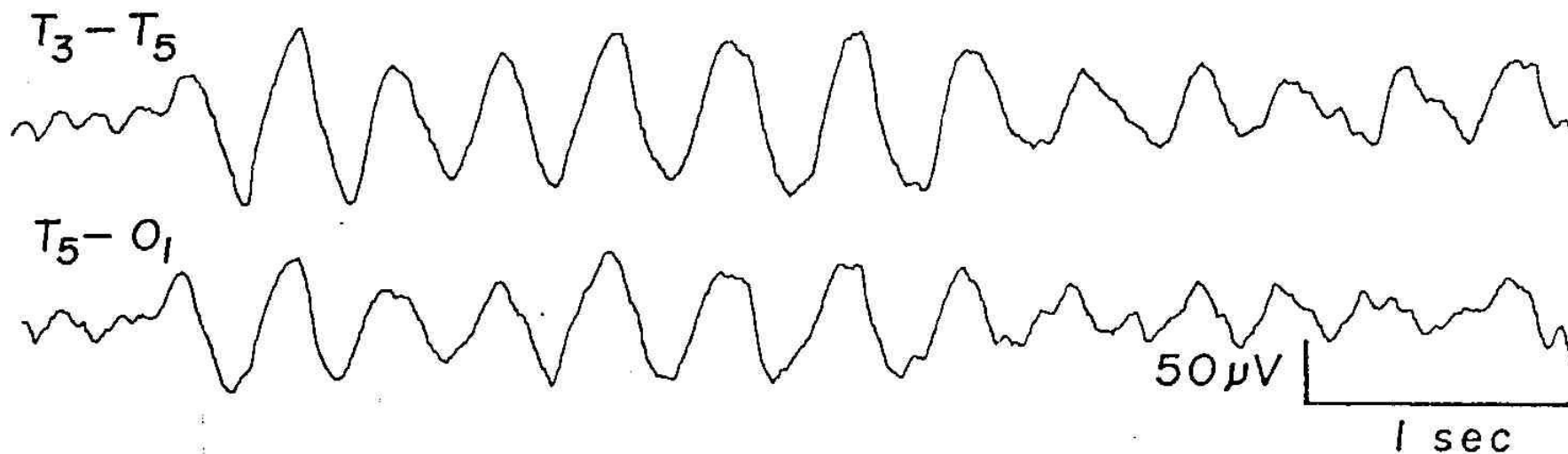
v oblastech centrální, temporální,
parietální do 15 μV normál;

patologie – je-li theta alespoň 2x
vyšší než alfa nebo 30 μV , není-li
alfa

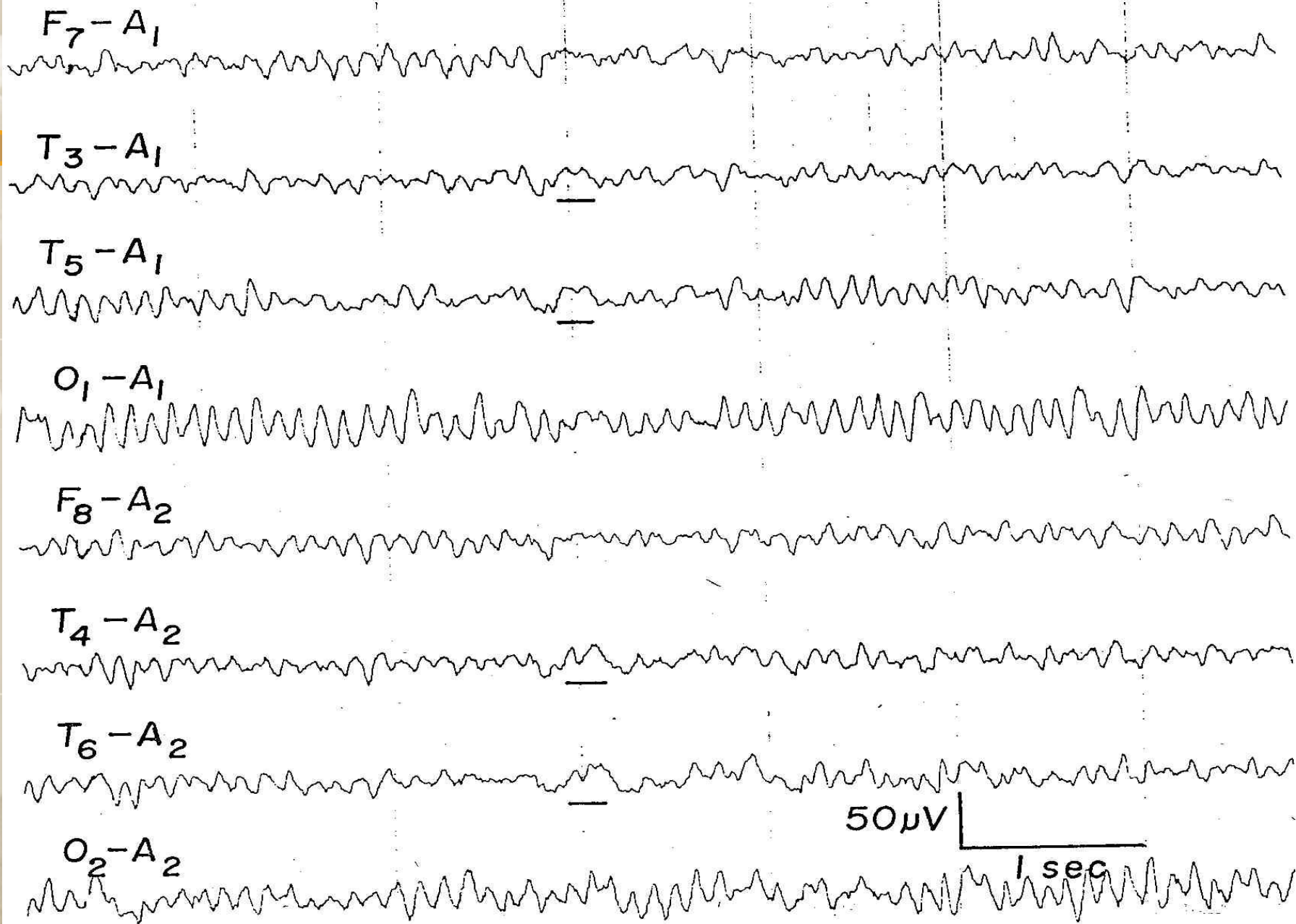
theta i delta stoupá u psychotestů s
otevřenýma očima;

