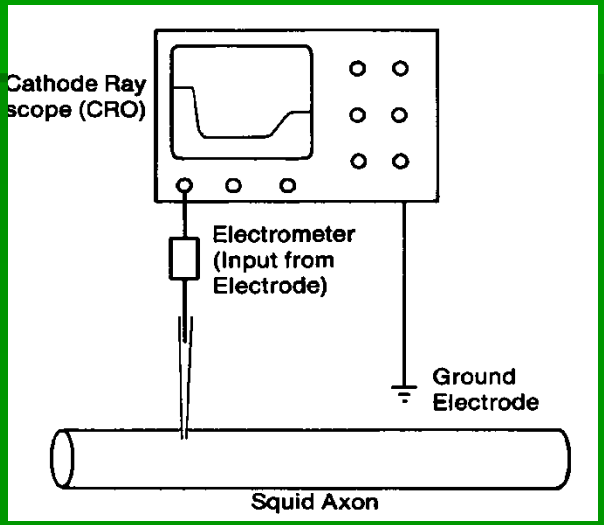
Kap.3 Fyziologie vzrušivých membrán

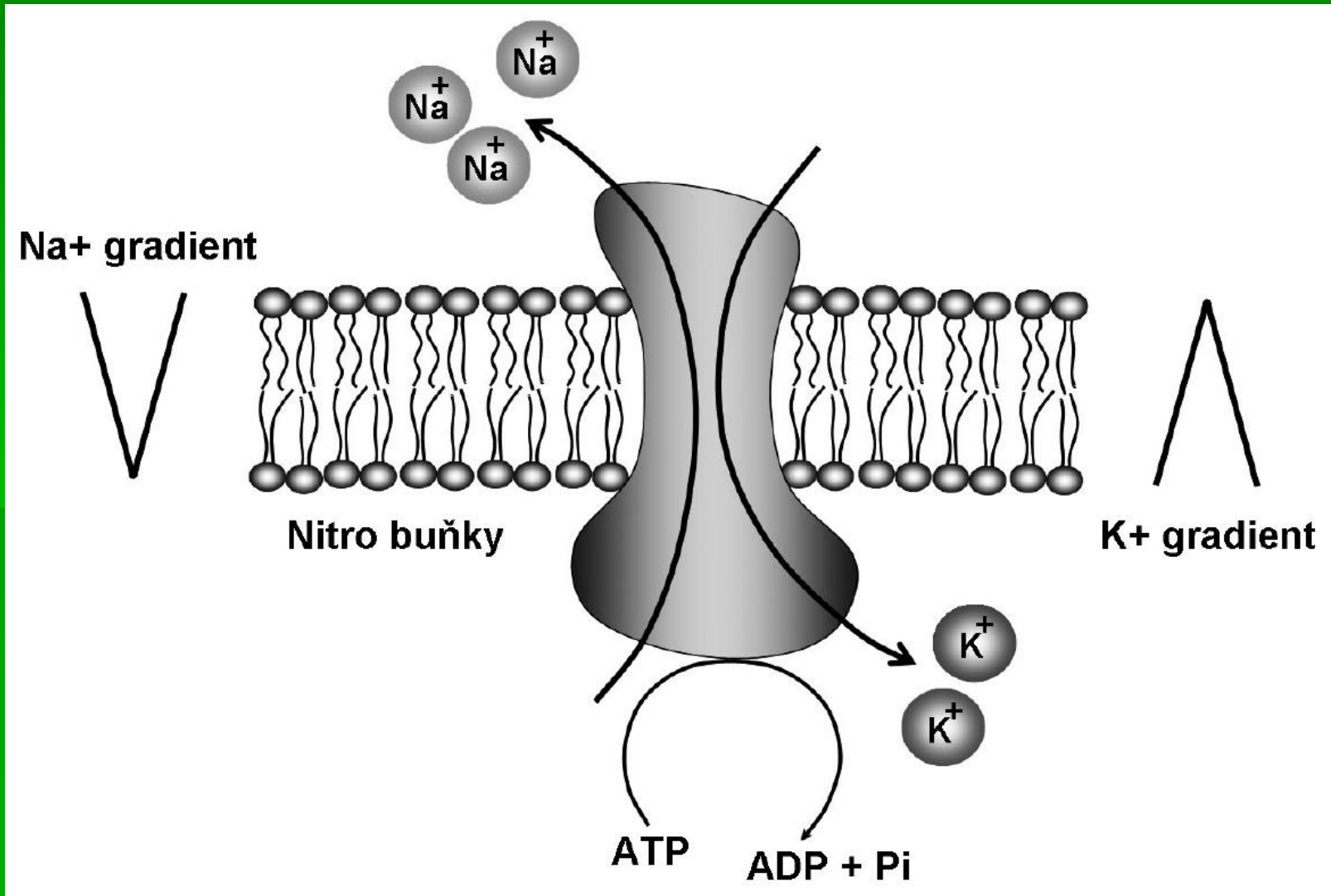
Klidový potenciál

- Udržován Na/K pumpou
- Využitelný pro aktivní transport (sekundární) a předávání signálů
- Záporný náboj (-75mV) intracelulárně



Na / K pumpa – elektrogenní ATPáza

Na/K pumpa



Na – daleko od rovnováhy
K – v rovnováze

K^+:

KONCENTRACE

Na^+:

NÁBOJ

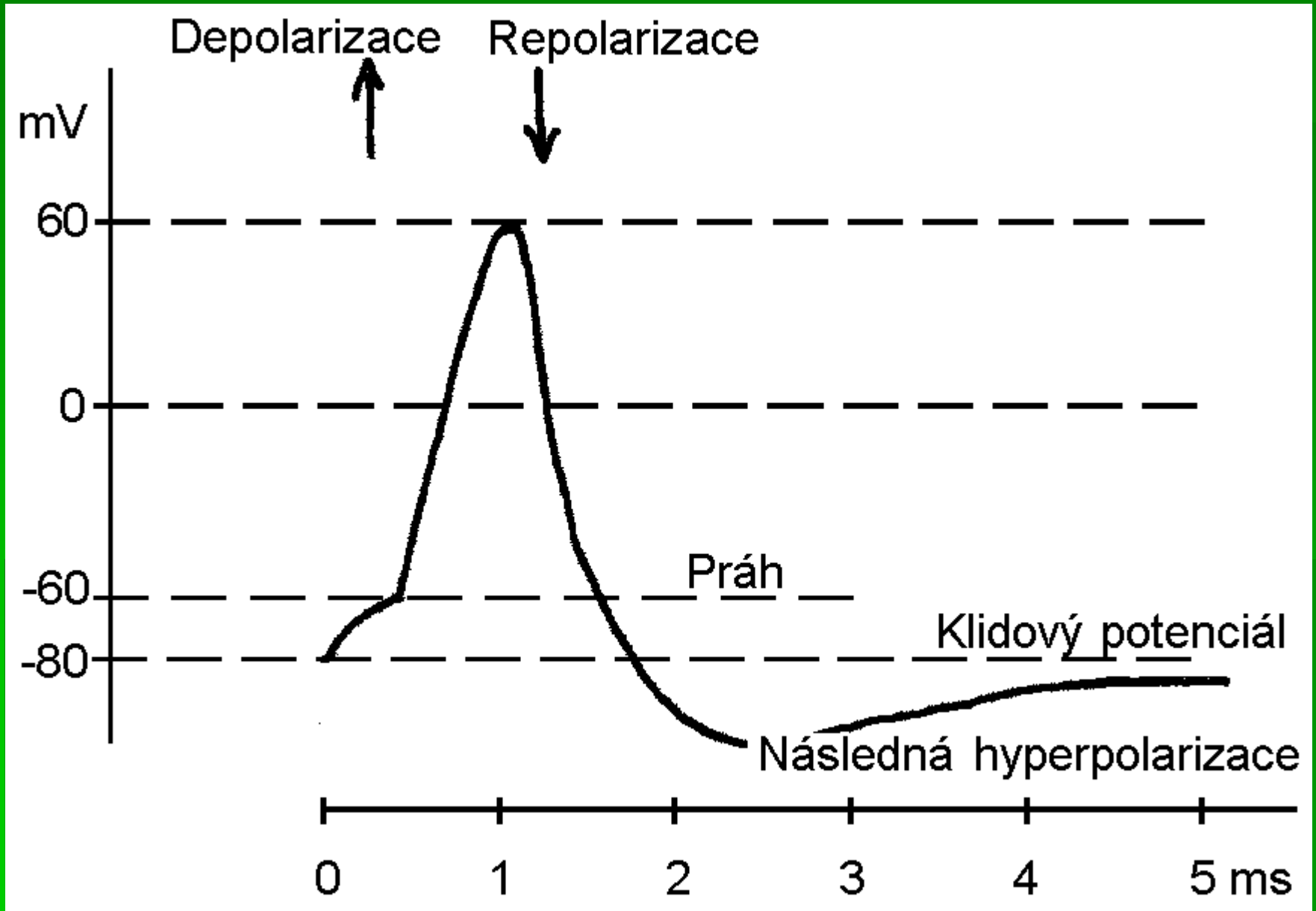
INTRA (-)

