

# Elektroencefalografie

Dobrý den. Prosím po přihlášení  
vypněte své mikrofony a video.  
Komunikujte přes ZOOM chat.

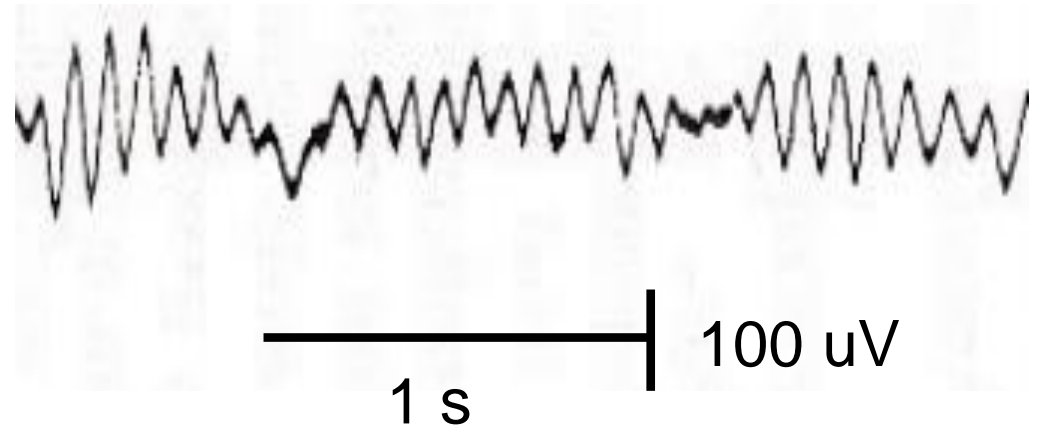
# Elektroencefalografie

elektrická aktivita mozku

alfa oscilace (10 Hz)



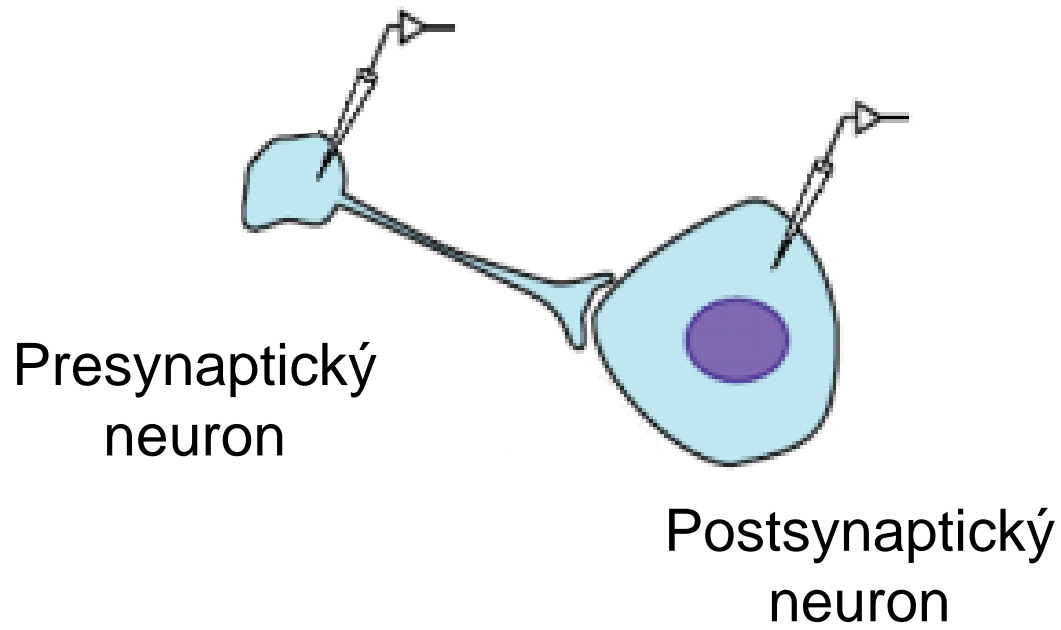
Hans Berger (1873-1941)



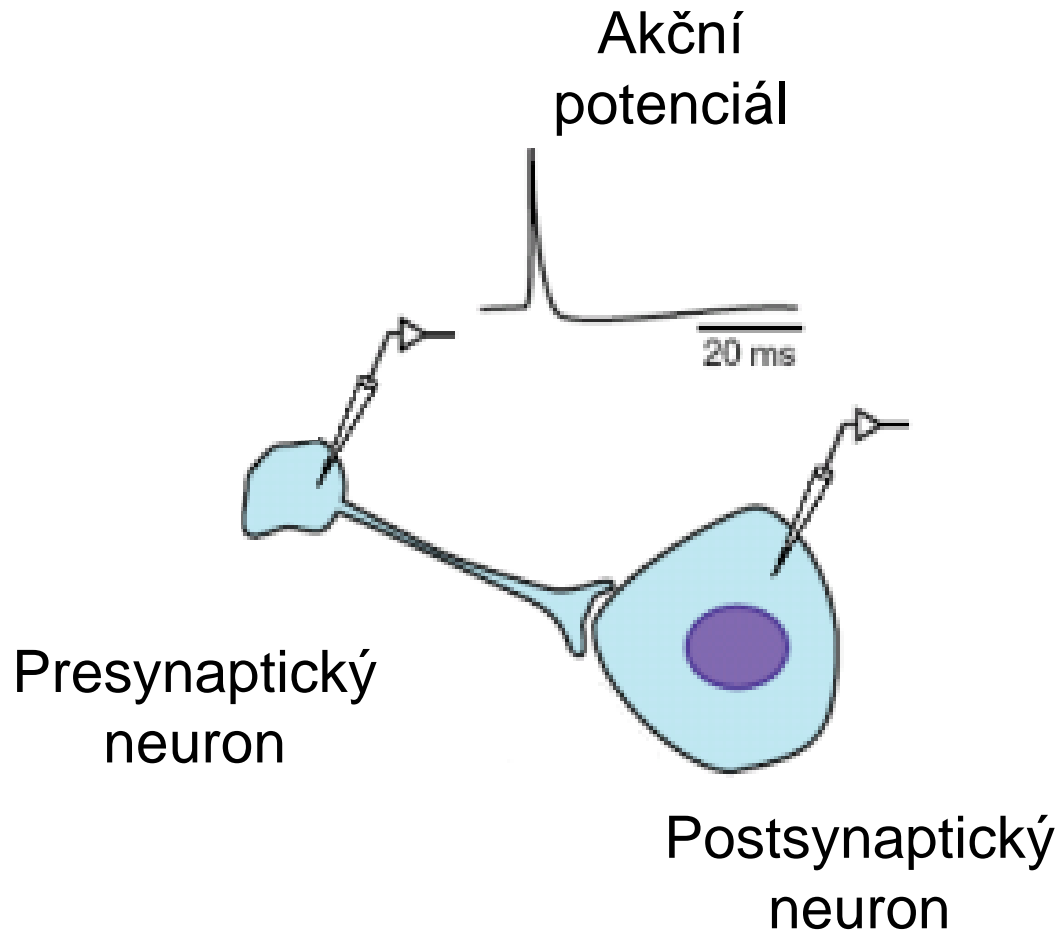
# Elektroencefalografie

- Záznam výchylek potenciálů registrovaných z mozku pomocí elektrod umístěných na skalpu
- Povrchové EEG odpovídá aktivitě korových neuronů v blízkosti elektrody
- Funkční vyšetřovací metoda
  - Diagnostika poruch funkce mozku
  - Epilepsie
  - Poruchy spánku

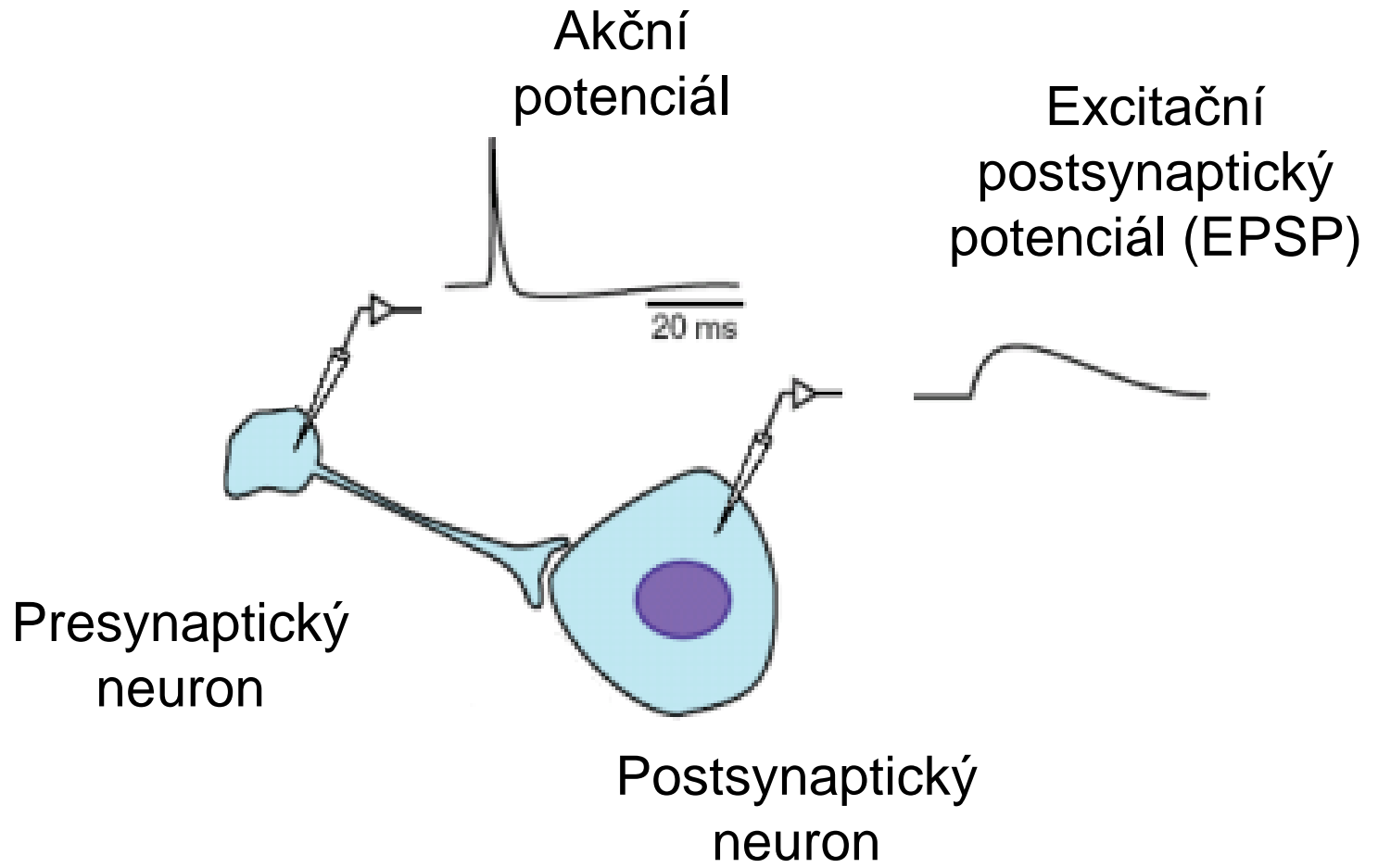
# Neurofyzologie synaptického přenosu



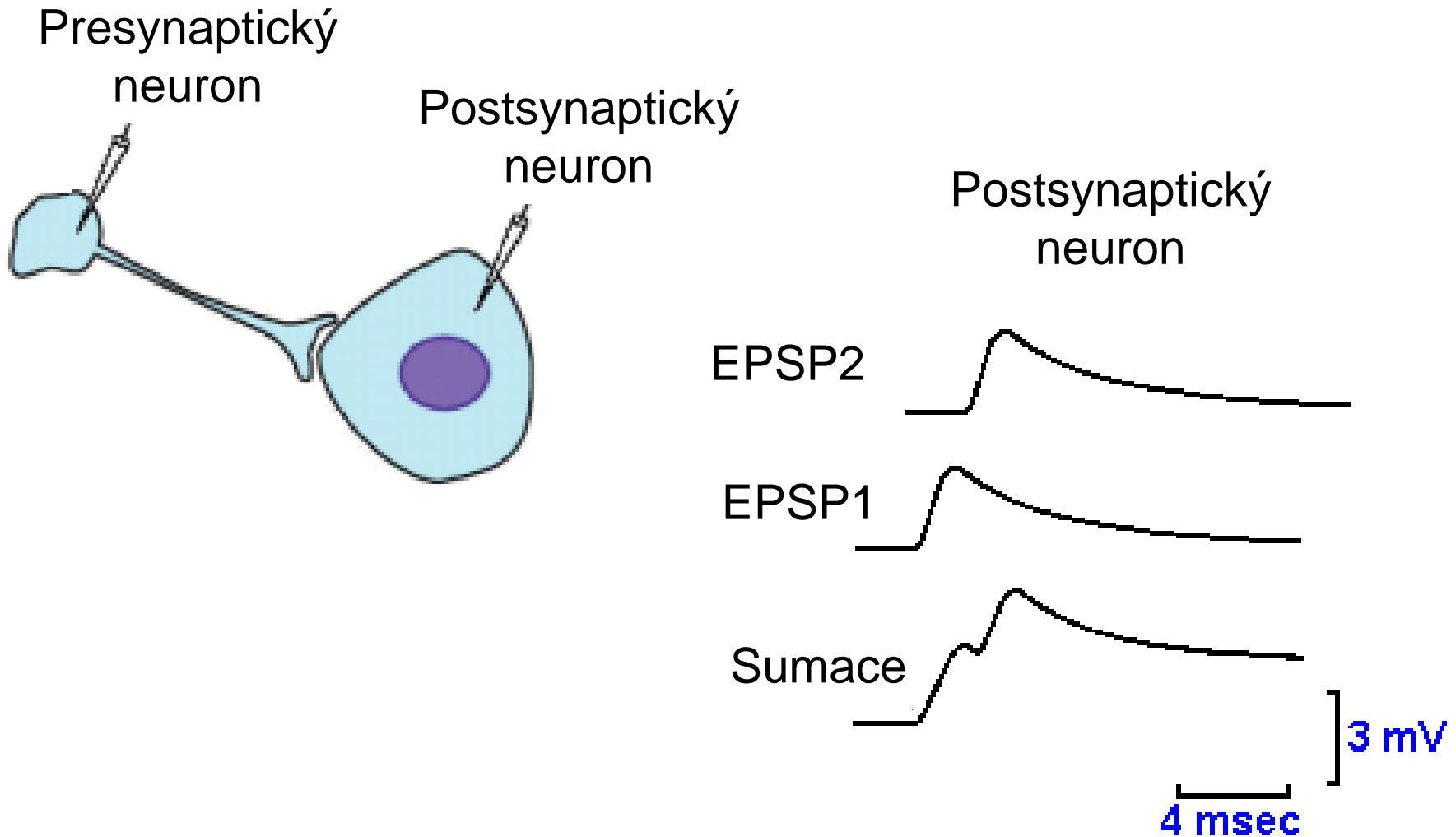
# Neurofyzologie synaptického přenosu



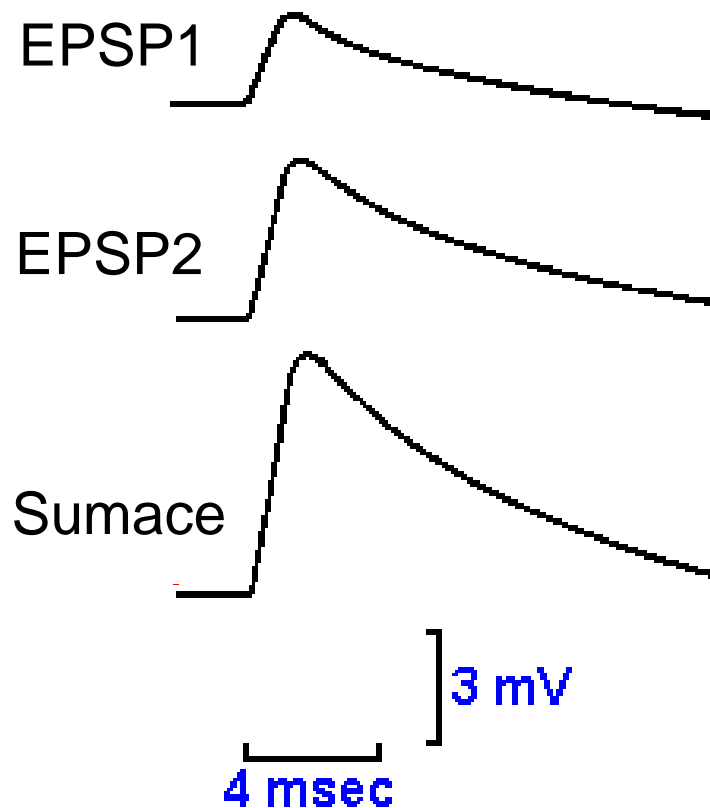
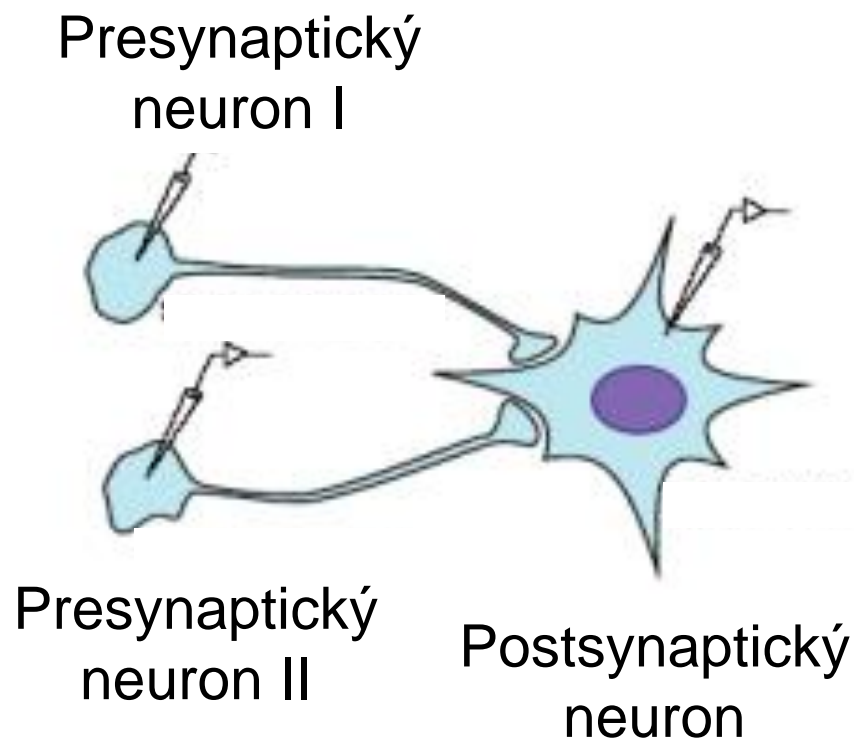
# Neurofyzologie synaptického přenosu



# Časová sumace postsynaptických potenciálů

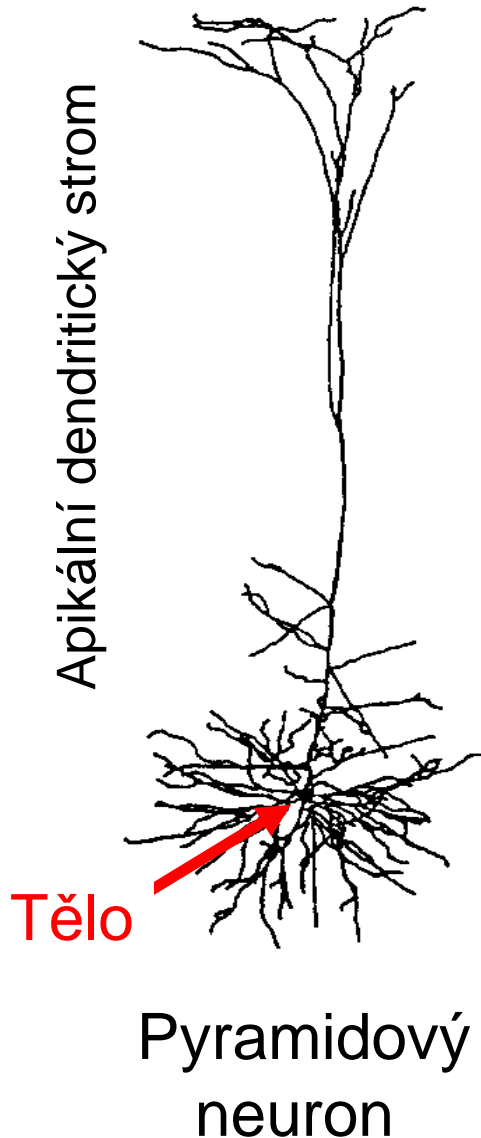


# Prostorová sumace postsynaptických potenciálů





# Buněčné mechanismy EEG



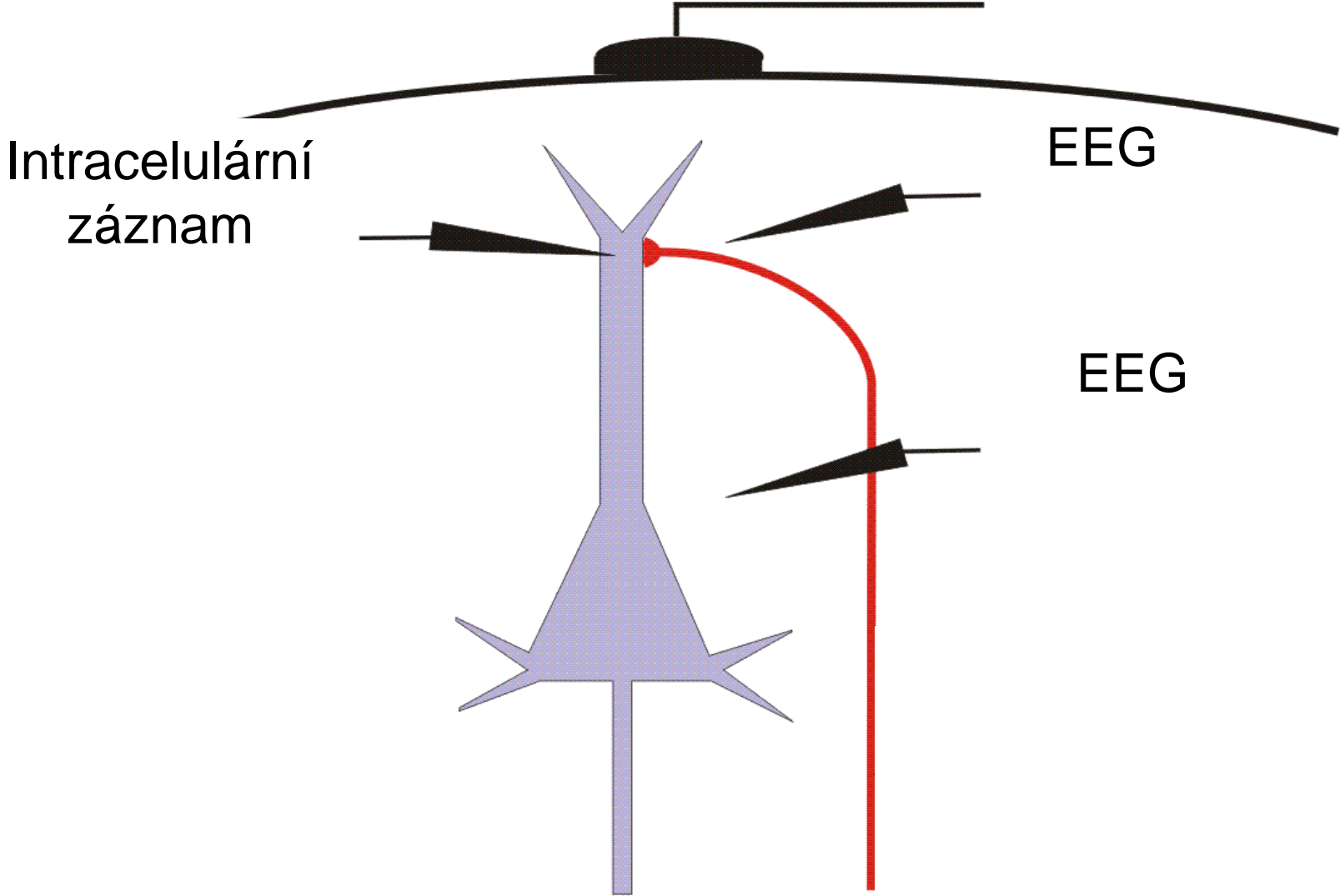
- Hlavní zdroj EEG
  - Synaptická aktivita na pyramidových buňkách
- Pyramidové neurony
  - Hlavní projekční neurony v kůře
  - Apikální dendrity orientované kolmo k mozkovému povrchu
- Synaptická aktivita
  - Vznik extracelulární proudů a elektrického pole vně buněk

# Skalpové EEG

Intracelulární  
záznam

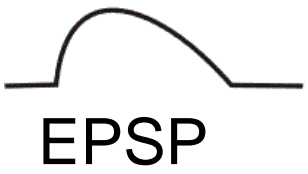
EEG

EEG



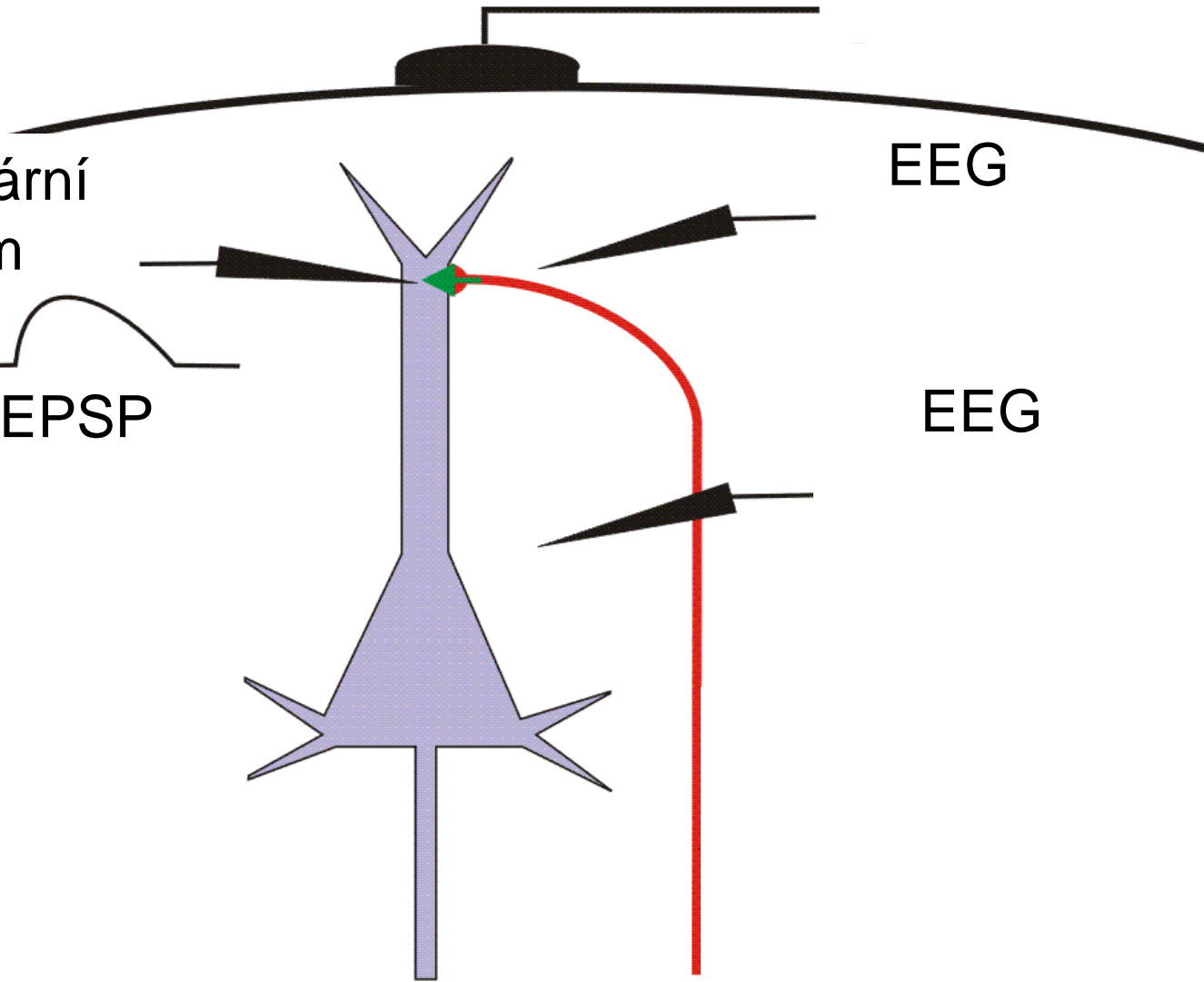
# Skalpové EEG

Intracelulární záznam



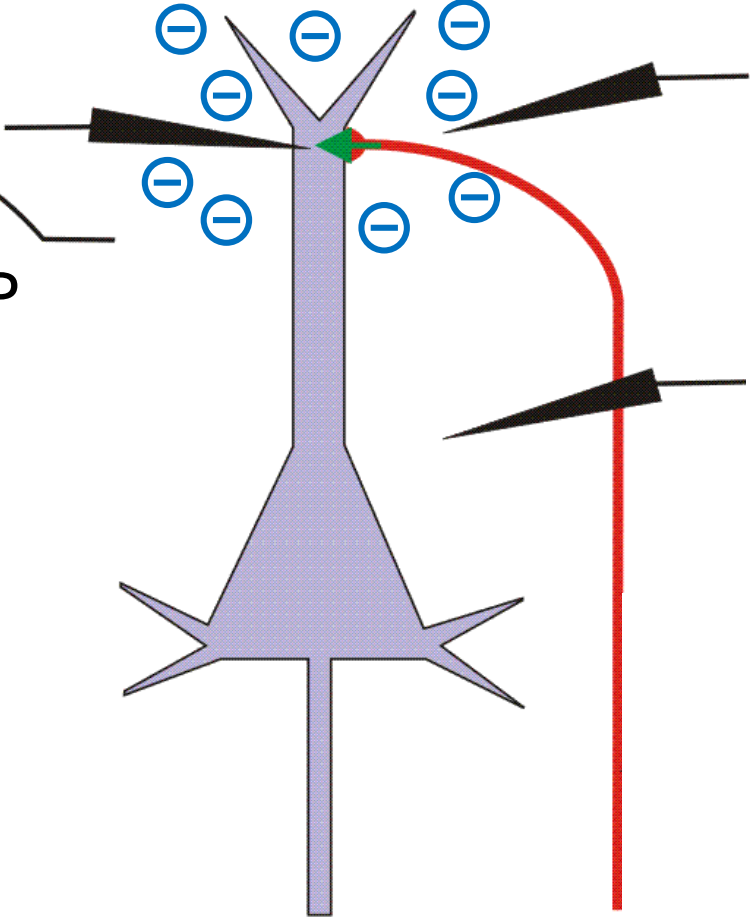
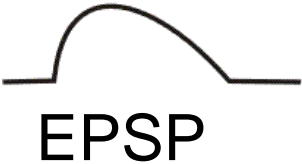
EEG

