

3

Buněčný podklad nervového systému

Stavba nervové soustavy

- Neurony
 - Příjem, integrace a šíření informace
 - Unikátní, nenahraditelné
- Neuroglie
 - Podpůrná činnost
 - Snadno nahraditelné

Stavba nervové soustavy

- Neurony
 - Příjem, integrace a šíření informace
 - Unikátní, nenahraditelné
- Neuroglie
 - Podpůrná činnost
 - Snadno nahraditelné
- Počet neuronů cca. 100 miliard (10^{11})
- Poměr neuron/glie
 - 1/10 - 50 (Principles of Neural Science, 4th ed., 2000)
 - 1/2 – 10 (Principles of Neural Science, 5th ed., 2012)
 - 1/1 (Nolte's Human Brain, 7th ed., 2015)

Neuron

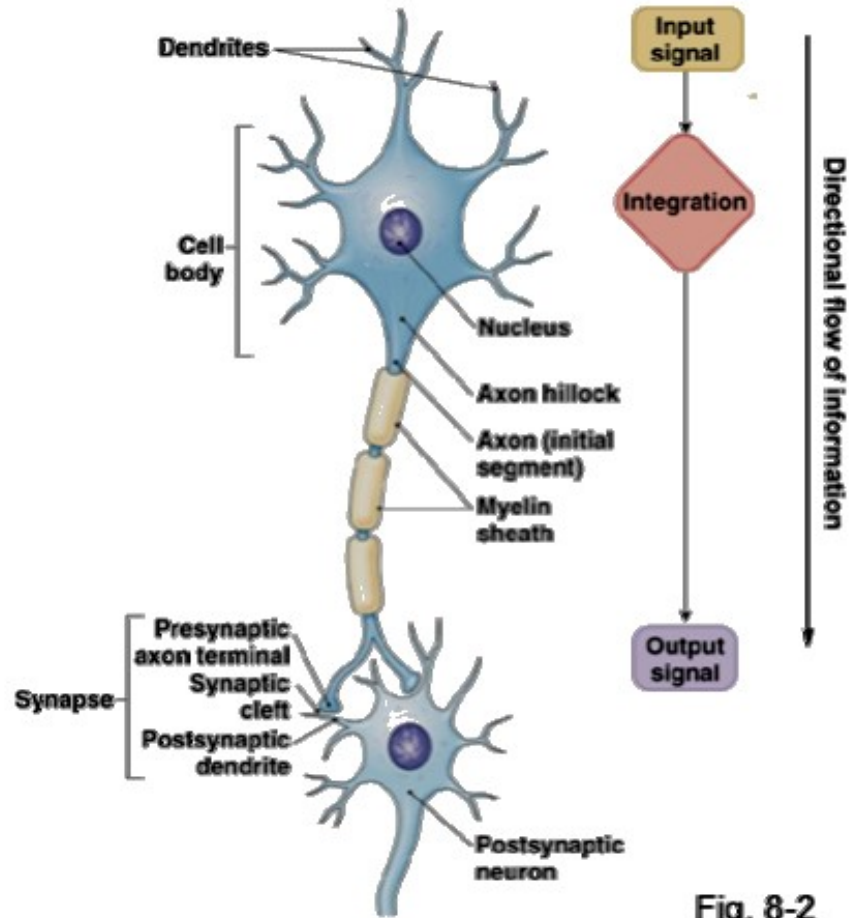


Fig. 8-2

Udržovací aktivity

„Uvnitř“ neuronu

- ✓ ...
- ✓ Syntéza
- ✓ Transport
- ✓ ...

Neuron

Zpracování a přenos informace

Membrána neuronu

- ✓ Recepce signálu
- ✓ Integrace signálu
- ✓ Generování AP
- ✓ Vedení AP
- ✓ Přenos signálu

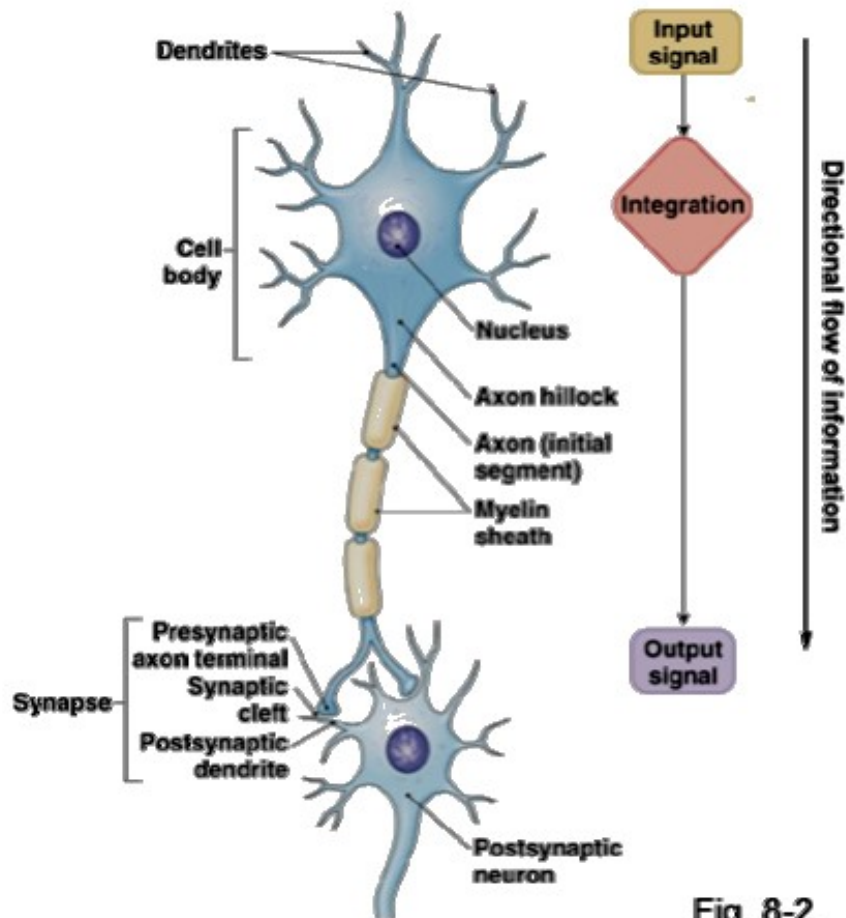
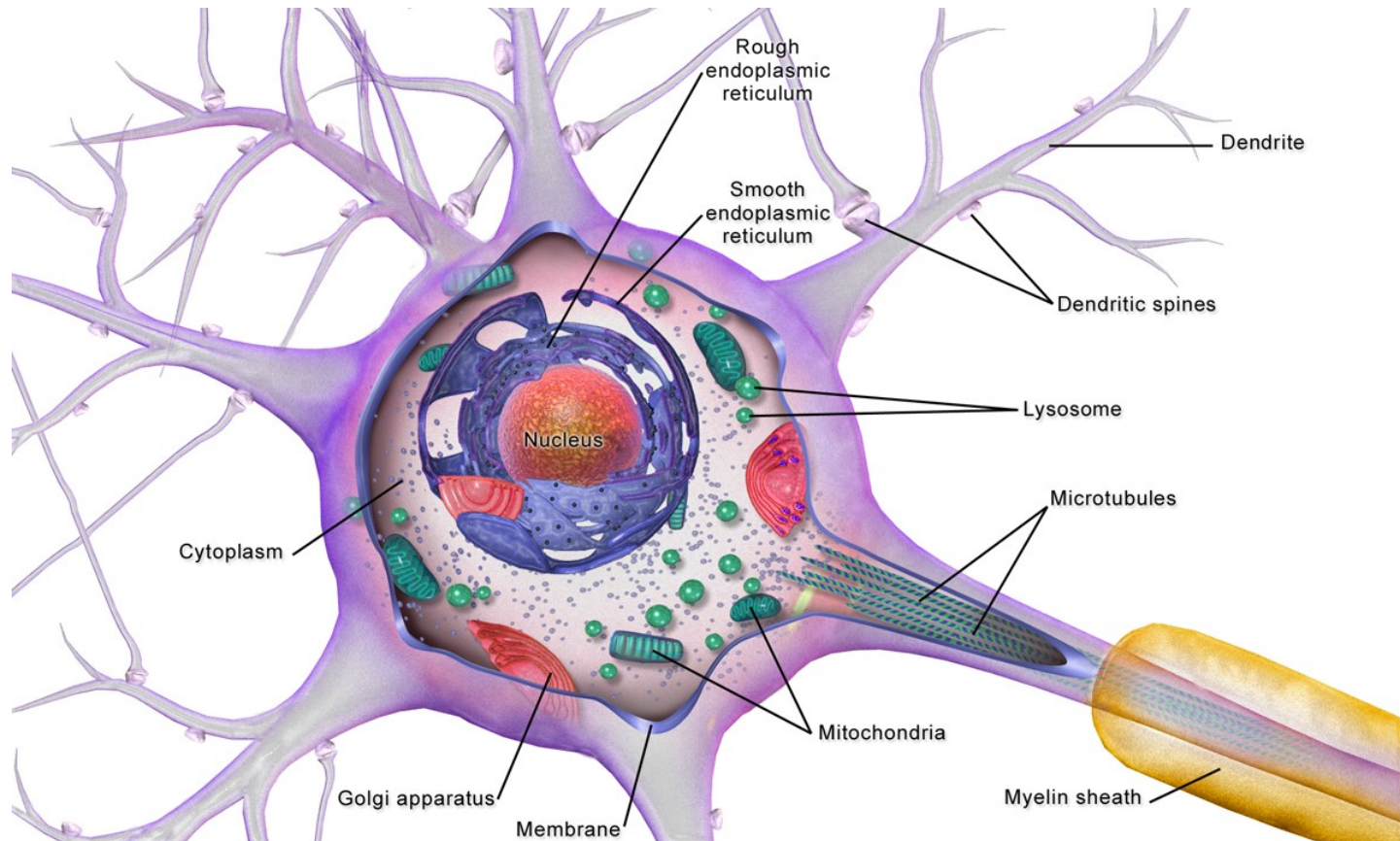