zřídka je rytmický





Monomorfní pomalá aktivita frekvence 2,5 Hz



56 Y.O. HF = 70 LF = 1

Temporální vlny theta

EEG • VLASTNOSTI SIGNÁLU

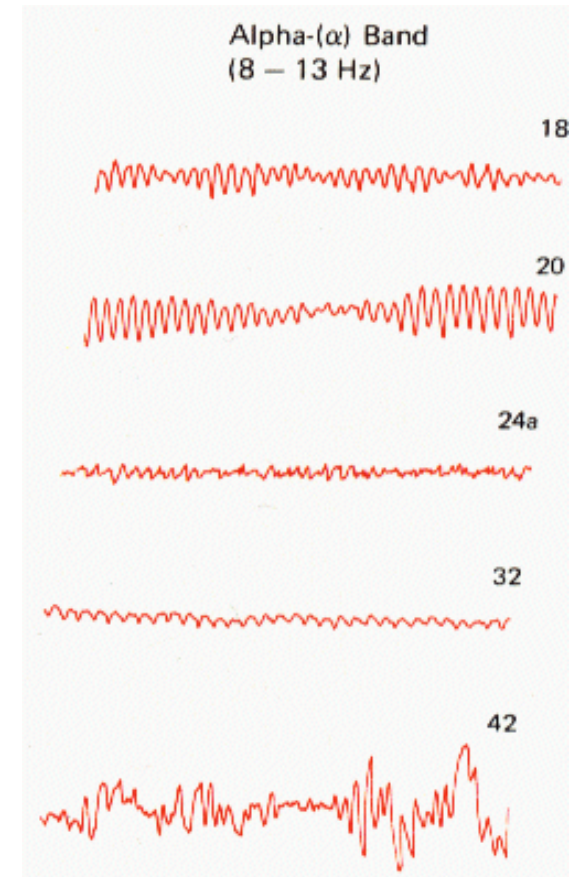
RYTMY

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 μV , 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

mí (mu) (7-11 Hz) – napětí pod 50 μV ;
charakteristický arkádový nebo hřebenový tvar –
tvar písmene m či u, zřejmě nemá podstatný
patologický význam, častěji se ale vyskytuje u
psychicky narušených jedinců

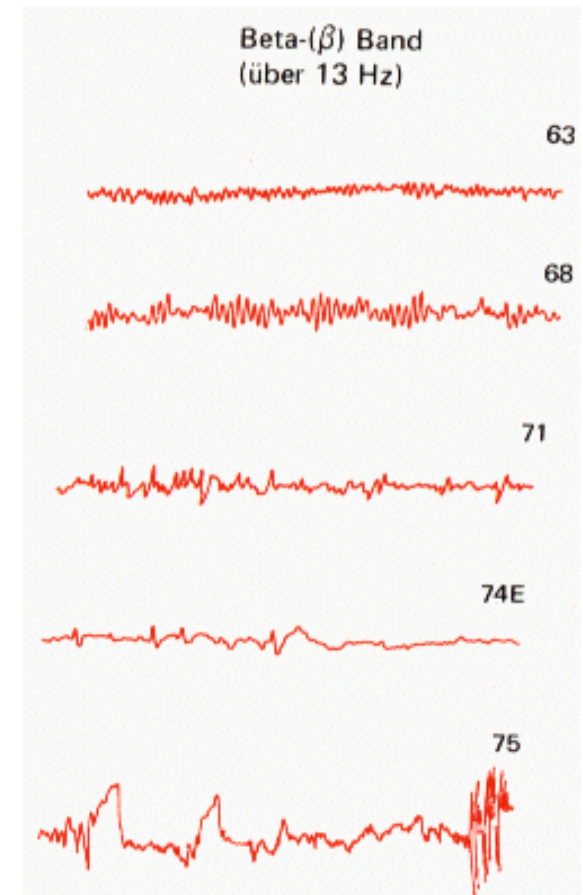
sigma (~ 14 Hz) – spánková vřeténka (III. spánkové
stadium) ve frontální a frontocentrální oblasti;
velikost 30 – 40 μV