EEG



# Skalpové EEG

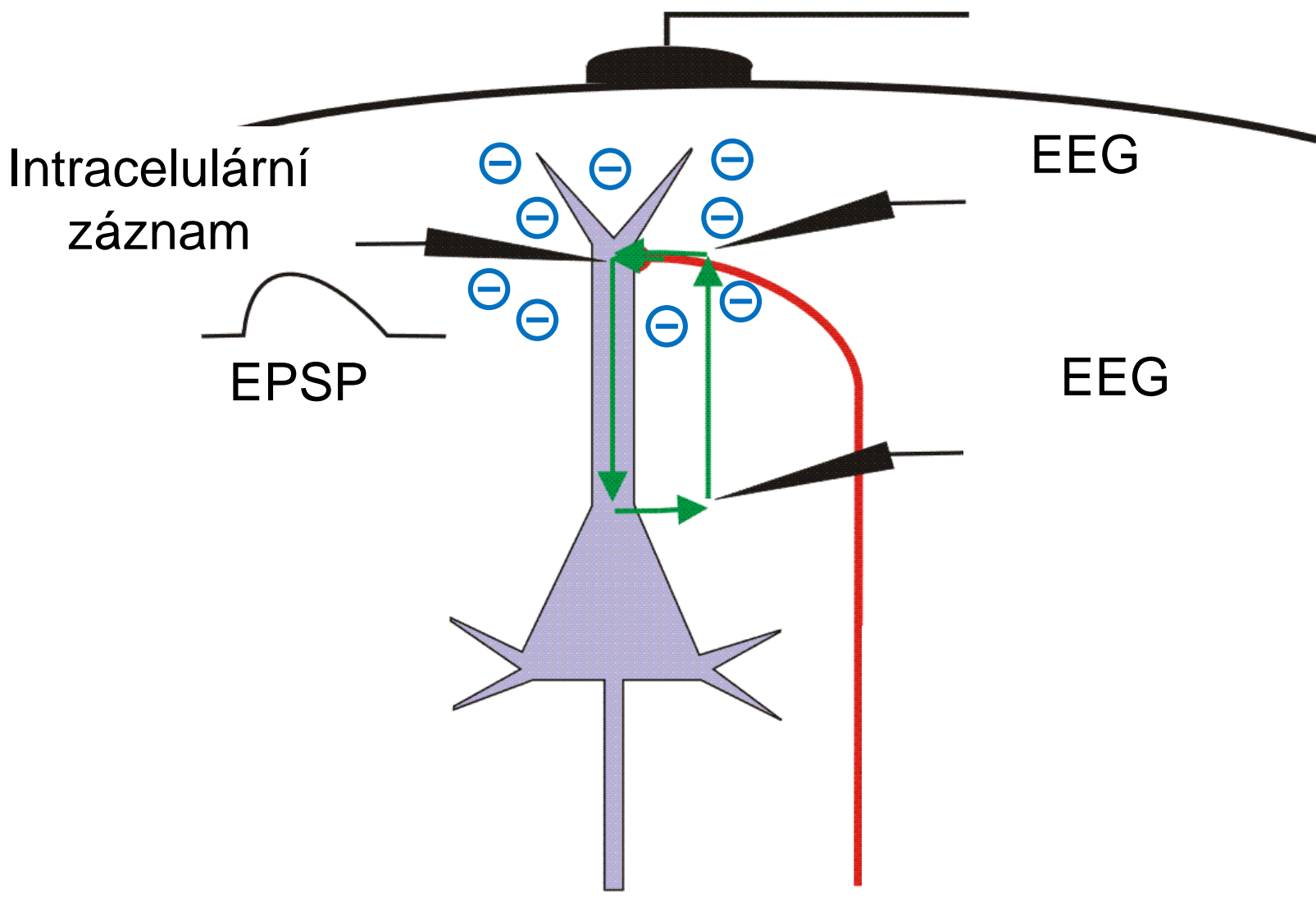
Intracelulární záznam



EEG

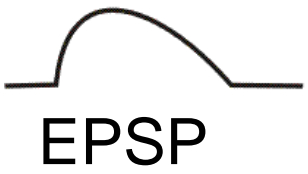
EEG

# Skalpové EEG



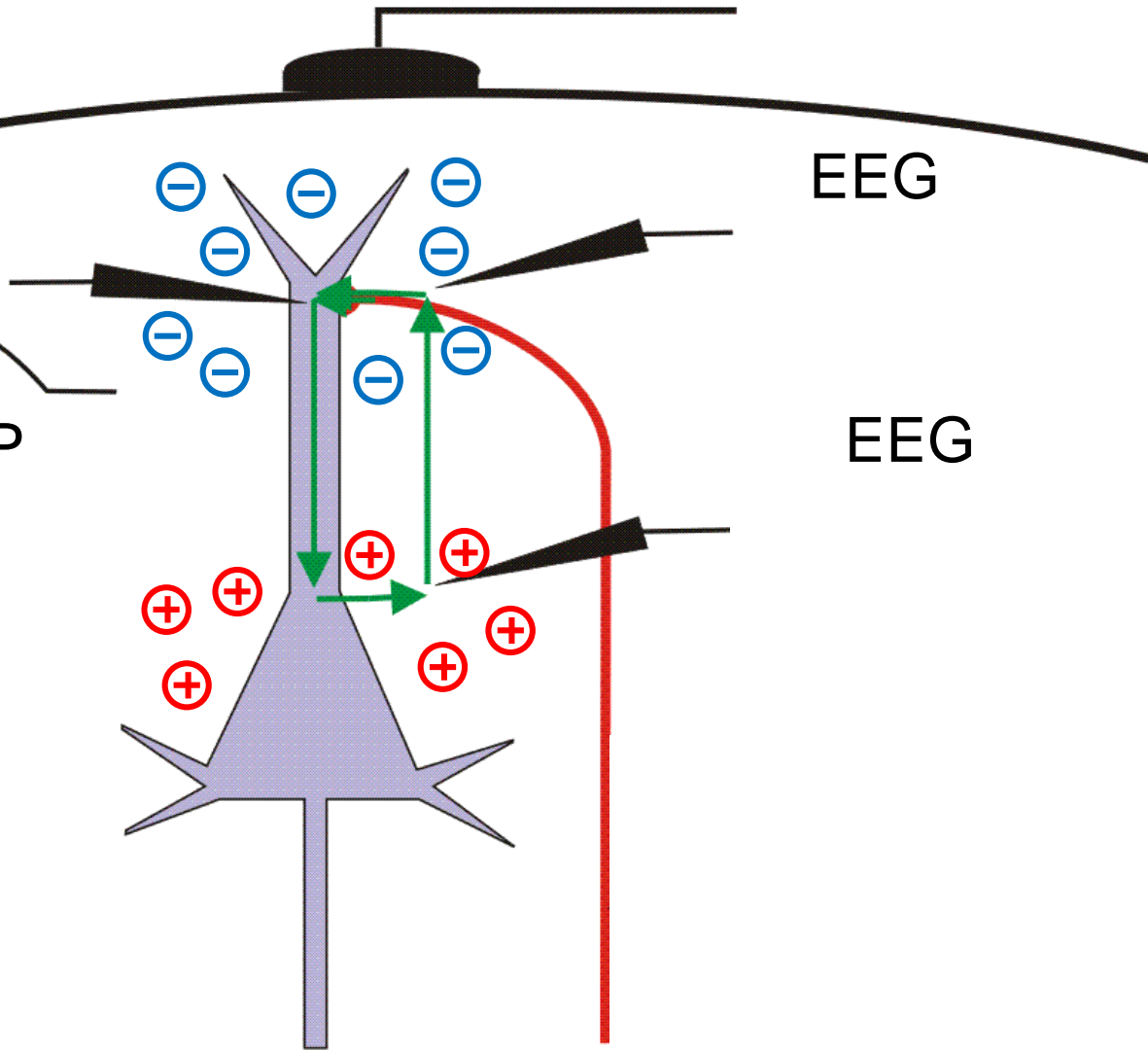
# Skalpové EEG

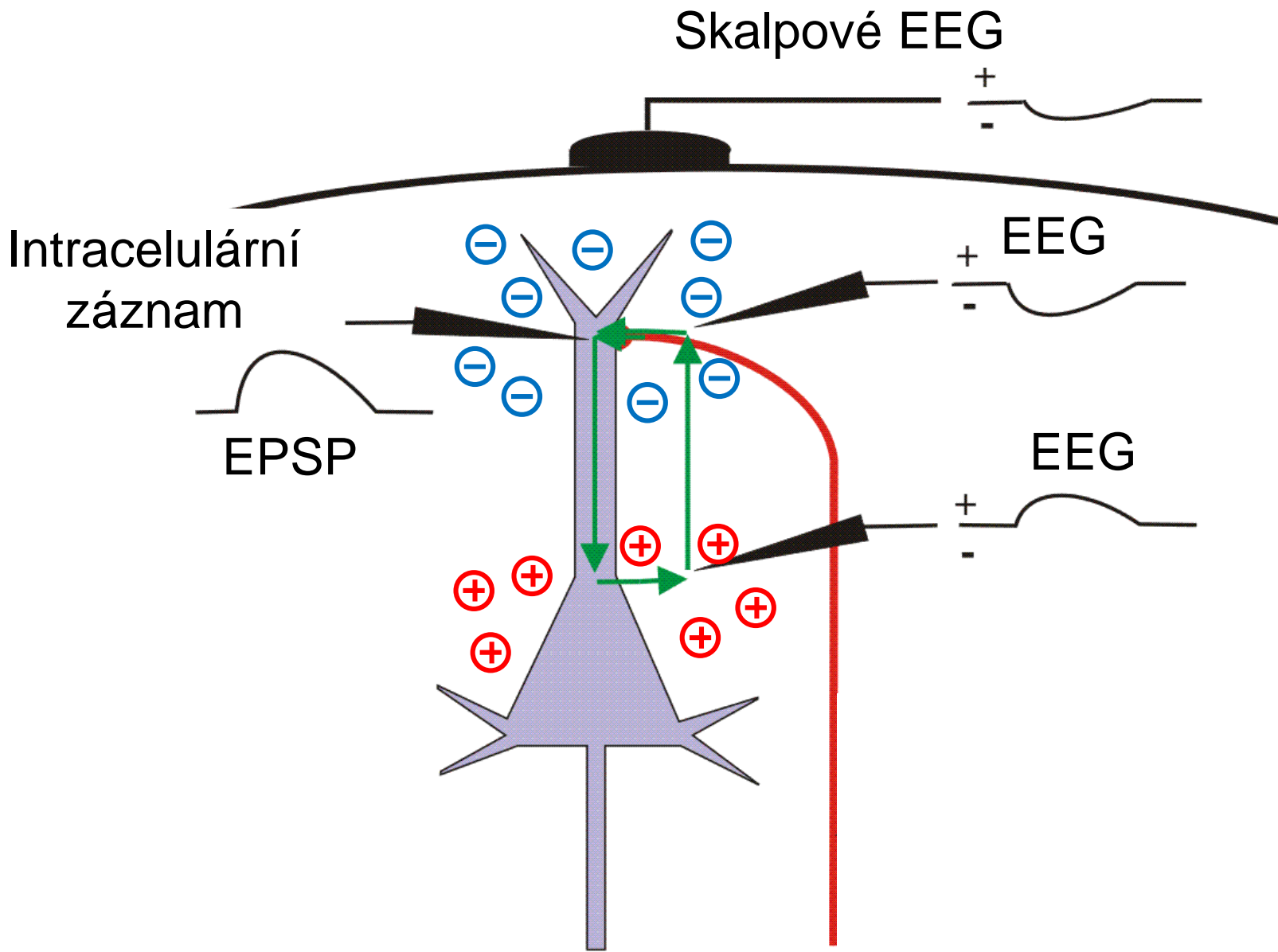
Intracelulární záznam



EEG

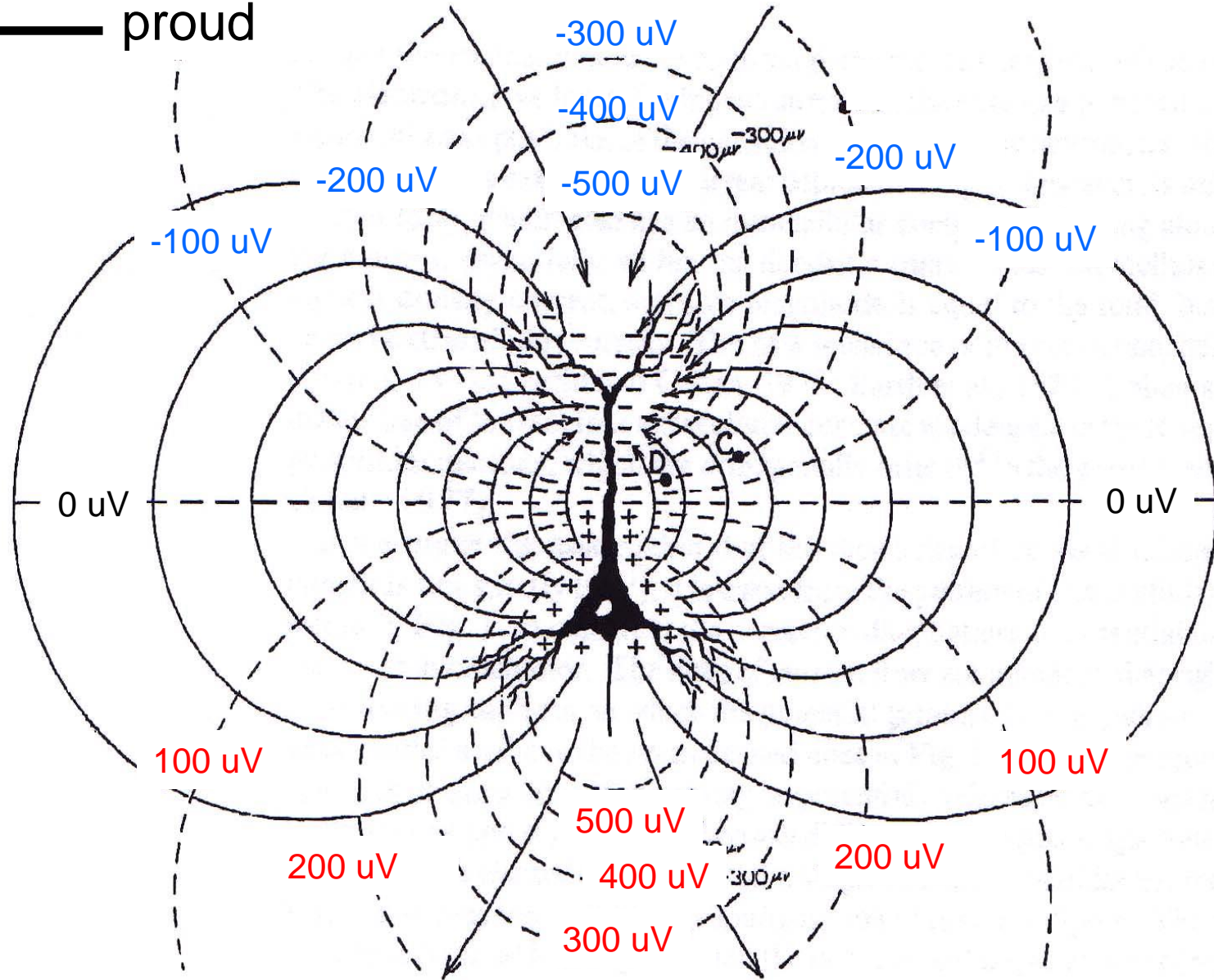
EEG





----- napětí

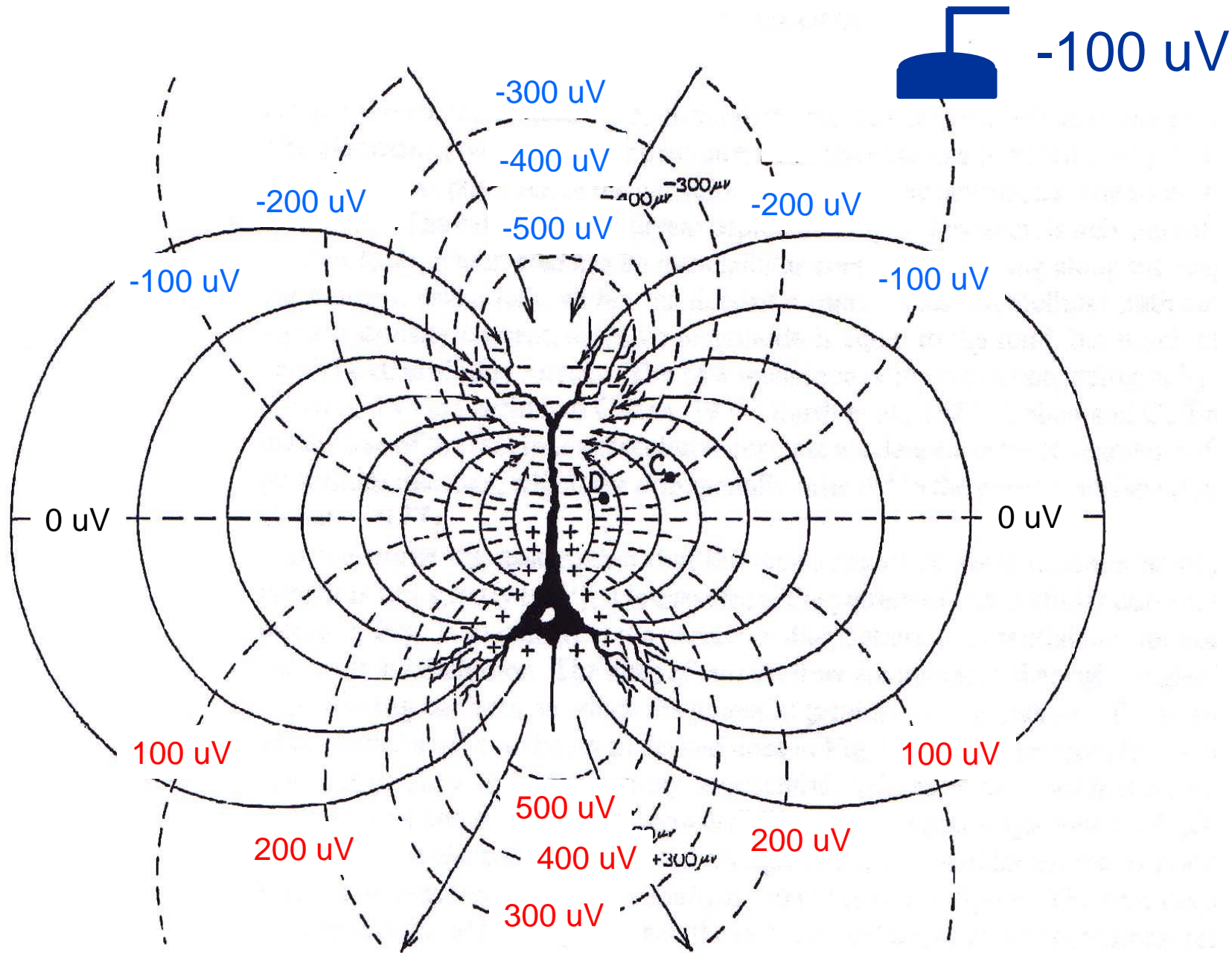
———— proud

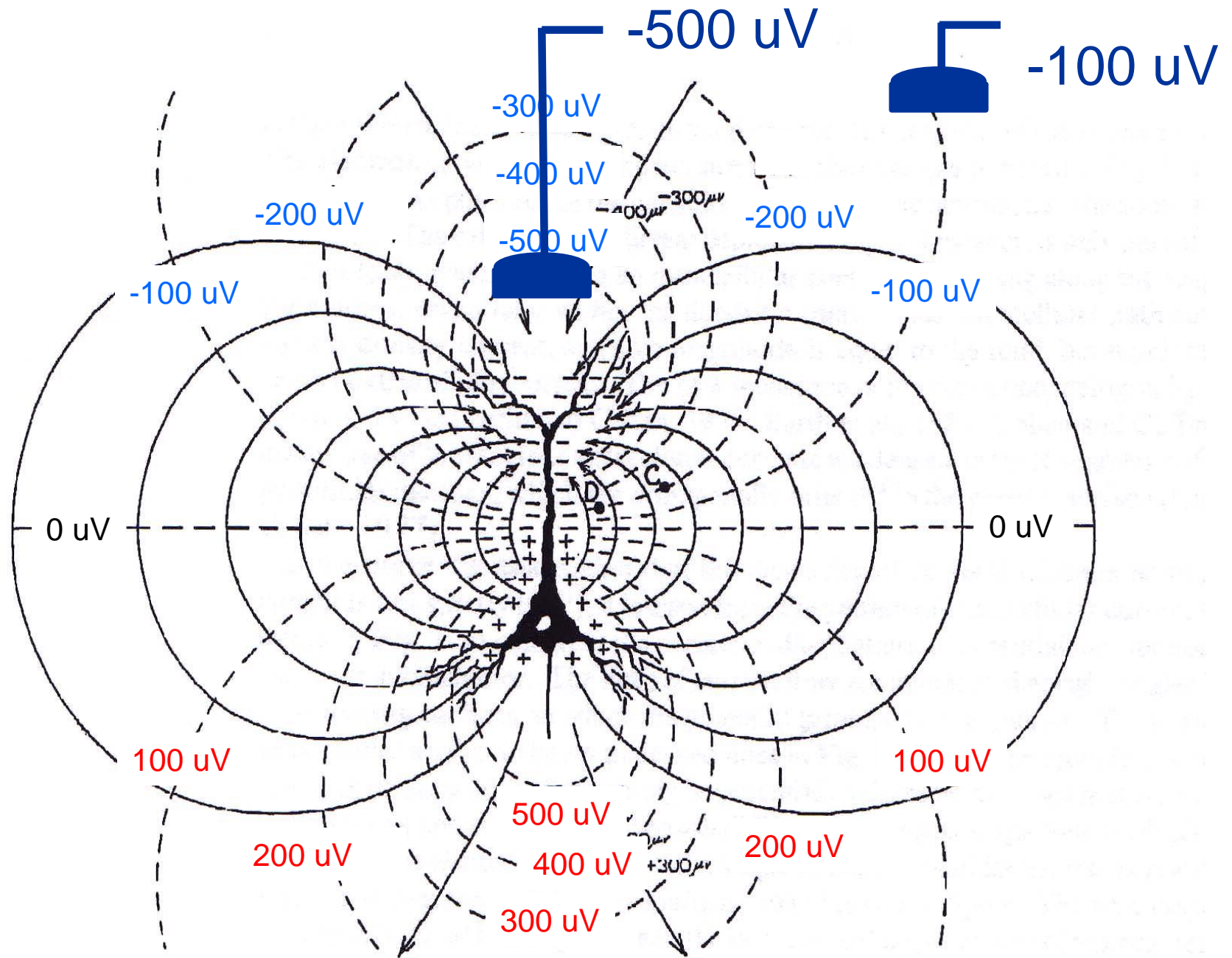


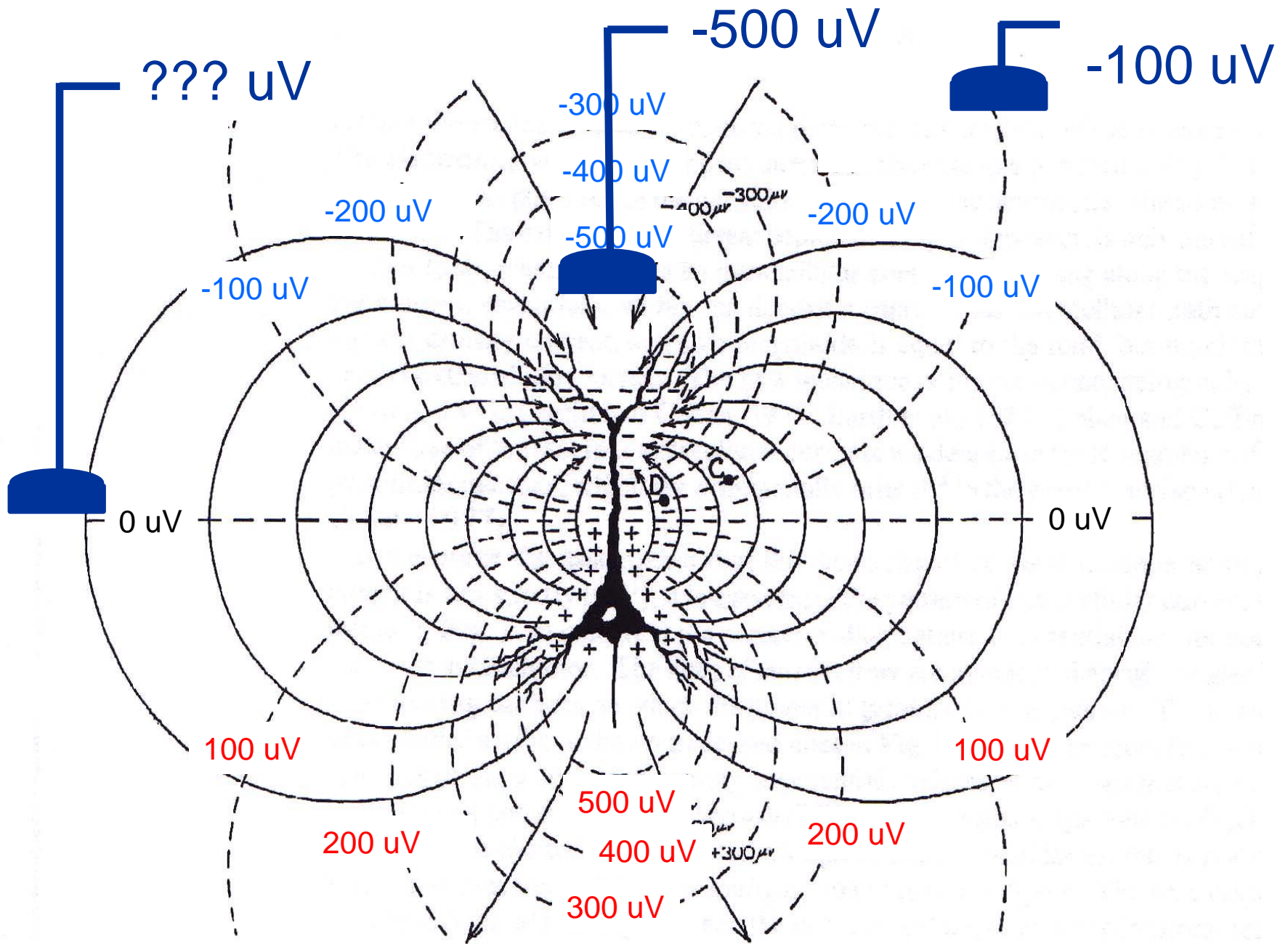


# Morfologie, amplituda a trvání EEG vln

- **Vzdálenost elektrody od generátoru proudu**
- Trvání postsynaptických potenciálů
- Počet synchronně aktivovaných postsynaptických potenciálů
- Poloha elektrody ve vztahu ke generátoru proudu
- Anatomická orientaci vrstvy pyramidových buněk generujících proud