EXTRA (+)

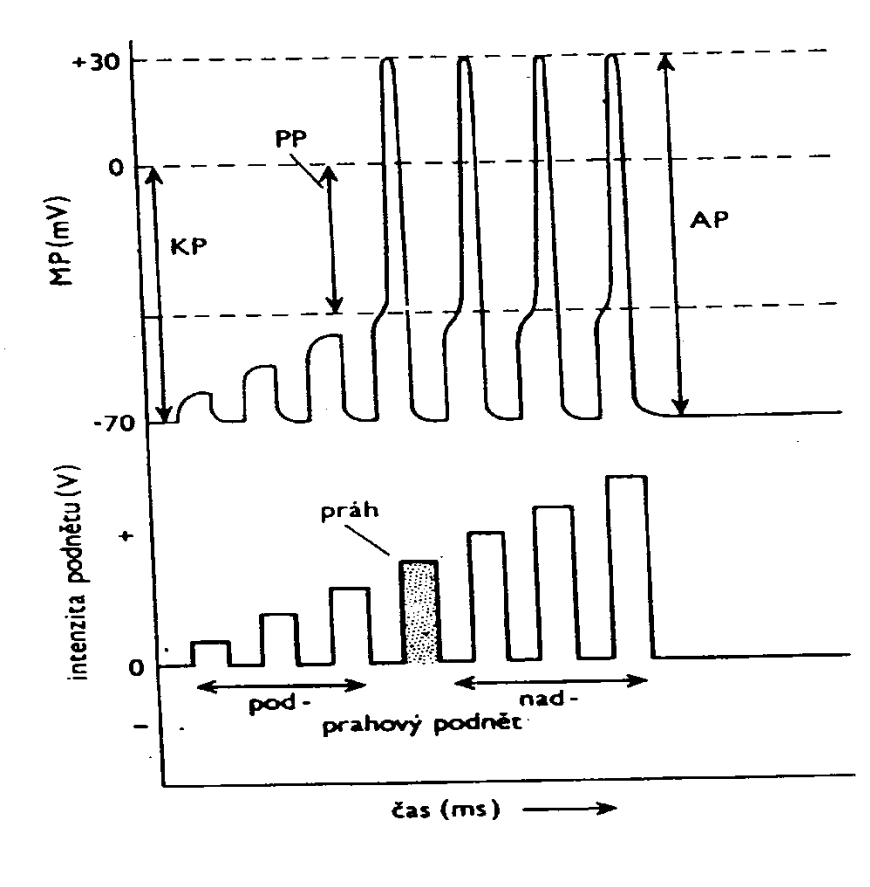
Akční potenciál (AP)

- „Řeč neuronů“ na dlouhé vzdálenosti
- Spontánní rychlé přepólování membrány
- Vzrušivé membrány svalů a nervů
- Na influx depolarizuje K eflux repolarizuje

Akční potenciál (AP)

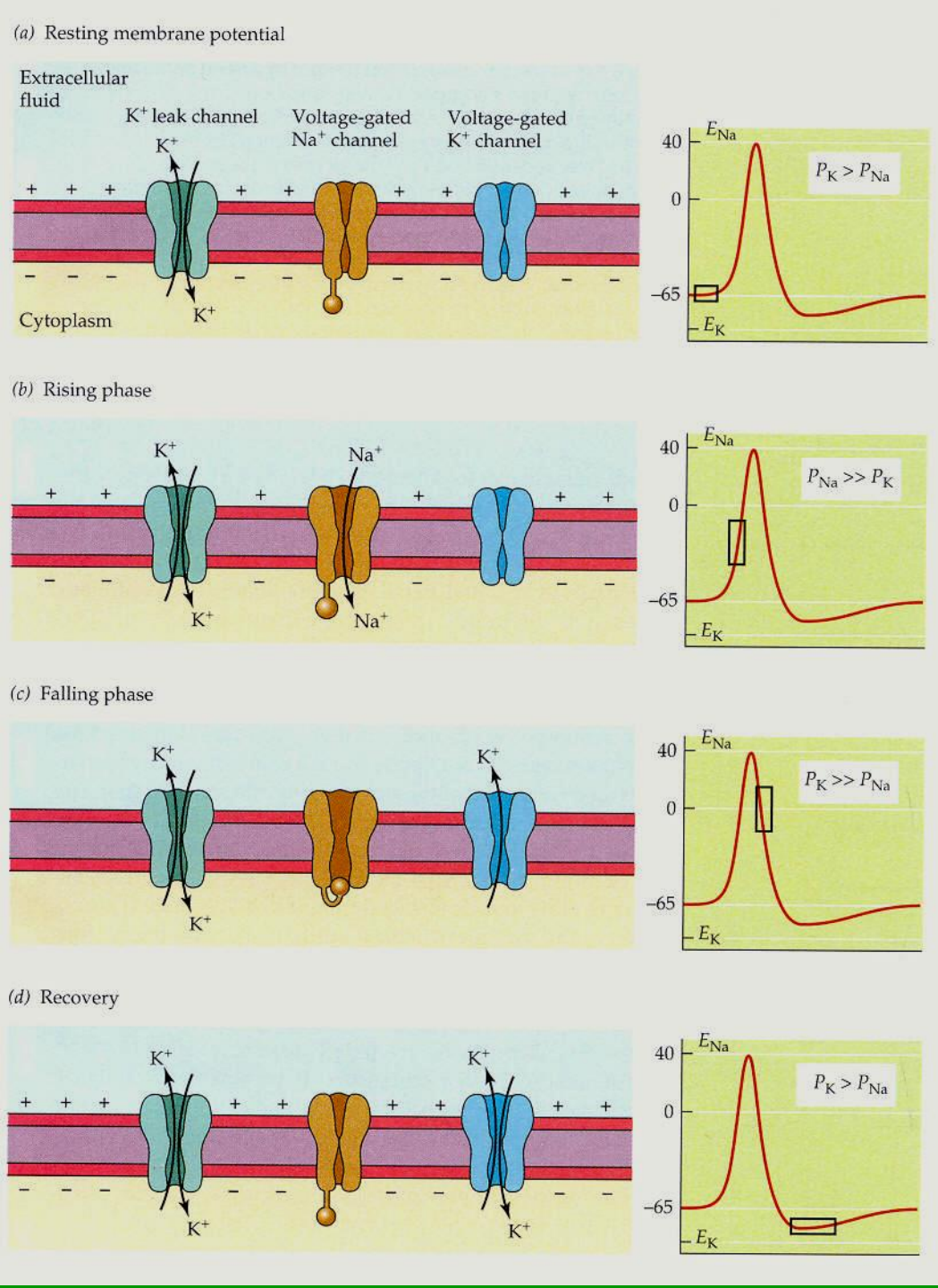


Zákon „vše nebo nic“
Prahové napětí



Akční potenciál

Refrakterní fáze



Goldmanova rovnice

$$E = \frac{RT}{F} \ln \frac{P_{Na+}[Na_o^+] + P_{K+}[K_o^+] + P_{Cl-}[Cl_i^-]}{P_{Na+}[Na_i^+] + P_{K+}[K_i^+] + P_{Cl-}[Cl_o^-]}$$

Iont, který nejlépe prochází membránou (P – permeability) určuje její celkové napětí (vnucuje svůj rovnovážný potenciál)

Při akčním potenciálu přejde membrána z převažující K^+ propustnosti na dominantní Na^+ propustnost a zpět.