EEG • VLASTNOSTI SIGNÁLU

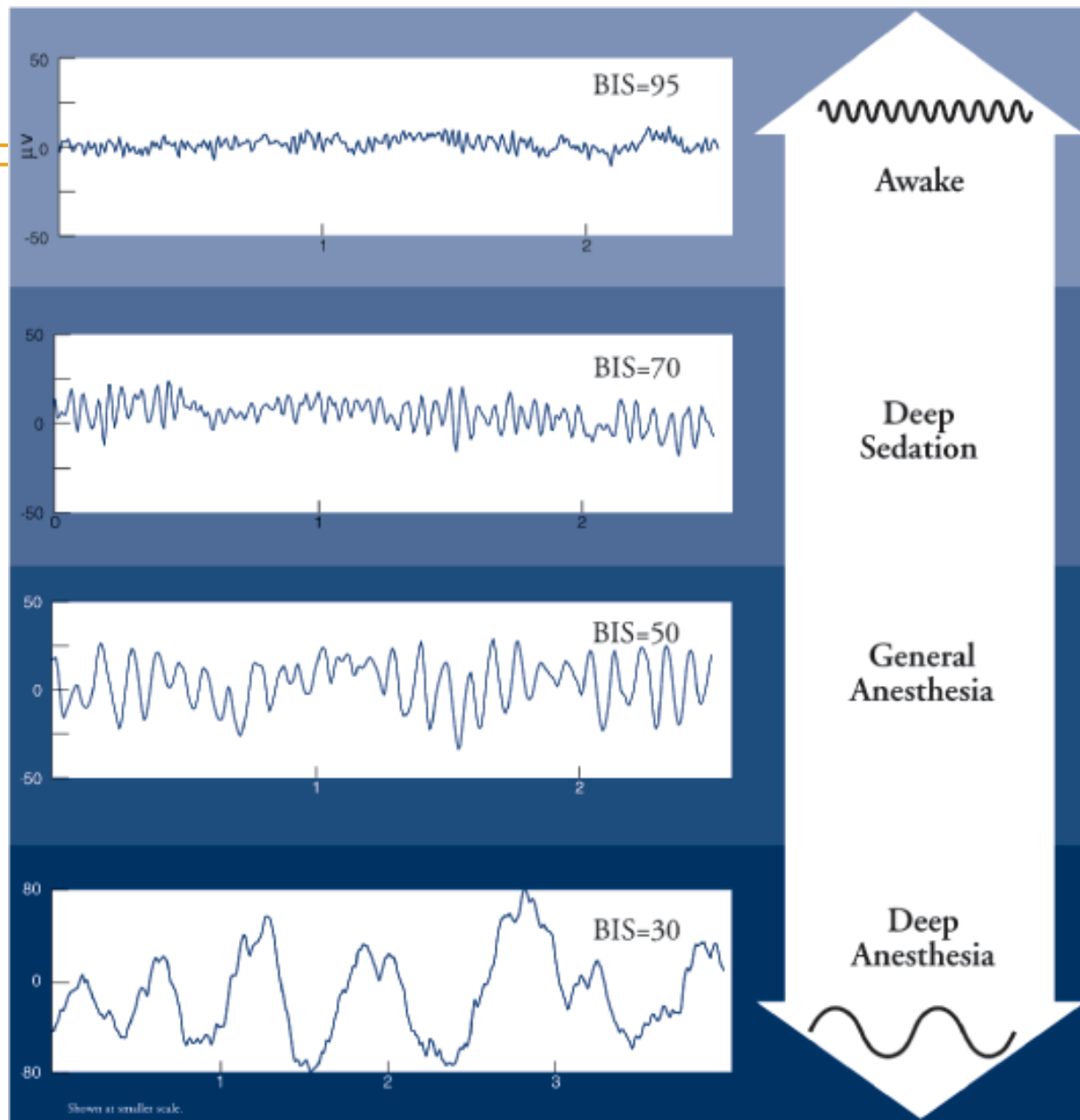
RYTMY

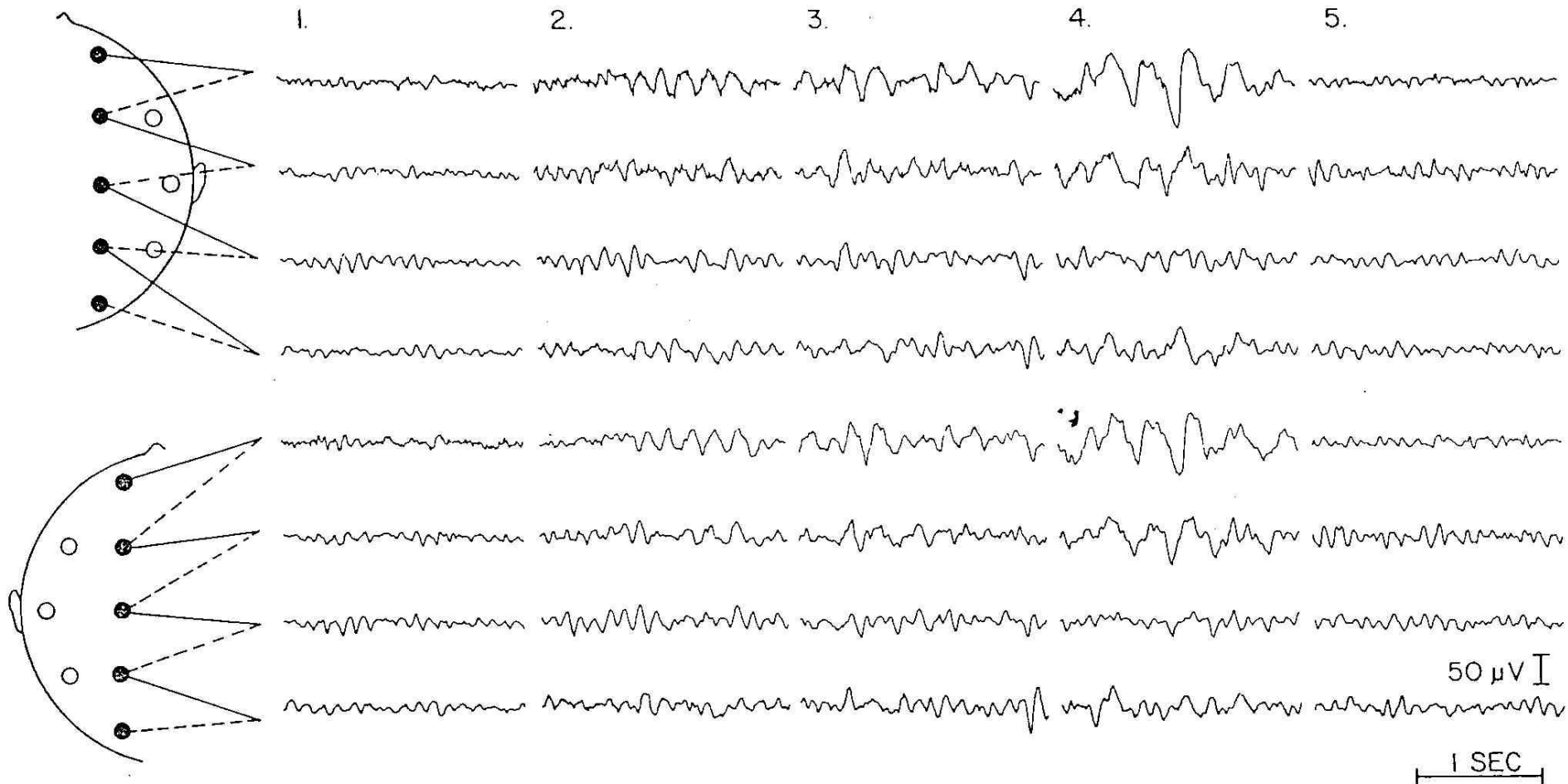
beta (13 – 30 Hz, někdy 18 – 32 Hz) – symetrický výskyt, dozadu ubývá, typické při soustředění na vnější podněty, při duševní činnosti a při afektech; velikost do 30 μV , trvání jednotlivých vln 40 – 50 ms

gama (nad 30 Hz)



