

M U N I

M E D

M U N I
M E D

2

Smysly

Motorika

M U N I
M E D

Čich a chuť

Čich a chuť jsou „chemické smysly“, které spolu úzce souvisí

Čich a chuť jsou „chemické“ signály, které spolu úzce souvisí

Pachové signály trvají v čase

Čich

- Schopnost vnímat chemické látky ve vzduchu
- Podmínil rozvoj kůry

Čich

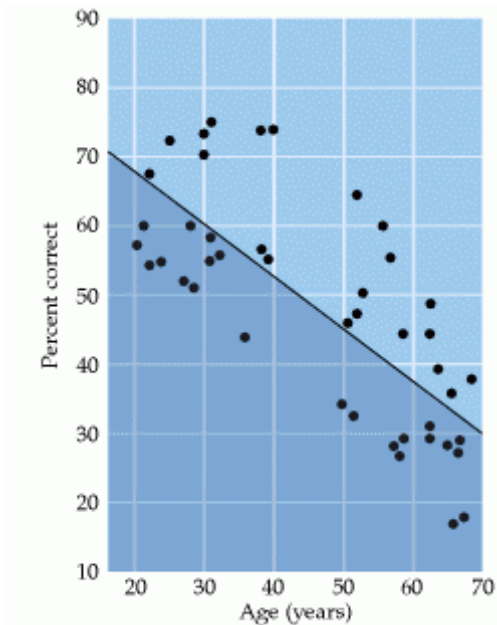
- Schopnost vnímat chemické látky ve vzduchu
- Podmínil rozvoj kůry
- Identifikace místa
- Identifikace potravy

Čich

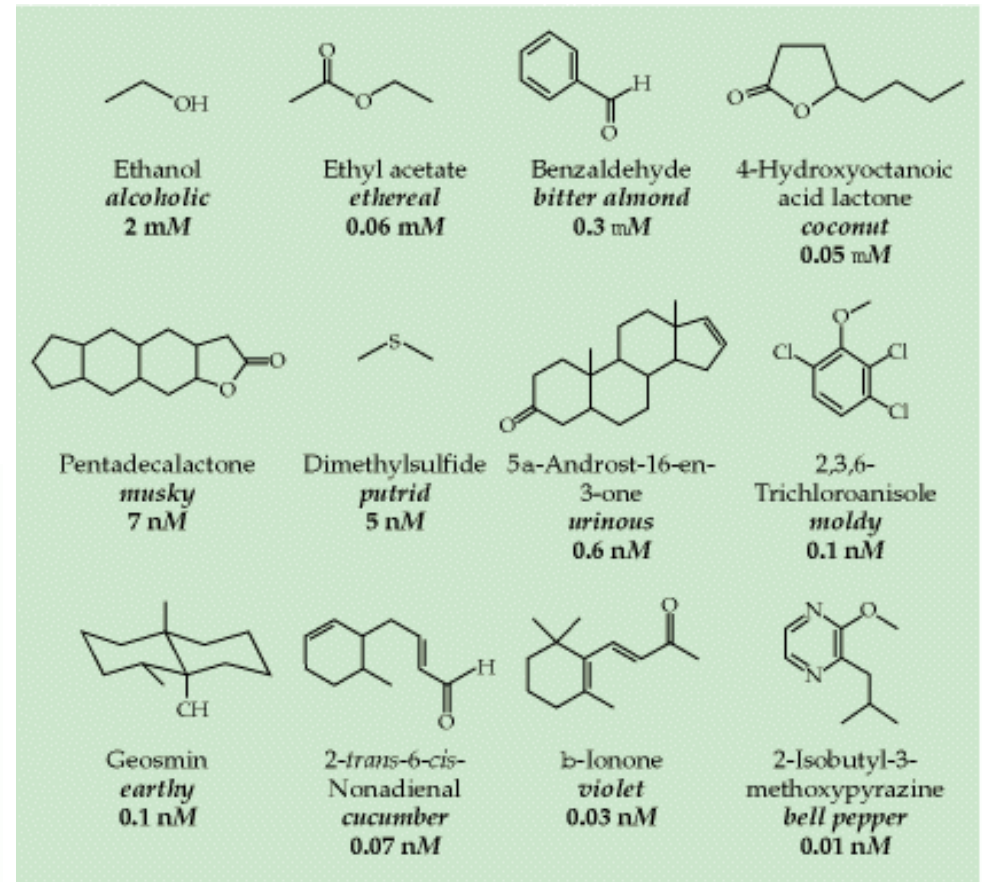
- Schopnost vnímat chemické látky ve vzduchu
- Podmínil rozvoj kůry
- Identifikace místa
- Identifikace potravy
- Člověk je mikroolfaktorický tvor
 - Úbytek analytických schopností vedl k relativnímu zvýraznění psychologické komponenty