Na – daleko od rovnováhy
K – v rovnováze

K^+:

KONCENTRACE

Na^+:

NÁBOJ

INTRA (-)

EXTRA (+)

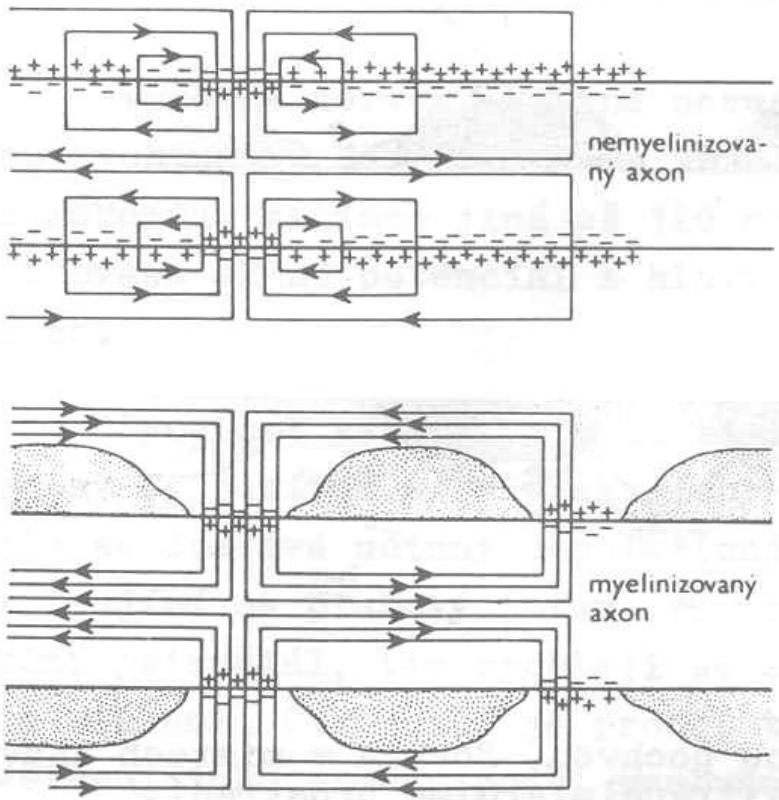
Akční potenciál cartoon

Akční potenciál serióznější animace

Jak se měří?

https://media.hhmi.org/biointeractive/vlabs/neurophysiology2/index.html

Šíření potenciálů po membráně

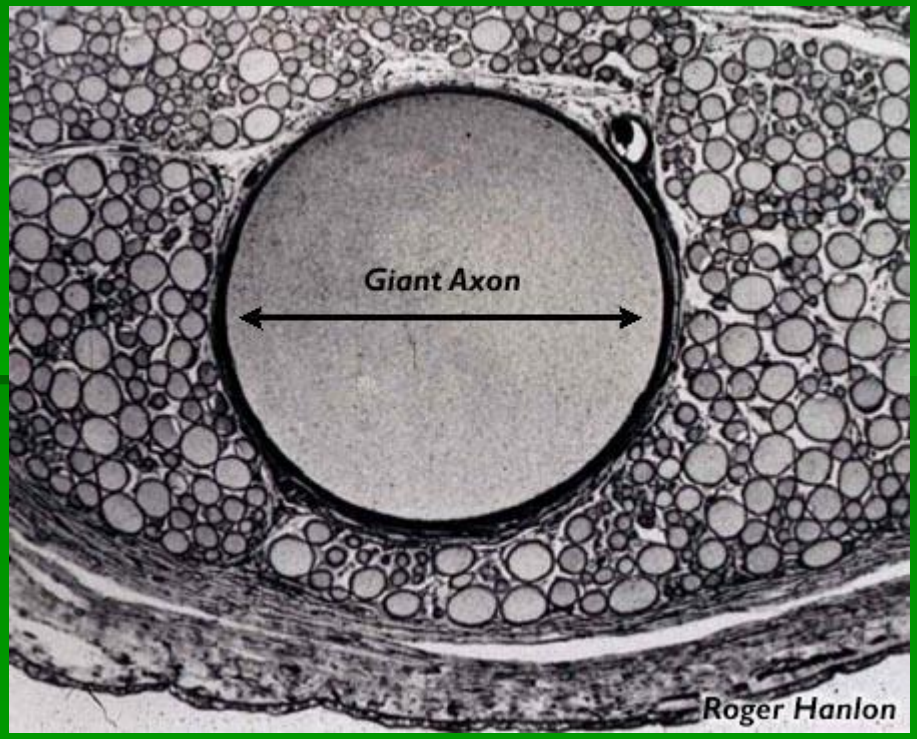


Obr. 17
Tok iontového proudu v průběhu akčního potenciálu v myelinizovaném a nemyelinizovaném axonu.