ZMĚNY V EEG SIGNÁLU PŘI ANESTÉZII



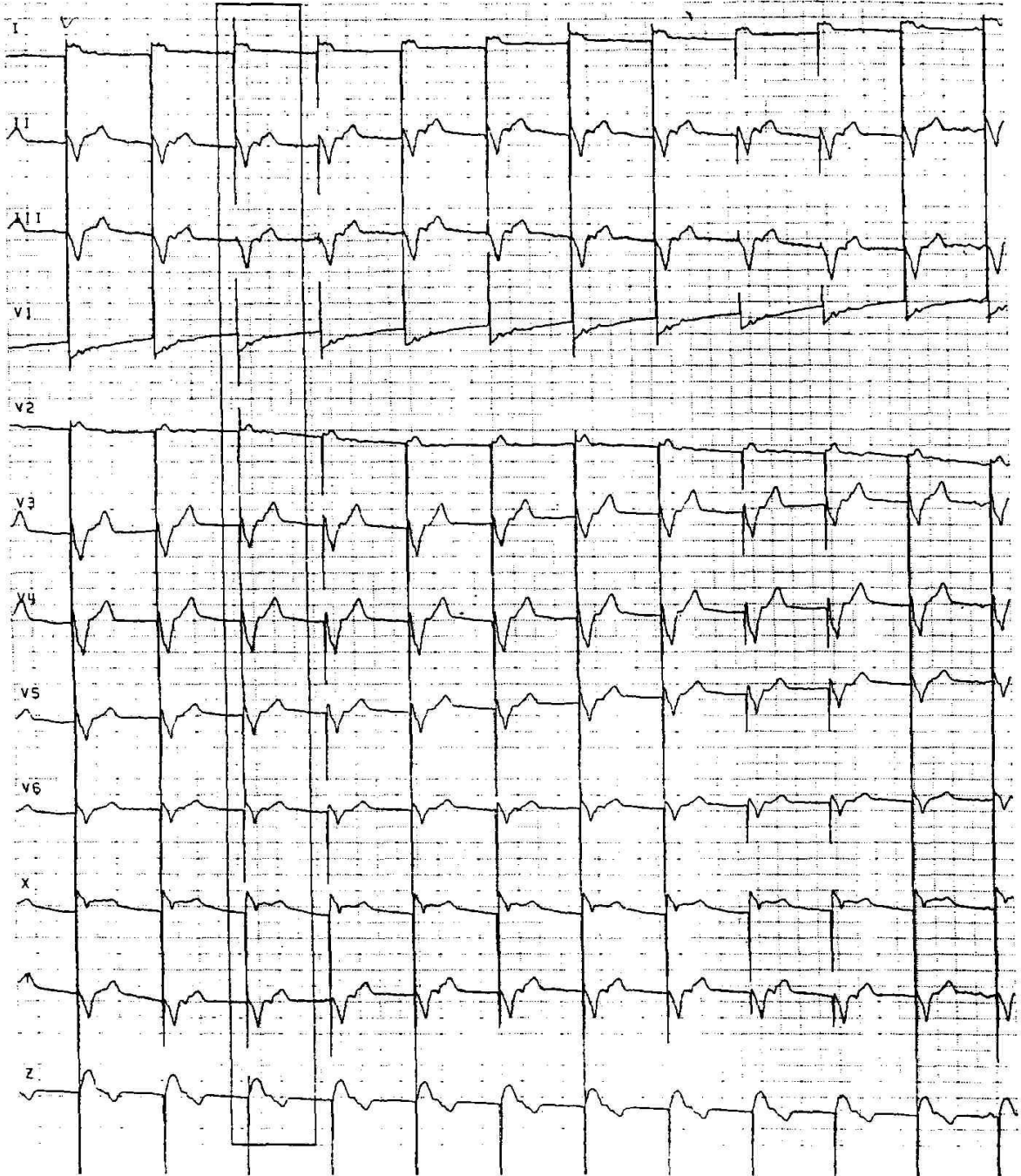


Normální hyperventilační odpověď u 45 -leté osoby 4 - 5 hodin po posledním jídle.