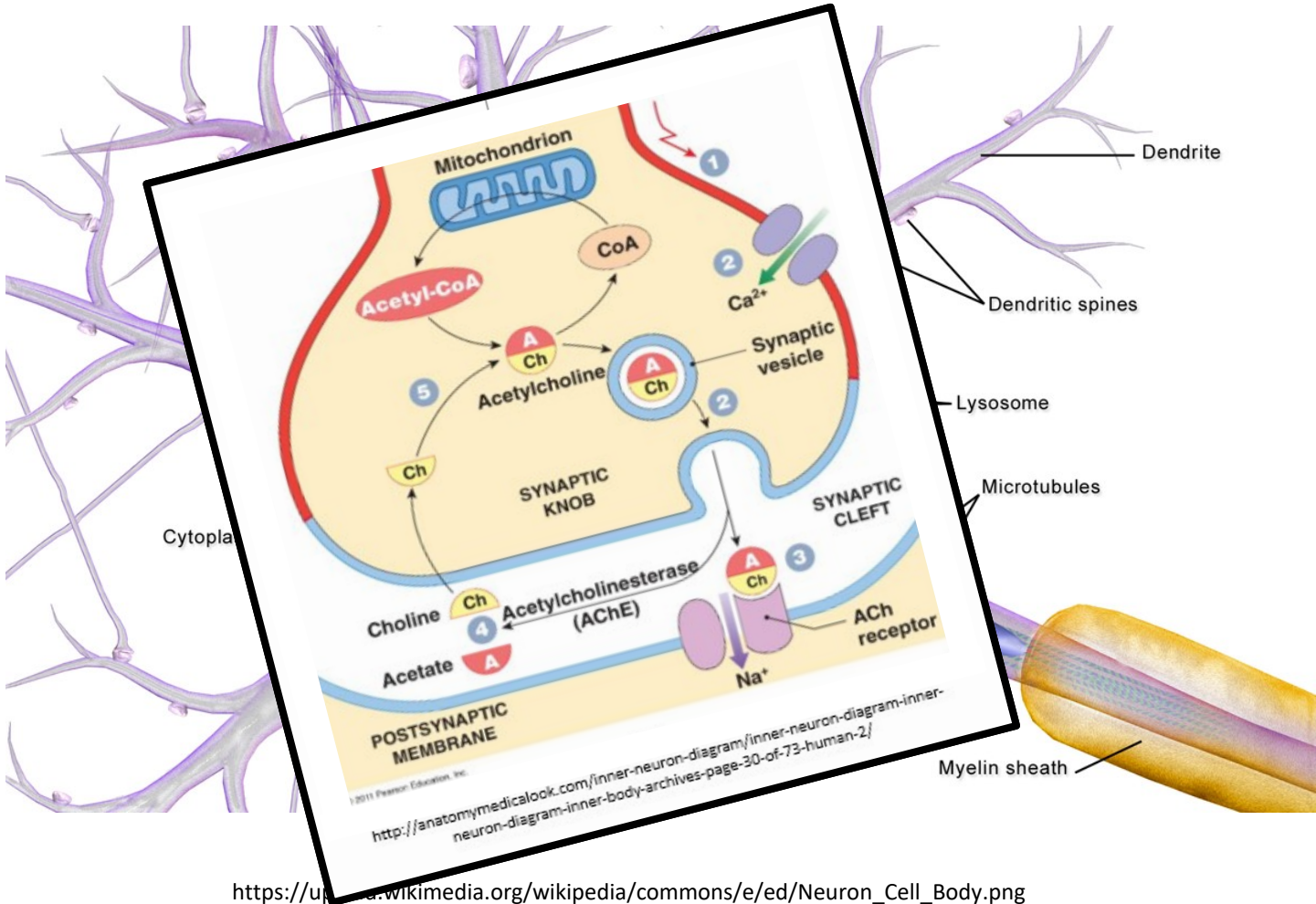
Fig. 8-2

Udržovací aktivity



https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/ed/Neuron_Cell_Body.png

Udržovací aktivity



Udržovací aktivity

Fast axonal transport

- bidirectional
- ATP dependant
- associated with microtubules: dynein and kinesin

Fast axonal transport

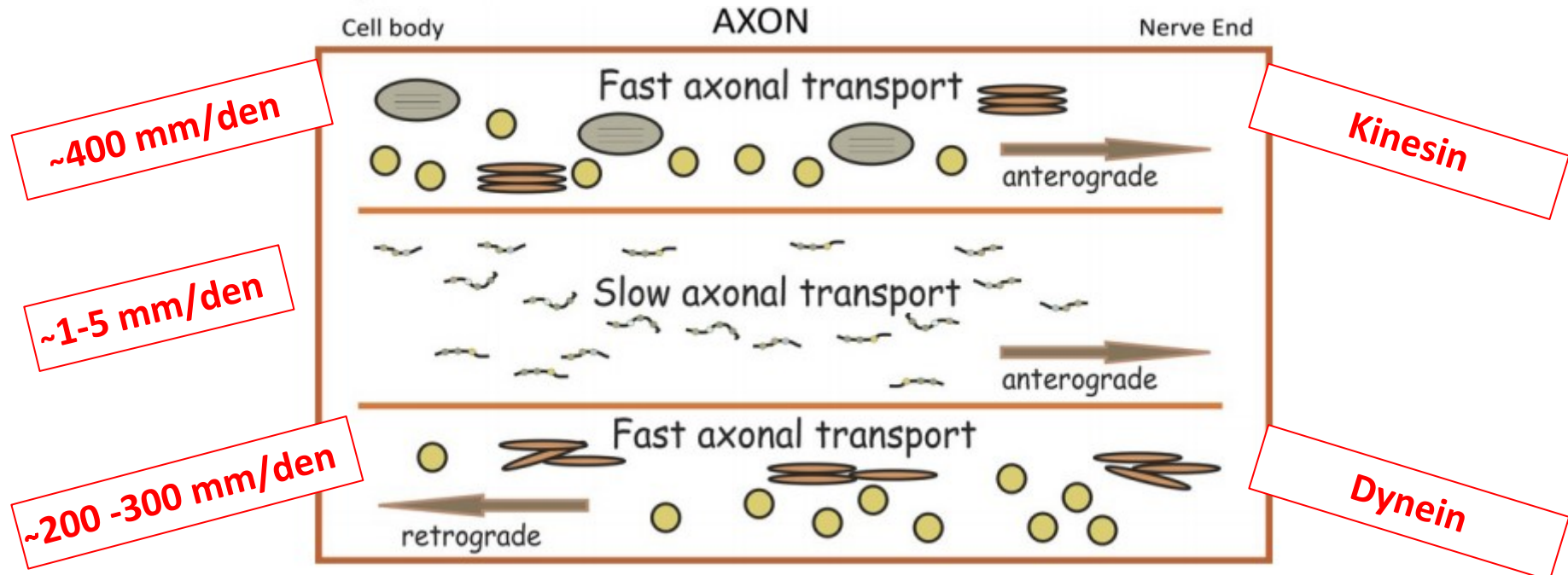
Golgi derived vesicles
lysosomes, mitochondria
structural elements of
endoplasmic reticulum

Slow axonal transport

- unidirectional,
- ATP independant
- conducted by sliding, polymerizing and protein interacting