Šíření AP1
Šíření AP2

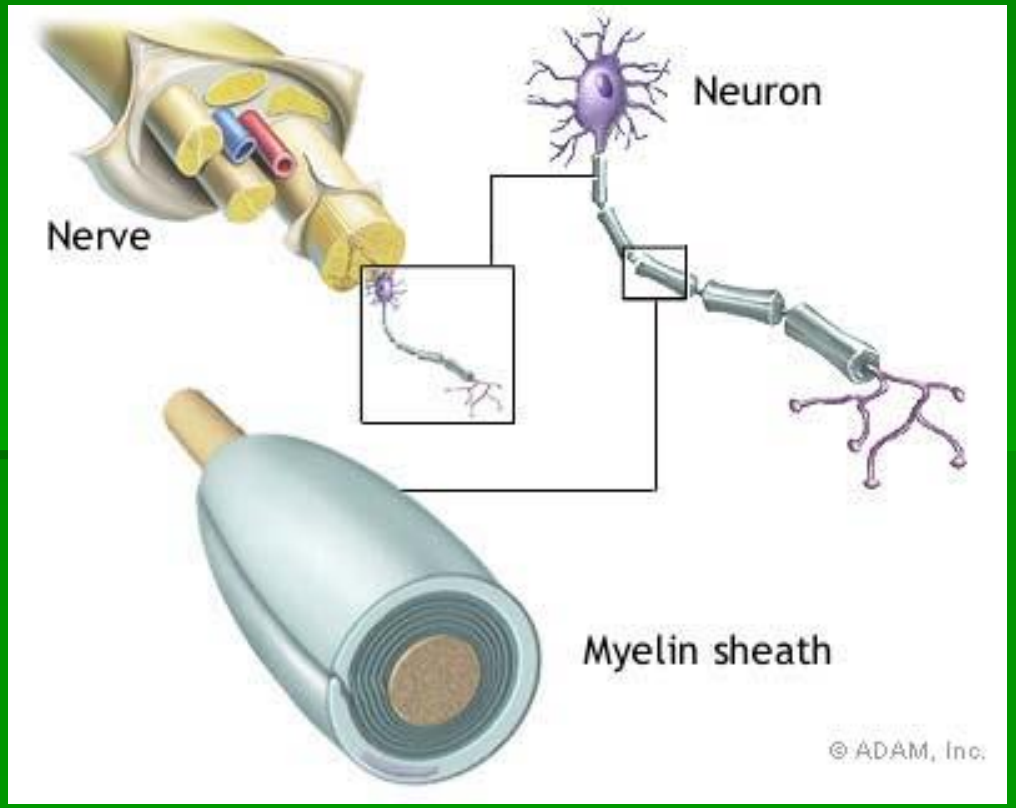
Šíření potenciálů

- Vliv průměru – gigantické axony



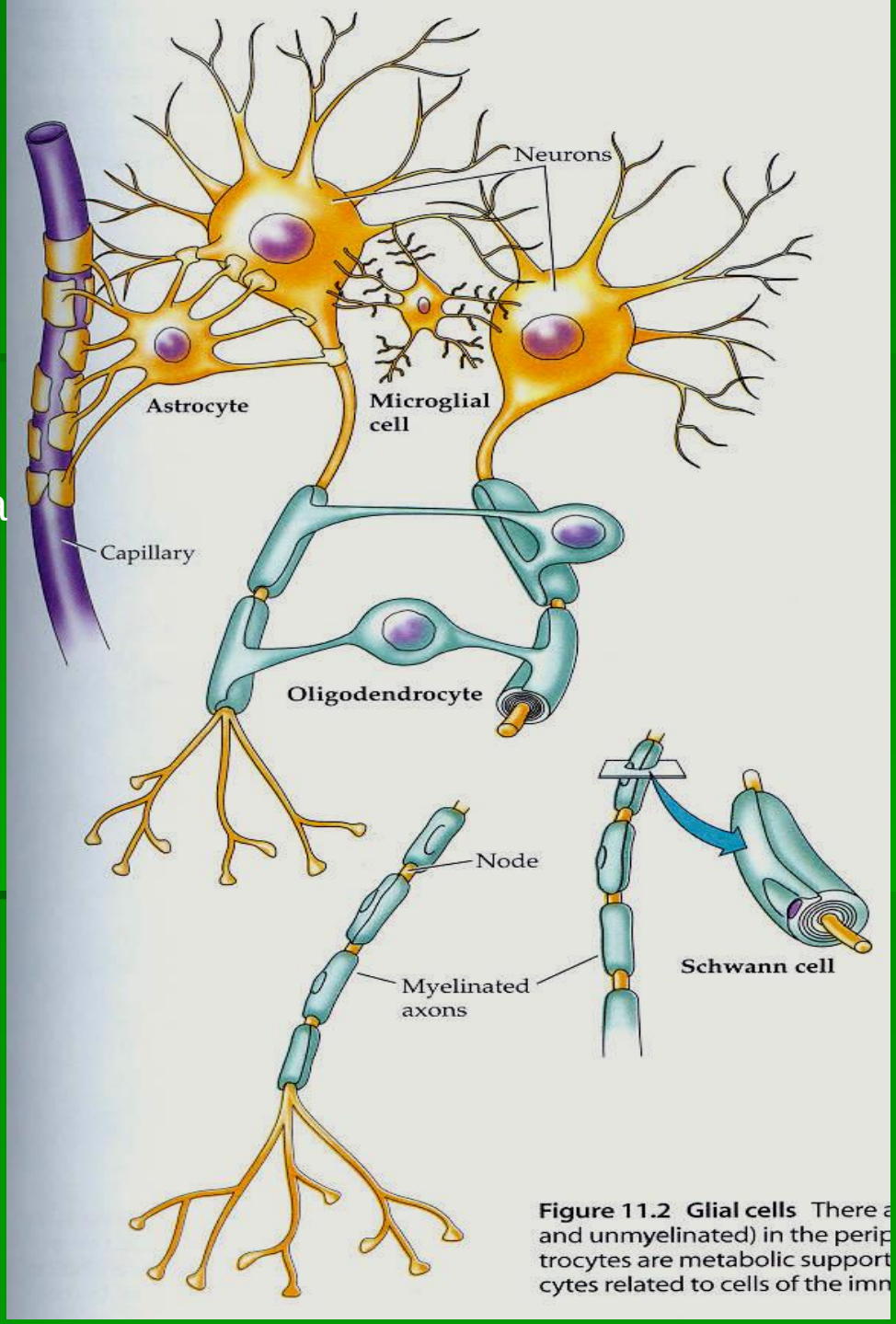
Šíření potenciálů

- Vliv myelinových obalů



Schwanovy buňky

Žabí myelinizovaný neuron má při 20°C a 12um rychlost vedení 25m/s. Nemyelinizovaný neuron sépie musí mít pro stejnou rychlost průměr 500um! Je to 40x menší průměr a 1600x plocha.

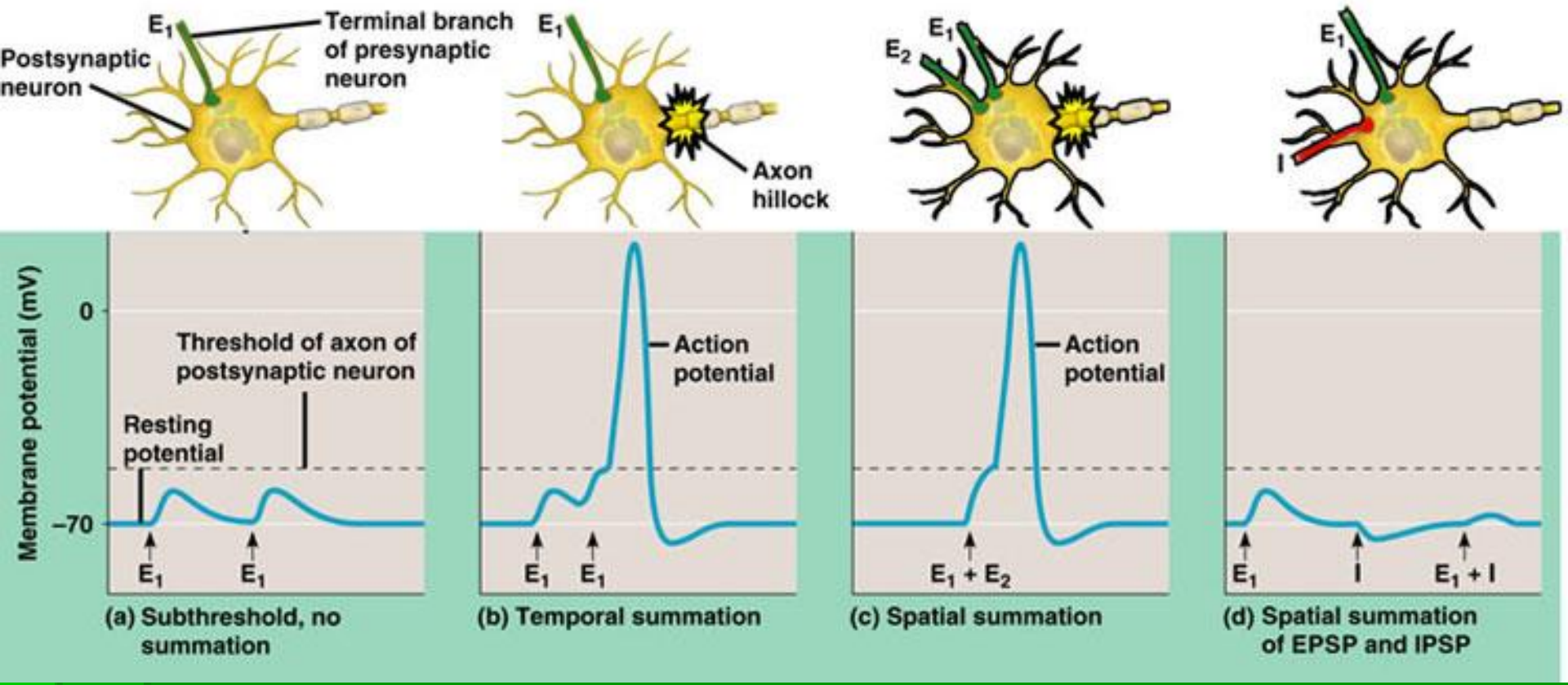


Demyelinizace

Roztroušená skleróza je definována jako autoimunitní onemocnění - imunitní systém napadá vlastní tkáně organismu. Na spuštění tohoto útoku se podílí mnoho různých faktorů, např. genetické dispozice, životní prostředí a další, často neznámí činitelé. V případě RS jsou cílem útoku myelinové pochvy nervových vláken.

Hlavním problémem není ani tak demyelinizace, protože obnažení axonu neznamená automaticky zastavení přenosu vzruchů, ale především destrukce axonů v plakách. Axony se trhají a nespojují, pouze v periferním nervstvu jsou axony schopné částečné obnovy.

Časová a prostorová sumace na nervové membráně



Jedy a anestetika

- Eter používán jako celkové anestetikum (1846), nahrazen chloroformem, (toxicita), N_2O,
- Lidokain, Xylokain – lokální anestetikum, blokuje Na kanály a brání vzniku AP