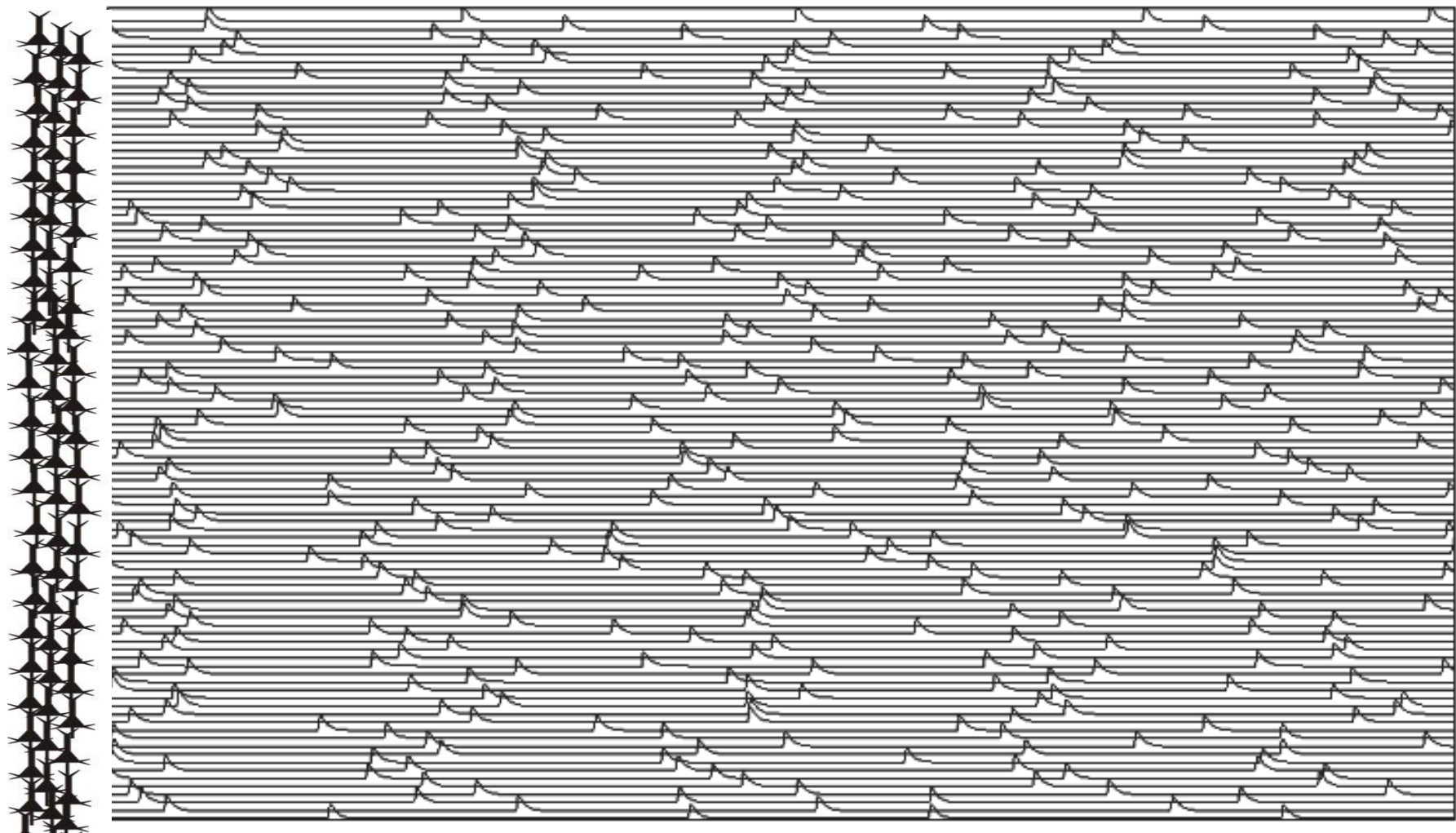




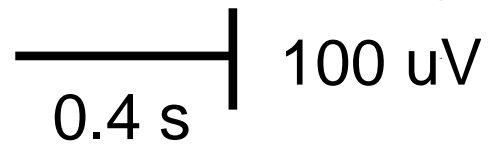


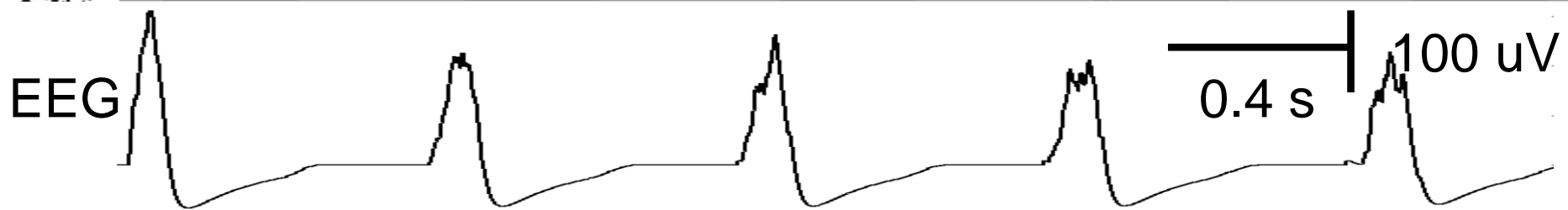
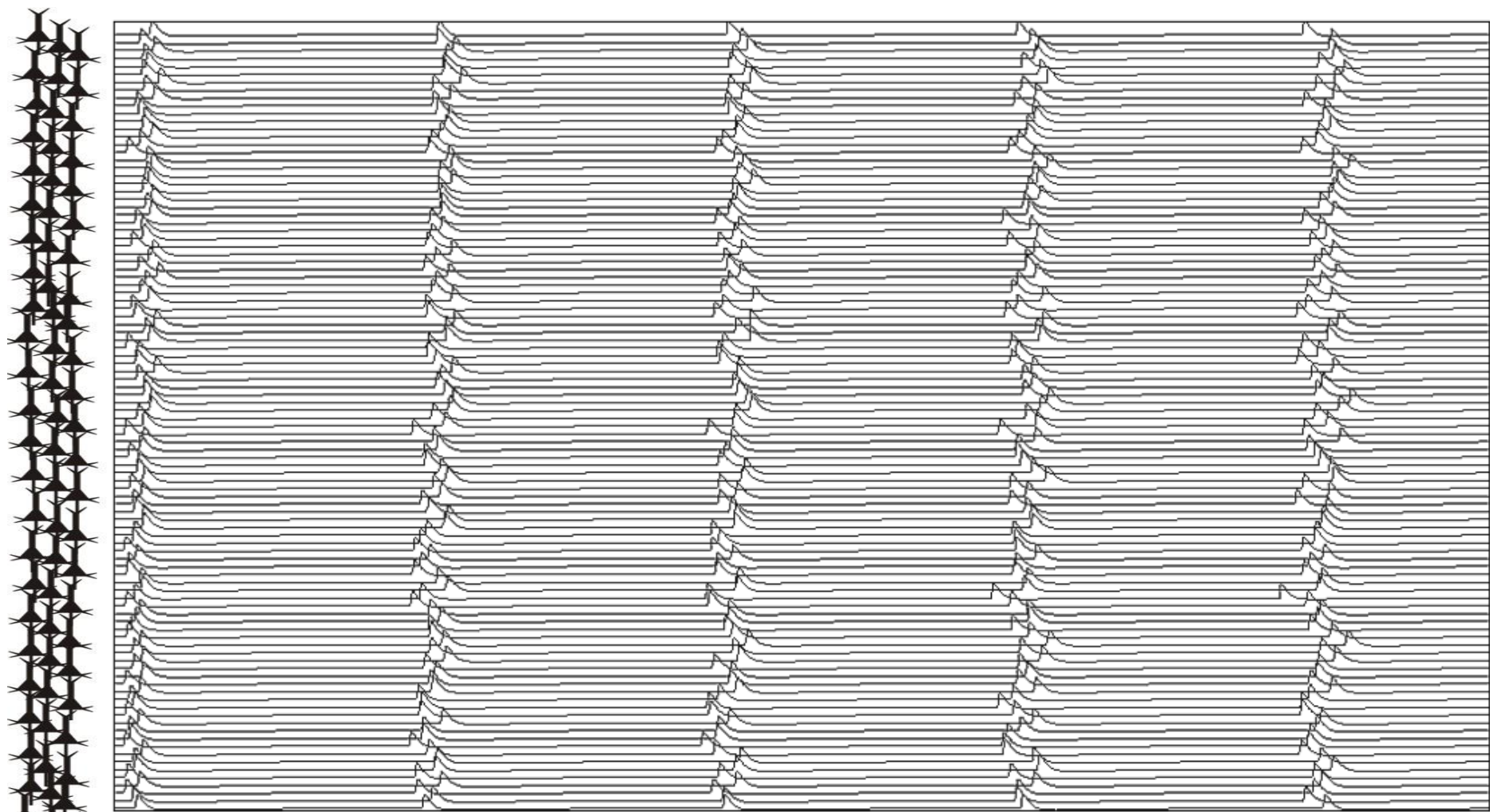
# Morfologie, amplituda a trvání EEG vln

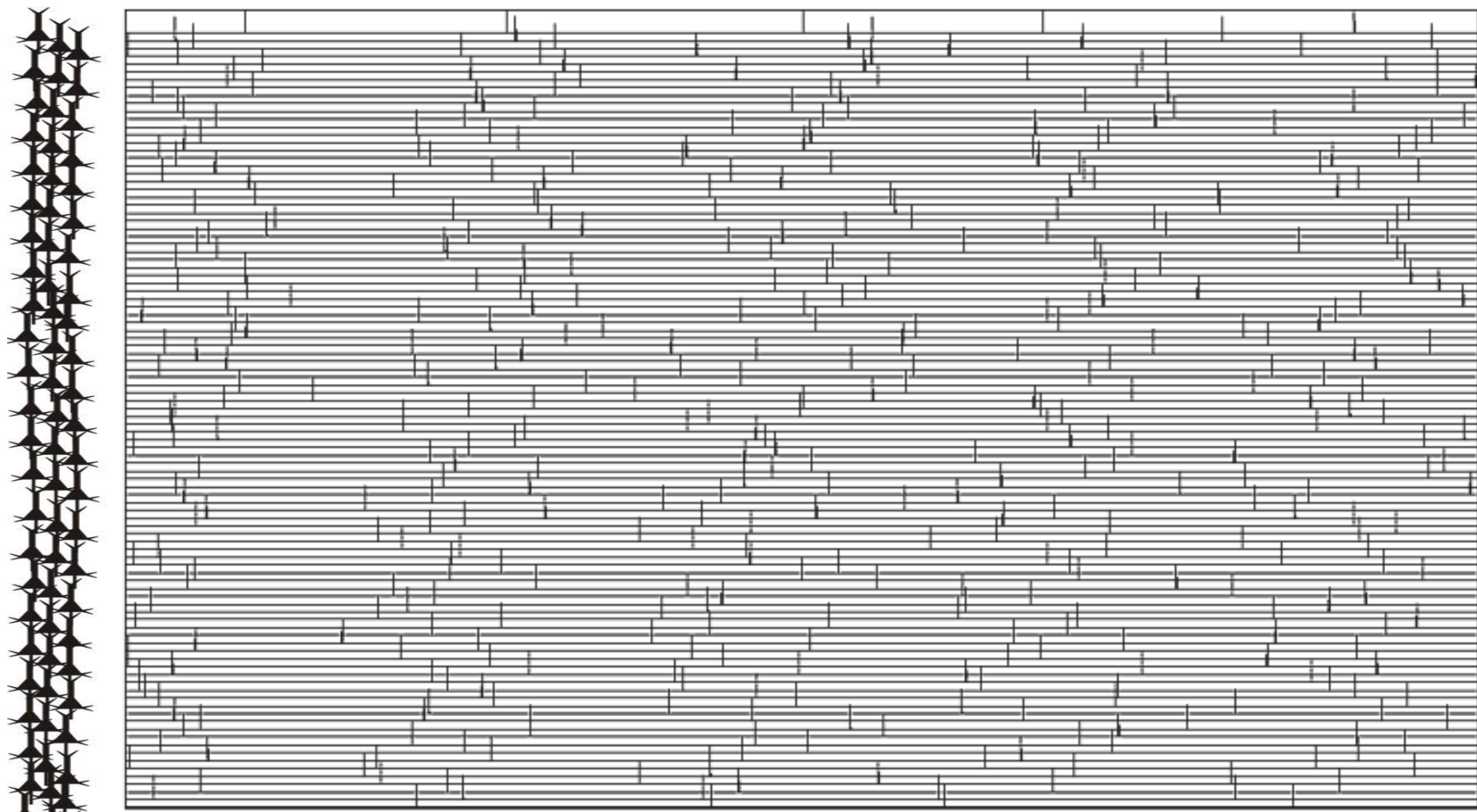
- Vzdálenost elektrody od generátoru proudu
- Trvání postsynaptických potenciálů
- Počet synchronně aktivovaných postsynaptických potenciálů
- Poloha elektrody ve vztahu ke generátoru proudu
- Anatomická orientaci vrstvy pyramidových buněk generujících proud



EEG







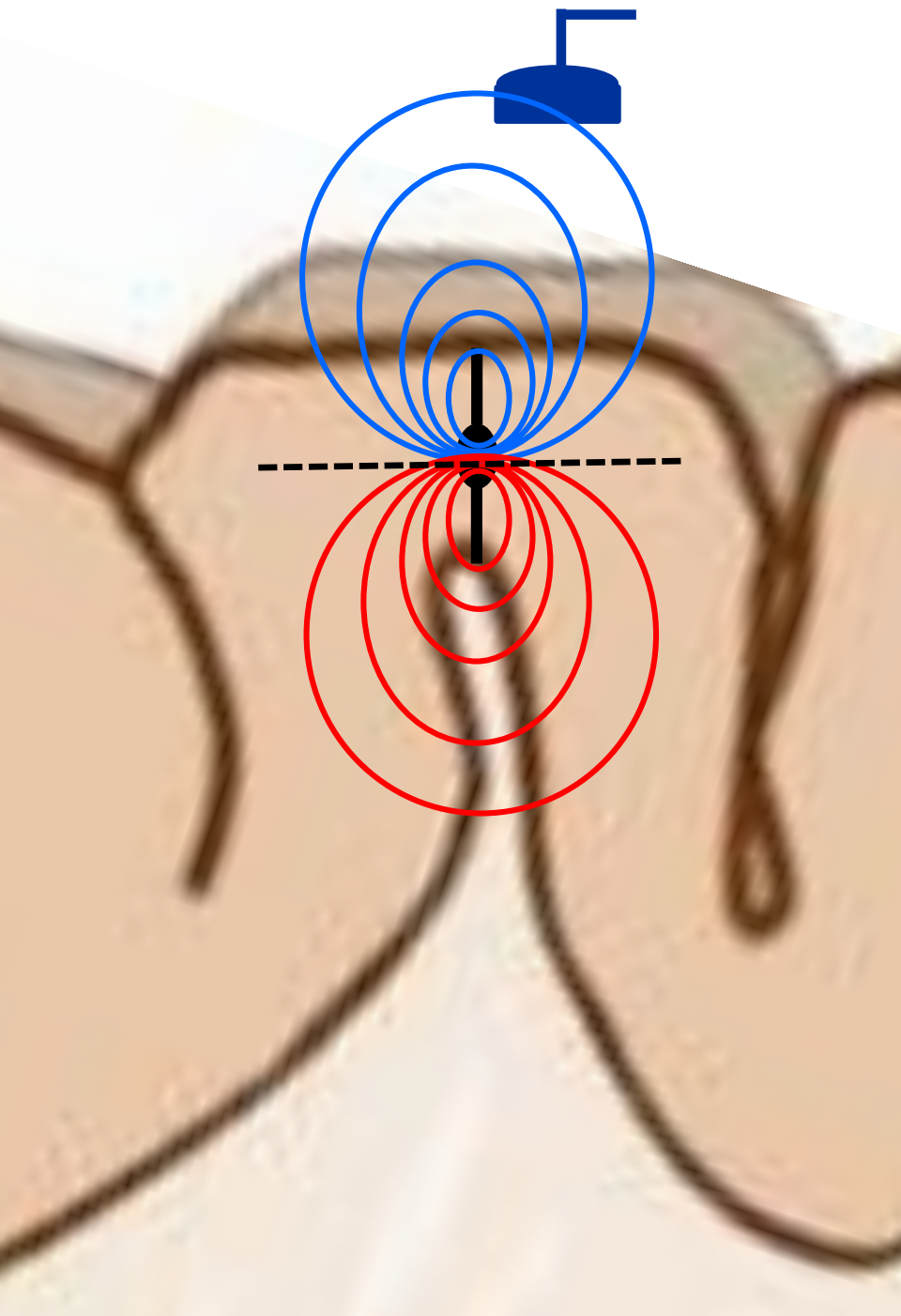
EEG

0.4 s | 100  $\mu$ V

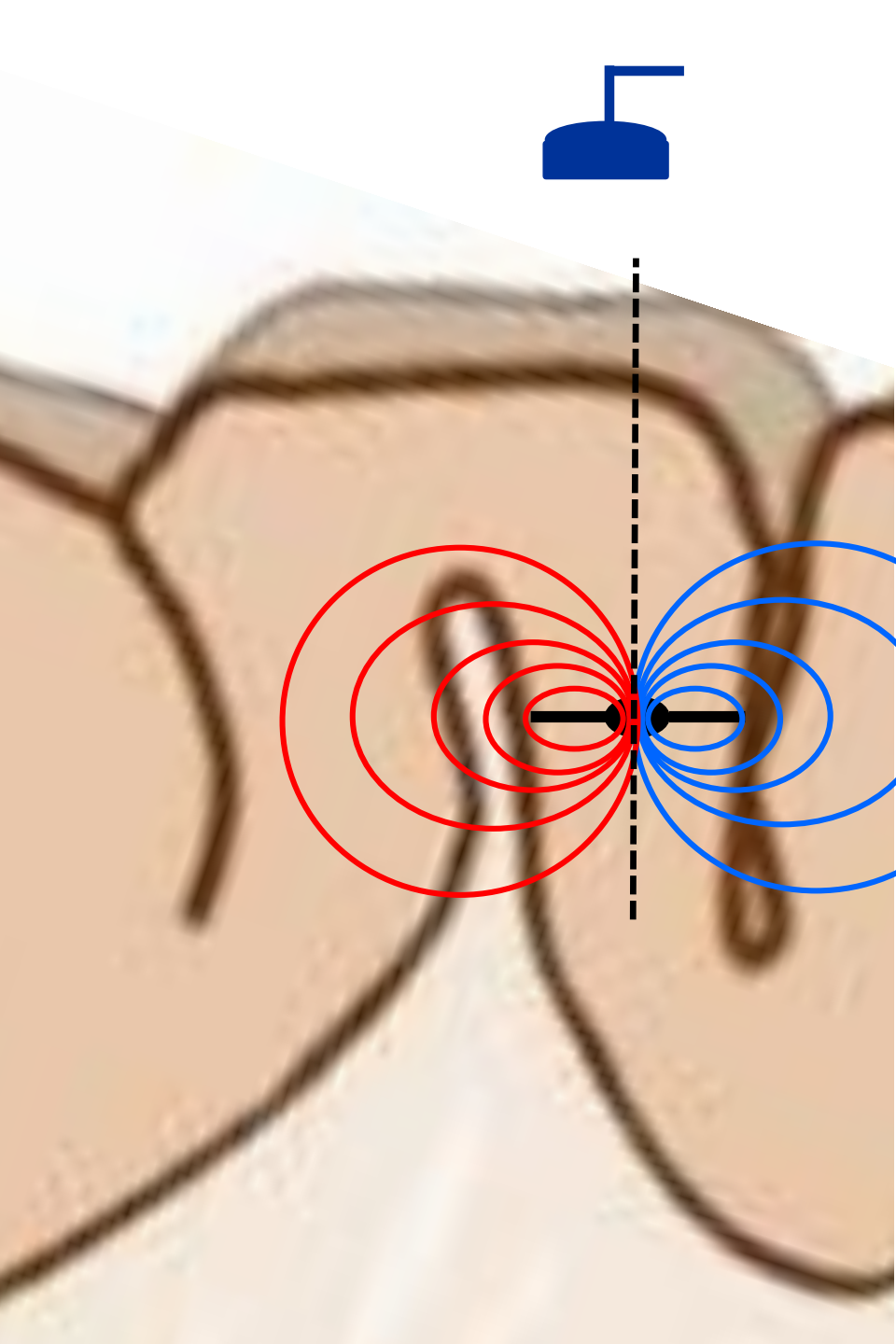


# Morfologie, amplituda a trvání EEG vln

- Vzdálenost elektrody od generátoru proudu
- Trvání postsynaptických potenciálů
- Počet synchronně aktivovaných postsynaptických potenciálů
- **Poloha elektrody ve vztahu ke generátoru proudu**
- Anatomická orientaci vrstvy pyramidových buněk generujících proud



EEG  
–  
aktivita z  
povrchu  
mozkové  
kůry

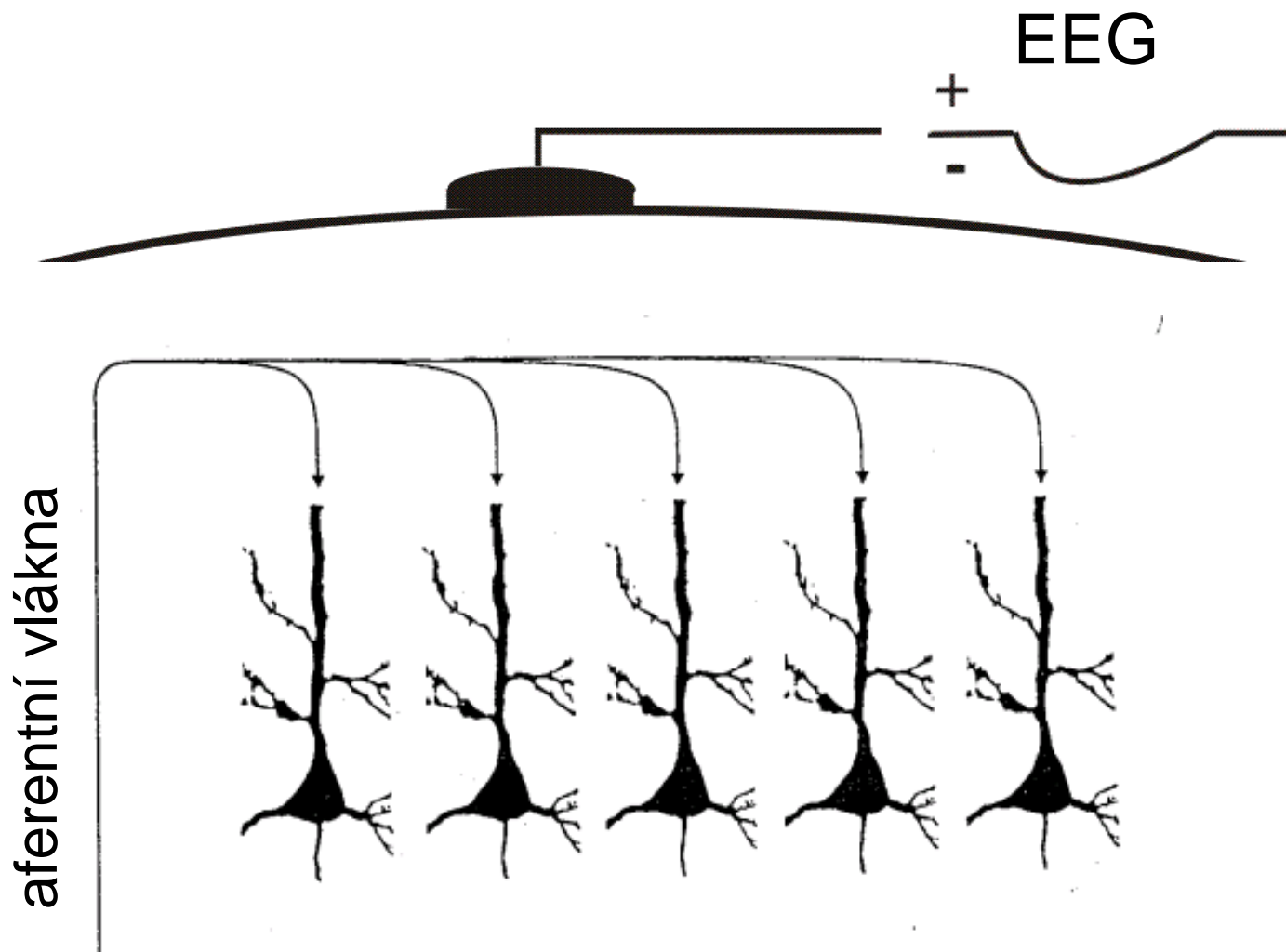


EEG  
–  
aktivita z  
hloubky  
závitu

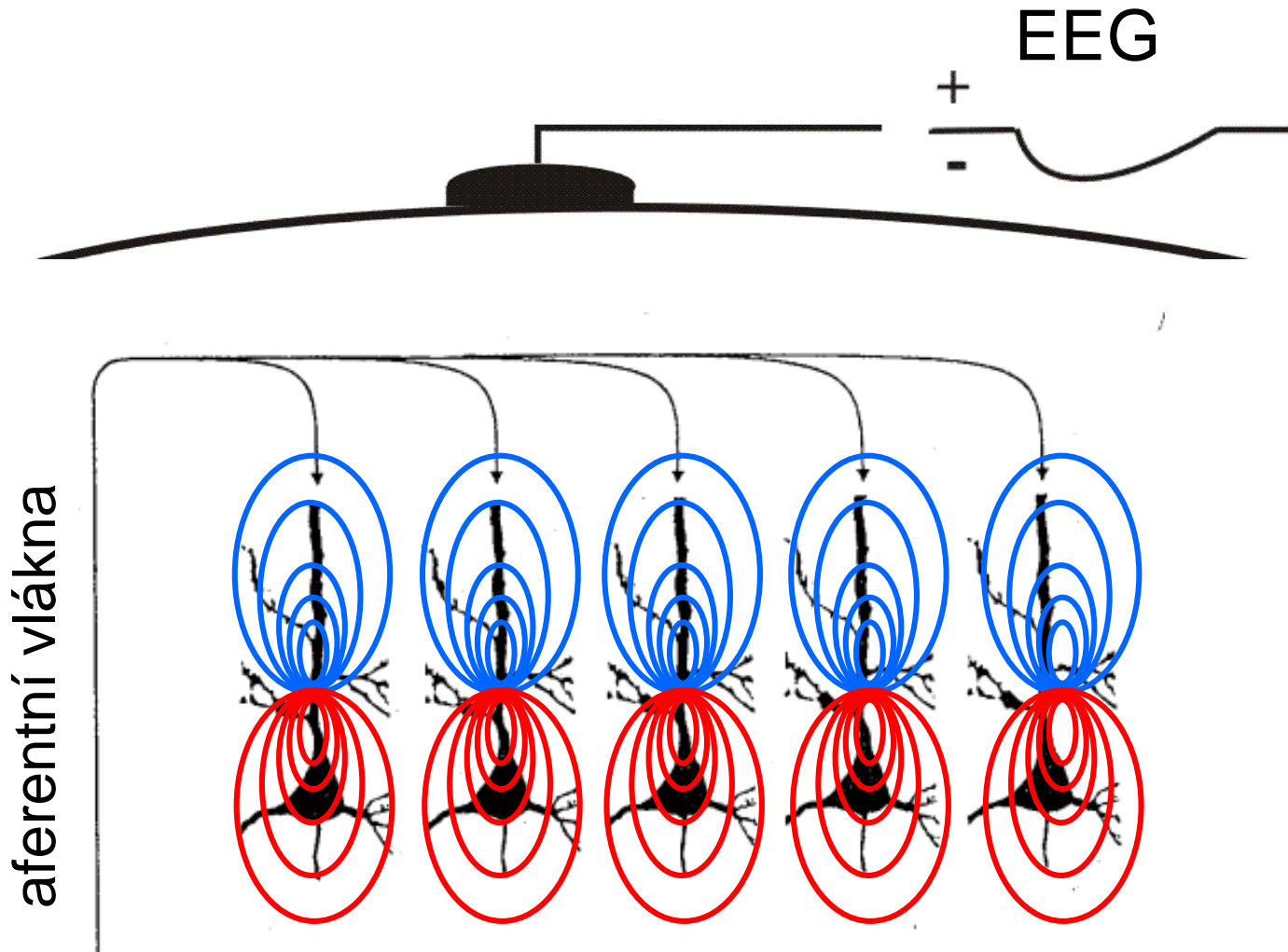
# Morfologie, amplituda a trvání EEG vln

- Vzdálenost elektrody od generátoru proudu
- Trvání postsynaptických potenciálů
- Počet synchronně aktivovaných postsynaptických potenciálů
- Poloha elektrody ve vztahu ke generátoru proudu
- Anatomická orientaci vrstvy pyramidových buněk generujících proud