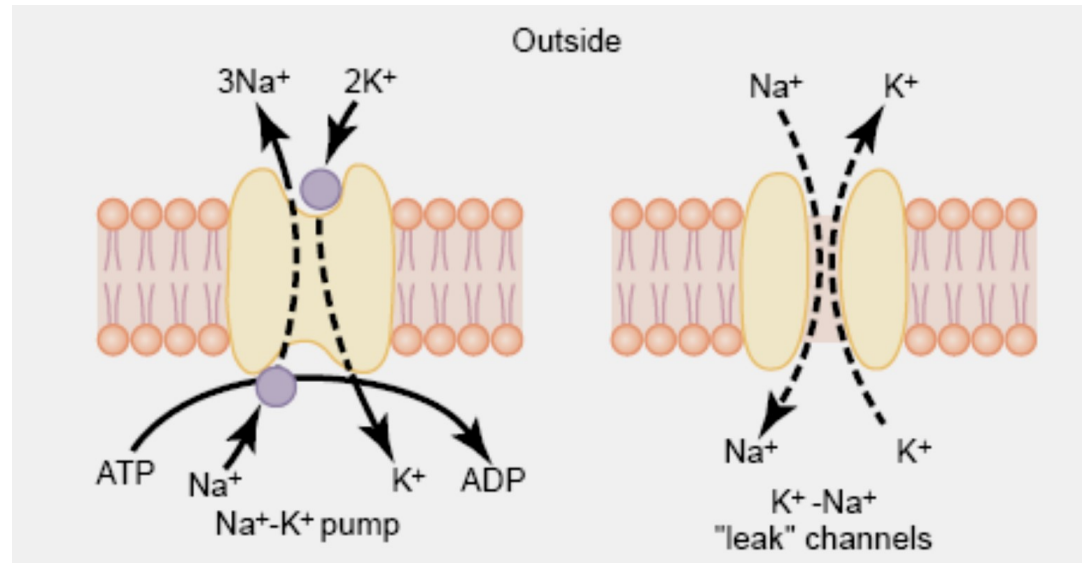
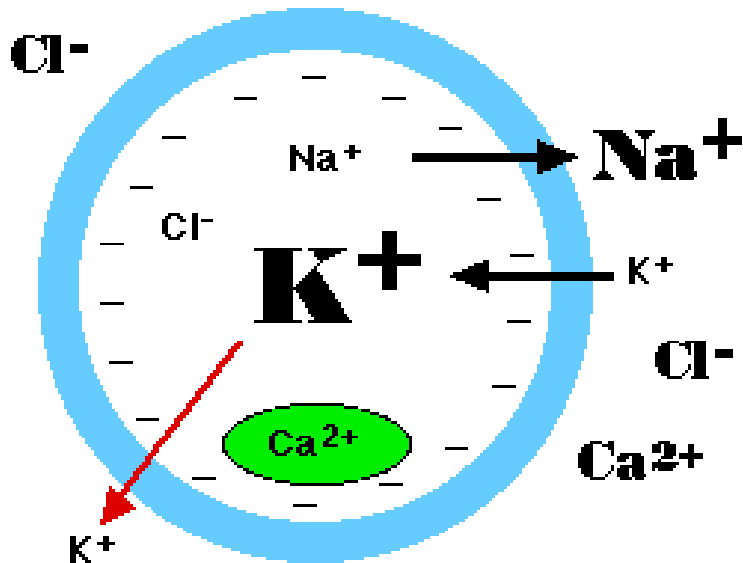
Slow axonal transport

microfilaments, microtubules
neurofilaments
cytosolic protein complexes



Membránový potenciál

- Vzniká díky rozdílům v koncentracích iontů na opačných stranách semipermeabilní membrány



Klidový membránový potenciál neuronu



<http://assassinscreed.ubi.com>

- Vysoce nestabilní stav membrány
- Proč? – Rychlost!
- Mozková spotřeba
 - ✓ Kyslík - 20% celkové tělesné spotřeby
 - ✓ Glukóza – 25% celkové tělesné spotřeby

Akční potenciál

- Rychlá změna napětí na membráně
- Šíří se membránou
- Princip vše nebo nic

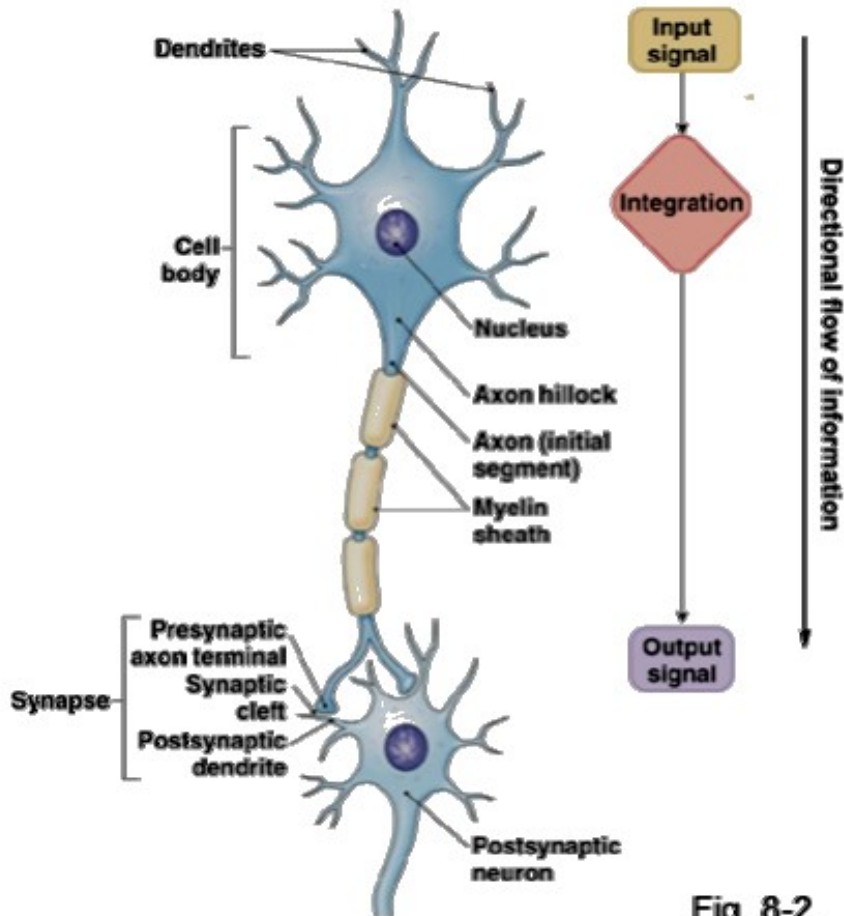
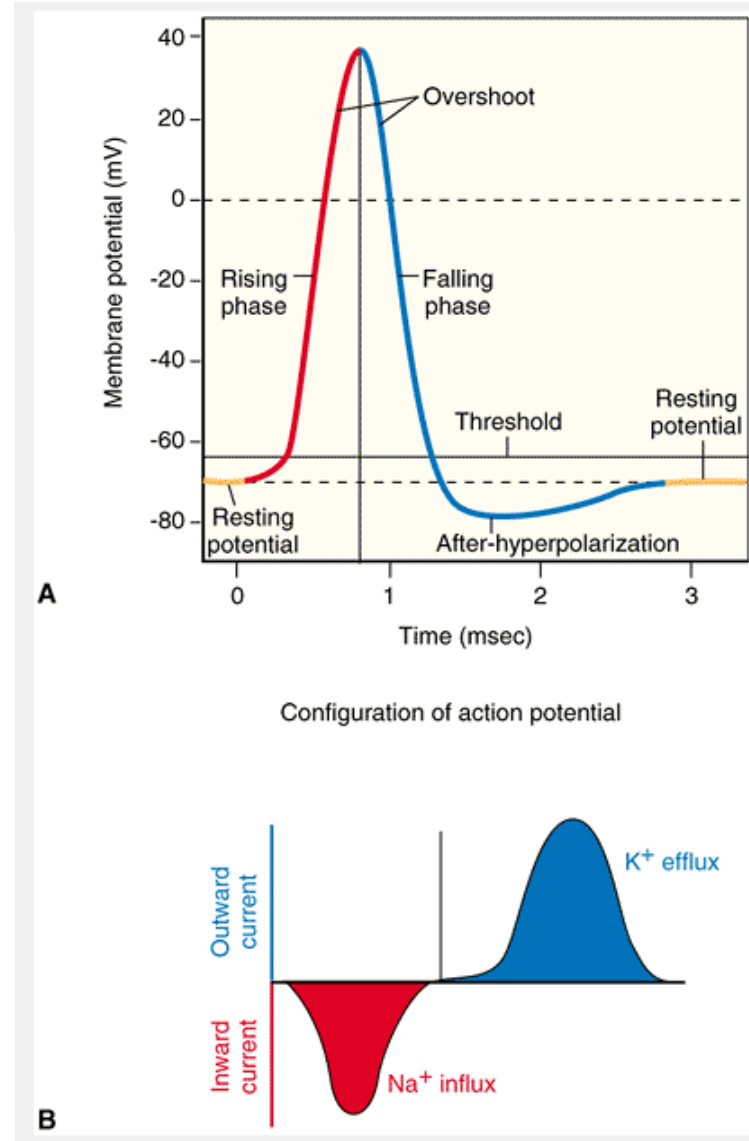
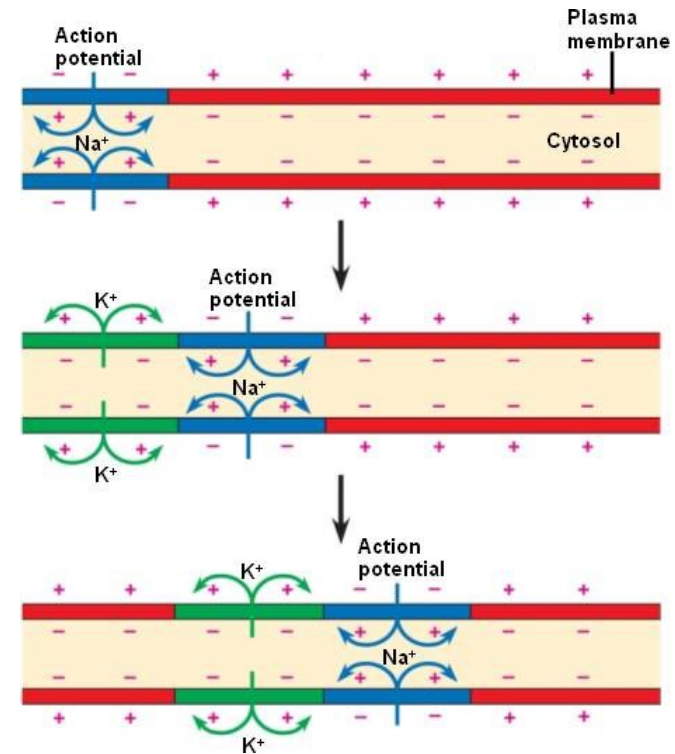
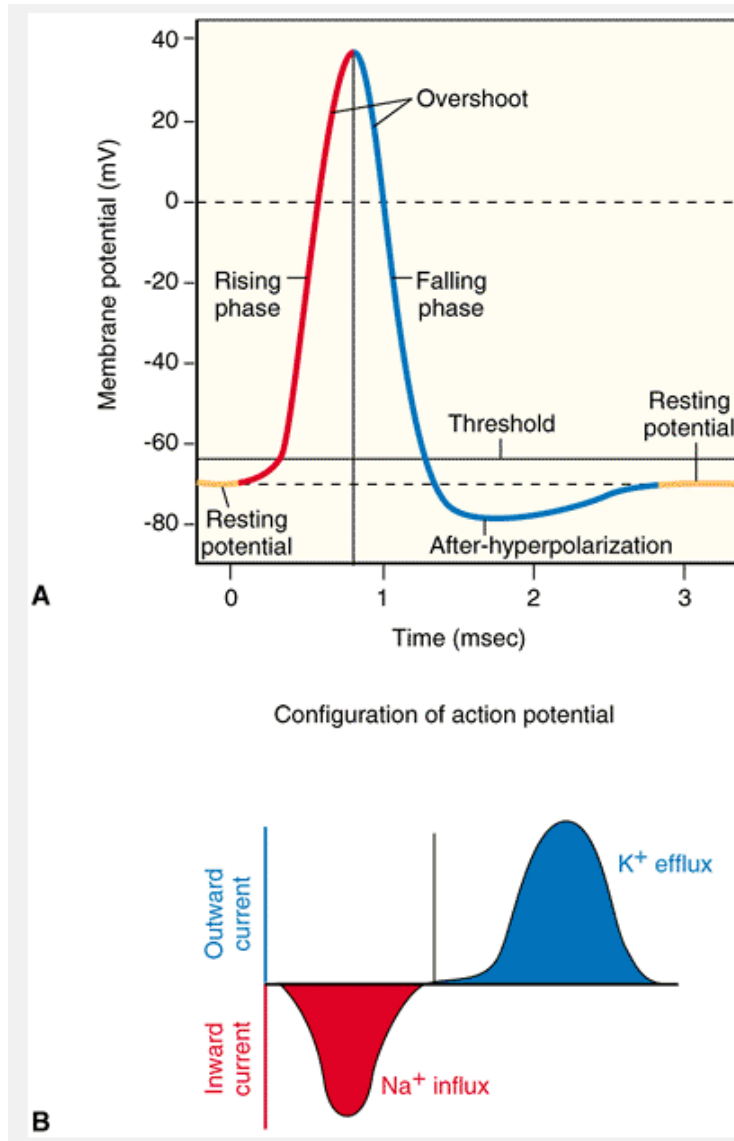