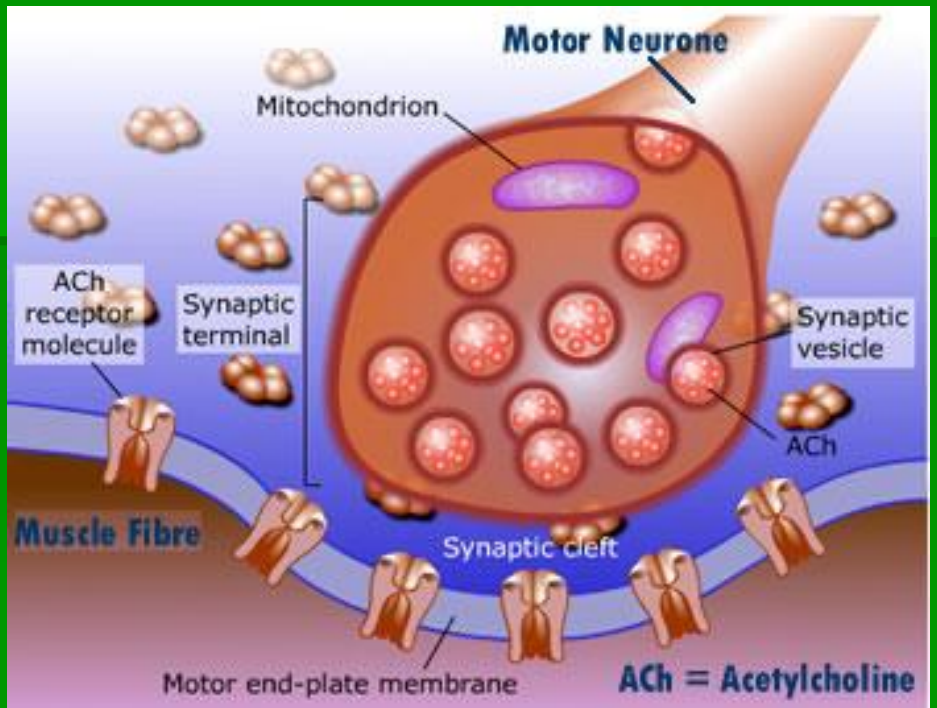
Local Anesthetic	Novocaine, Xylocaine	Blocks voltage gated Na^+ channels
General Anesthetics	Ether, Chloroform, Isoflurane	Blocks voltage gated K^+ channels
	Diazepam (Valium)	Opens Cl^- channels

The following are poisons that exert their effects through interference with nerve conduction.

Agitoxin, Charybdotoxin	Scorpion	Blocks potassium "leaky" channels
Dendrotoxin	Green Mamba	Blocks voltage-gated potassium channels
Phoneutriatoxin	Banana spider	Slows inactivation of voltage-gated sodium channels
Batrachotoxin	Poison Arrow Frog	Prevents sodium channels from closing
Brevetoxin	Red Tide Dinoflagellate	Activates sodium channels
Maculotoxin	Blue-Ringed Octopus	Blocks sodium channels

Kurare

- Šípový jed, získáván z rostlin, jihoameričtí indiáni - blokáda receptorů pro ACh na nervosvalové ploténce

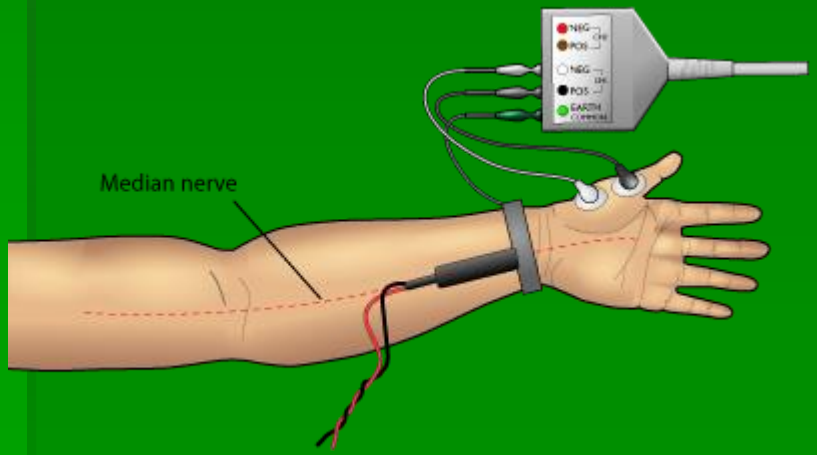


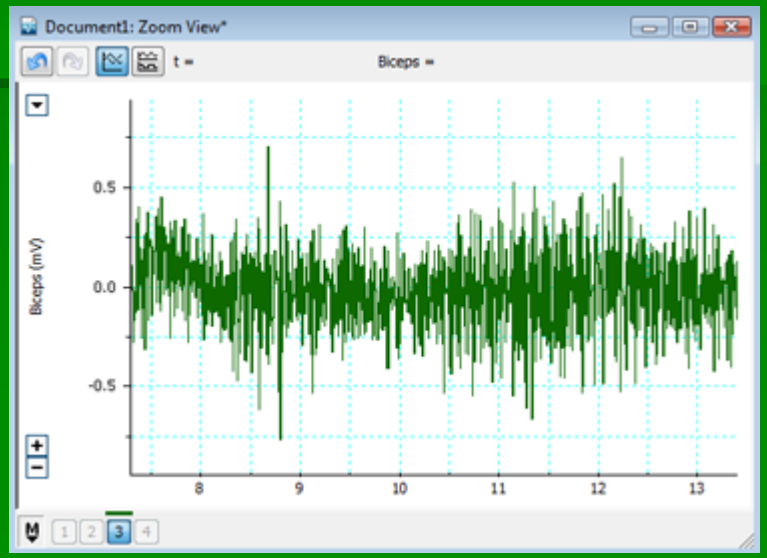
Teplota

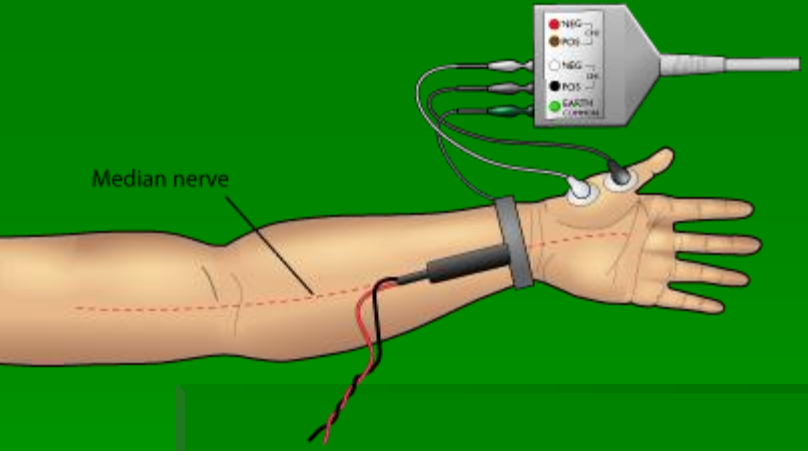
- Vliv na aktivitu enzymů
- Fluiditu membrán a kinetiku kanálů

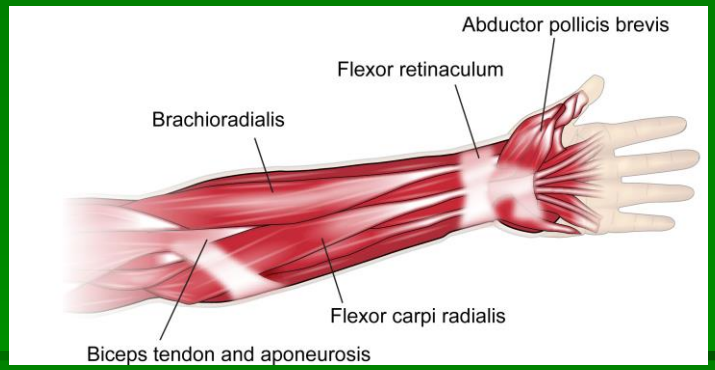
Měření rychlosti šíření vzruchu na paži

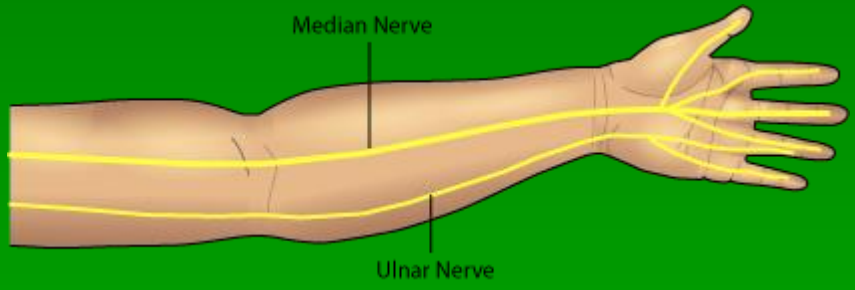
Elektromyografie – záznam sumární elektrické aktivity kosterního svalu z povrchu těla.