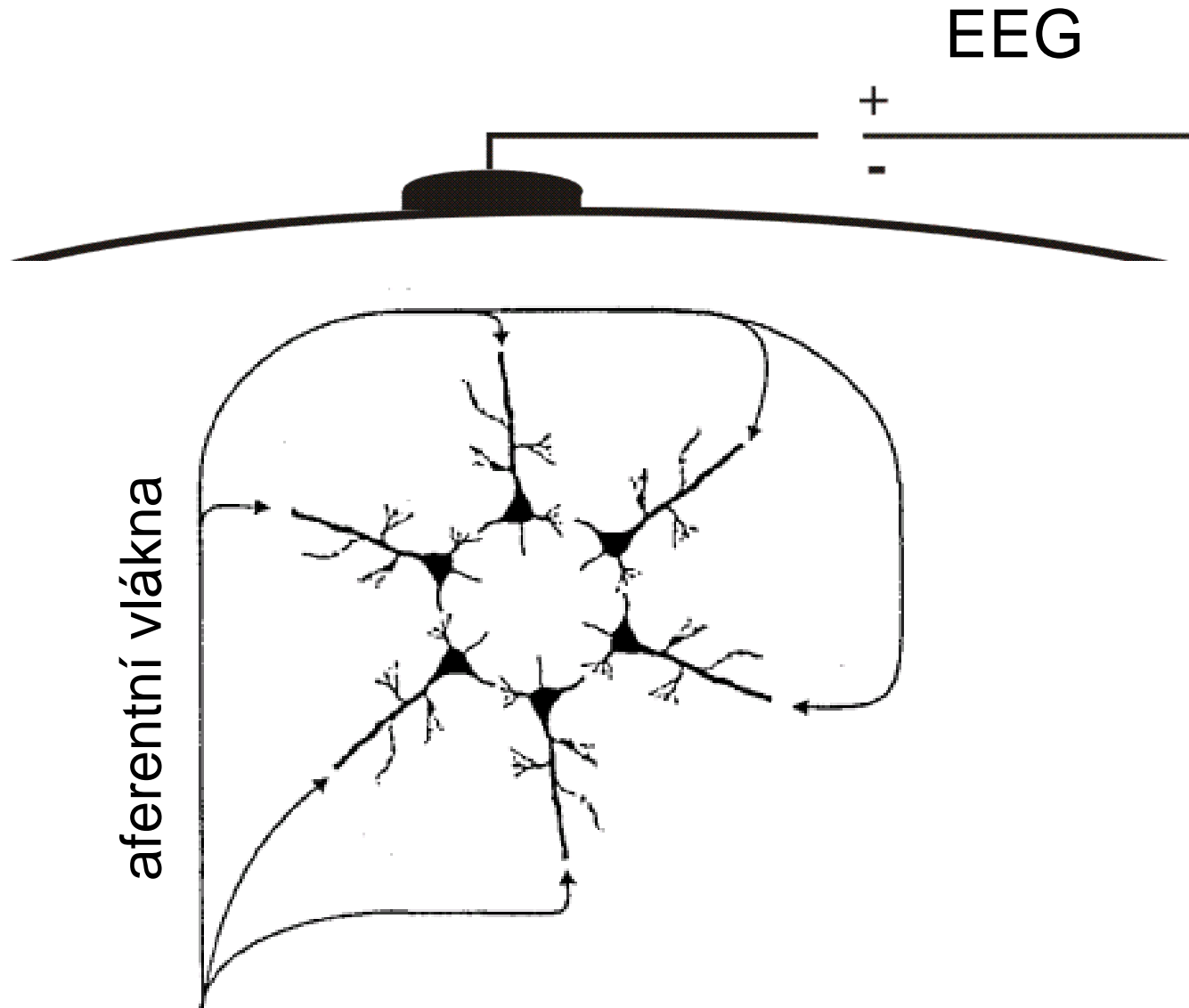
# EEG – význam anatomického uspořádání



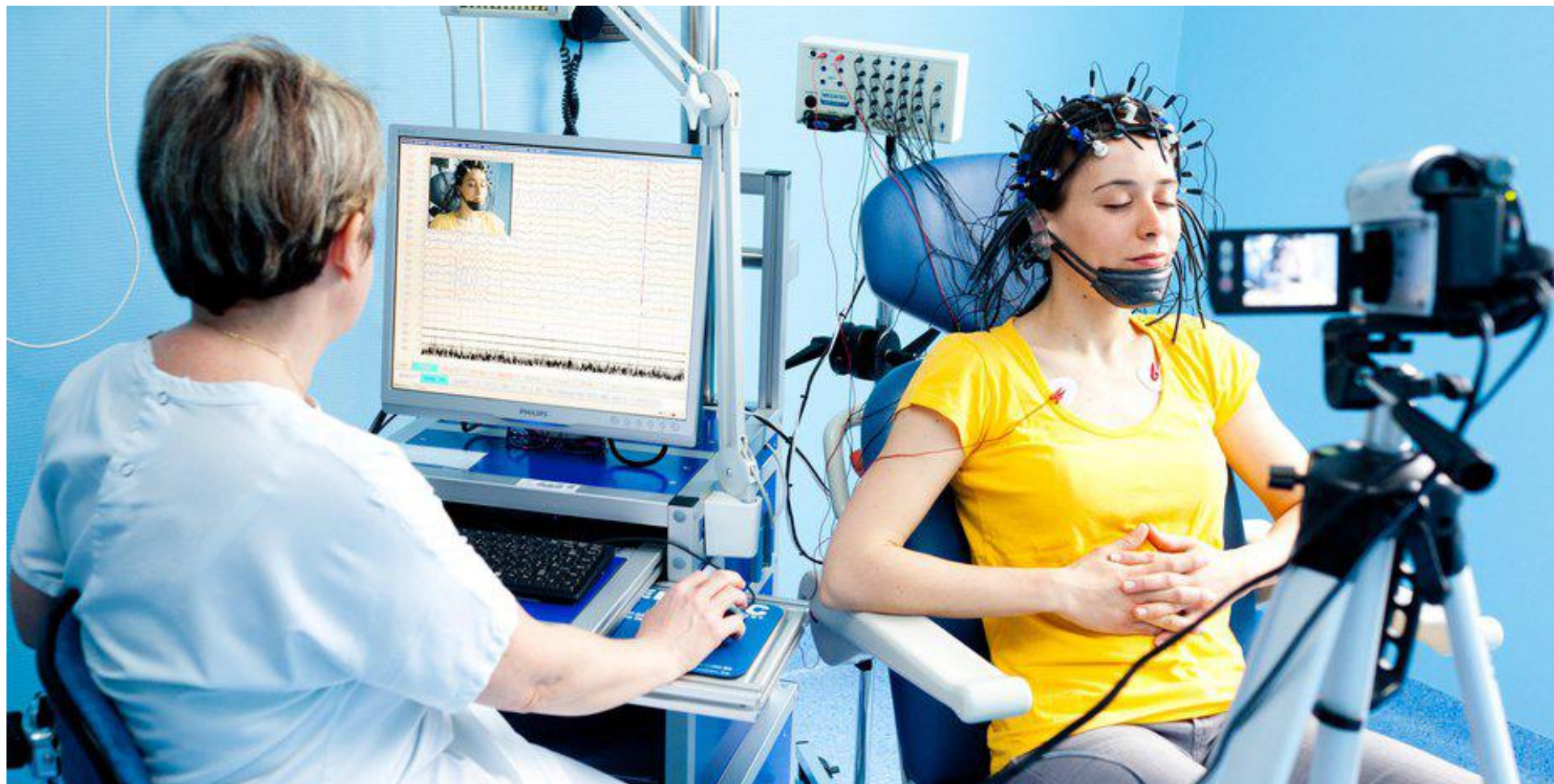
# EEG – význam anatomického uspořádání



# EEG – význam anatomického uspořádání



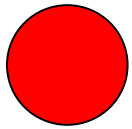
# Skalpové EEG



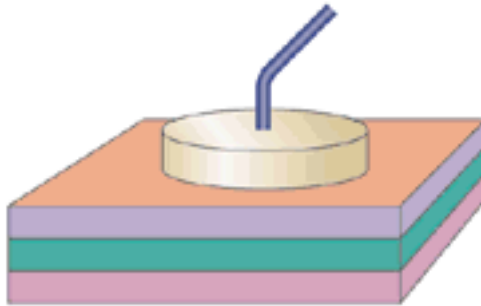


# Elektrody

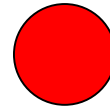
Skalpové EEG



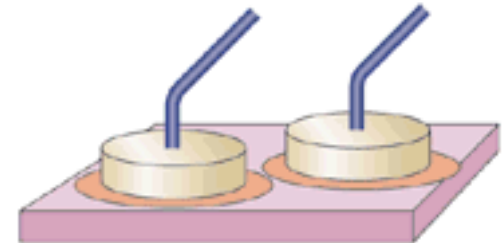
> 1 cm



Intrakraniální EEG



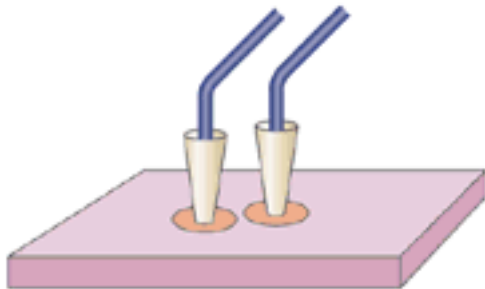
< 1 cm



Lokální potenciály



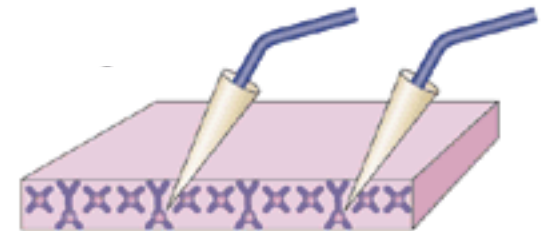
~ 1 mm



Extracelulární akční potenciály

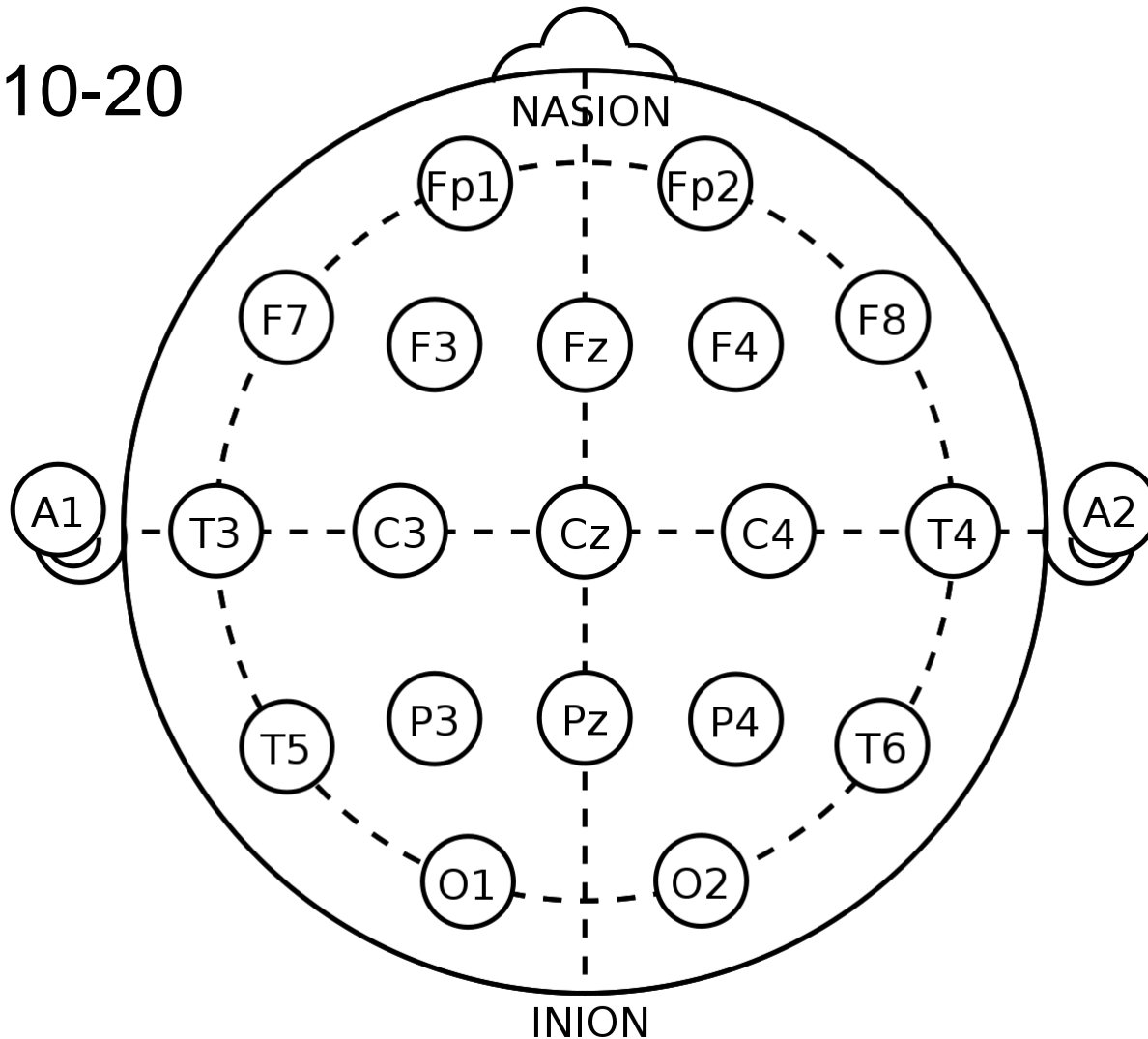


~ 1  $\mu$ m

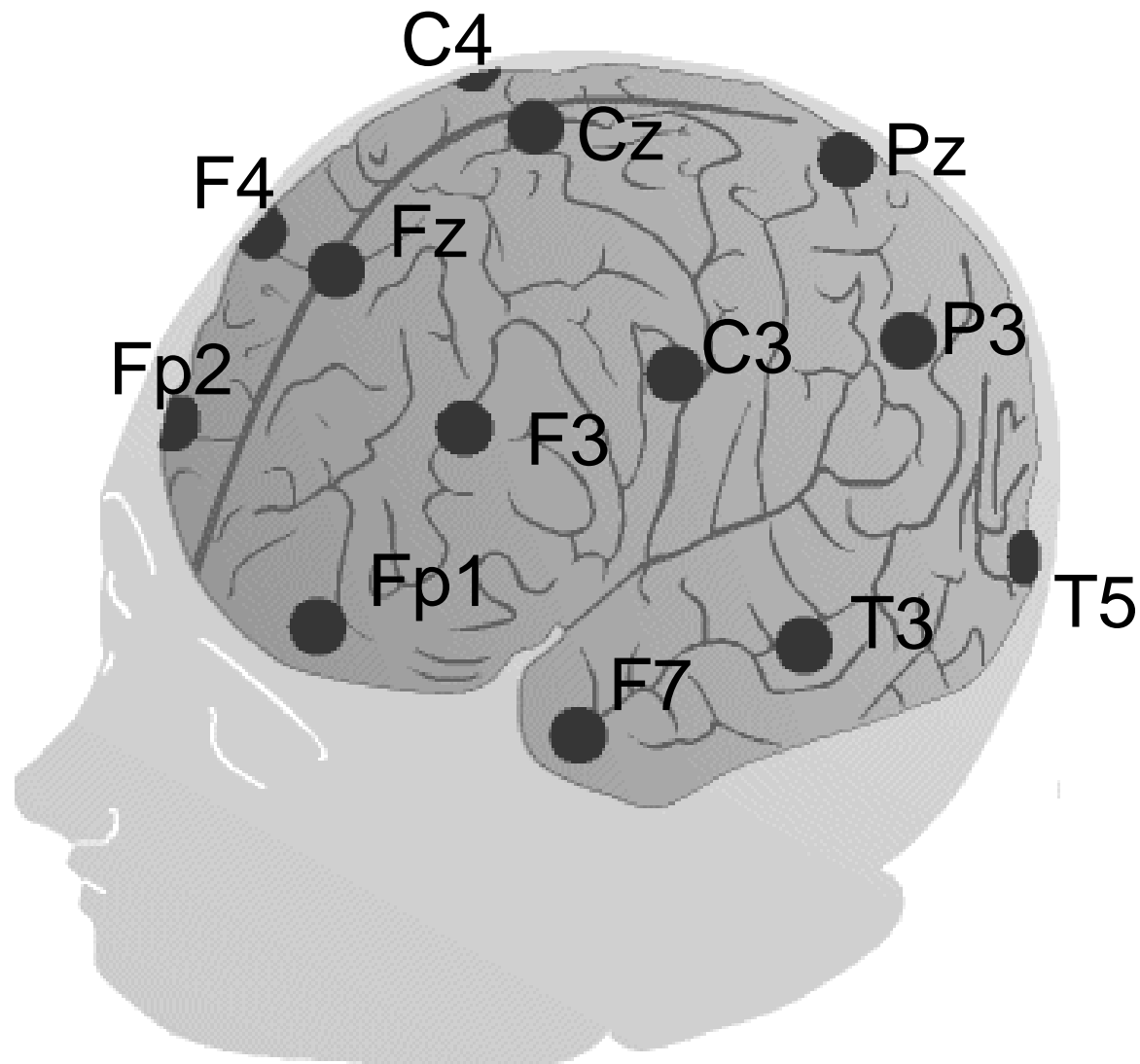


# Skalpové EEG – rozmístění elektrod

System 10-20



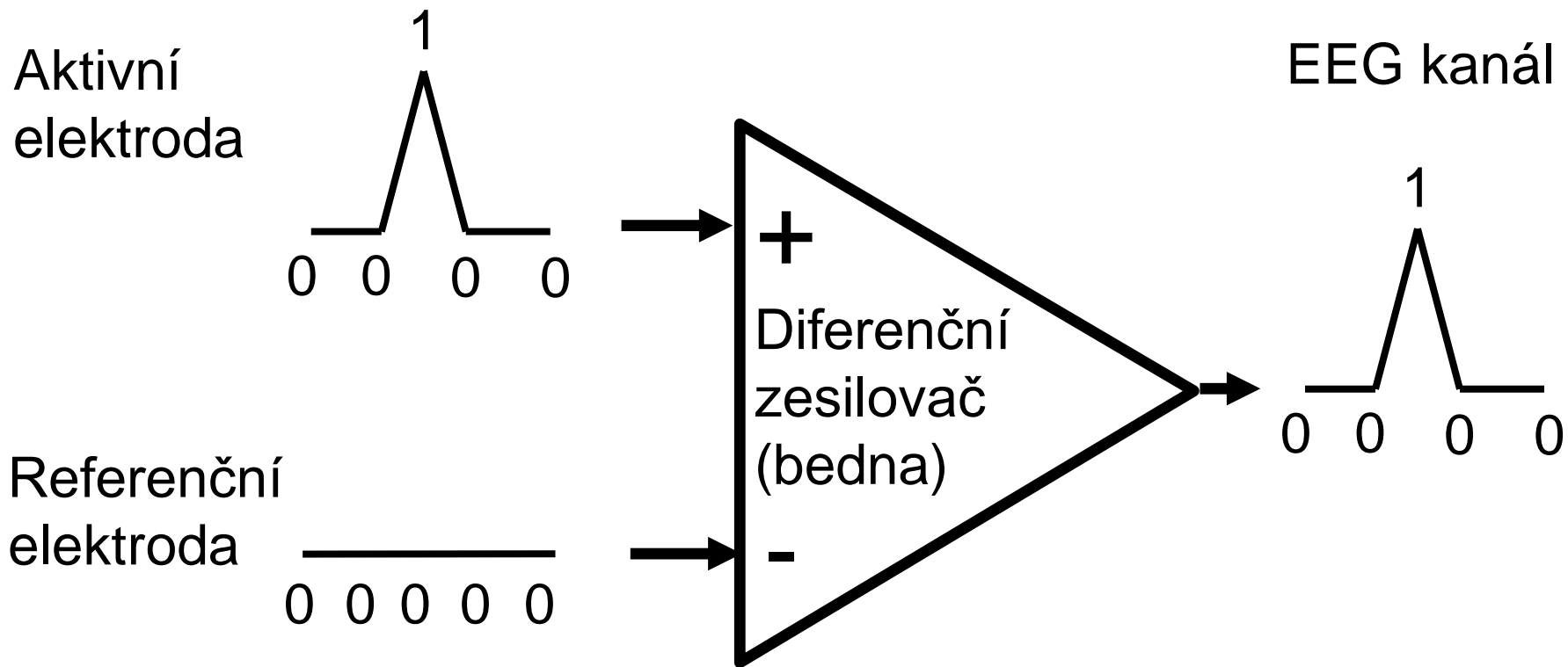
# Skalpové EEG – vztah elektrod k mozku



# EEG - registrace

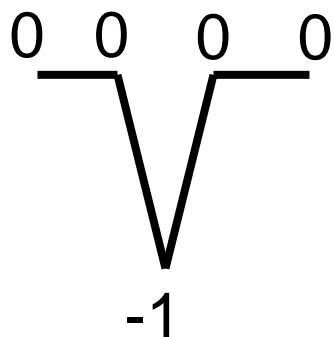
- Montáže
  - různá zapojení a poloha elektrod
- Referenční zapojení
  - Skalpová (aktivní) elektroda vůči referenční elektrodě
- Bipolární bipolární
  - Skalpová (aktivní) elektroda, vůči jiné skalpové (aktivní) elektrodě

# EEG – referenční zapojení

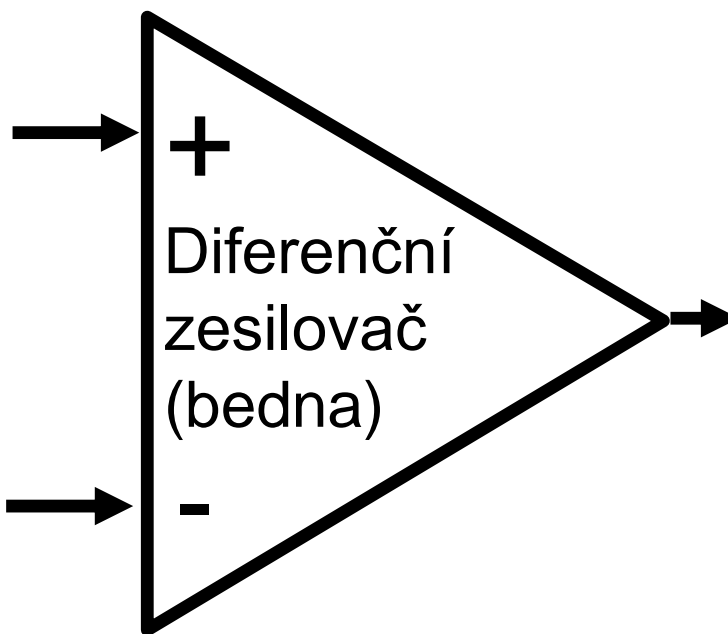
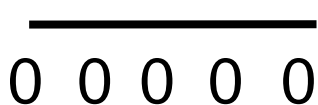