Fig. 8-2



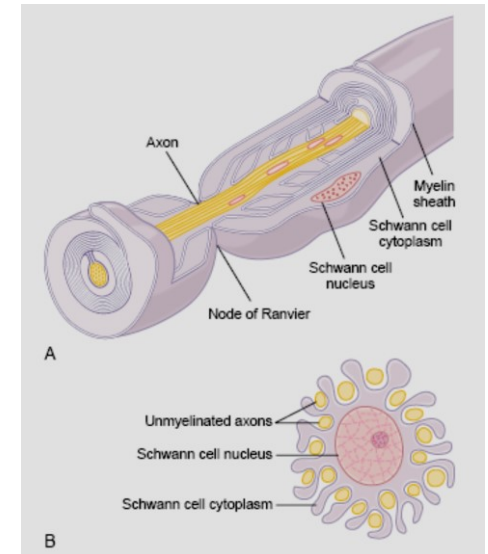
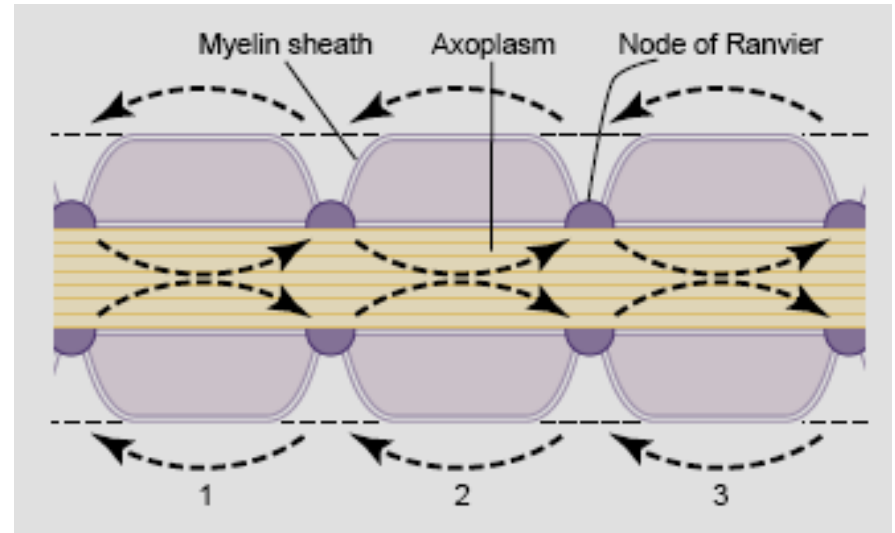
Šíření akčního potenciálu



- Lokální proudy
- Anterográdní směr

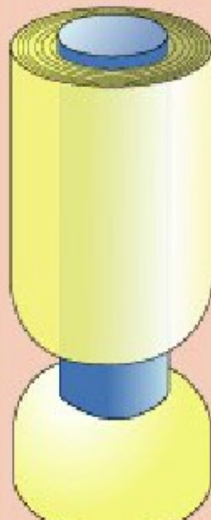



Saltatorní vedení

- Myelinová pochva
- Ranvierovy zářezy
- Energetická úspora
- Rychlost
- Rychlost vedení dále ovlivněna průřezem vlákna
 - elektrický odpor nepřímo úměrný průřezu

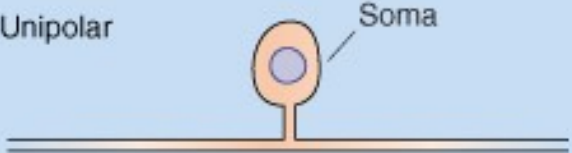

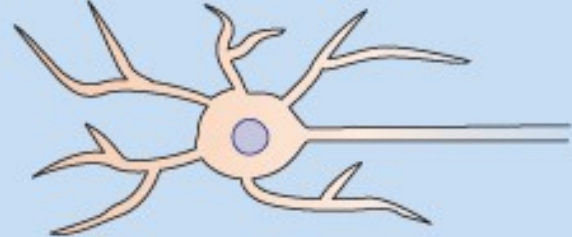


Klasifikace nervových vláken

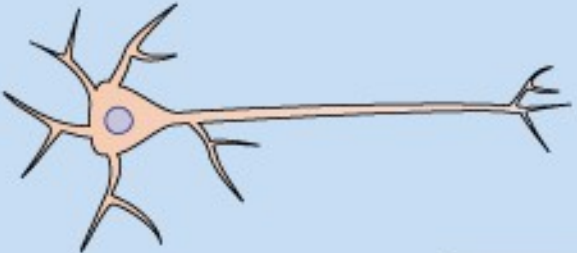
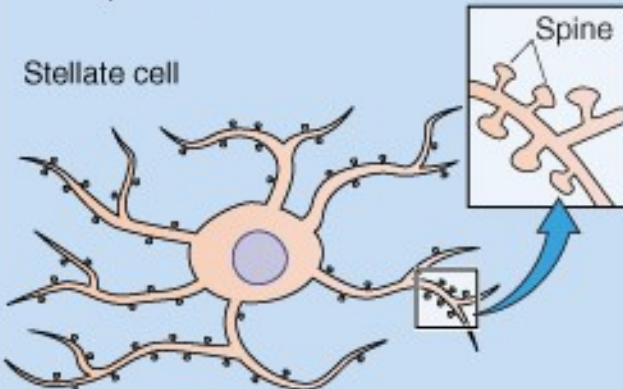
- Axony
- U člověka většina myelinizovaná (V CNS všechna)
- Nemyelinizovaná pouze evolučně nejstarší vlákna

	A α	A β	A δ	C
1 ^o Axon to skin				
1 ^o Axon to muscle				
	Group I	Group II	Group III	Group IV
				
Diameter (um)	12-20	6-12	1-6	0.2-1.5
Speed(m/sec)	70-170	30-70	5-30	0.5-2
Sensory receptors	Proprioceptors of skeletal muscle	Mechanoreceptors of skin	Pain, temperature	Temp, pain, itch