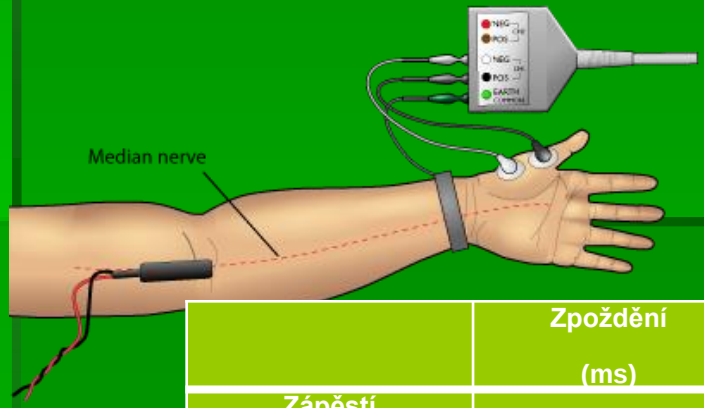




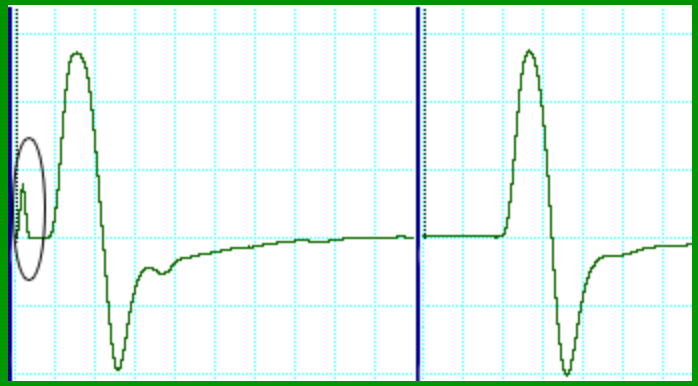








	Zpoždění (ms)
Zápěstí	
Loket	
Rozdíl	
Vzdálenost (mm)	



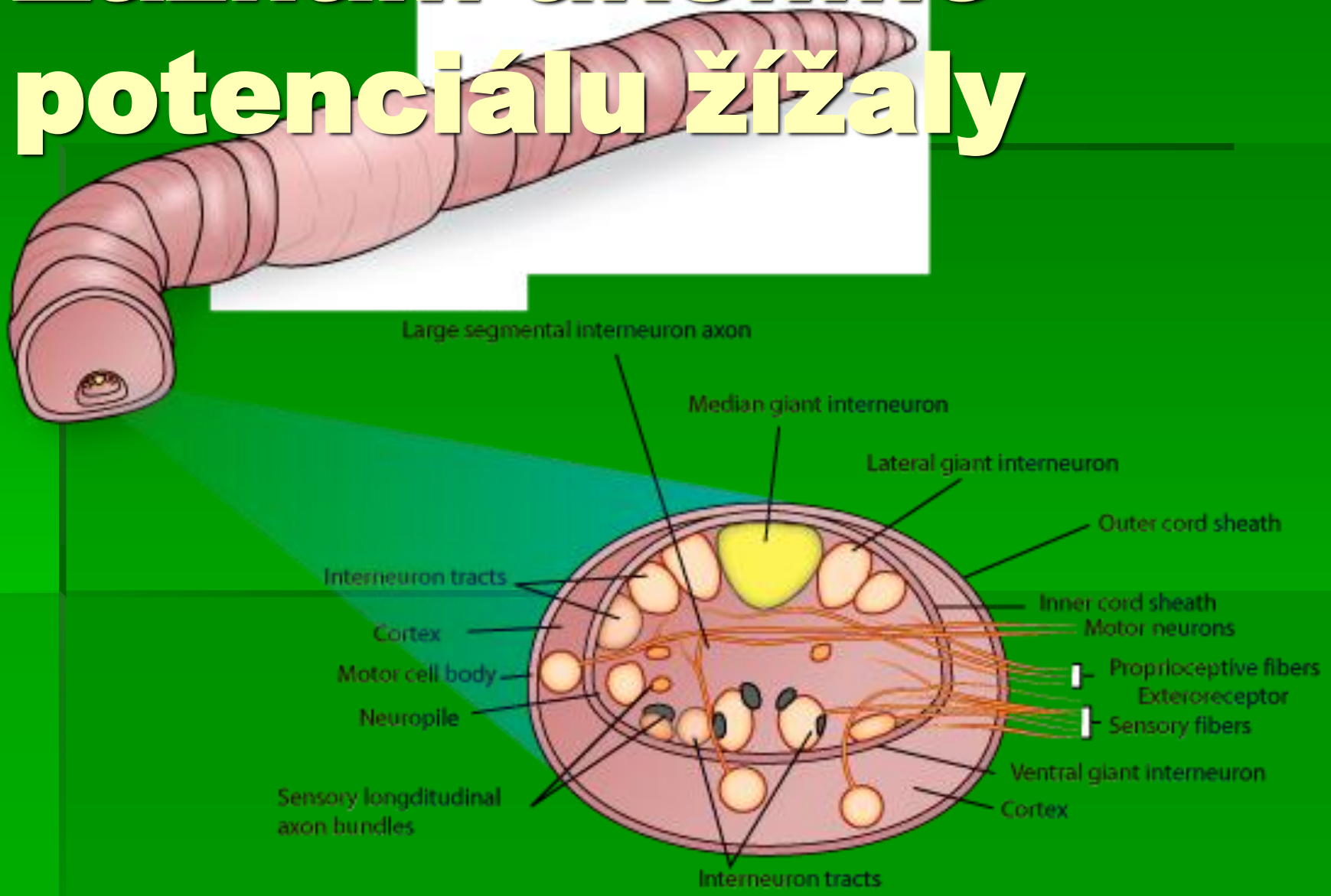
https://is.muni.cz/auth/el/sci/podzim2020/Bi3031/um/videa/Vzrusive_membrany/