# EEG – referenční zapojení

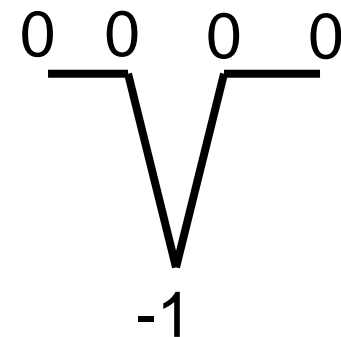
Aktivní  
elektroda



Referenční  
elektroda

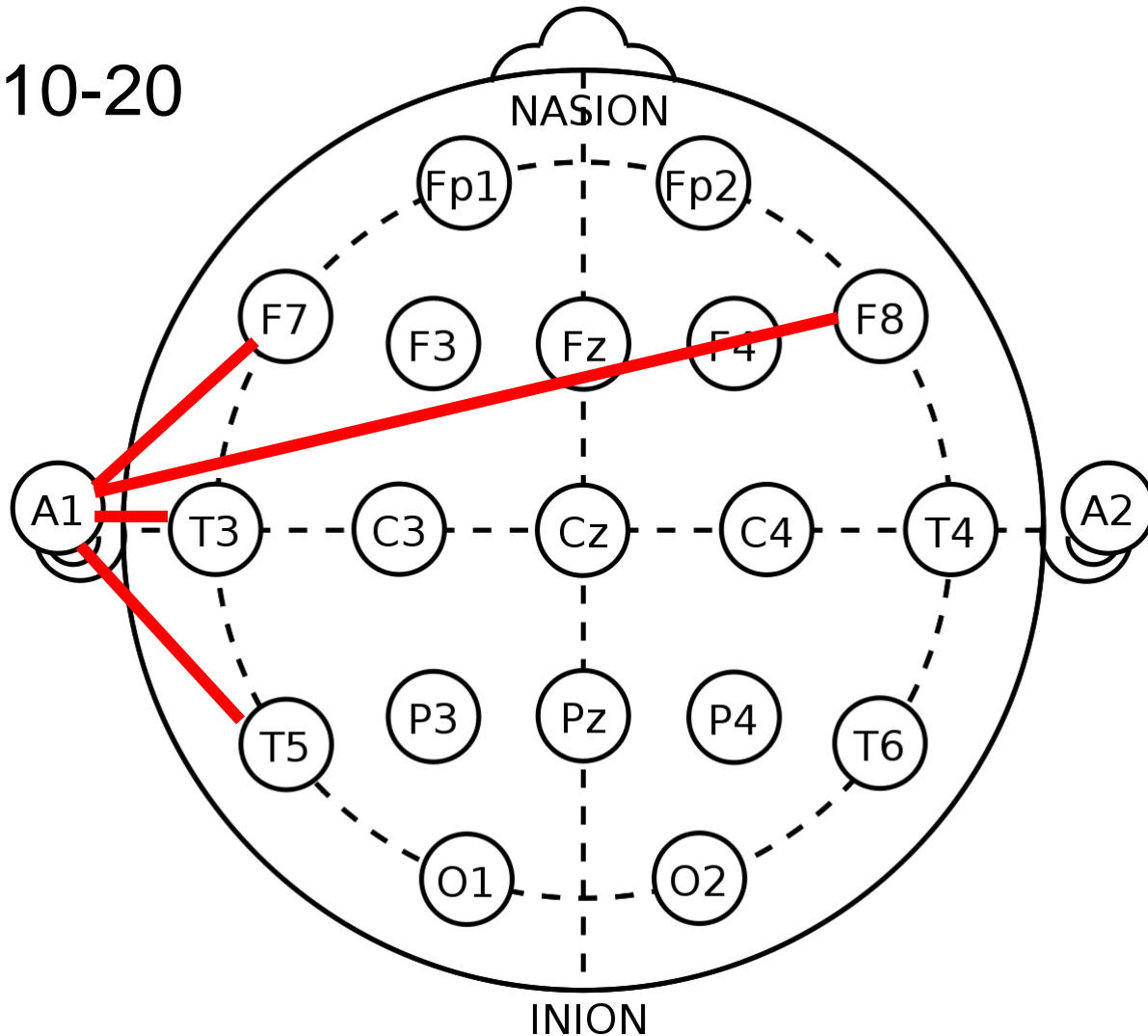


EEG kanál

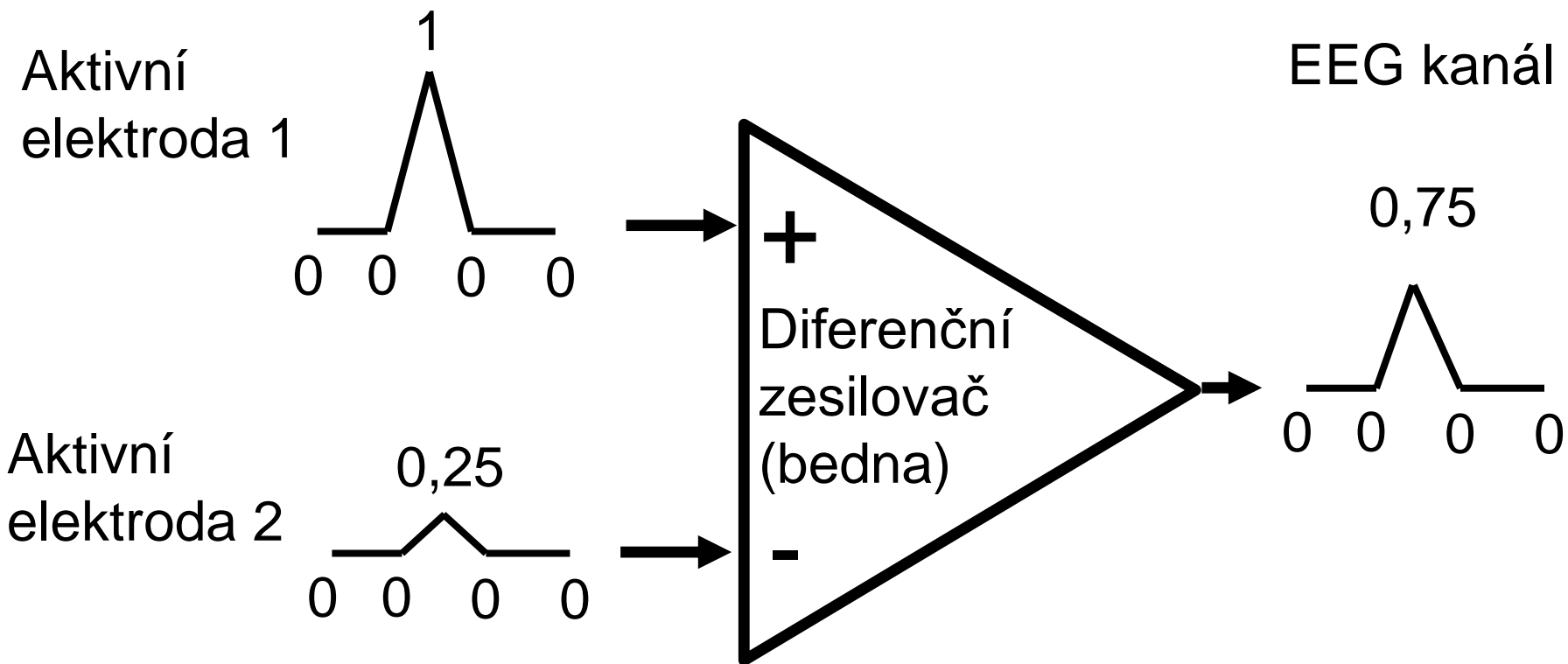


# Skalpové EEG – referenční zapojení

System 10-20

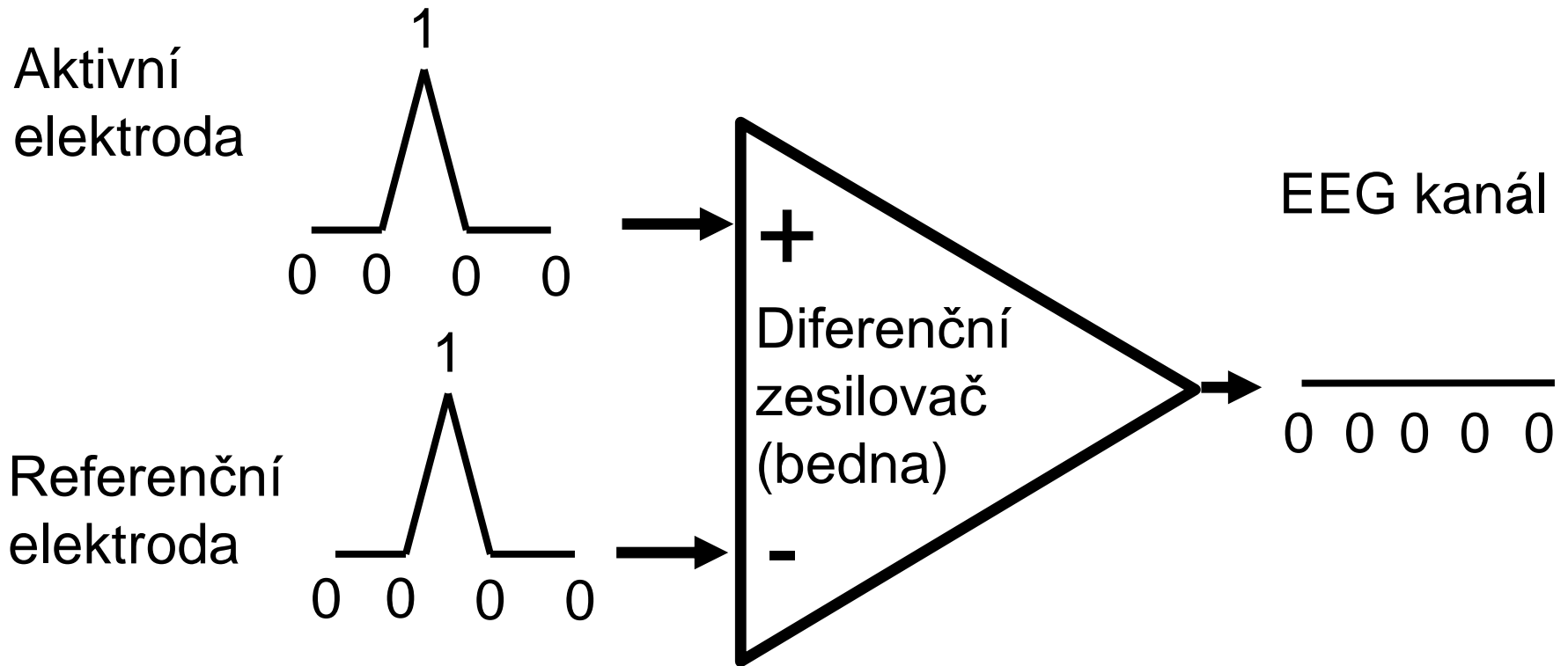


# EEG – bipolární zapojení



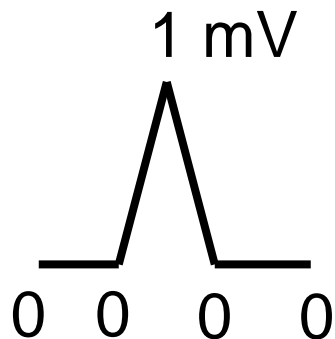


# EEG – bipolární zapojení

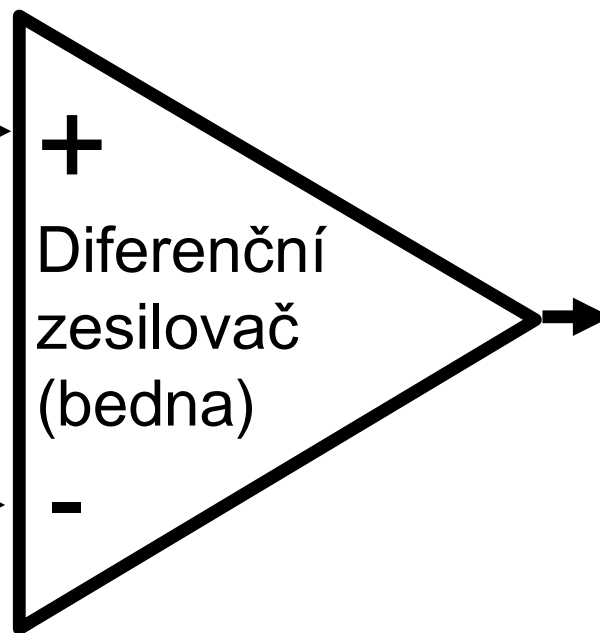
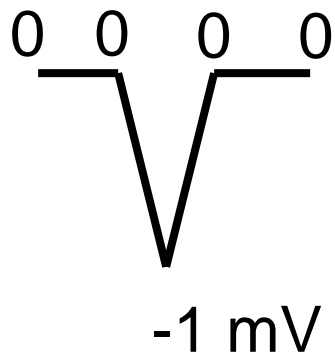


# EEG – bipolární zapojení

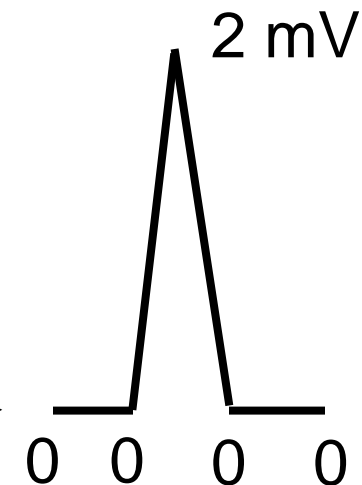
Aktivní elektroda



Referenční elektroda

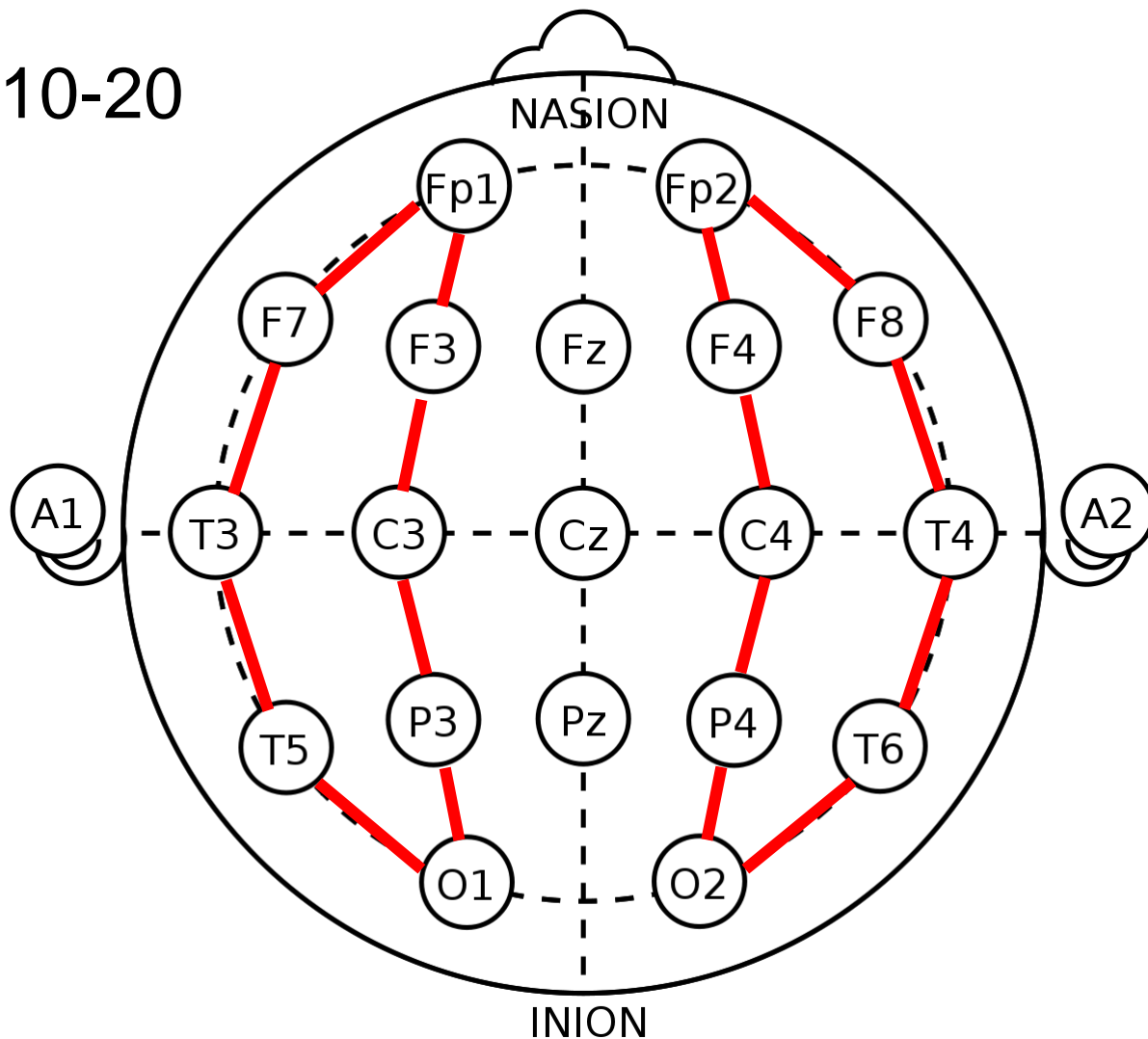


EEG kanál



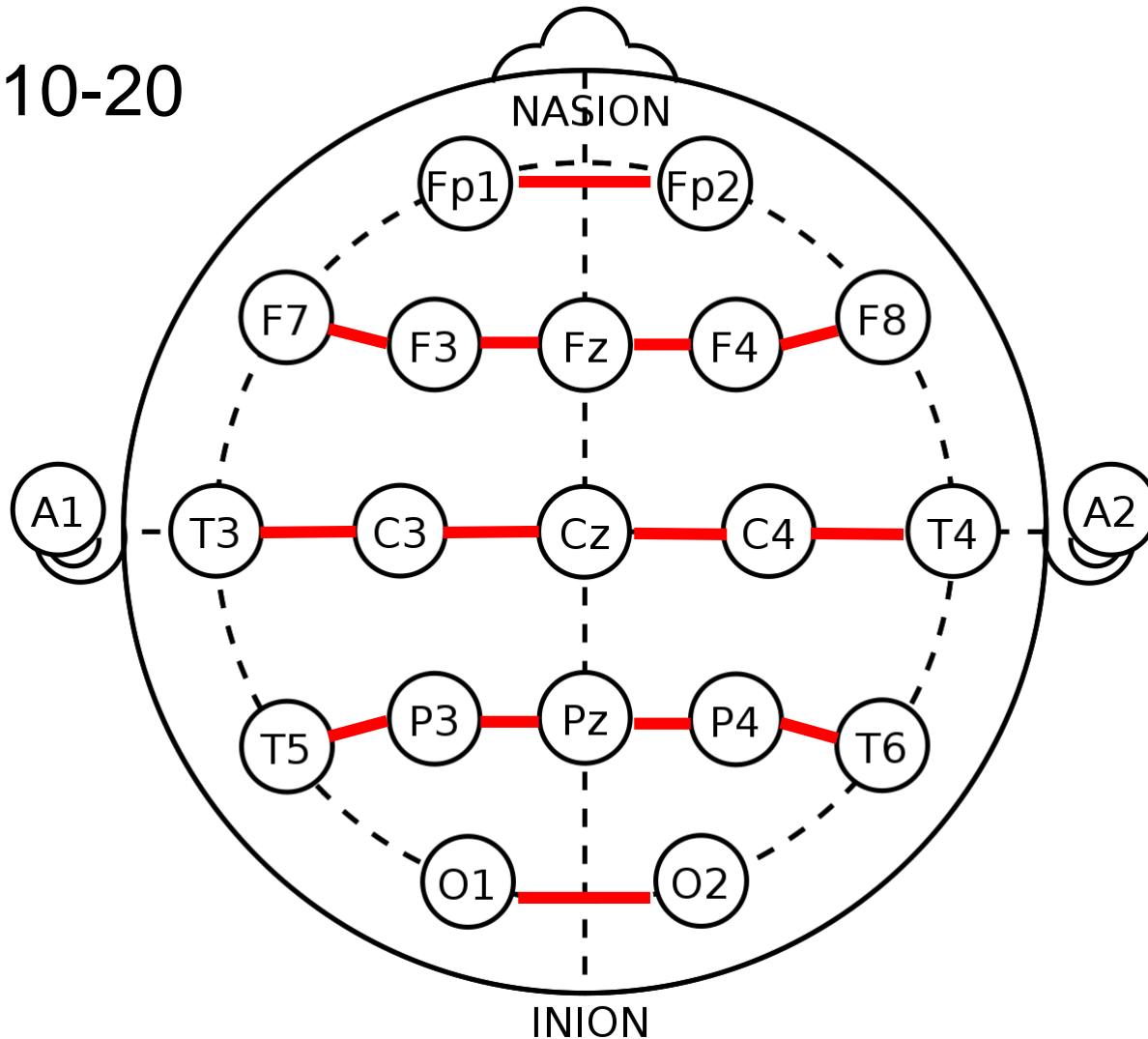
# Skalpové EEG – bipolární longitudinální

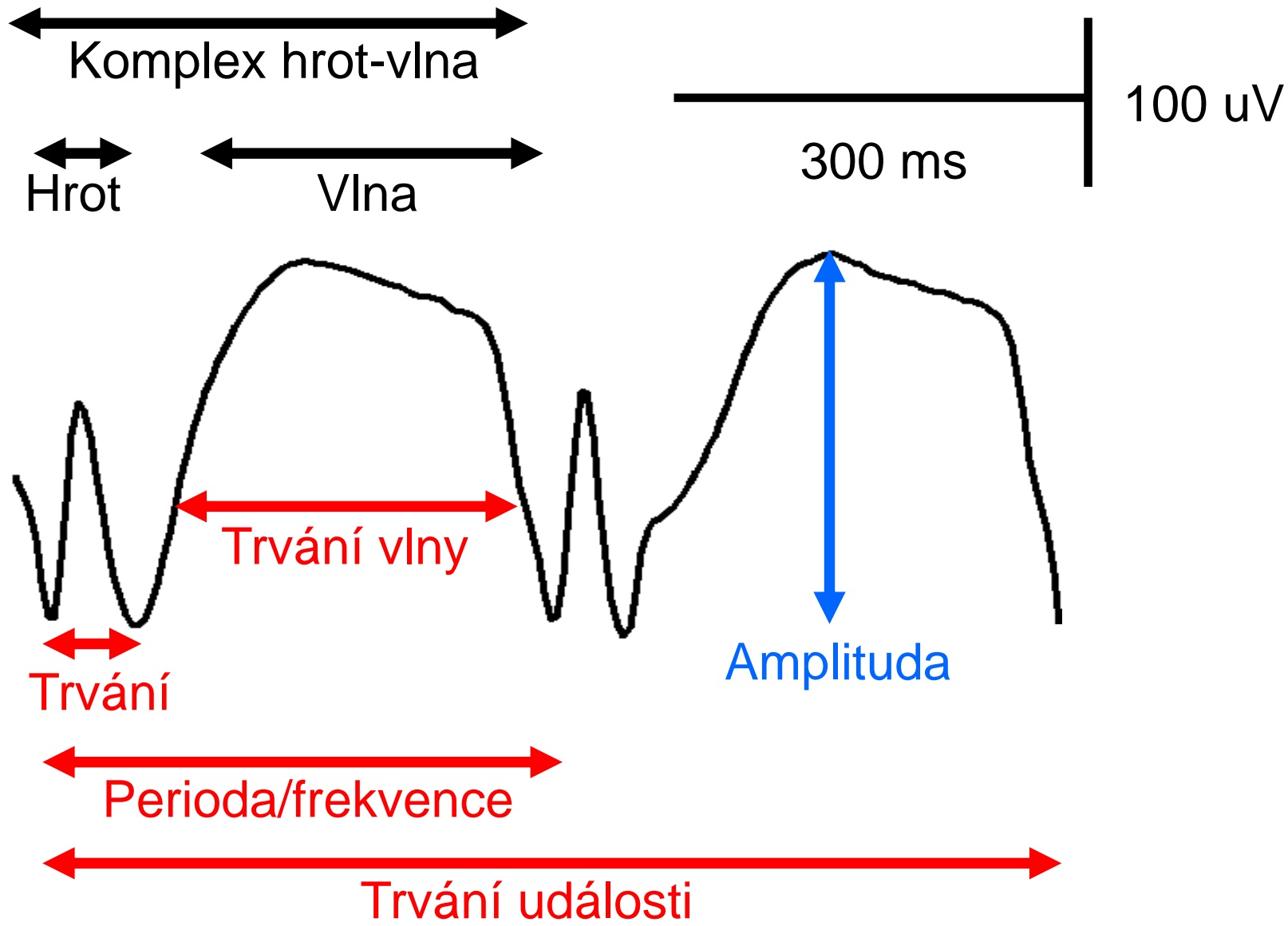
System 10-20



# Skalpové EEG – bipolární transversální

System 10-20





# EEG frekvenční pásma

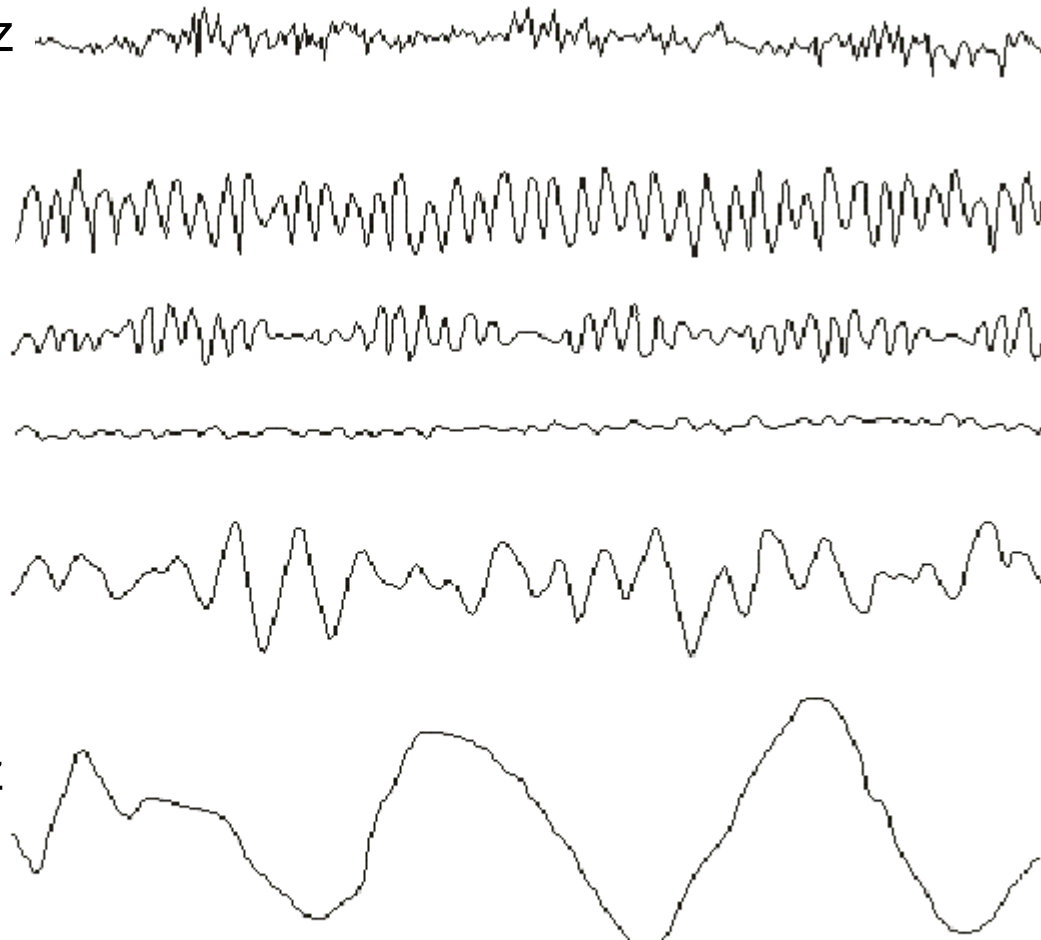
**$\beta$**  13-30 Hz

**$\alpha$**  8-13 Hz

**$\theta$**  4-8 Hz

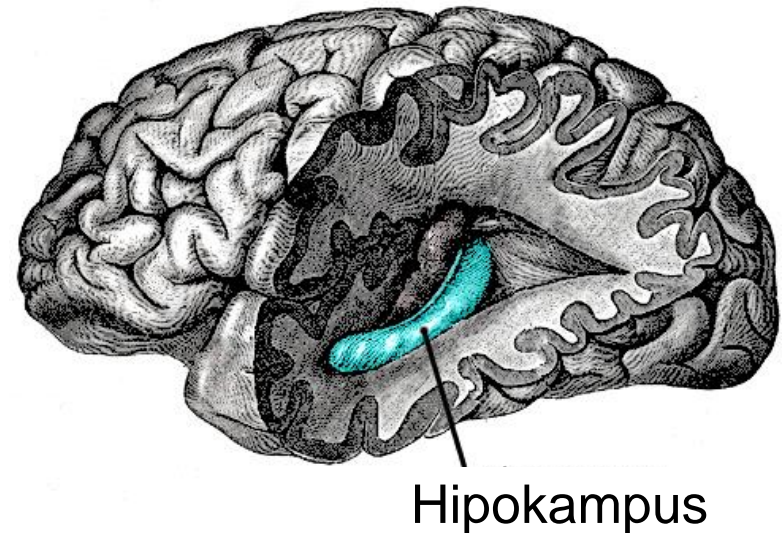
**$\delta$**  0,5-4 Hz

1 s 100  $\mu$ V

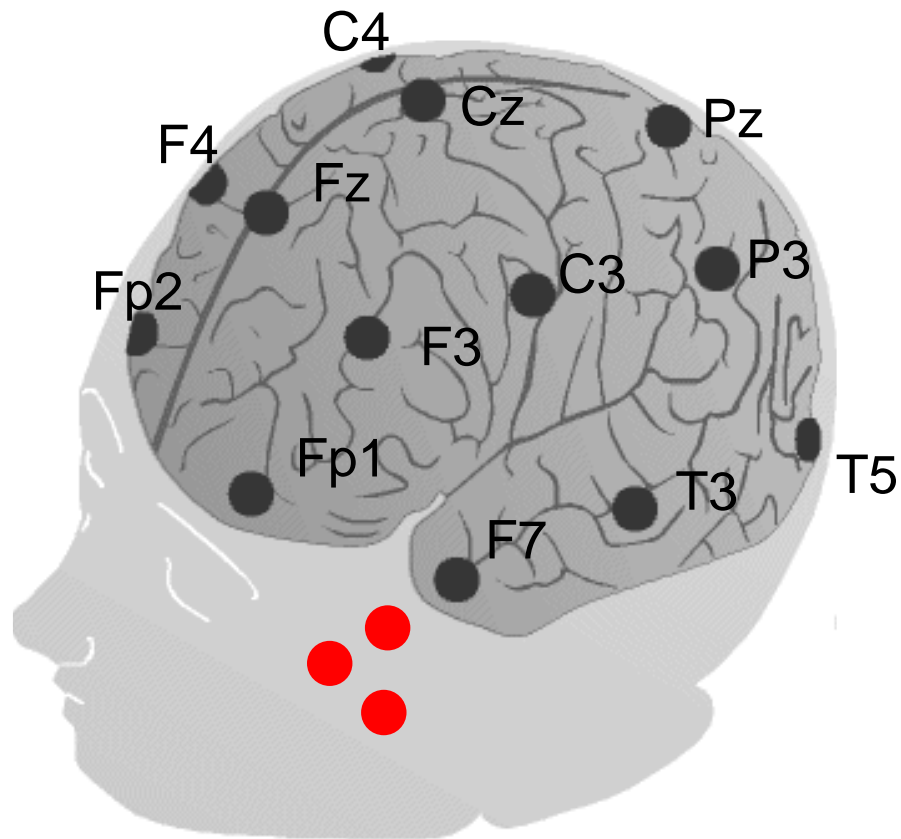
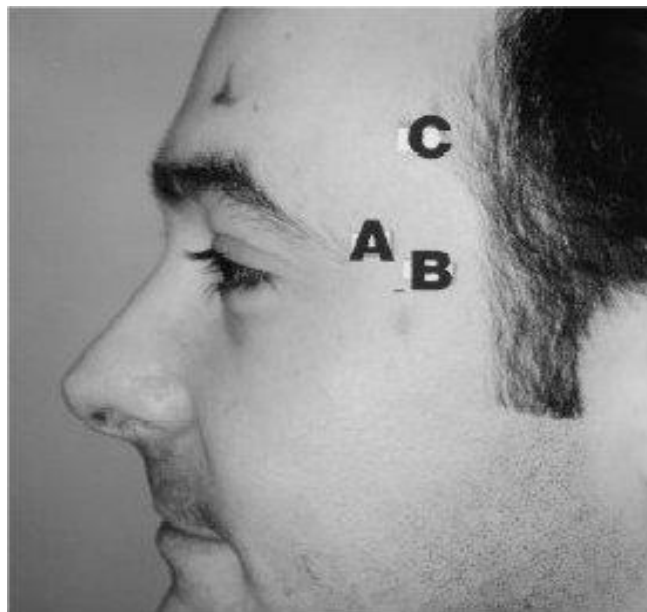


# EEG - hluboké struktury

- Hluboké struktury
  - Hipokampus
  - Thalamus
  - Mozkový kmen
- Bez přispění do skalpového EEG
- Nepřímé ovlivnění EEG aktivity

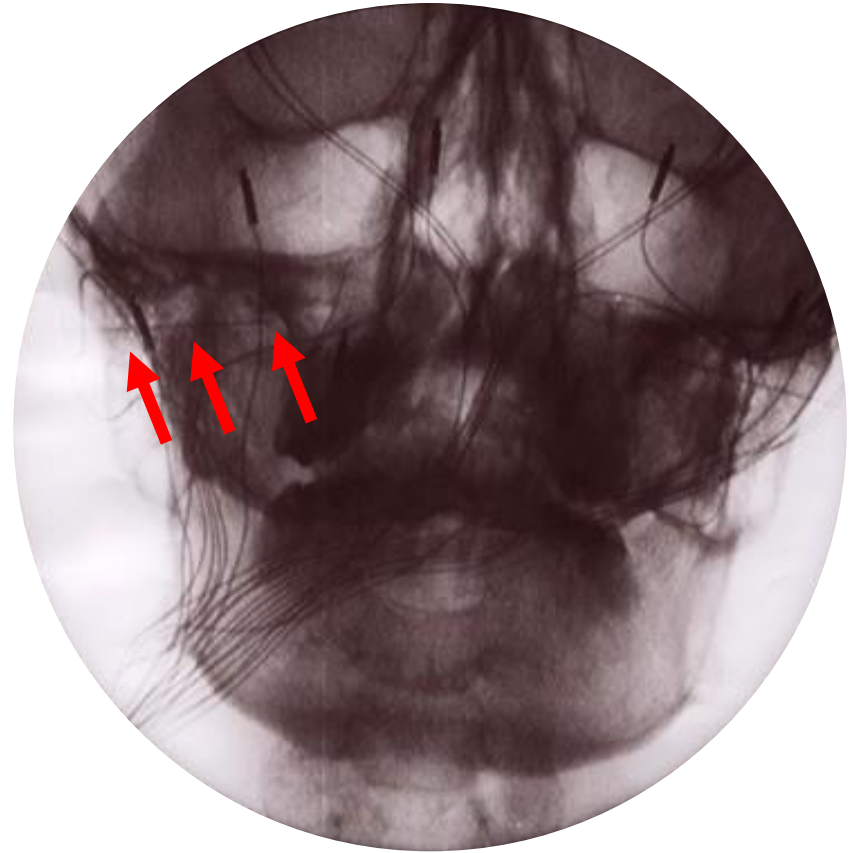


# EEG - přídavné přední temporální elektrody

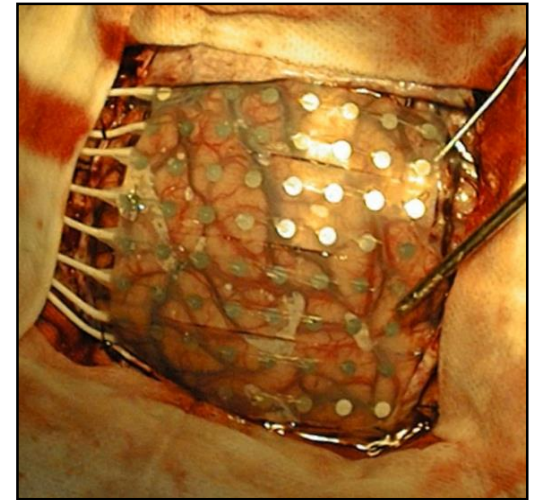
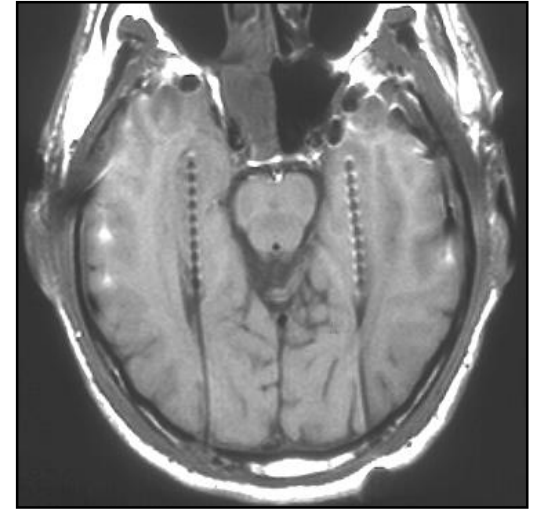
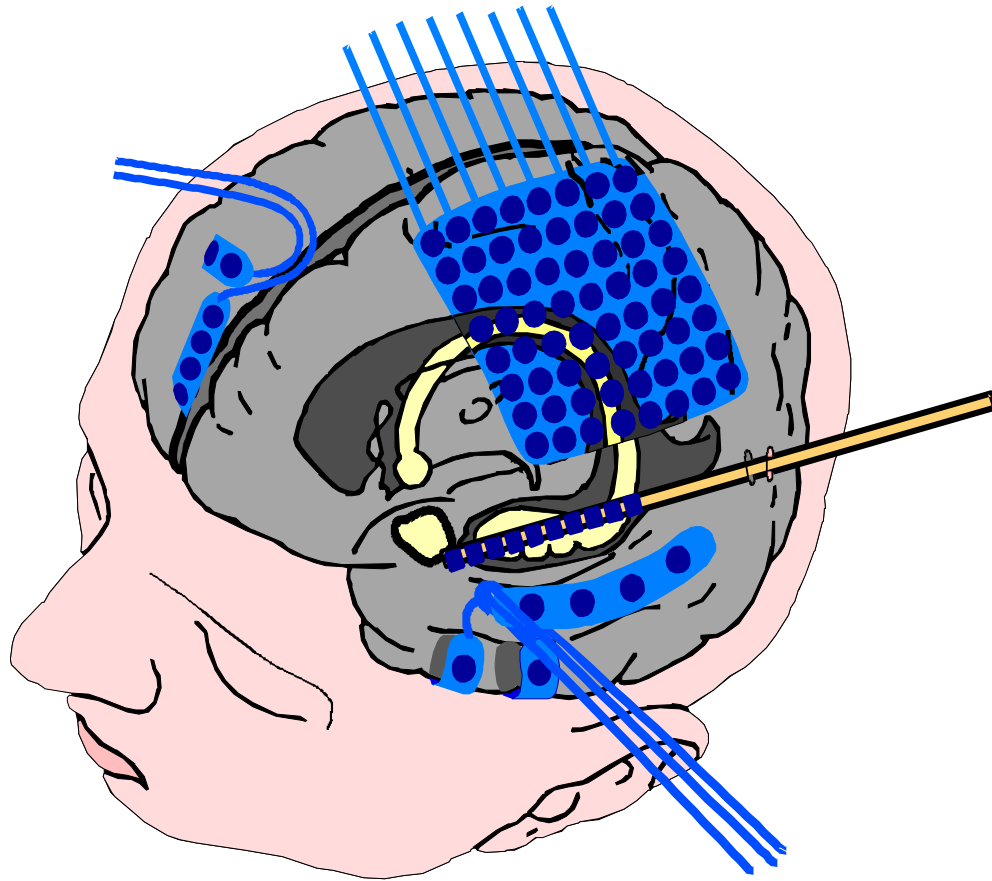