Klasifikace neuronů

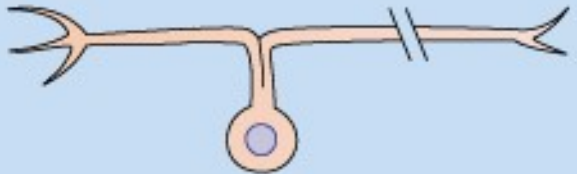

Basis for classification	Example	Functional implication	Structure
<p>3. Number of processes</p> <p>One process exits the cell body</p> <p>Two processes exit the cell body</p> <p>Many processes exit the cell body</p>	<p>Unipolar neuron (dorsal root ganglion cell)</p> <p>Bipolar neuron (retinal bipolar cell)</p> <p>Multipolar neuron (spinal motor neuron)</p>	<p>Small area for receiving synaptic input: highly specialized function</p> <p>Small area for receiving synaptic input: highly specialized function</p> <p>Large area for receiving synaptic input; determines the pattern of incoming axons that can interact with the cell</p>	<p>Unipolar </p> <p>Bipolar </p> <p>Multipolar </p>

Klasifikace neuronů

Basis for classification	Example	Functional implication	Structure
<p>2. Dendritic pattern</p> <p>Pyramid-shaped spread of dendrites</p> <p>Radial-shaped spread of dendrites</p>	<p>Pyramidal cell (hippocampal pyramidal neuron)</p> <p>Stellate cell (cortical stellate cell)</p>	<p>Large area for receiving synaptic input; determines the pattern of incoming axons that can interact with the cell (i.e., pyramid-shaped)</p> <p>Large area for receiving synaptic input; determines pattern of incoming axons that can interact with the cell (i.e., star-shaped)</p>	<p>Pyramidal cell</p>  <p>Stellate cell</p> 

<http://www.slideshare.net/CsillaEgri/presentations>

Klasifikace neuronů

Basis for classification	Example	Functional implication	Structure
<p>1. Axonal projection</p> <p>Goes to a distant brain area</p>	<p>Projection neuron or Principal neuron or Golgi type I cell (cortical motor neuron)</p>	<p>Affects different brain areas</p>	<p>Dorsal root ganglion cell</p> 
<p>Stays in a local brain area</p>	<p>Intrinsic neuron or Interneuron or Golgi type II cell (cortical inhibitory neuron)</p>	<p>Affects only nearby neurons</p>	<p>Retinal bipolar cell</p> 

Neuroglie

Centrální nervový systém

- Astrocyty
 - Hematoencefalická b.
 - Udržování homeostázy
 - Metabolismus neurotransmiterů
 - Důležité také při vývoji mozku

Neuroglie

Centrální nervový systém

- Astrocyty
 - Hematoencefalická b.
 - Udržování homeostázy
 - Metabolismus neurotransmiterů
 - Důležité také při vývoji mozku
- Oligodendrocyty
 - Myelinový obal

Neuroglie

Centrální nervový systém

- Astrocyty
 - Hematoencefalická b.
 - Udržování homeostázy
 - Metabolismus neurotransmiterů
 - Důležité také při vývoji mozku
- Oligodendrocyty
 - Myelinový obal
- Mikroglie
 - Imunita

Neuroglie

Centrální nervový systém

- Astrocyty
 - Hematoencefalická b.
 - Udržování homeostázy
 - Metabolismus neurotransmiterů
 - Důležité také při vývoji mozku
- Oligodendrocyty
 - Myelinový obal
- Mikroglie
 - Imunita
- Ependymální buňky
 - Choroidní plexus
 - (hemato-likvorová bariéra)
 - Výstelka komorového systému
(likvoro-encefalická bariéra)

Neuroglie

Centrální nervový systém

- Astrocyty
 - Hematoencefalická b.
 - Udržování homeostázy
 - Metabolismus neurotransmiterů
 - Důležité také při vývoji mozku
- Oligodendrocyty
 - Myelinový obal
- Mikroglie
 - Imunita
- Ependymální buňky
 - Choroidní plexus
 - (hemato-likvorová bariéra)
 - Výstelka komorového systému (likvoro-encefalická bariéra)

Periferní nervový systém

- Satelitní buňky
 - Podpůrná funkce v periferních gangliích

Neuroglie

Centrální nervový systém

- Astrocyty
 - Hematoencefalická b.
 - Udržování homeostázy
 - Metabolismus neurotransmiterů
 - Důležité také při vývoji mozku
- Oligodendrocyty
 - Myelinový obal
- Mikroglie
 - Imunita
- Ependymální buňky
 - Choroidní plexus
 - (hemato-likvorová bariéra)
 - Výstelka komorového systému (likvoro-encefalická bariéra)

Periferní nervový systém

- Satelitní buňky
 - Podpůrná funkce v periferních gangliích
- Schwannovy buňky
 - Myelinový obal

Kompartmentalizace

- Buněčná specializace vede u mnohobuněčných organismů ke kompartmentalizaci na různých úrovních
 - Tkáňová úroveň
 - Orgánová úroveň
 - Systémová úroveň
- Jednotlivé kompartmenty jsou od sebe odděleny bariérami
- Vlastnosti/složení obsahu jednotlivých kompartmentů se velmi liší

Kompartmentalizace

Díky kompartmentalizaci a podpůrné činnosti neruoglie je udržována homeostáza CNS ve velmi úzkém rozmezí

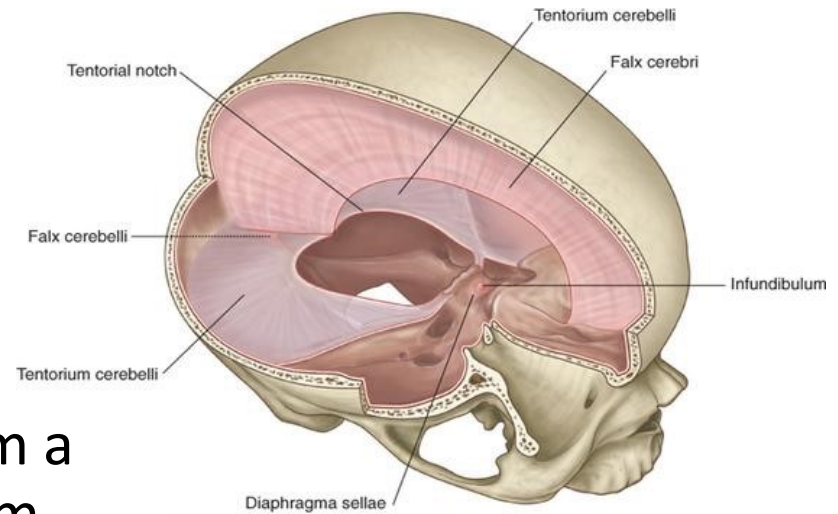
Kompartmentalizace

Díky kompartmentalizaci a podpůrné činnosti neruoglie je udržována homeostáza CNS ve velmi úzkém rozmezí

To umožňuje žít neuronům po celý život jedince!

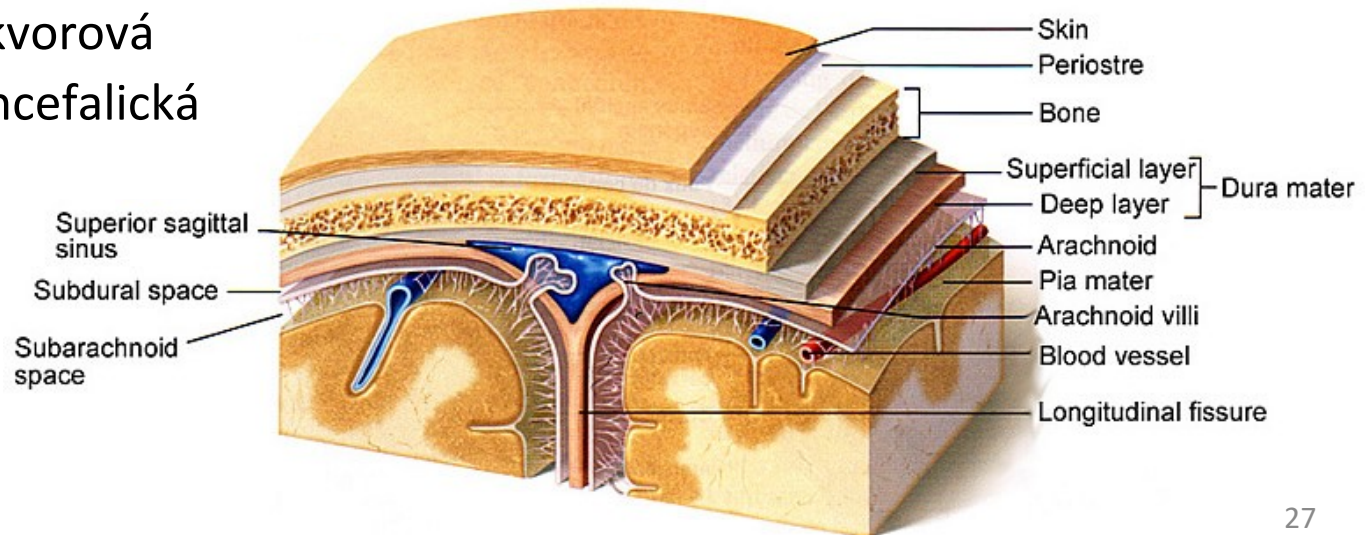
Nitrolební kompartment

- Velmi specifická oblast
- Mozek
- Likvor
- Krev (v cévách)
- Bariéry mezi mozkiem, likvorovým a intravaskulárním kompartmentem
 - Meningeální
 - Hematolikvorová
 - Hematoencefalická