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

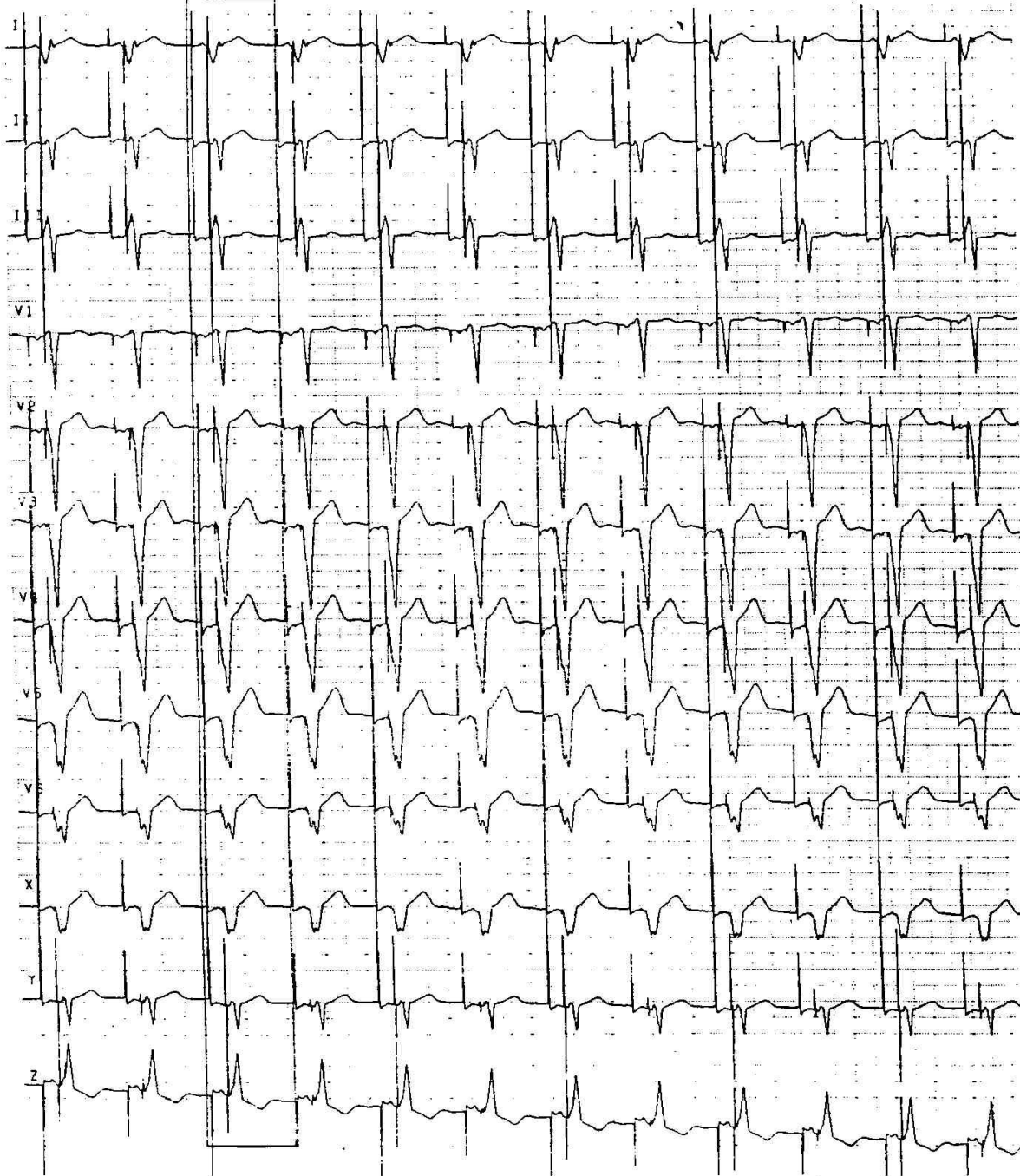
- ☑ **drift izolinie** – vysoká vlny, trvání 2-3 s ($\rightarrow 0,5$ Hz);
- ☑ **artefakty z dýchacích pohybů** – periody od 4 s;
- ☑ **artefakty pulsové** – zpravidla je-li elektroda nad artérií;
- ☑ **artefakty EKG** – hroty v období komplexů QRS – nízká amplituda, průšvih u kardiostimulátorů;