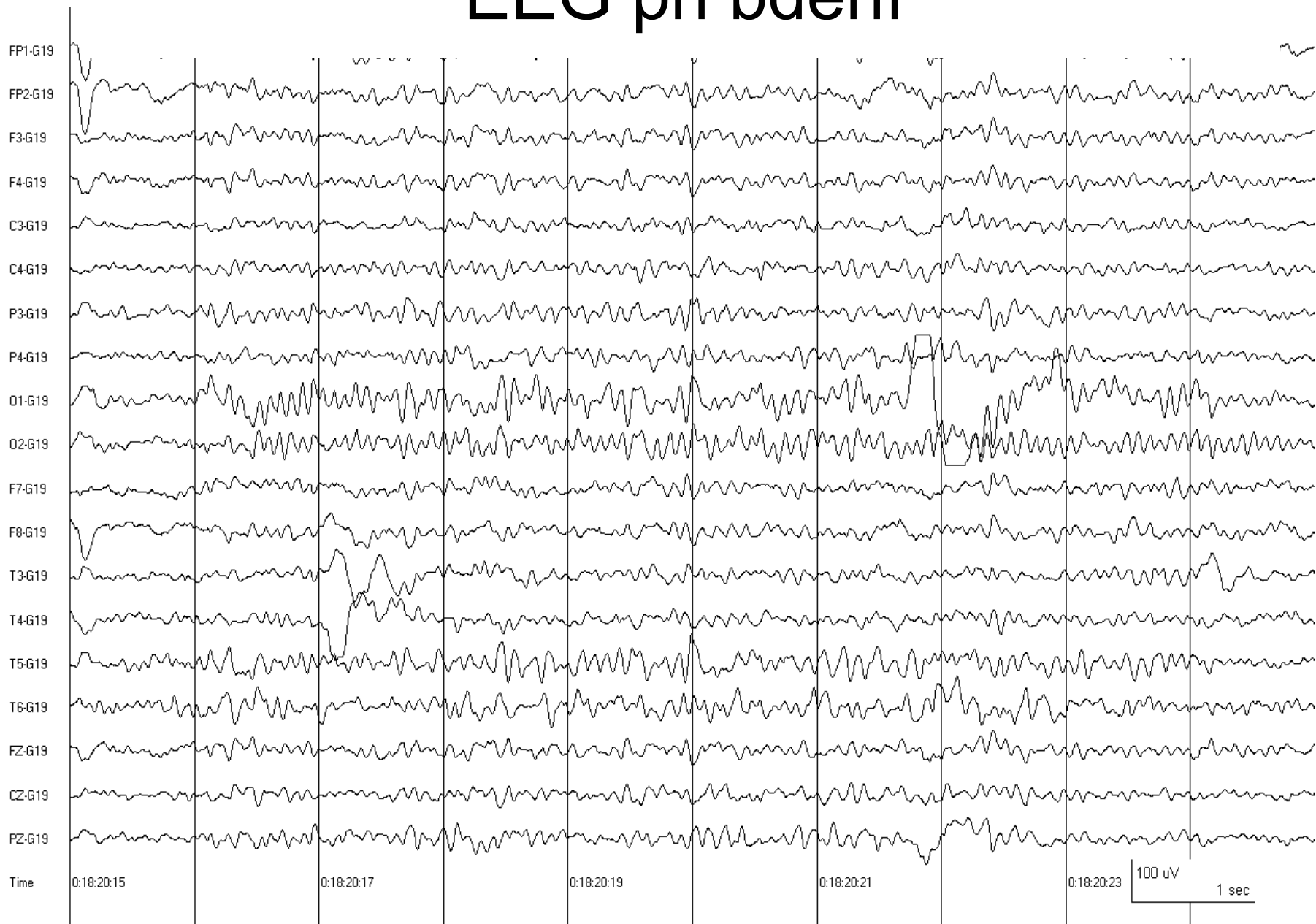
# EEG - sfenoidální elektrody



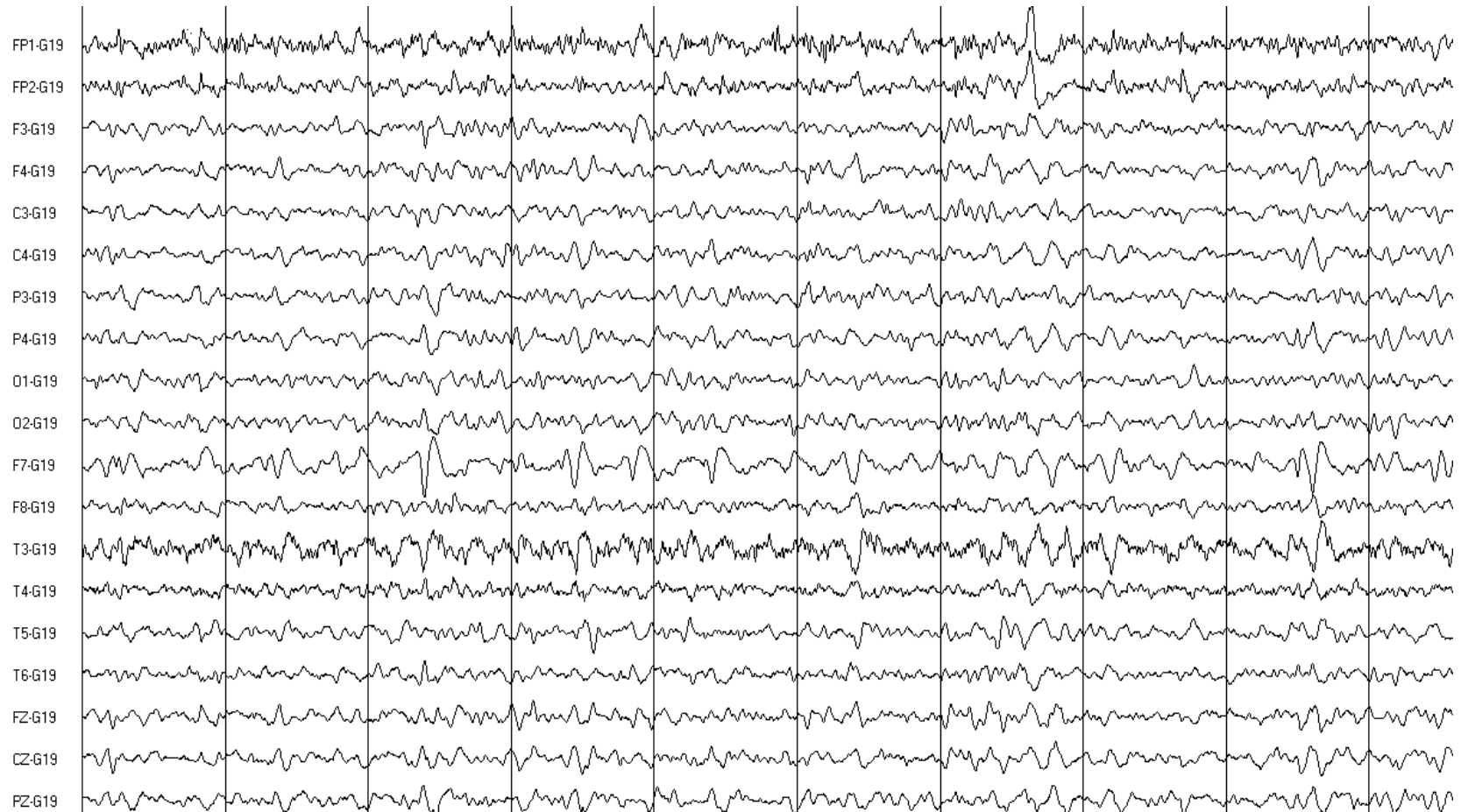
# Intrakraniální (invazivní) EEG



# EEG při bdění



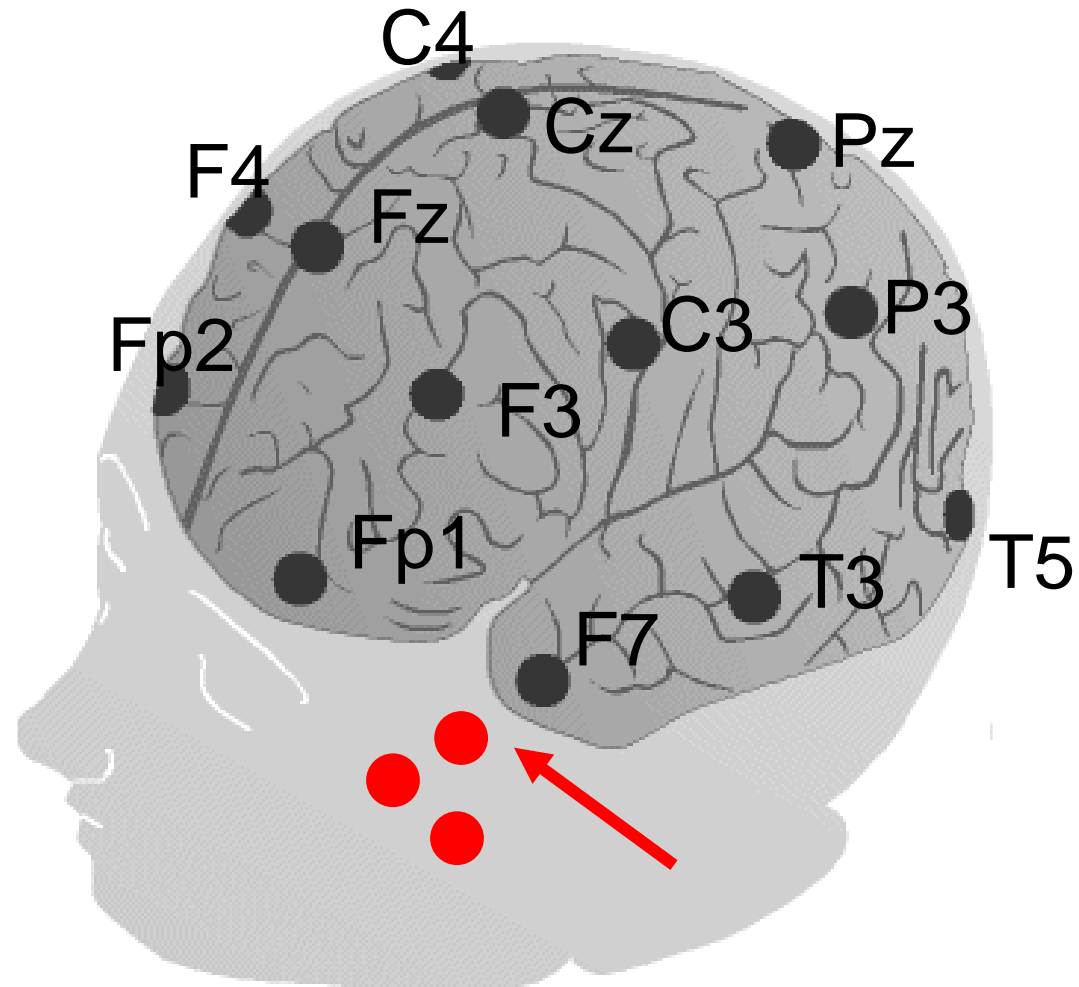
# EEG - temporální epilepsie



# EEG - temporální epilepsie



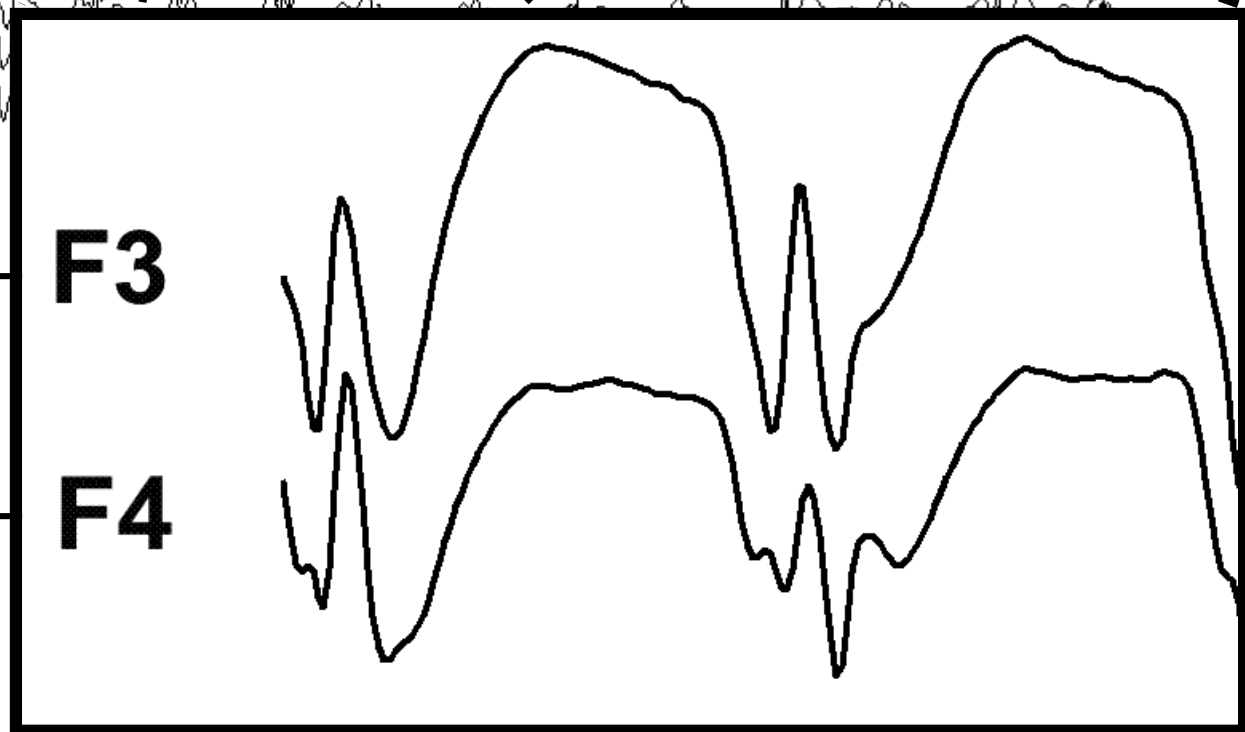
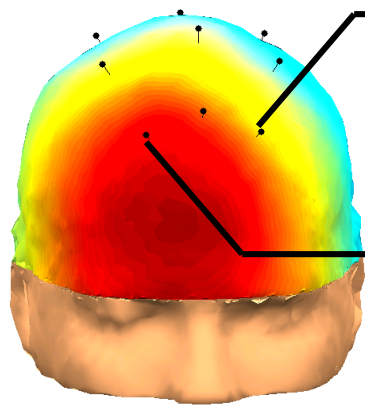
# EEG - přídavné přední temporální elektrody



# EEG - temporální epilepsie

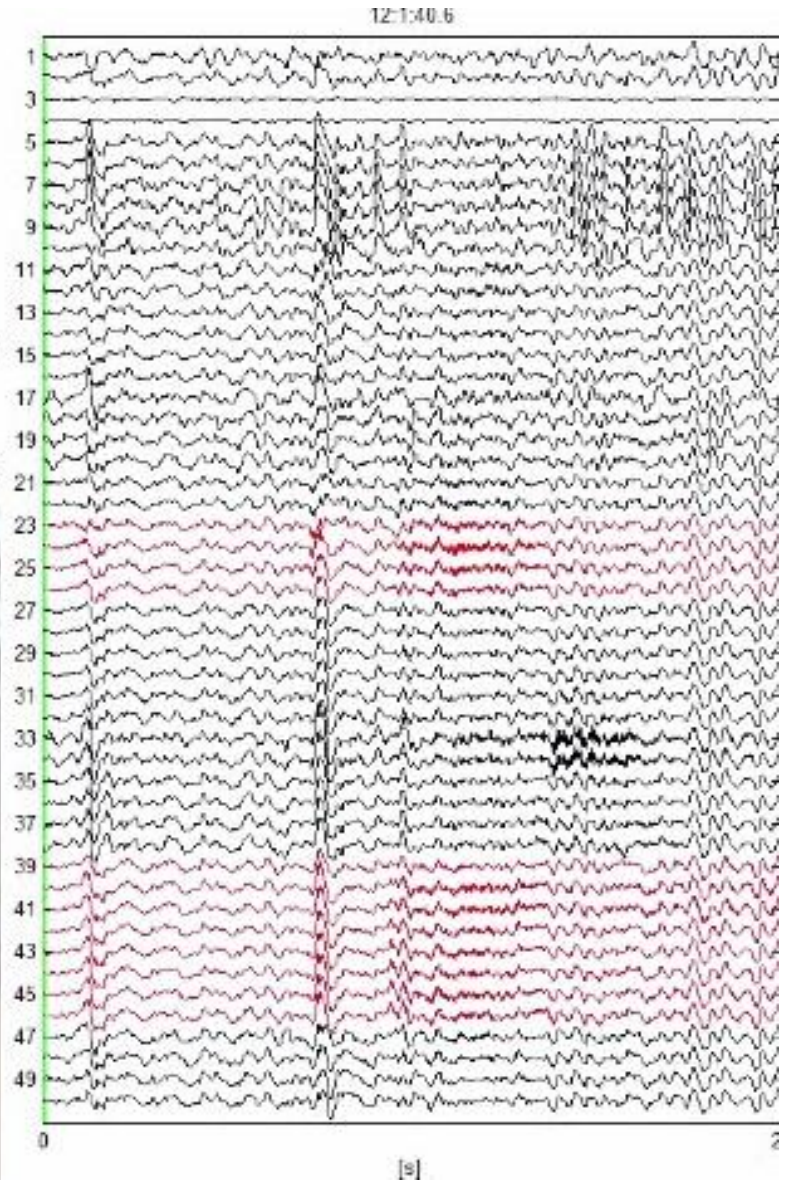
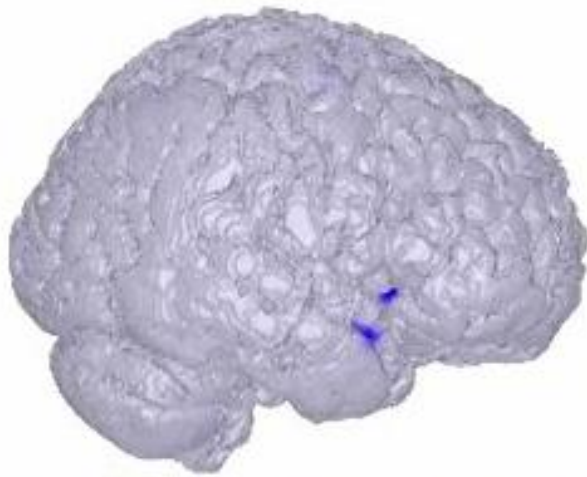


# EEG – záchvat absencí





# Intrakraniální EEG



Spánek

# Spánek

- Základní fyziologická potřeba
- Behaviorální stav
  - Snížená odpověď na podněty
  - Nízká interakce se zevním prostředím
  - Snížená motorická aktivita
  - Stereotypní postury
  - Reverzibilita

# Spánek

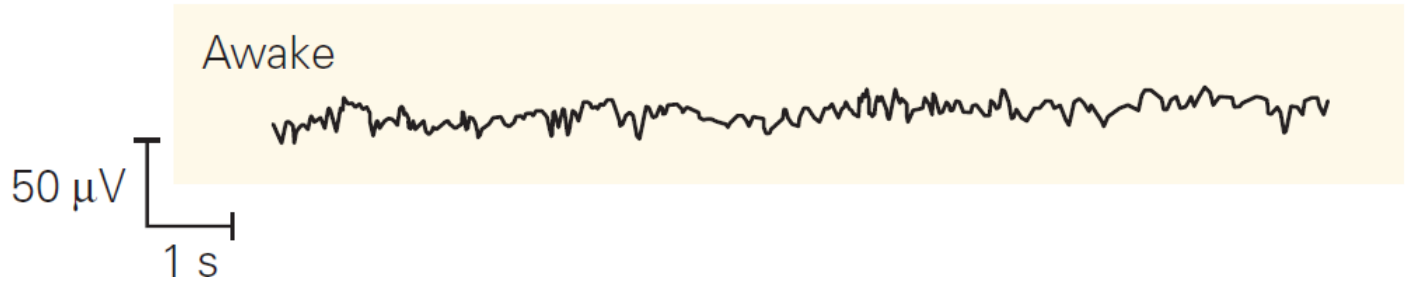
- Monitorace fyziologických změn
  - EEG
  - EMG
  - EOG
  - EKG
  - Respirace
- Klasifikace
  - Non-REM
  - REM (rapid eye movement)

# Non-REM spánek

- Neuronální aktivita nízká
- Metabolismus mozku na nejnižší úrovni
- Pokles sympatické aktivity
- Svalový tonus a reflexy intaktní
- NREM 1-3

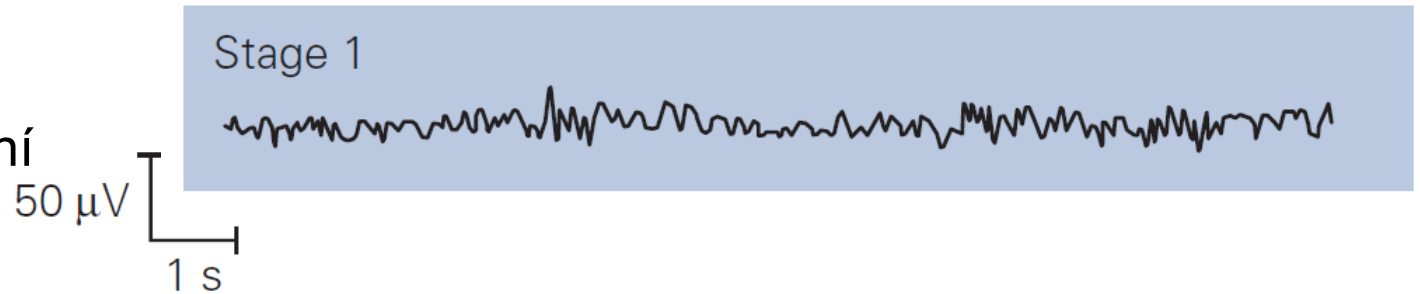
# Non-REM spánek

Bdění



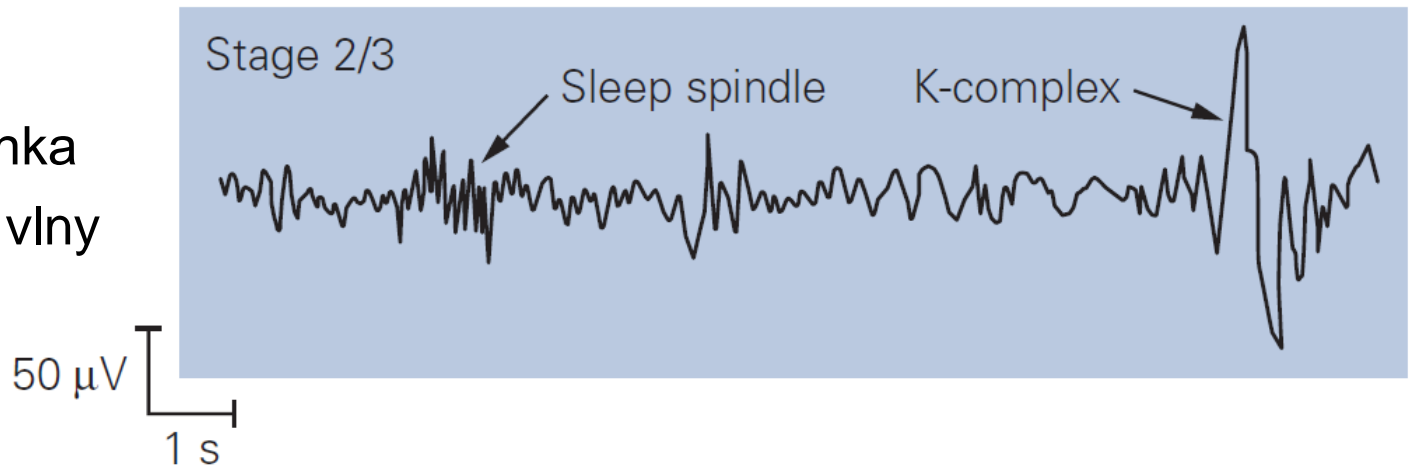
NREM 1

Přechod z bdění



NREM 2

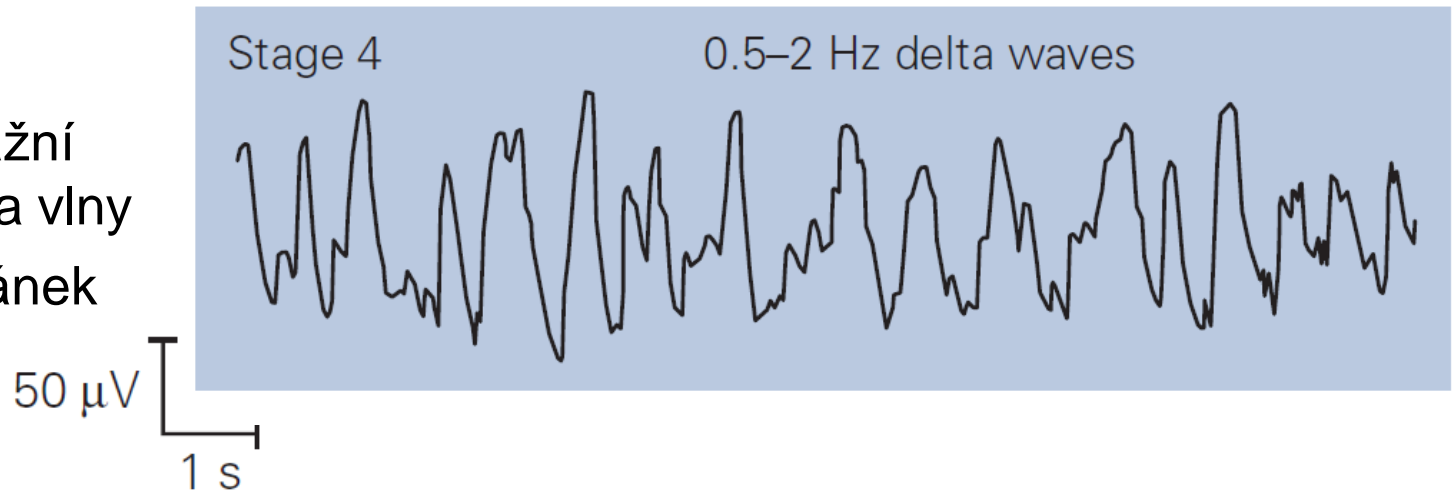
Spánková vřeténka  
Vertexové ostré vlny  
K -komplexy