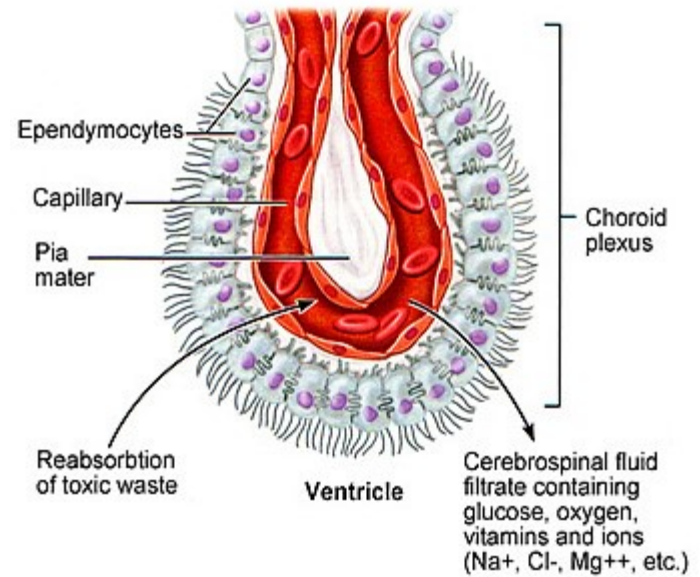
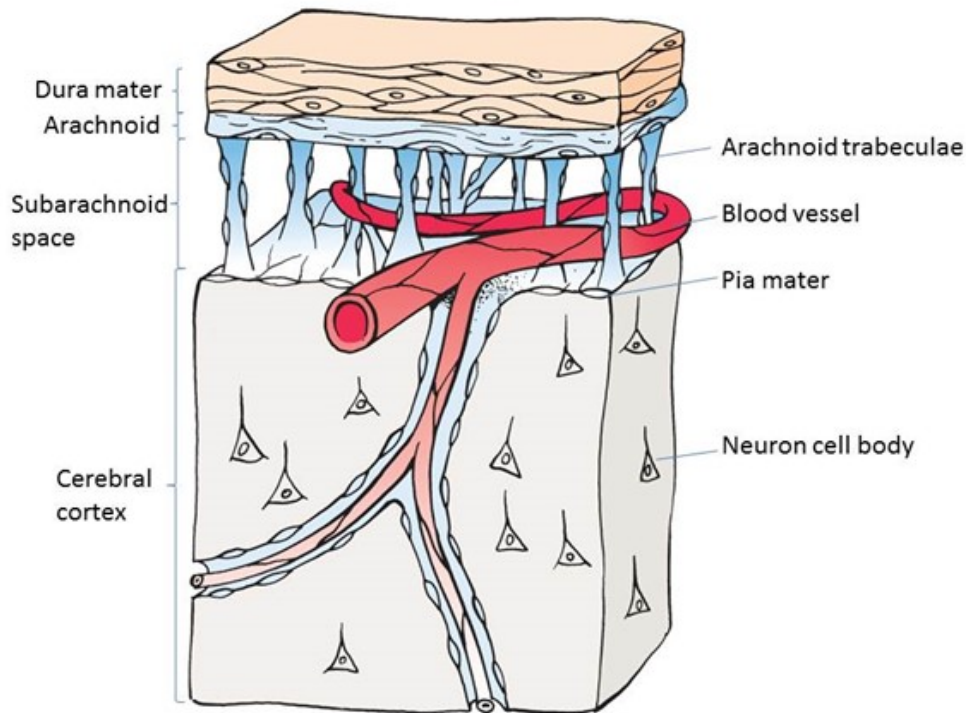
Drake: Gray's Anatomy for Students, 2nd Edition.
Copyright © 2009 by Churchill Livingstone, an imprint of Elsevier, Inc. All rights reserved.

<http://edutoolanatomy.wikispaces.com>



http://www.corpshumain.ca/en/Cerveau3_en.php

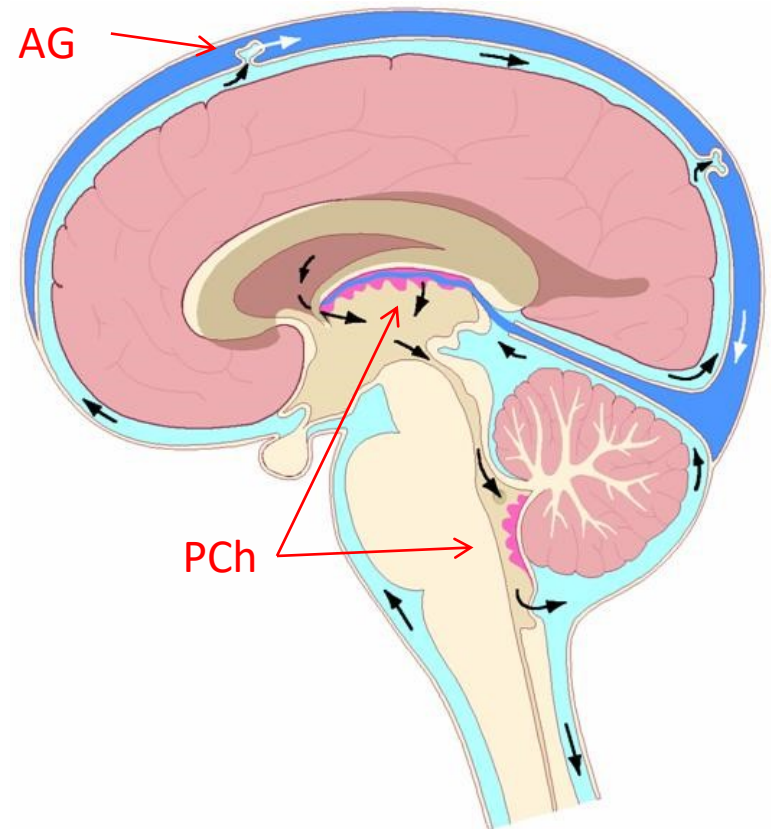
Meningeální a hematolikvorová bariéra



Adopted from: M.H.Ross and W. Pawlina. Histology: a text and atlas, Lippincott Williams & Wilkins, 2011

Mozkomíšní mok

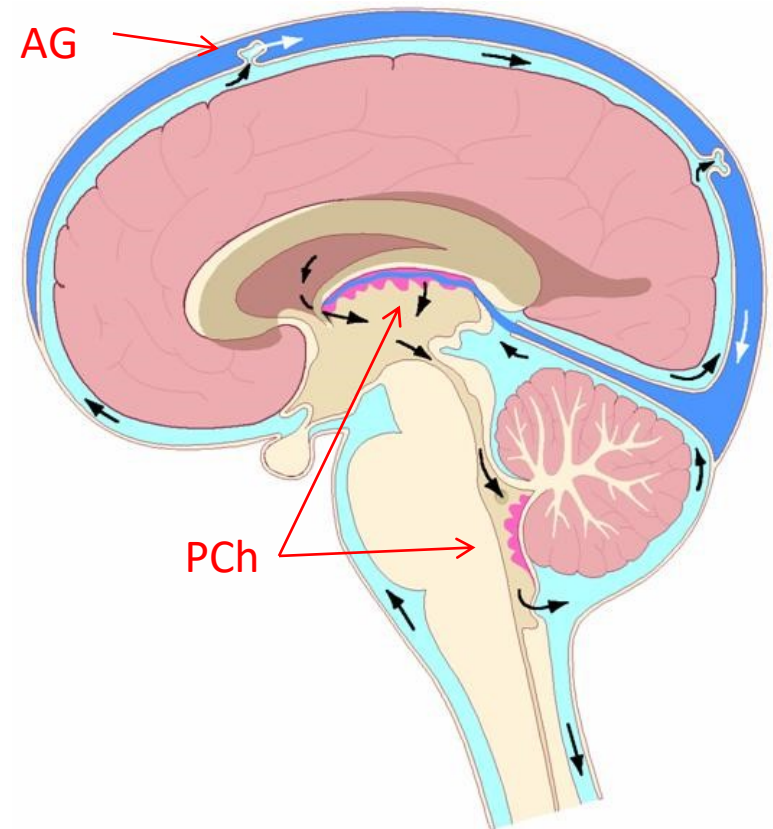
- Čirá tekutina vzniklá aktivní sekrecí
- Likvorový prostor
 - Vystlán ependymem
 - 150-250 ml