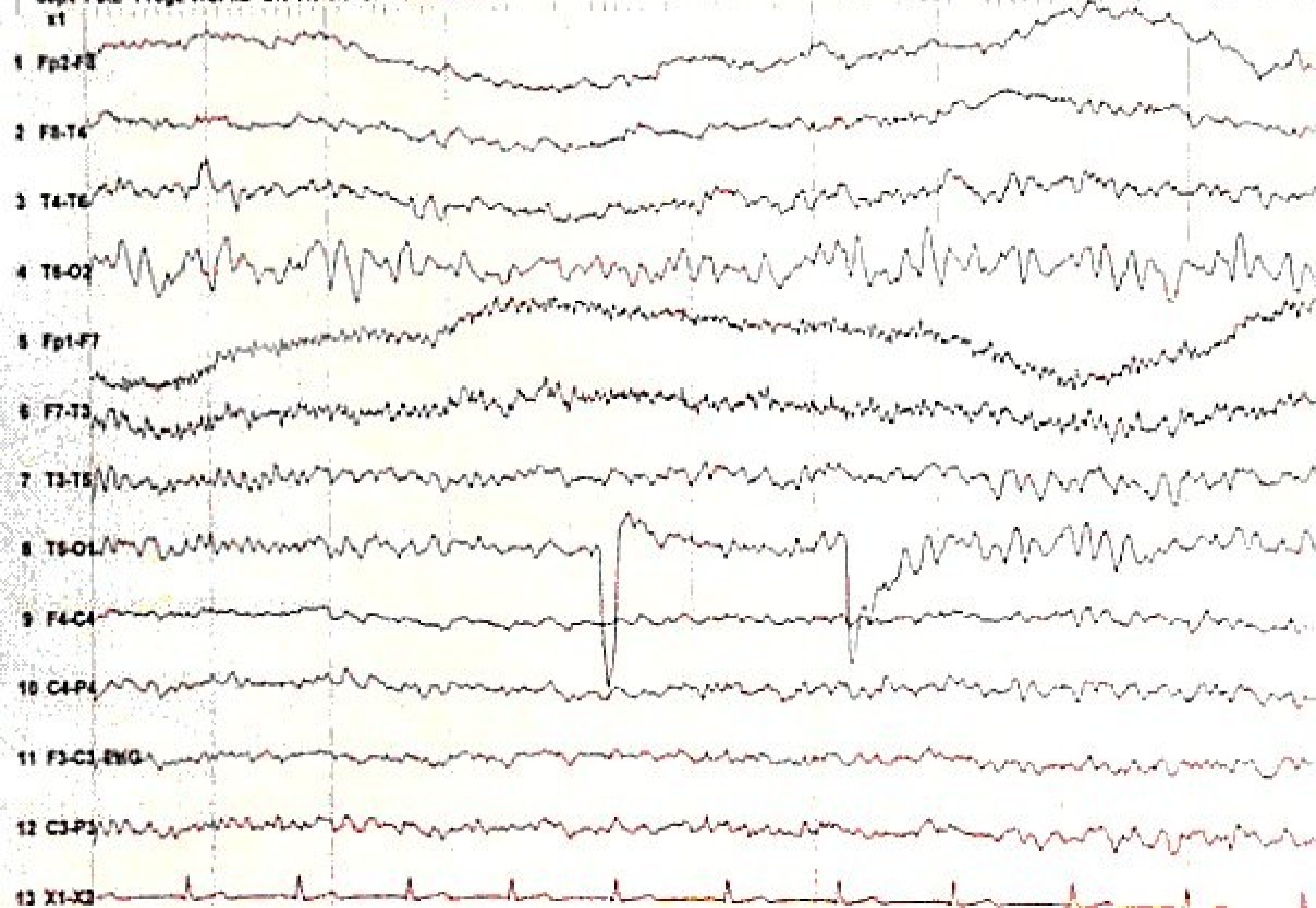


DS.: 00 0

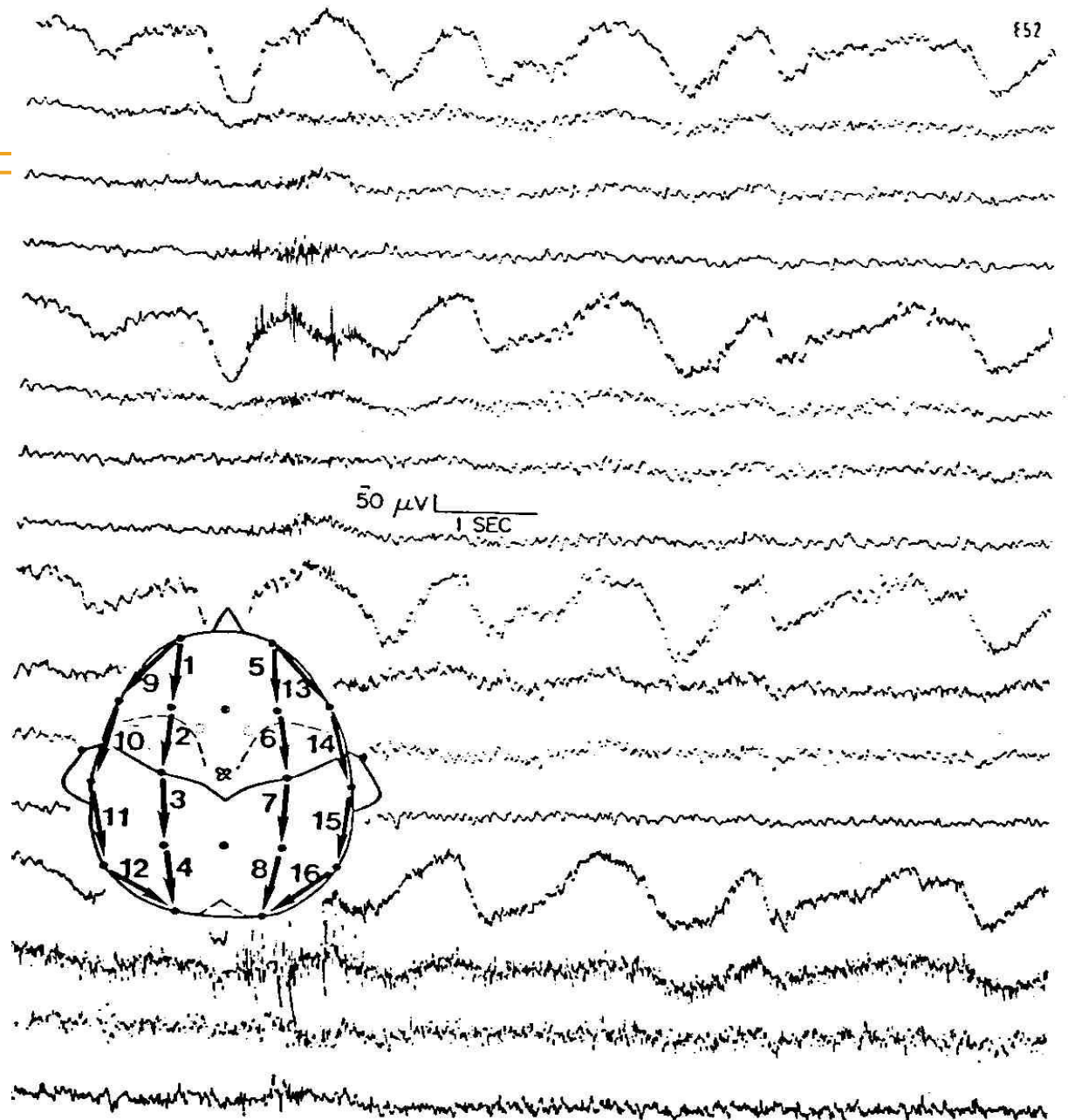
NR. 1273/70

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

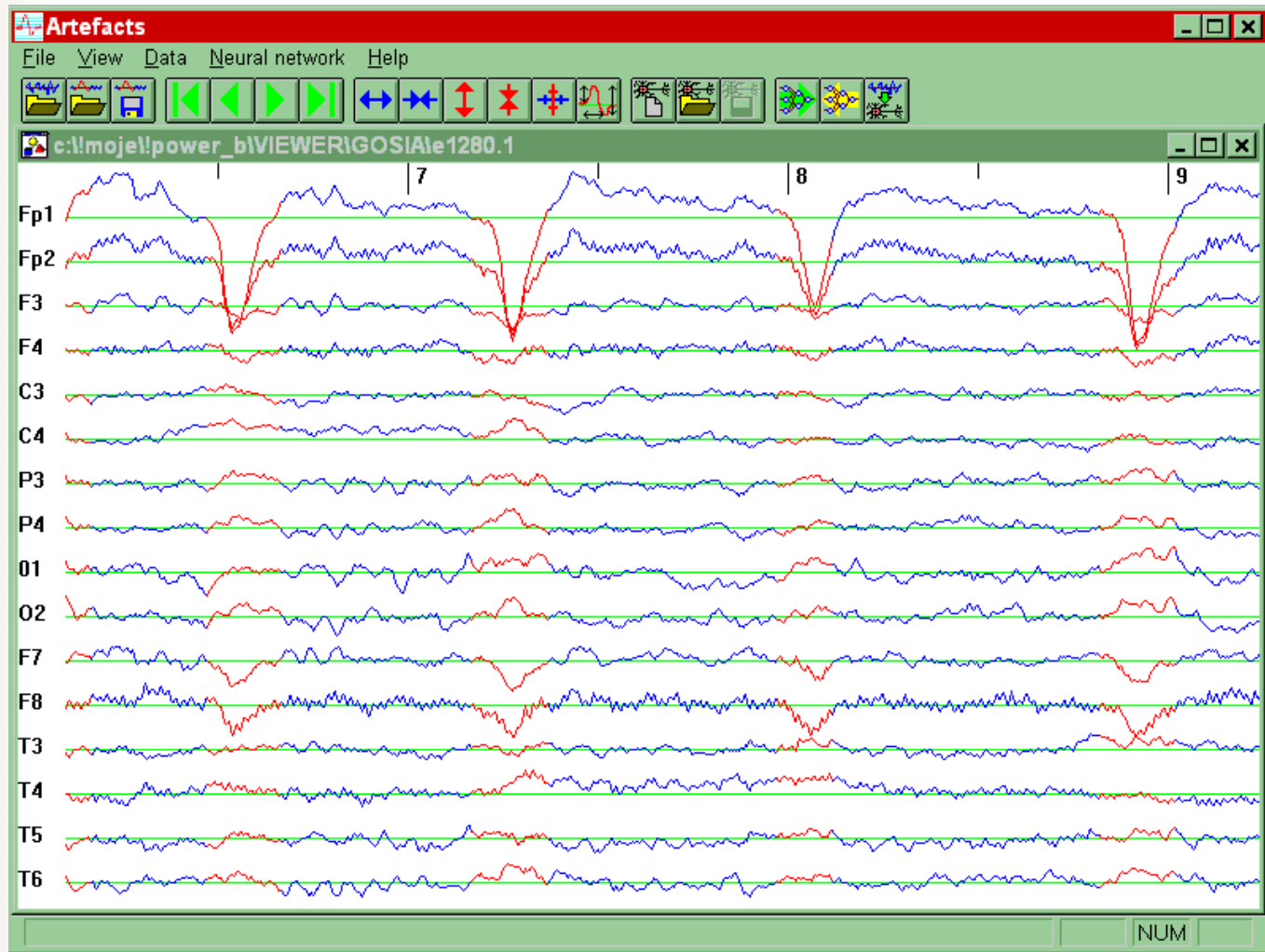




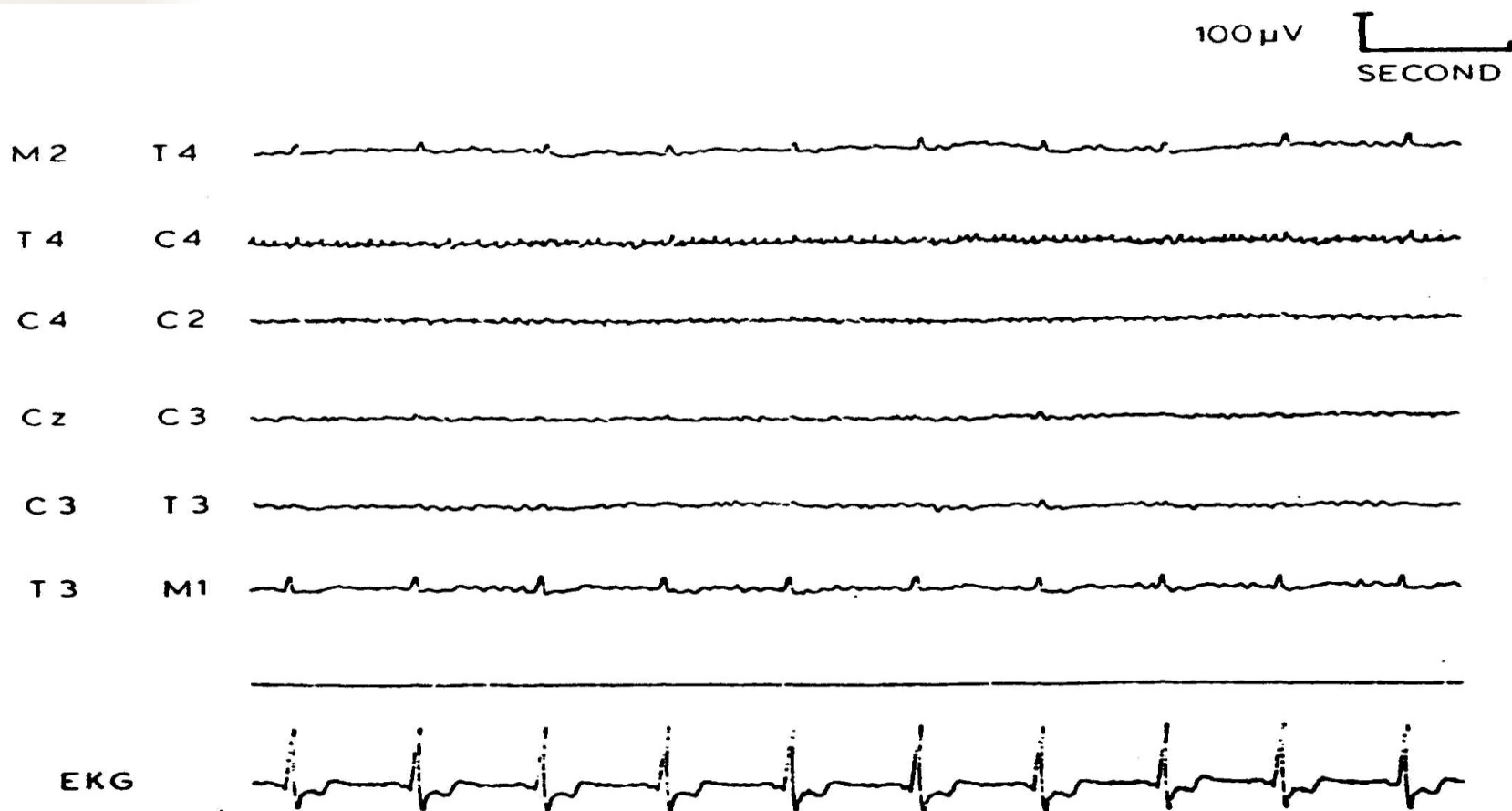
**DRIFT
IZOLINIE
✿
POMALÉ
POHYBY OČÍ**



MRKÁNÍ



EKG ARTEFAKTY



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, vyjímečně 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 nezáchvatová aktivita (neparoxysmální, background)**
- ✓ **spontánní záchvatová 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