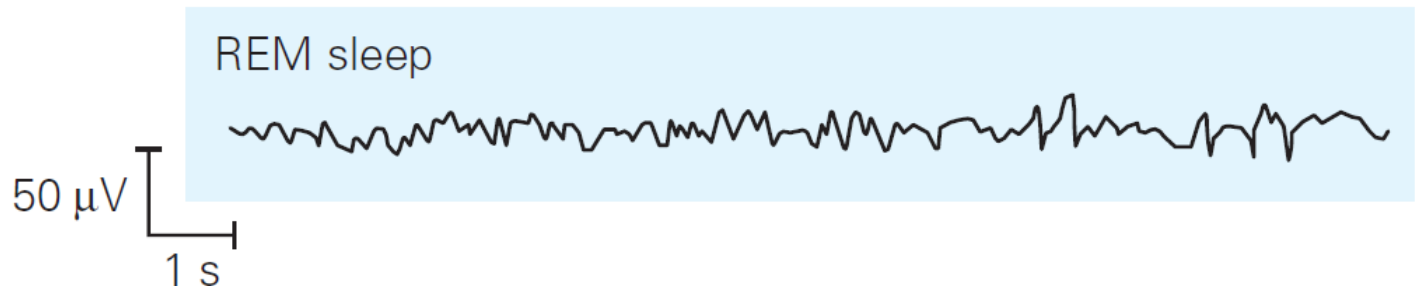
# Non-REM 3 a REM spánek

## NREM 3

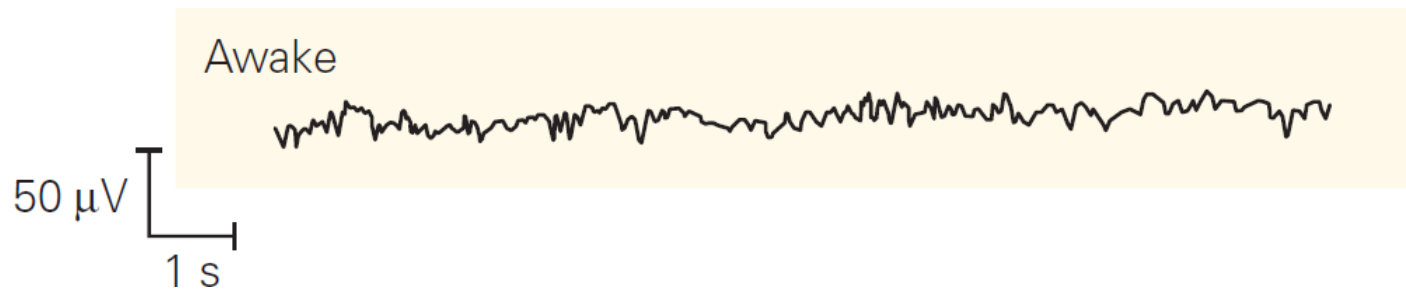
Vysokovoltážní  
pomalé delta vlny  
Hluboký spánek



## REM

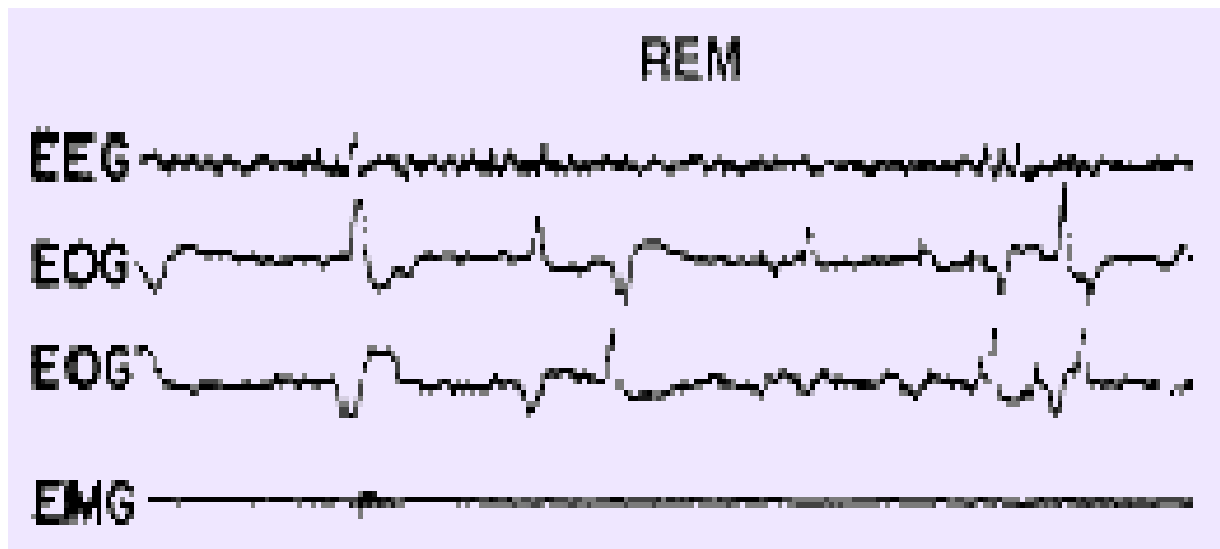


## Bdění



# REM spánek

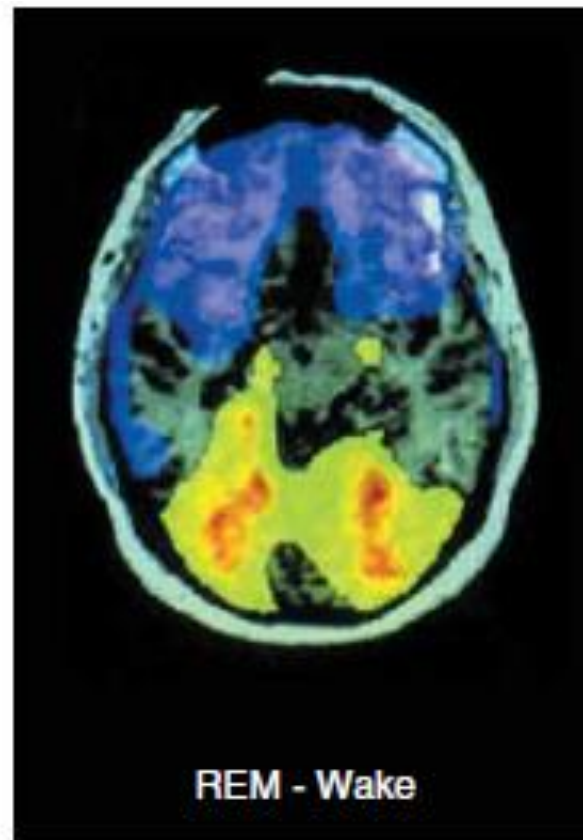
- Paradoxní spánek
- EEG nízkovoltážní směs různých frekvencí
- Rychlé pohyby očí (REM)
- Vymizení svalového tonu (atonia)
- Erekcce penisu



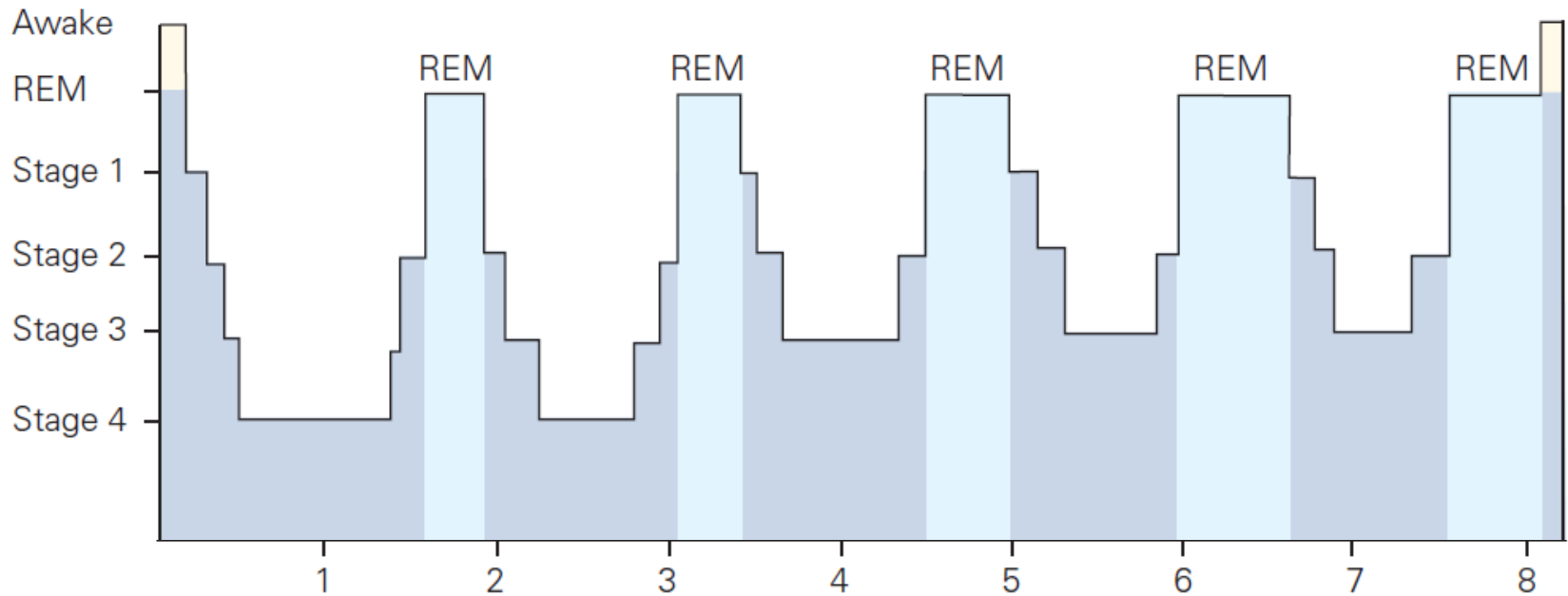


# REM spánek

- Vzestup neuronální aktivity
- Zvýšený metabolismu
- Oslabené homeostatické mechanismy
  - Odpověď na teplo
  - Odpověď na CO<sub>2</sub>
- Živé, barevné sny
- Halucinující mozek v paralyzovaném těle

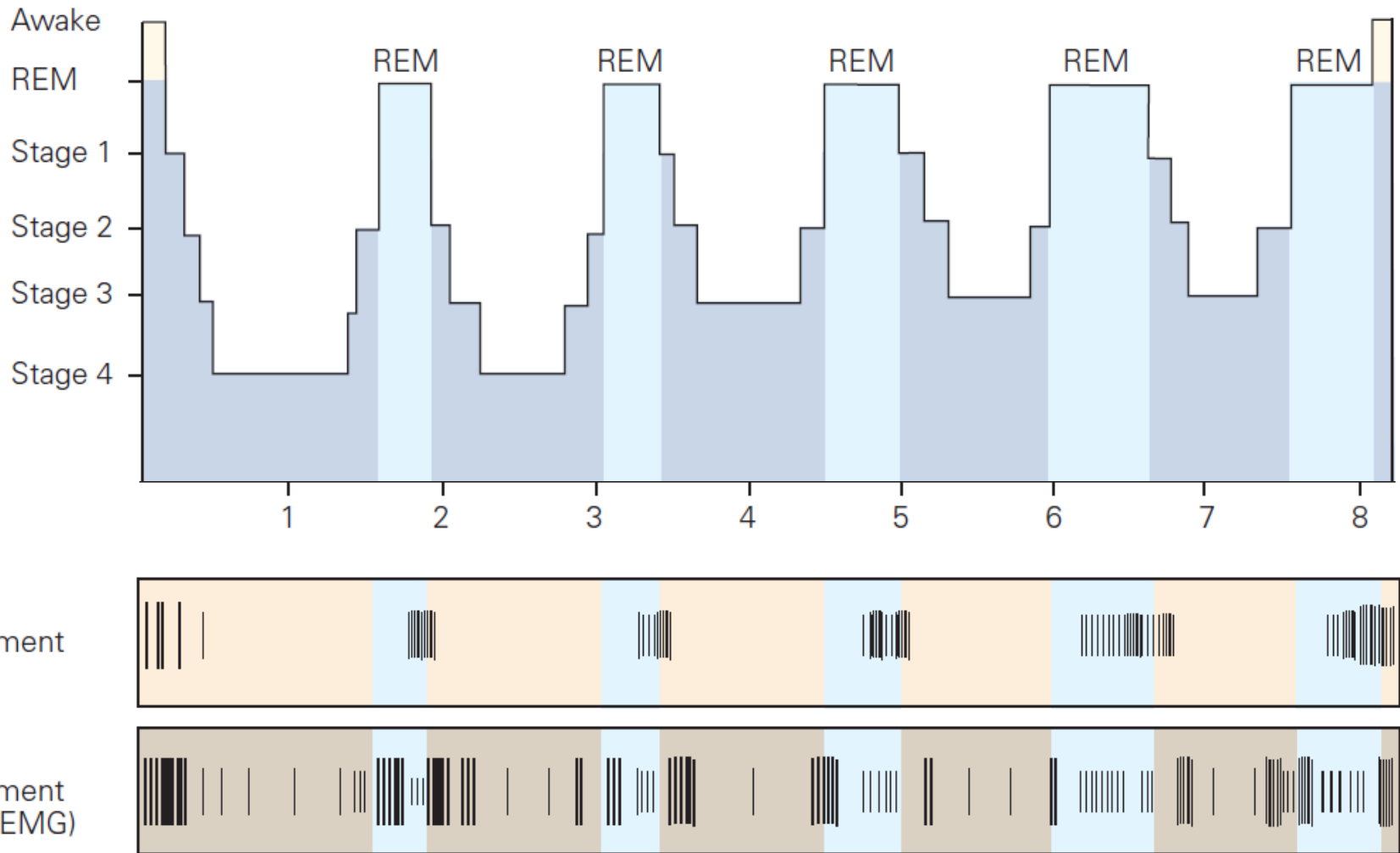


# Hypnogram a spánkový cyklus

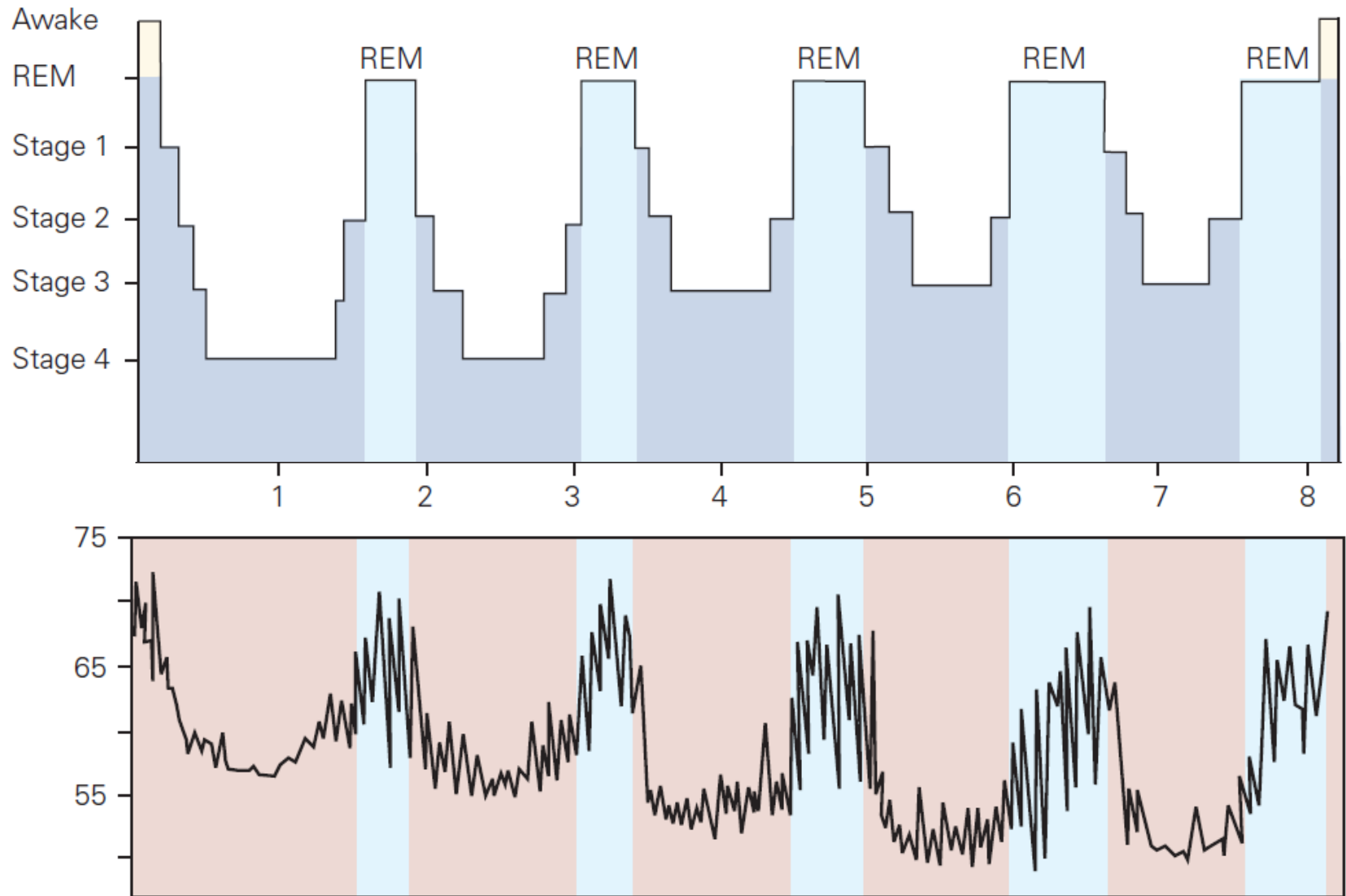


- Trvání cyklu 90-110 min.
- Opakovaně 4-6/noc
- Jednotlivý cyklus
  - 50-60 % NREM 3
  - 20-25% REM
  - 15-20% NREM 2
  - 5% NREM 1