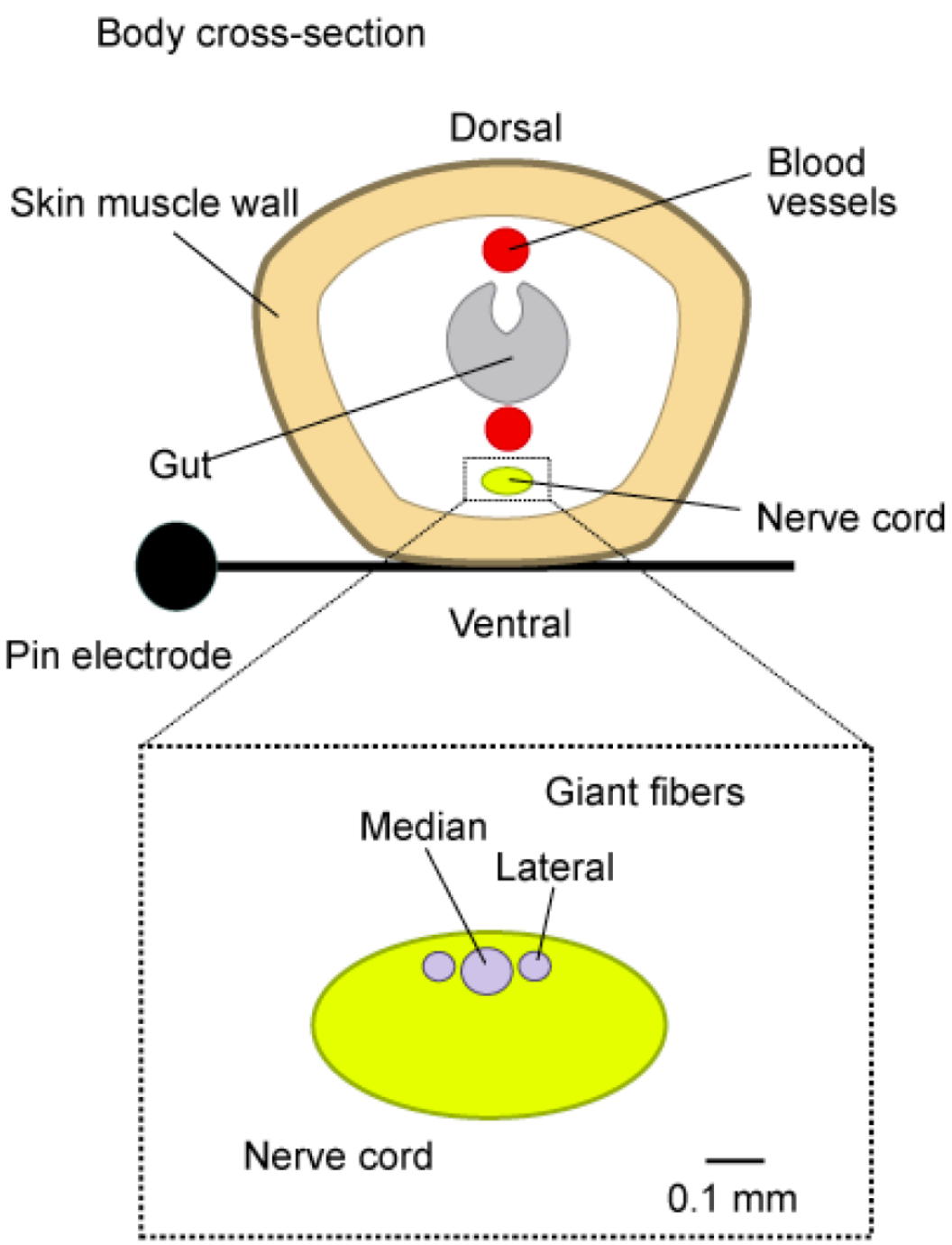
Záznam akčního potenciálu žížaly

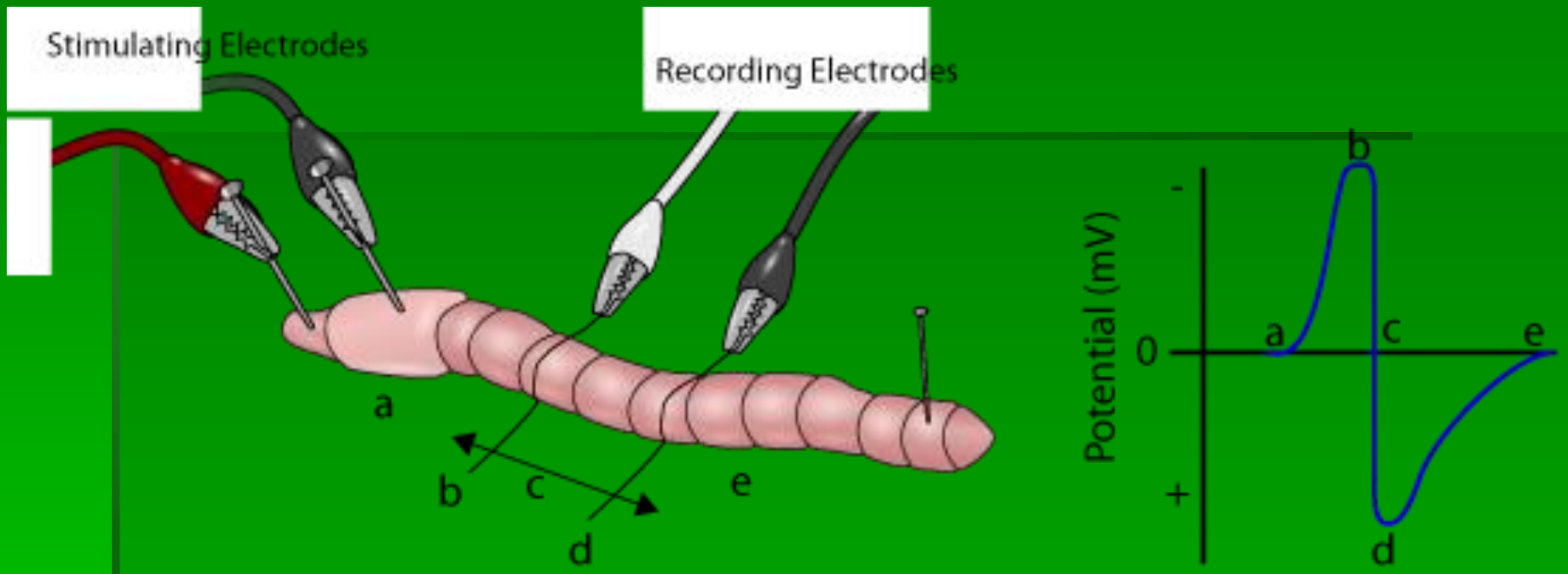
Mediální a laterální gigantický axon žížaly.
Zkoumá se: prahový potenciál, latence (latentní perioda), refrakterní perioda směrovost šíření a rychlost šíření AP.

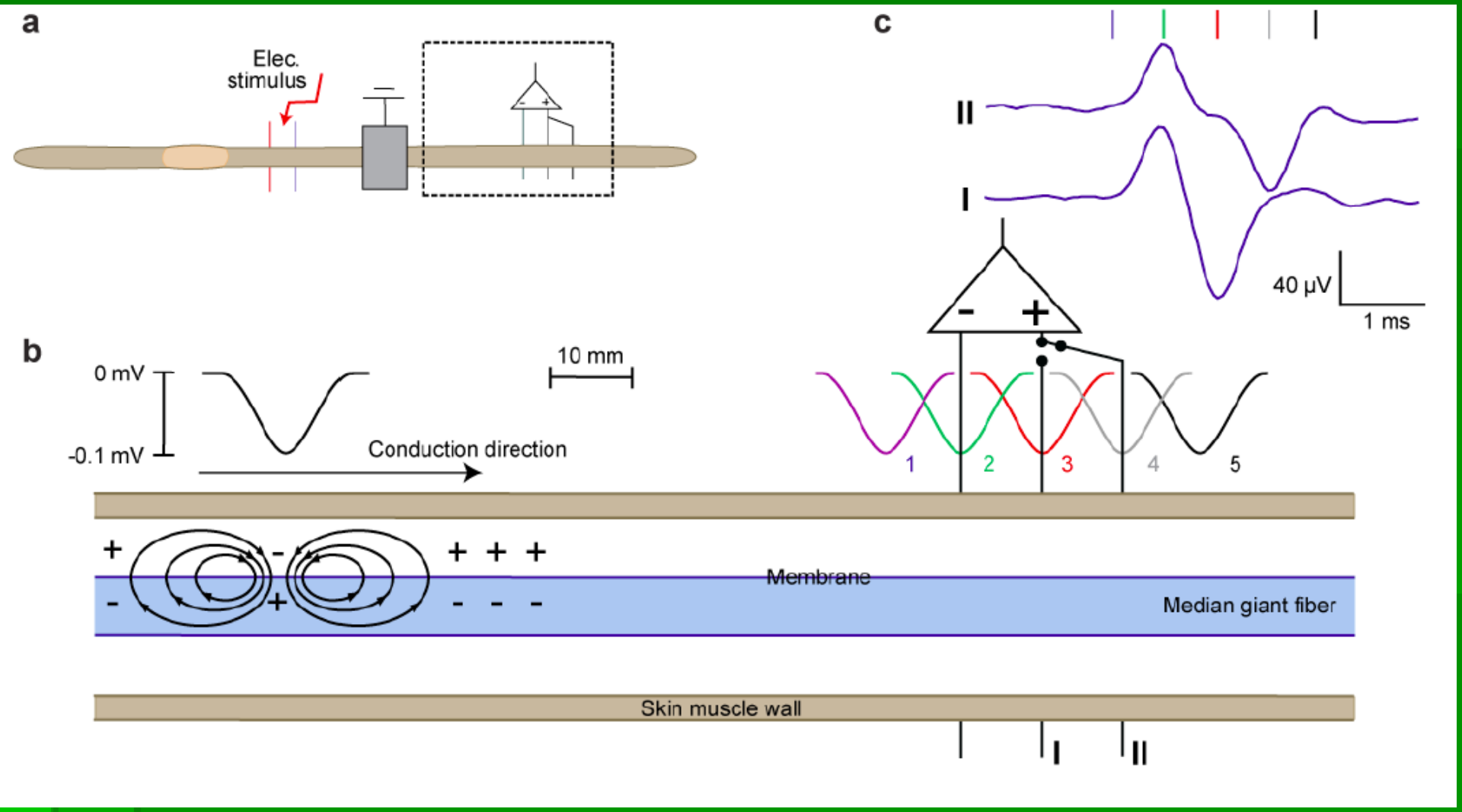
Laterální vede trochu pomaleji než mediální
Mediální vede obyčejně anteriorně – posteriorním směrem. Laterální naopak.