<http://www.control.tfe.umu.se>

Mozkomíšní mok

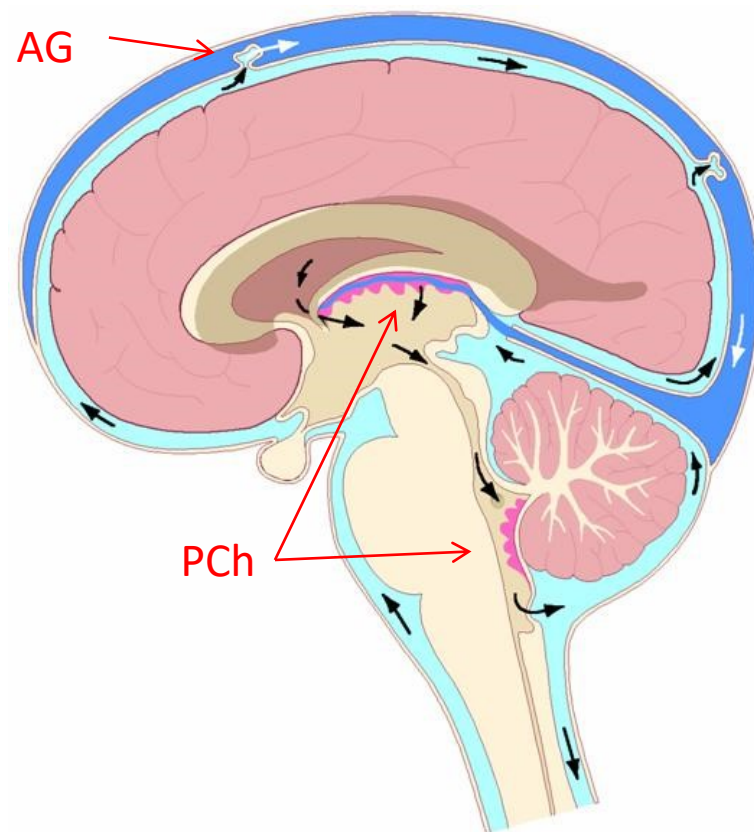
- Čirá tekutina vzniklá aktivní sekrecí
- Likvorový prostor
 - Vystlán ependymem
 - 150-250 ml
- Tvorba mozkomíšního moku
 - ✓ Plexus choroideus (PCh) -70%
 - ✓ Buněčný metabolismus
 - ✓ Kapilární ultrafiltrát
 - 450-750 ml/den
- Resorbce mozkomíšního moku
 - ✓ Archnoidální granulace (AG)



<http://www.control.tfe.umu.se>

Mozkomíšní mok

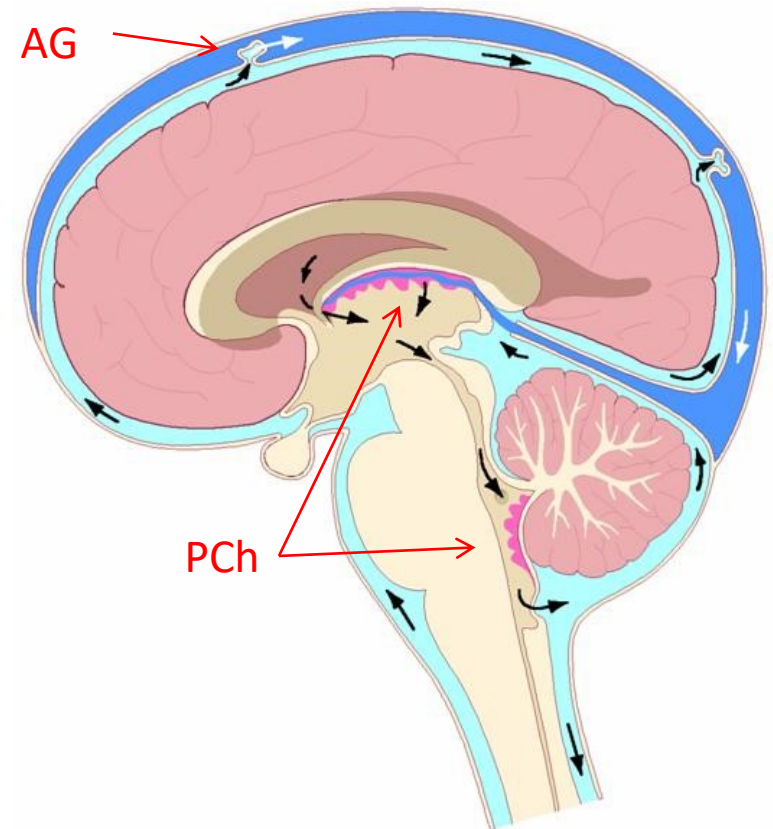
- Složení
 - ✓ Vysoký obsah Mg^+ a Na^+
 - ✓ Nízký obsah K^+ a Ca^{2+}
 - ✓ Minimum buněk (max 5/ml)



<http://www.control.tfe.umu.se>

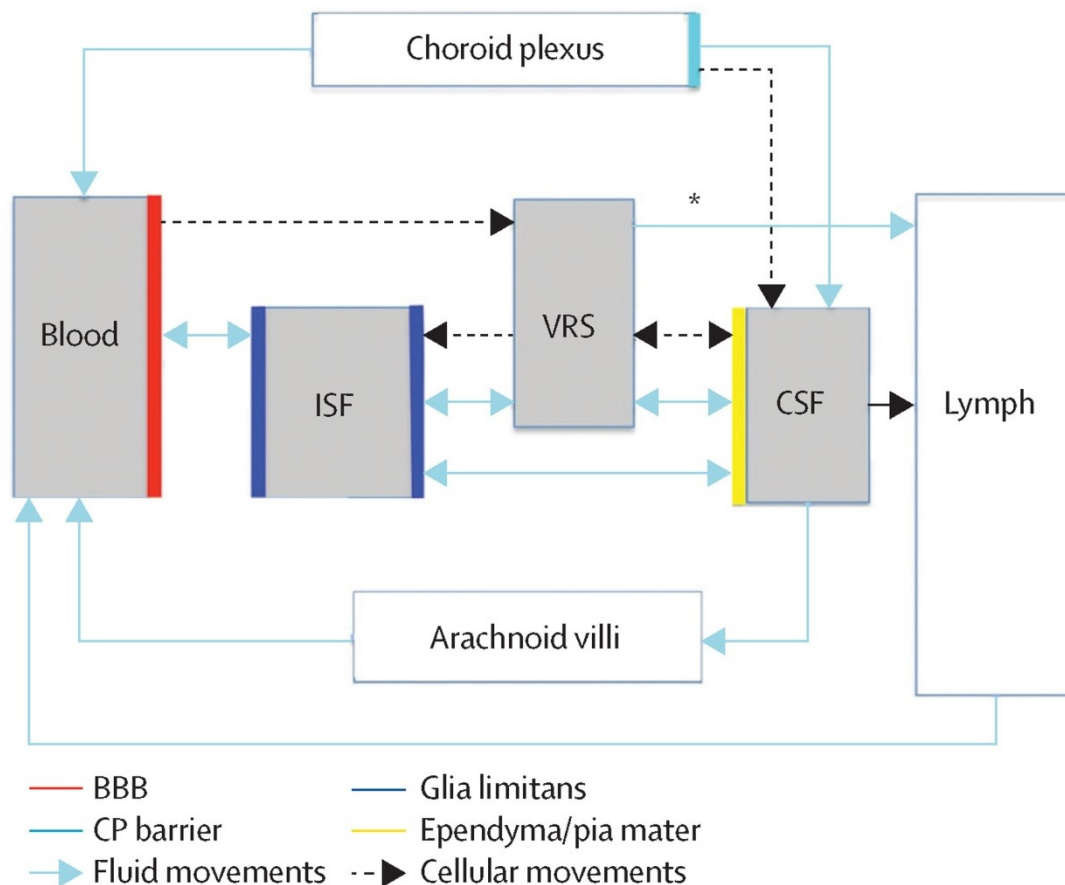
Mozkomíšní mok

- Složení
 - ✓ Vysoký obsah Mg^+ a Na^+
 - ✓ Nízký obsah K^+ a Ca^{2+}
 - ✓ Minimum buněk (max 5/ml)
- Funkce
 - ✓ Ochrana
 - ✓ Funkce transportní, metabolická, imunologická



<http://www.control.tfe.umu.se>

Nový pohled na produkci a vstřebávání mozkomíšního moku

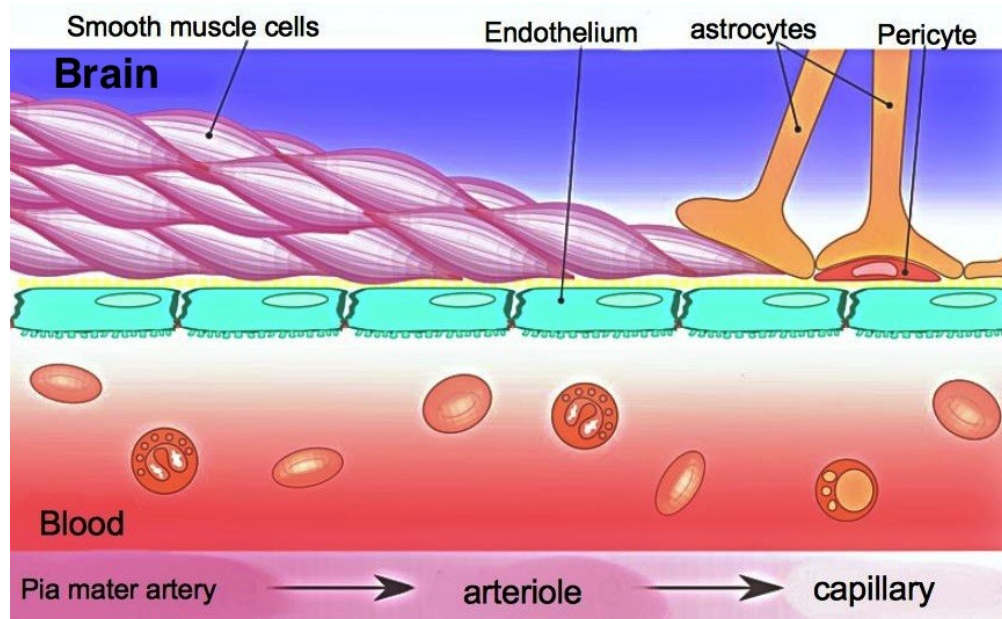


- CSF – cerebrospinal fluid
- ISF – interstitial fluid
- VRS – Virchow Robin space (prostor mezi pia mater a cévou – arterií, vénou, ale netýká se kapilár)

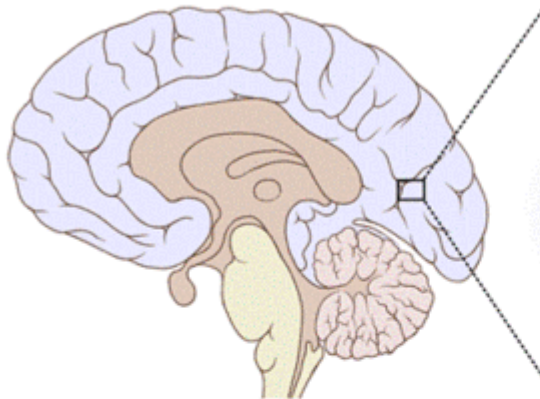
Ducros A, Biousse V. Headache arising from idiopathic changes in CSF pressure. *The Lancet Neurology*. 2015;14:655–668.