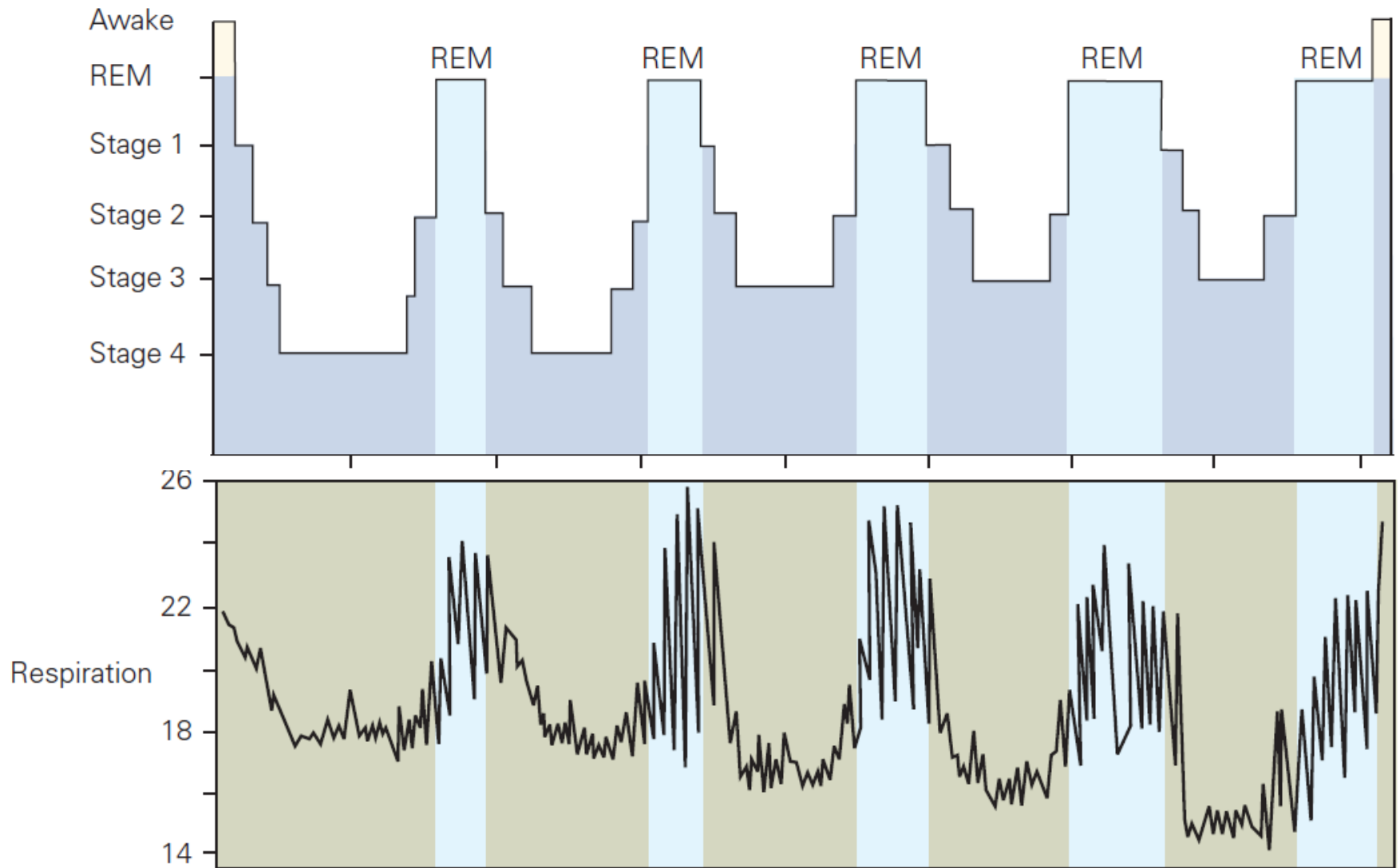
# Fyziologické změny během spánku



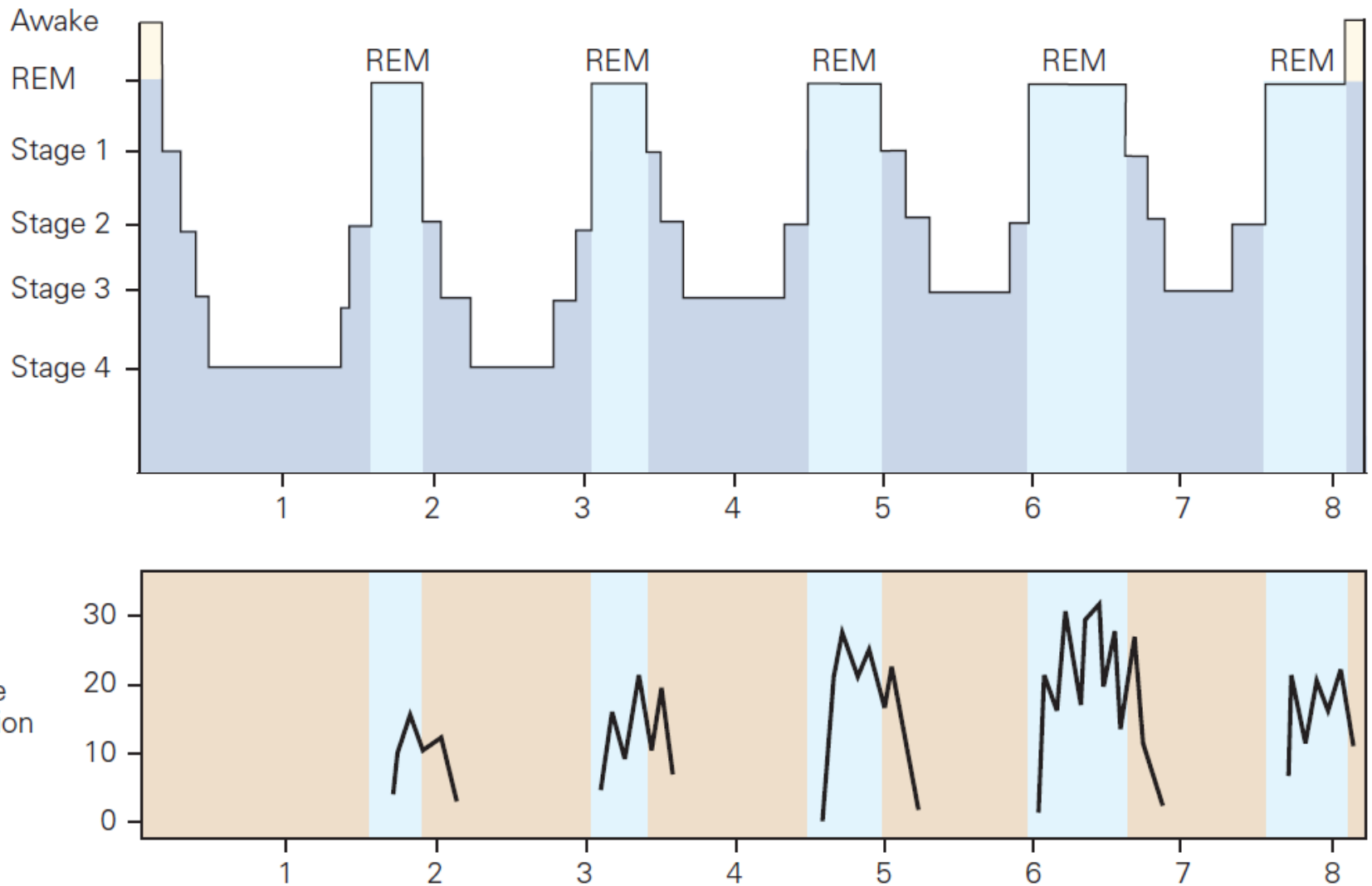
# Fyziologické změny během spánku



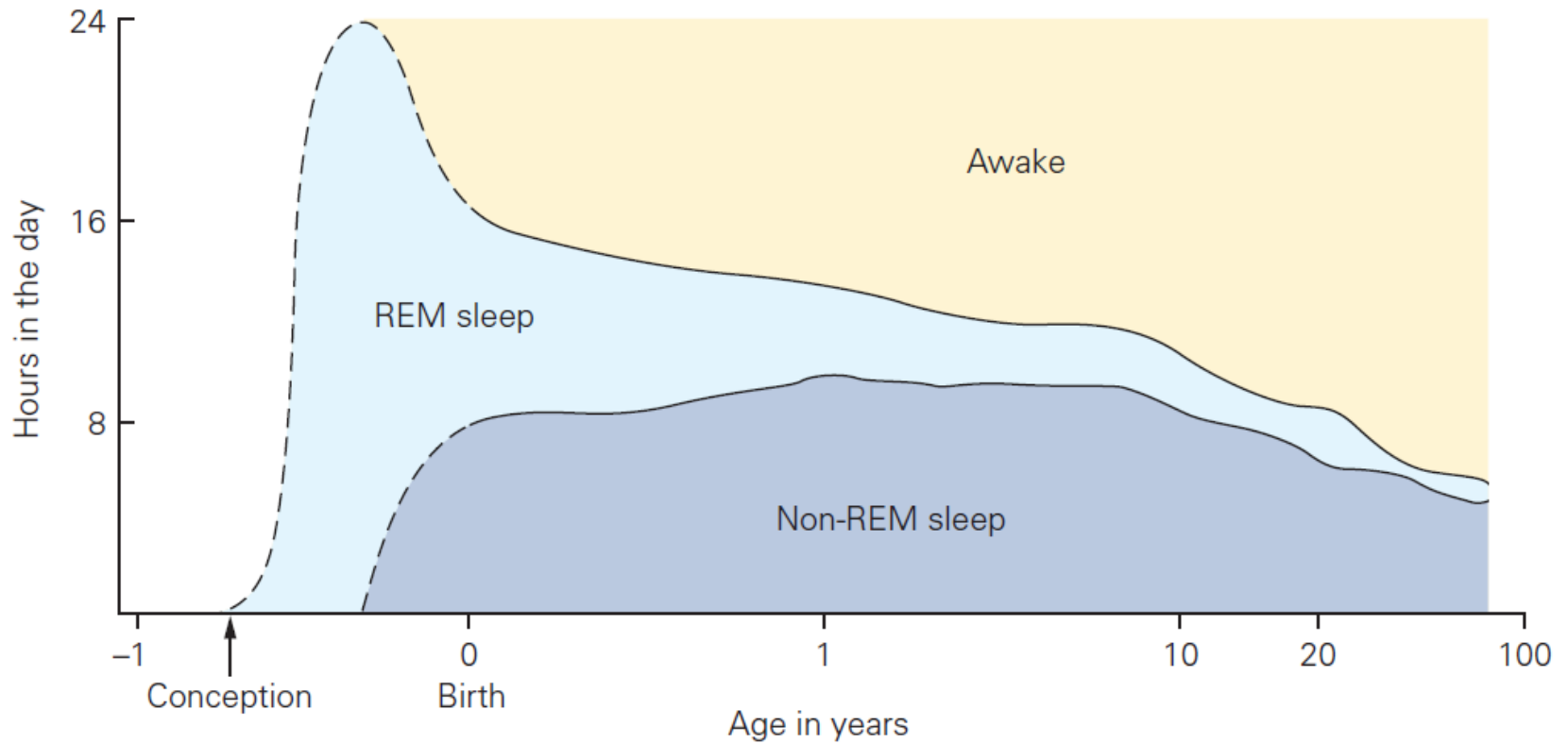
# Fyziologické změny během spánku



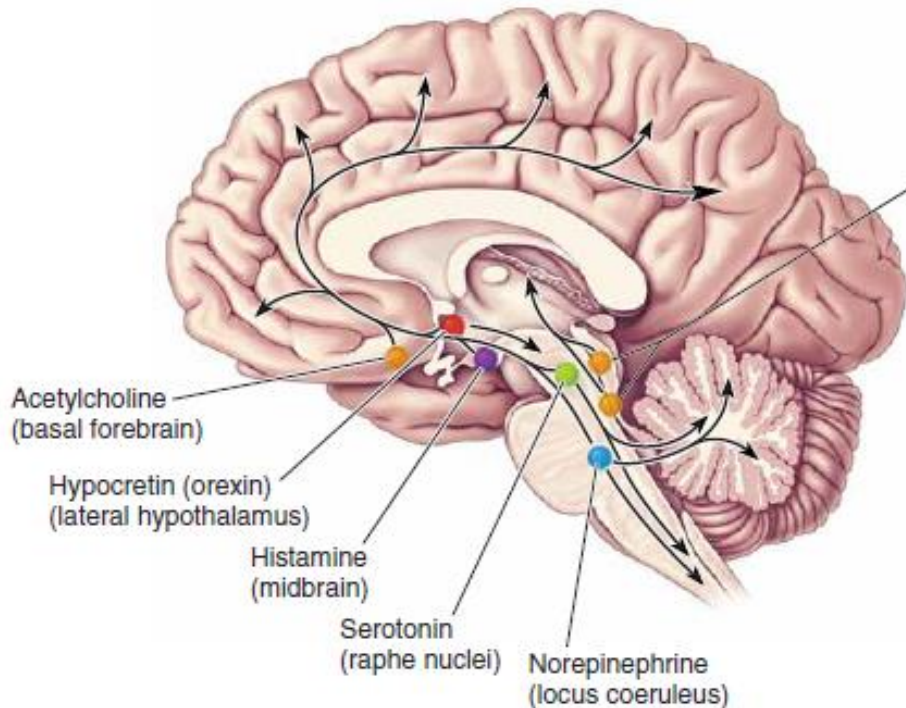
# Fyziologické změny během spánku



# Spánek v průběhu vývoje



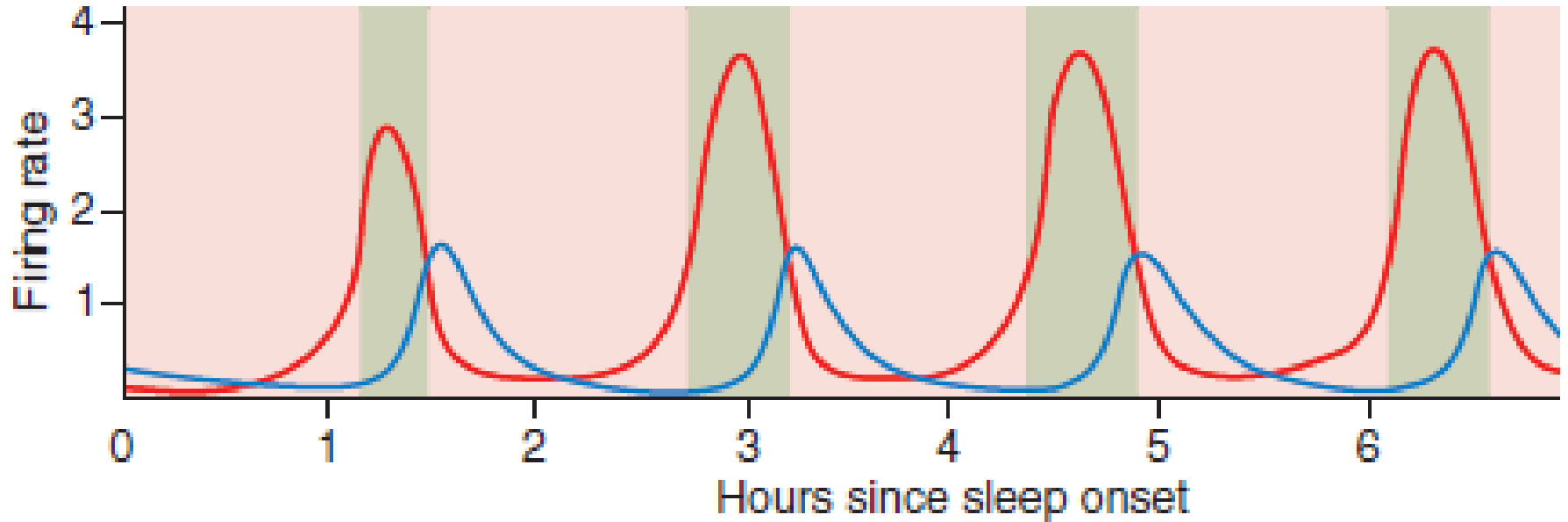
# Bdění a probuzení



- ARAS
- Léze mediálního tegmenta
  - NREM
- Stimulace mediálního tegmenta
  - Probuzení
- Před probuzením aktivace neuronů
  - Locus coeruleus (noradrenalin)
  - Ncl. raphe (serotonin)
  - Cholinergní jádra
  - Histaminergní jádra
  - Orexin (hypokretin) neurony



# Mechanismy spánku



- Cholinergní neurony (REM-on)
- Noradrenergní a serotonergní neurony (REM-off)

# Narkolepsie



- Porucha spánku a bdění
- Excesivní potřeba spánku
- Náhlé záchvaty spánku s poklesem svalového tonu
- Přejít do REM spánku
- Hypnagogické halucinace
- Kataplexie
  - Náhlý pokles svalového tonu při zachování vědomí
  - Descendentní inhibiční systém

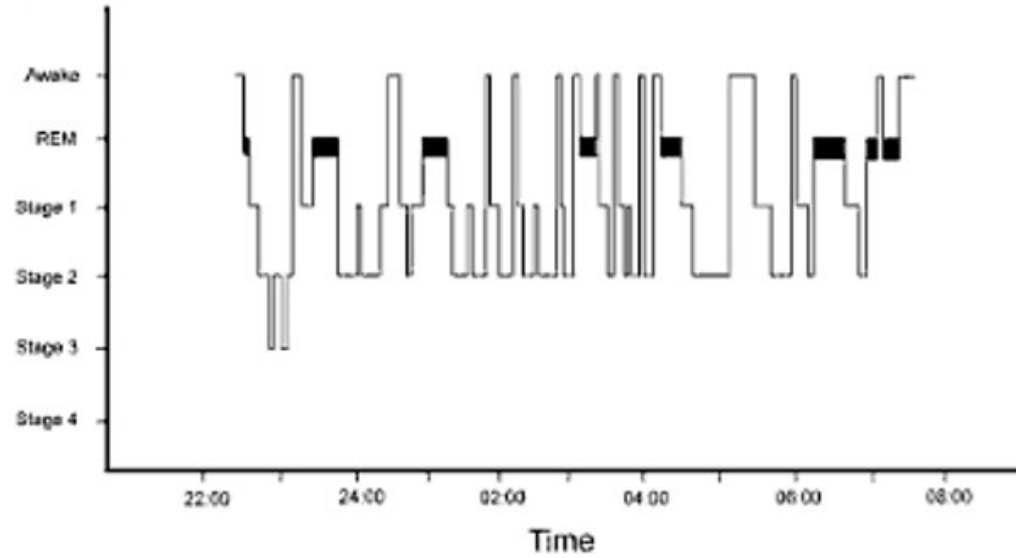
# Narkolepsie



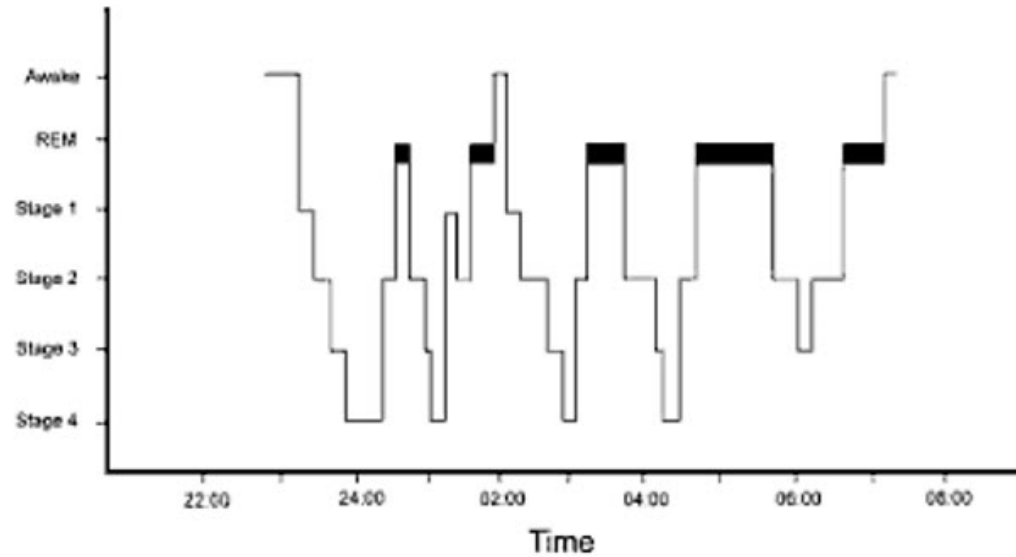
- Porucha spánku a bdění
- Excesivní potřeba spánku
- Náhlé záchvaty spánku s poklesem svalového tonu
- Přejít do REM spánku
- Hypnagogické halucinace
- Kataplexie
  - Náhlý pokles svalového tonu při zachování vědomí
  - Descendentní inhibiční systém

# Narkolepsie

narcolepsie

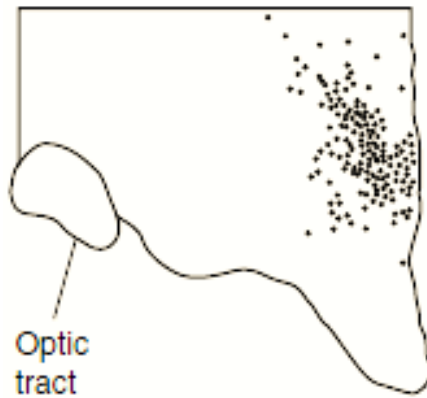


normální  
hypnogram

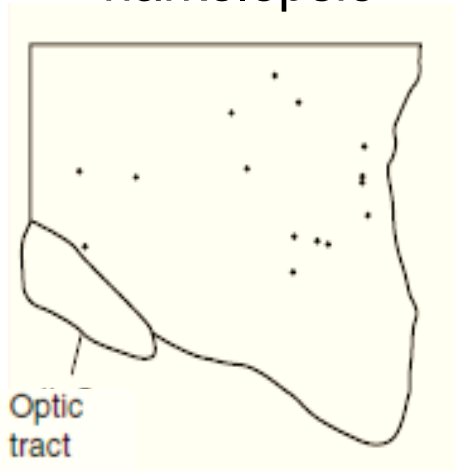


# Narkolepsie - patofyziologie

normální hypothalamus

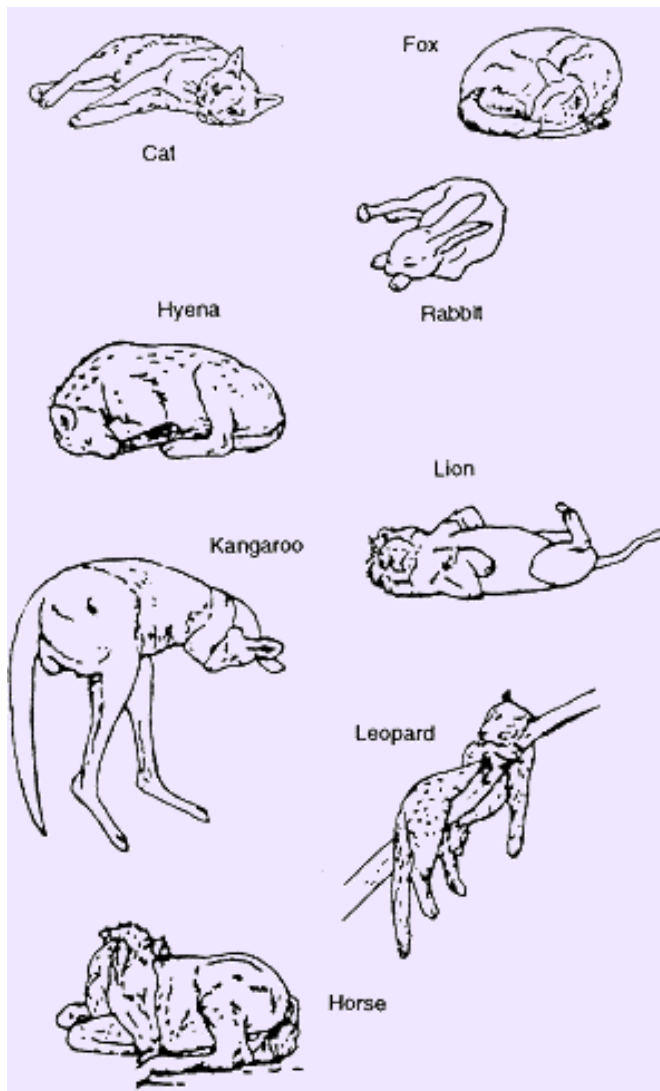


narkolepsie



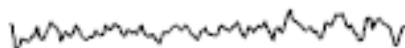
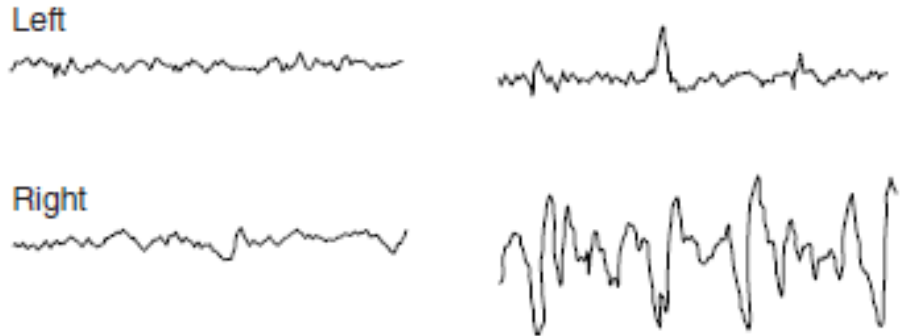
- Genetická predispozice
  - Asociace se specifickým HLA
- Faktory prostředí
  - Respirační infekce (H1N1)
  - Autoimunita
- Pokles počtu hypokretin secernujících neuronů (<10%)
- Léčba
  - Amfetaminy
  - Tricyklická antidepresiva
  - Hypokretin

# Spánek a jeho adaptace



- Spánek u savců, ptáků a plazů
- Délka spánku
  - Netopýr, kočka – 18 hodin
  - Kůň, žirafa – 3 hodiny
- Adaptace spánku u ptáků
  - krátké fáze NREM a REM (9 vteřin)
  - plavání či let během spánku
  - absence atonie v průběhu REM

# Spánek a jeho adaptace



5 sec

(c)

- Delfín I
  - spí pouze jedna hemisféra (2-1-2 hodiny)
- Delfín II
  - mikrospánek
  - 6-7 vteřin
  - v kumulaci 7 hodin

# Spánek - význam

- Kognitivní funkce
  - deprivace – zhoršení intelektu a duševních problémy
- Zrání nervového systému
- Podpora učení a paměti
  - učení i bez spánku
- Duševní zdraví
  - absence REM způsobí duševní poruchy



# Spánek - význam

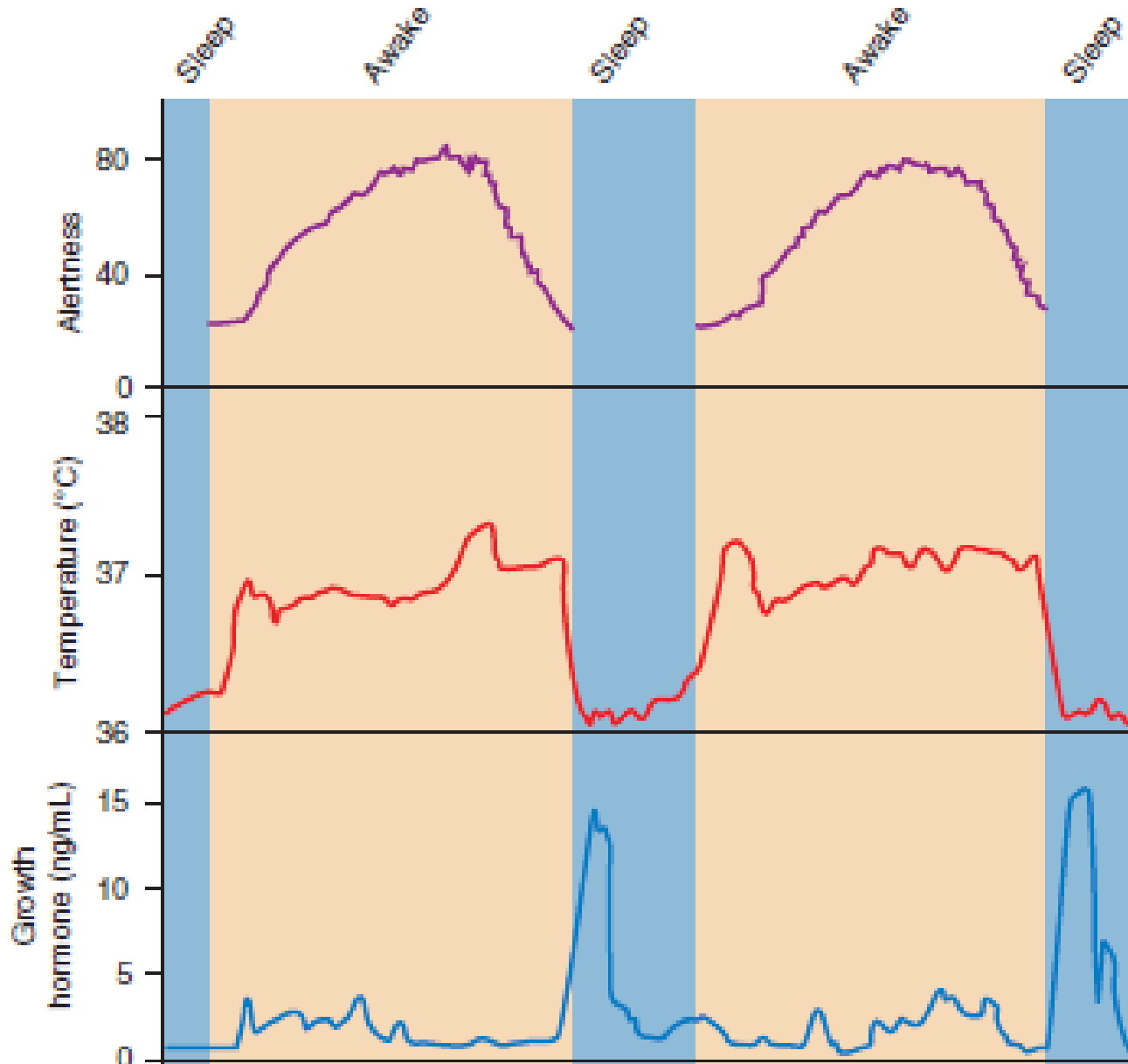
- Deprivace spánku
  - u laboratorních zvířat – úmrtí – STRES!
  - deprivace následována kompenzací
- Ukládání energie
  - deprivace spánku zvyšuje příjem potravy
- Podpora odpočinku a restituce organismu
  - nejvíce spí malá zvířata s vysokým metabolismem,
  - mohou však odpočívat i bez změny vigility ☹
  - odpočatí po spánku
  - čeho restituce ☹
- Adaptivní úloha
  - Klid v určitých fázích dne

# Cirkadiánní rytmus

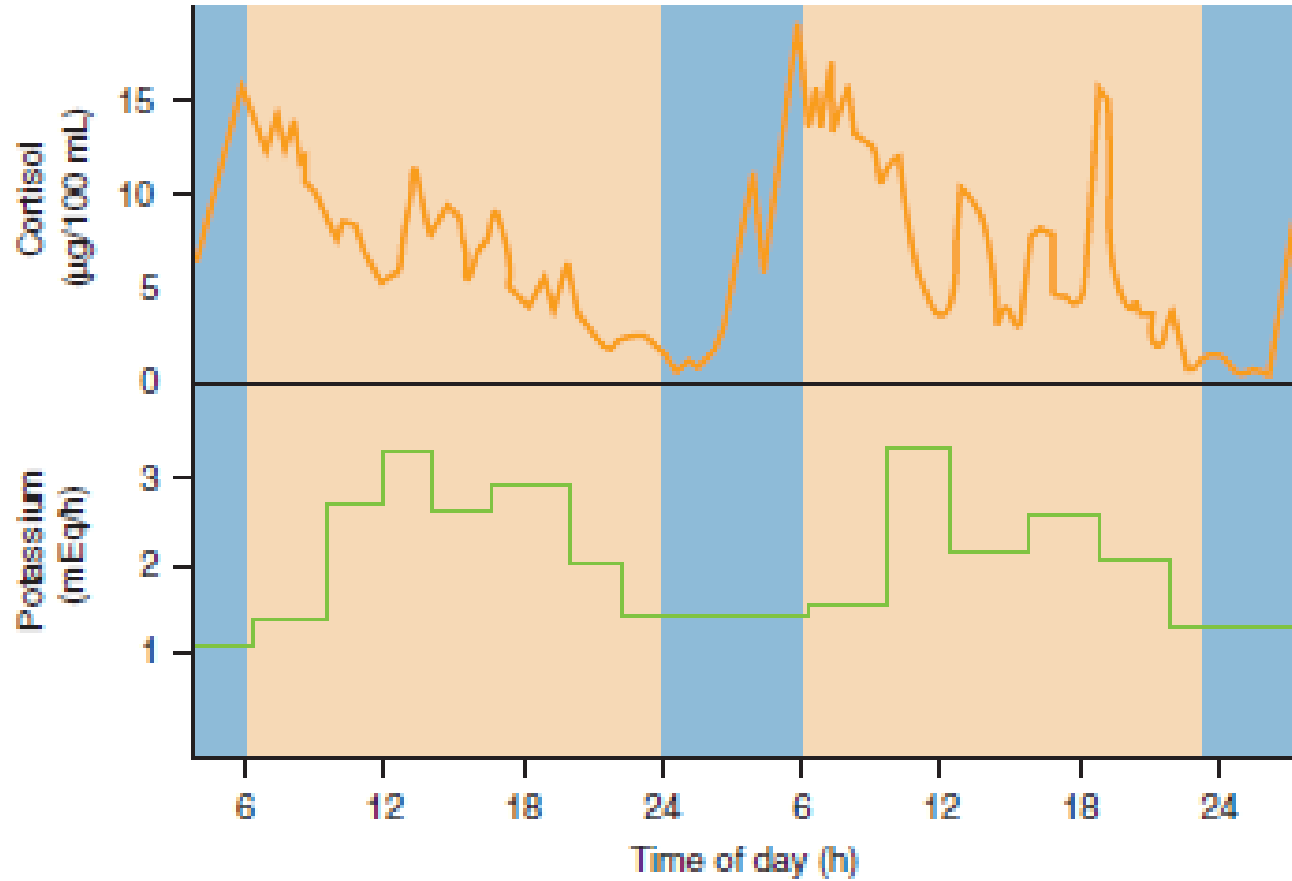
# Cirkadiánní rytmus

- Změny v chování v důsledku cyklických změn světla a tmy
- Střídání spánku a bdění
- Změny v biochemických a fyziologických procesech
  - Teplota
  - Krevní průtok
  - Tvorba moči
  - Sekrece hormonů
  - Metabolismus

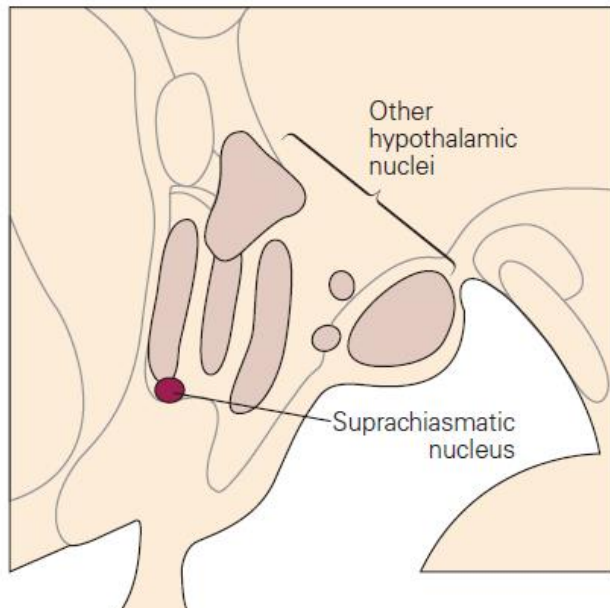
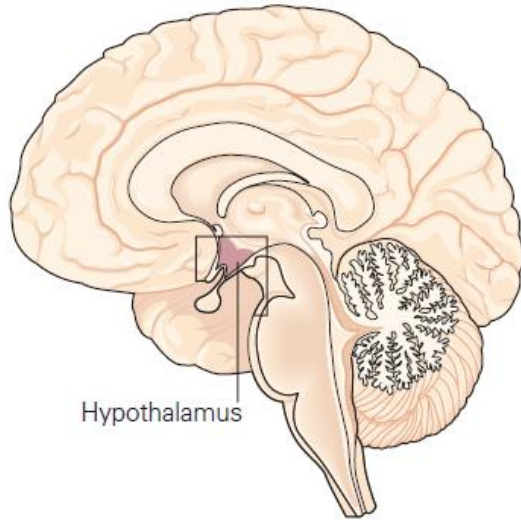
# Cirkadiánní rytmus



# Cirkadiánní rytmus

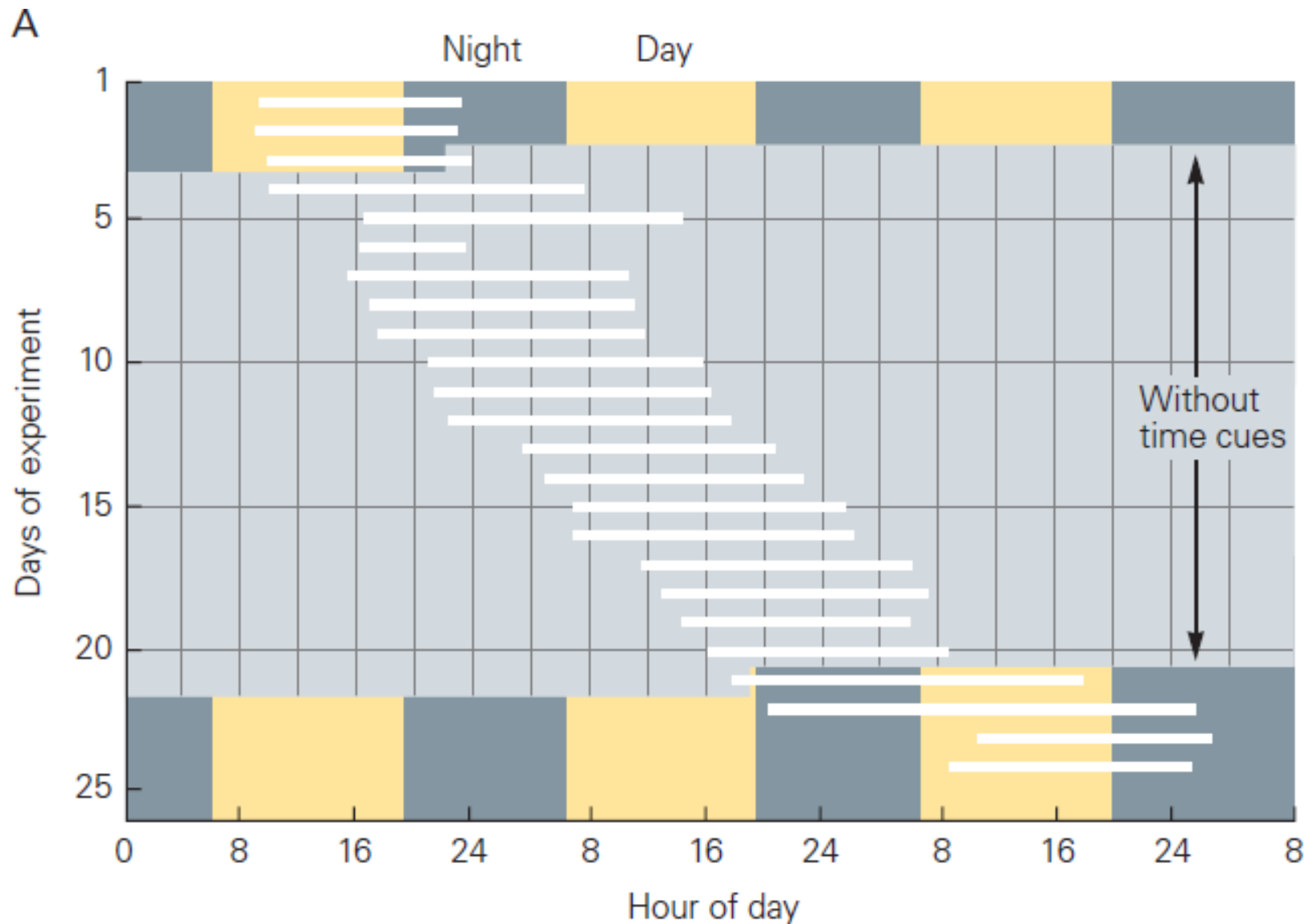


# Cirkadiánní rytmus – vnitřní hodiny



- Pacemakerová aktivita neuronů nucleus suprachiasmaticus
- Modulace světlem
- Retino-hypothalamická dráha
- Přetrvává i po odstranění zevních vlivů
- 24.5-25.5 hodin

# Cirkadiánní rytmus – vnitřní hodiny



# Cirkadiánní rytmus – poškození SCN