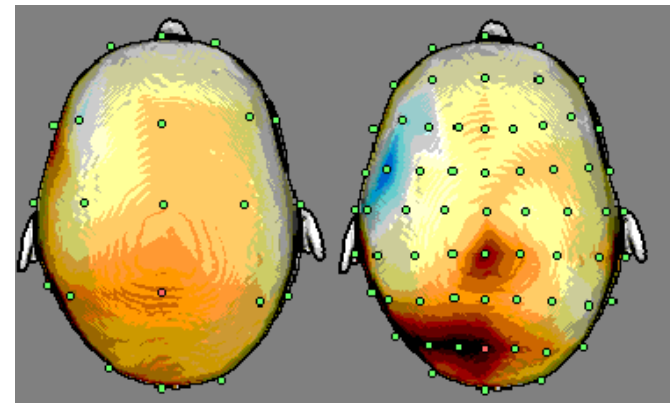
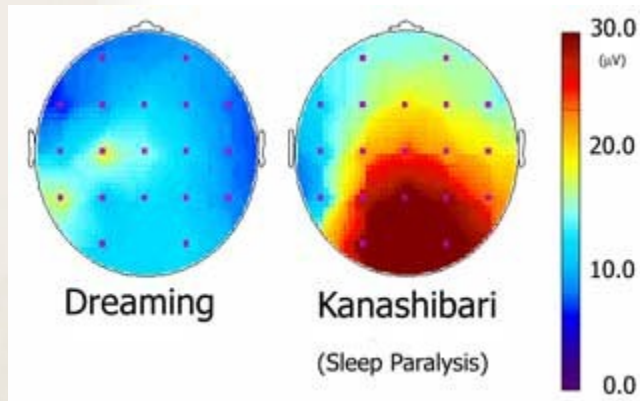
SPONTÁNNÍ NEZÁCHVATOVITÁ AKTIVITA

☑ **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**

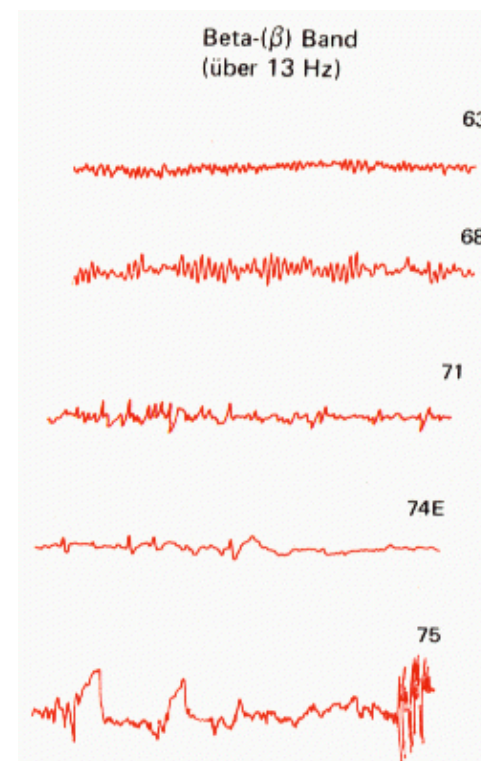
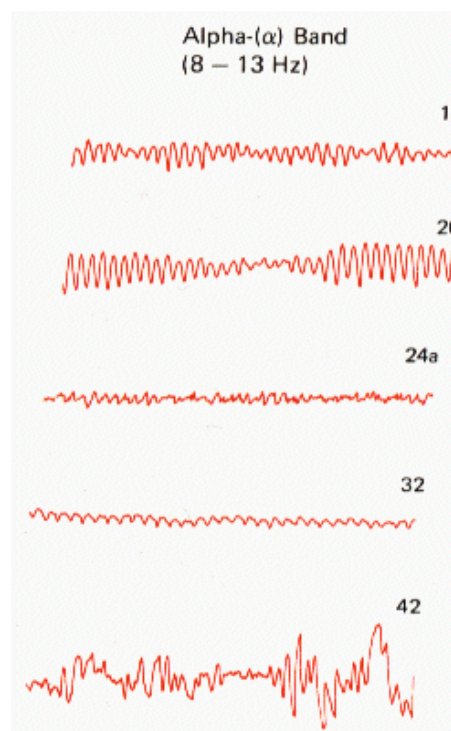
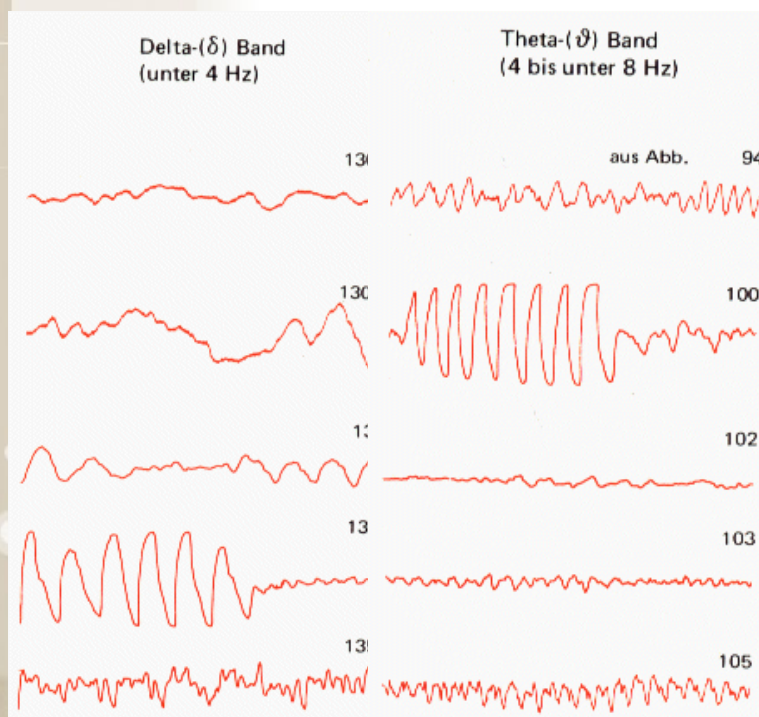
- **metody zpracování obrazů** - korekce neostrotí, analýza vzájemných souvislostí, lokalizace zdrojů, modely, ...

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)