Hematoencefalická bariéra

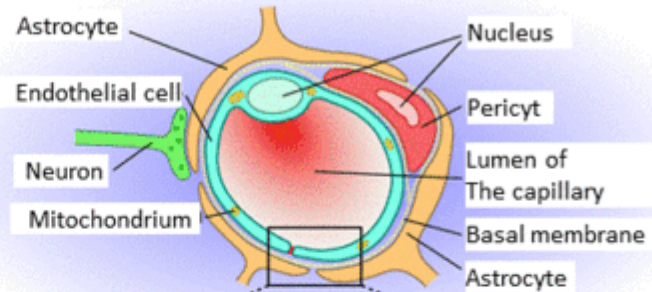
- Vysoce organizovaná bariéra
 - Endotel (nízká propustnost díky zonula occludens)
 - Lamina basalis
 - Astrocyty



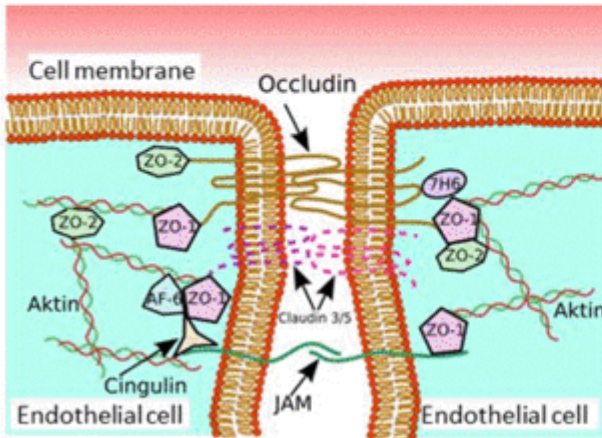
Hematoencefalická bariéra



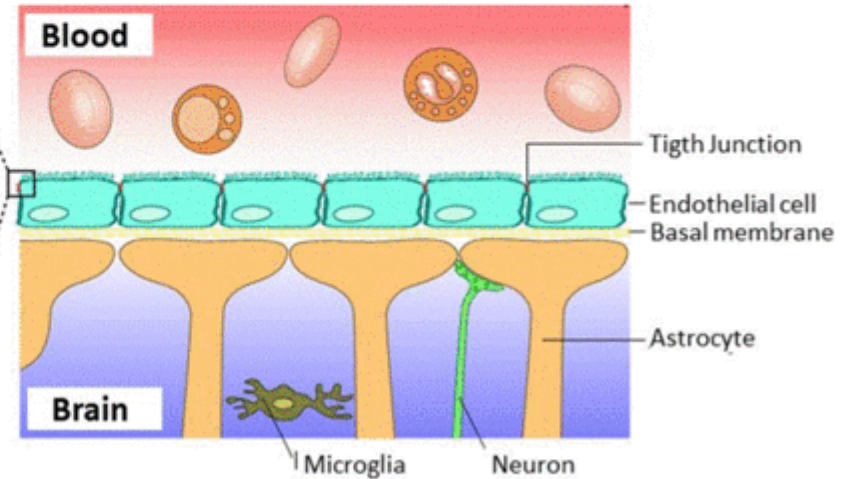
Cross section of blood vessel



Junction between Endothelial cells



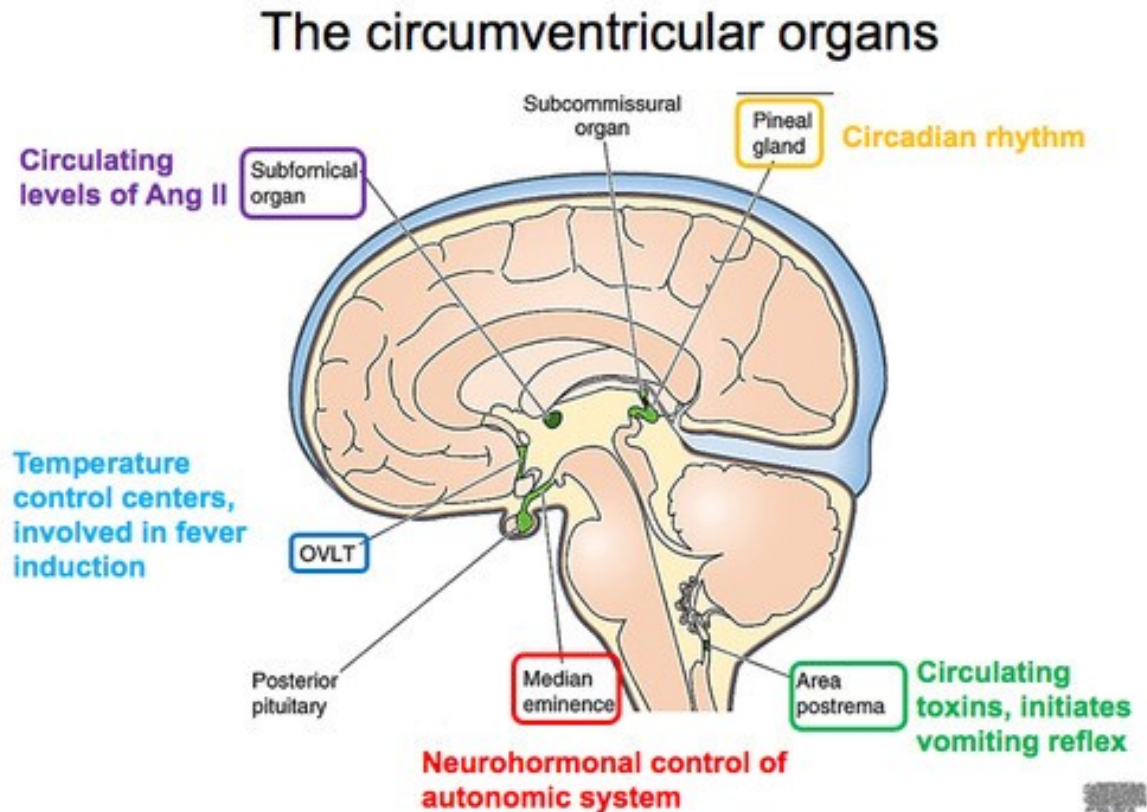
Longitudinal section of blood vessel



FSM (basic artwork: wikimedia commons)

Cirkumventrikulární orgány

- Bohatě vaskularizované
- Modifikovaná hematoencefalická bariéra
- Senzory
- Sekrece

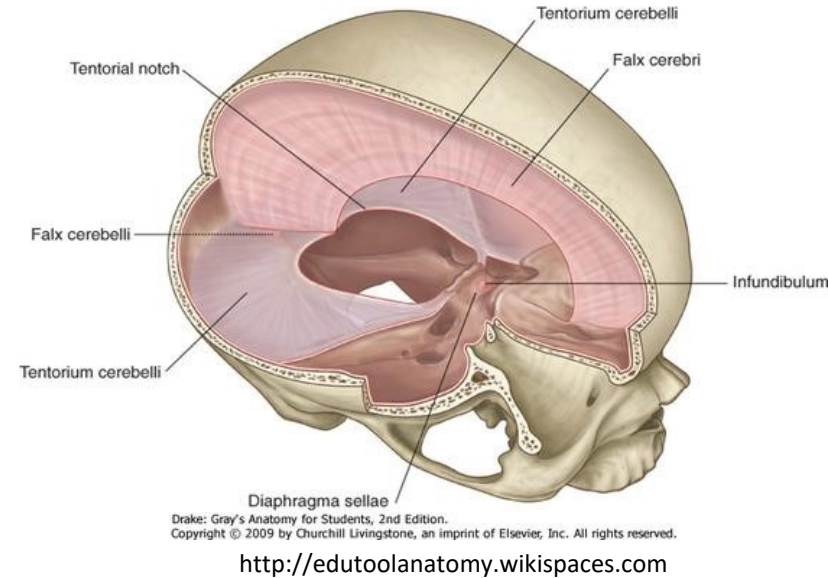


http://www.neuros.org/index.php?option=com_photos&view=photos&oid=hafizbilal



Nitrolební kompartment

- Mozek
- Likvor
- Krev (v cévách)
- Intrakraniální tlak (ICP) tlak v nitrolebí
- Cerebrální perfusní tlak (CPP) tlakový gradient díky kterému teče krev do mozku



$$\text{CPP} = \text{MAP} - \text{ICP}$$

Cerebrální perfúzní tlak

Střední arteriální tlak

Intrakraniální tlak