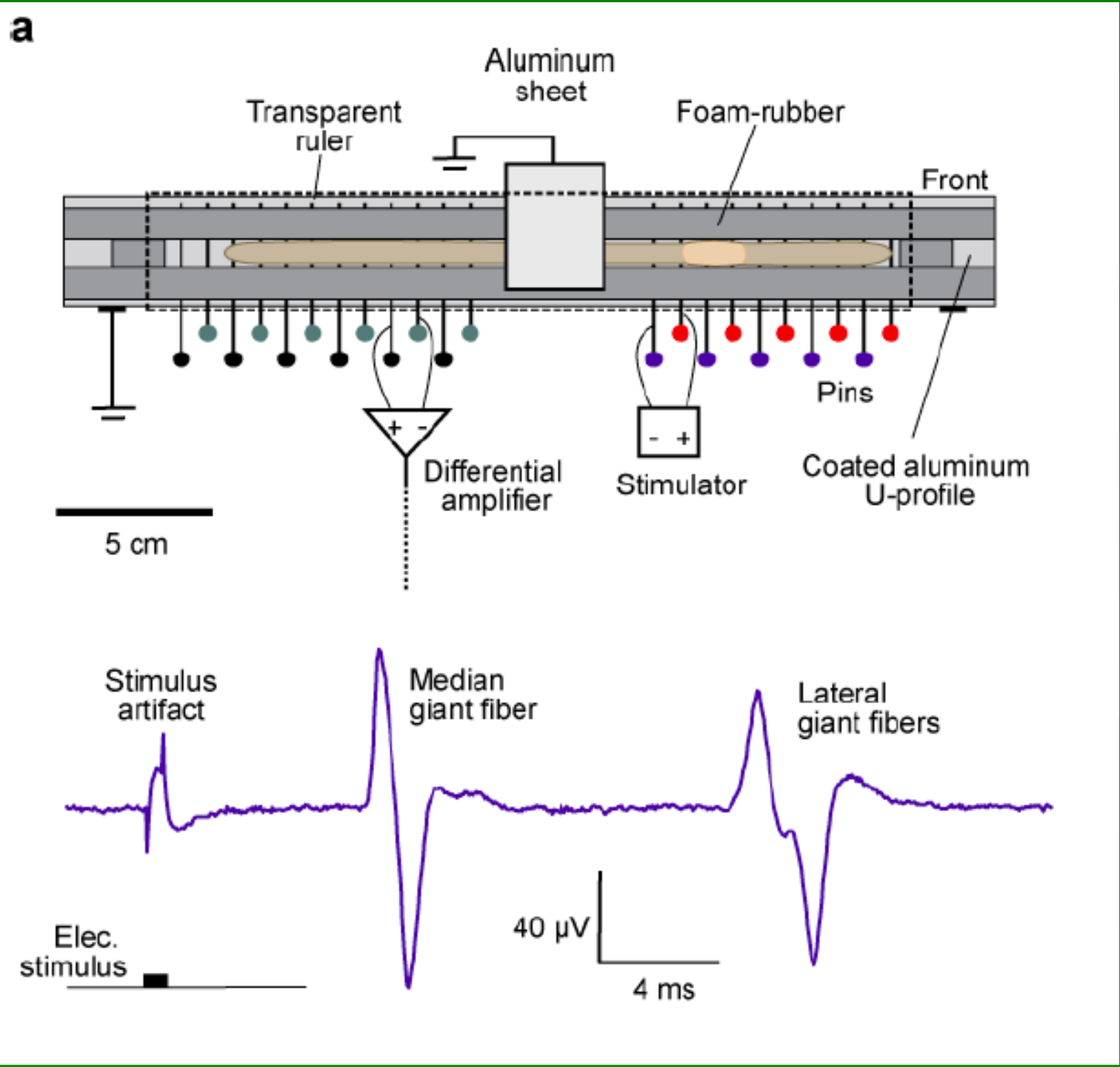
Záznam akčního potenciálu žížaly

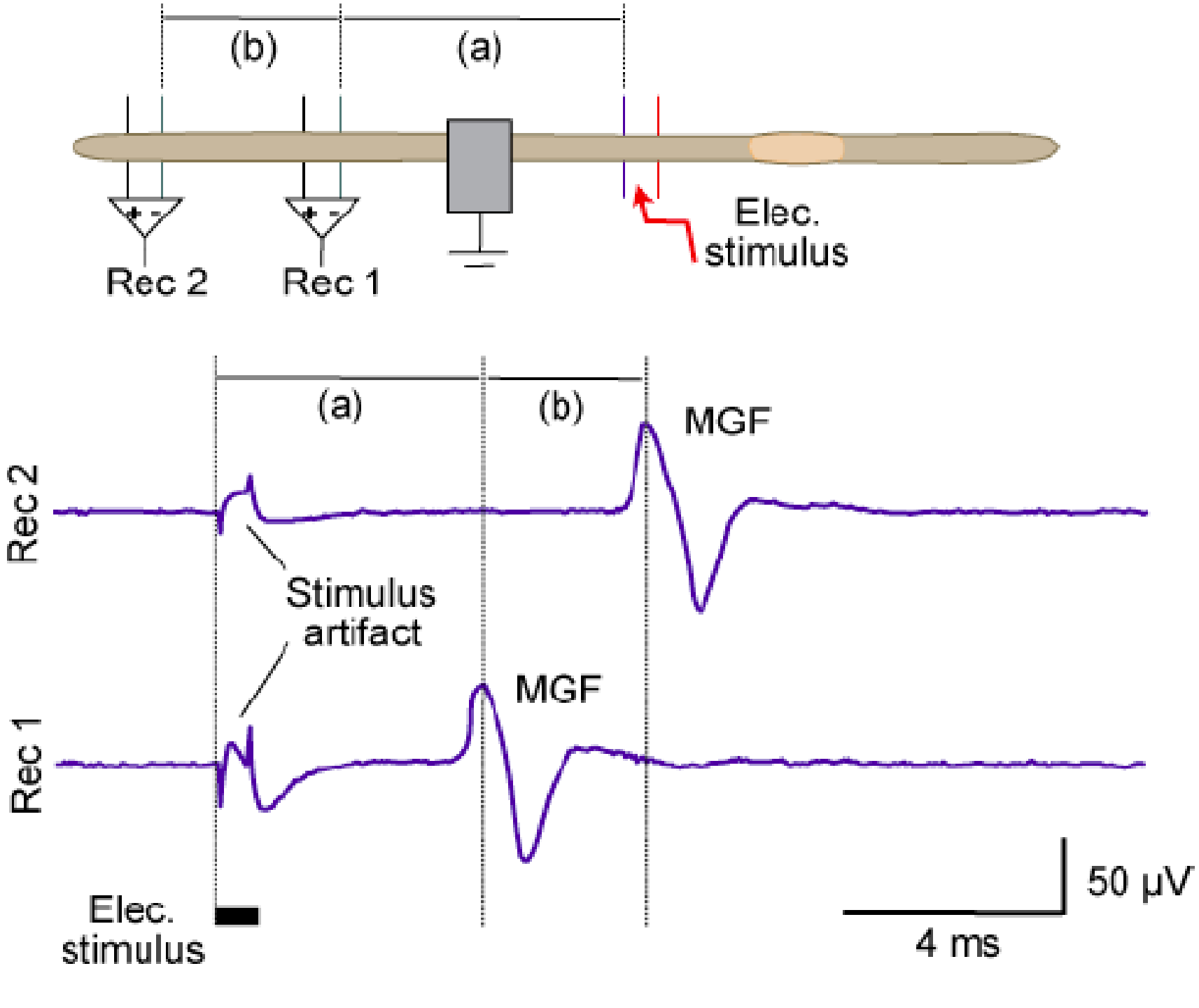



Body cross-section
Dorsal
Blood vessels
Skin muscle wall
Gut
Nerve cord
Ventral
Pin electrode
Giant fibers
Median
Lateral
Nerve cord
0.1 mm


Stimulating Electrodes
Recording Electrodes
a
b
c
d
e
Potential (mV)
-
0
+
a
b
c
d
e


a
Elec.
stimulus
c
II
I
40 µV
1 ms
b
0 mV
-0.1 mV
10 mm
Conduction direction
1
2
3
4
5
Membrane
Median giant fiber
Skin muscle wall
I
II


a
Aluminum sheet
Transparent ruler
Foam-rubber
Front
Pins
Differential amplifier
Stimulator
Coated aluminum U-profile
5 cm
Stimulus artifact
Median giant fiber
Lateral giant fibers
Elec. stimulus
40 µV
4 ms


(b)
(a)
Rec 2
Rec 1
Elec.
stimulus
(a)
(b)
MGF
Rec 2
Stimulus
artifact
MGF
Rec 1
Elec.
stimulus
50 µV
4 ms

Otázky.

Experimenty naživo?

Studium – závěrečné práce.