Čich

- Člověk je schopen rozlišit asi 80 chemických látek a 144-10000 vůní
- Vyšší citlivost vůči liposolubilním molekulám
- Čich s věkem výrazně degeneruje



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



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

10 základních kategorií vůní

- ✓ vůně (příjemná)
- ✓ dřevo/pryskyřice
- ✓ ovoce (kromě citrusů)
 - ✓ Hniloba
 - ✓ Chemikálie
 - ✓ Pepermint
 - ✓ sladké vůně
 - ✓ Popcorn
- ✓ palčivé/štiplavé vůně
 - ✓ citrón

[Categorical dimensions of human odor descriptor space revealed by non-negative matrix factorization.](#)

Castro JB, Ramanathan A, **Chennubhotla** CS.

PLoS One. 2013 Sep 18;8(9):e73289. doi: 10.1371/journal.pone.0073289. eCollection 2013.

PMID:24058466

10 largest-valued descriptors for each of the 10 basis vectors obtained from non-negative matrix factorization.

W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	W8	W9	W10
FRAGRANT	WOODY, RESINOUS	FRUITY, OTHER THAN CITRUS	SICKENING	CHEMICAL	MINTY, PEPPERMINT	SWEET	POPCORN	SICKENING	LEMON
FLORAL	MUSTY, EARTHY, MOLDY	SWEET	PUTRID, FOUL, DECAYED	ETHERISH, ANAESTHETIC	COOL, COOLING	VANILLA	BURNT, SMOKY	GARLIC, ONION	FRUITY, CITRUS
PERFUMERY	CEDARWOOD	FRAGRANT	RANCID	MEDICINAL	AROMATIC	FRAGRANT	PEANUT BUTTER	HEAVY	FRAGRANT
SWEET	HERBAL, GREEN, CUT GRASS	AROMATIC	SWEATY	DISINFECTANT, CARBOLIC	ANISE (LICORICE)	AROMATIC	NUTTY (WALNUT ETC)	BURNT, SMOKY	ORANGE
ROSE	FRAGRANT	LIGHT	SOUR, VINEGAR	SHARP, PUNGENT, ACID	FRAGRANT	CHOCOLATE	OILY, FATTY	SULFIDIC	LIGHT
AROMATIC	AROMATIC	PINEAPPLE	SHARP, PUNGENT, ACID	GASOLINE, SOLVENT	MEDICINAL	MALTY	ALMOND	SHARP, PUNGENT, ACID	SWEET
LIGHT	LIGHT	CHERRY (BERRY)	FECAL (LIKE MANURE)	PAINT	SPICY	ALMOND	HEAVY	HOUSEHOLD GAS	COOL, COOLING
COLOGNE	HEAVY	STRAWBERRY	SOUR MILK	CLEANING FLUID	SWEET	CARAMEL	WARM	PUTRID, FOUL, DECAYED	AROMATIC
HERBAL, GREEN, CUT GRASS	SPICY	PERFUMERY	MUSTY, EARTHY, MOLDY	ALCOHOLIC	EUCALIPTUS	LIGHT	MUSTY, EARTHY, MOLDY	SEWER	HERBAL, GREEN, CUT GRASS
VIOLETS	BURNT, SMOKY	BANANA	HEAVY	TURPENTINE (PINE OIL)	CAMPHOR	WARM	WOODY, RESINOUS	BURNT RUBBER	SHARP, PUNGENT, ACID

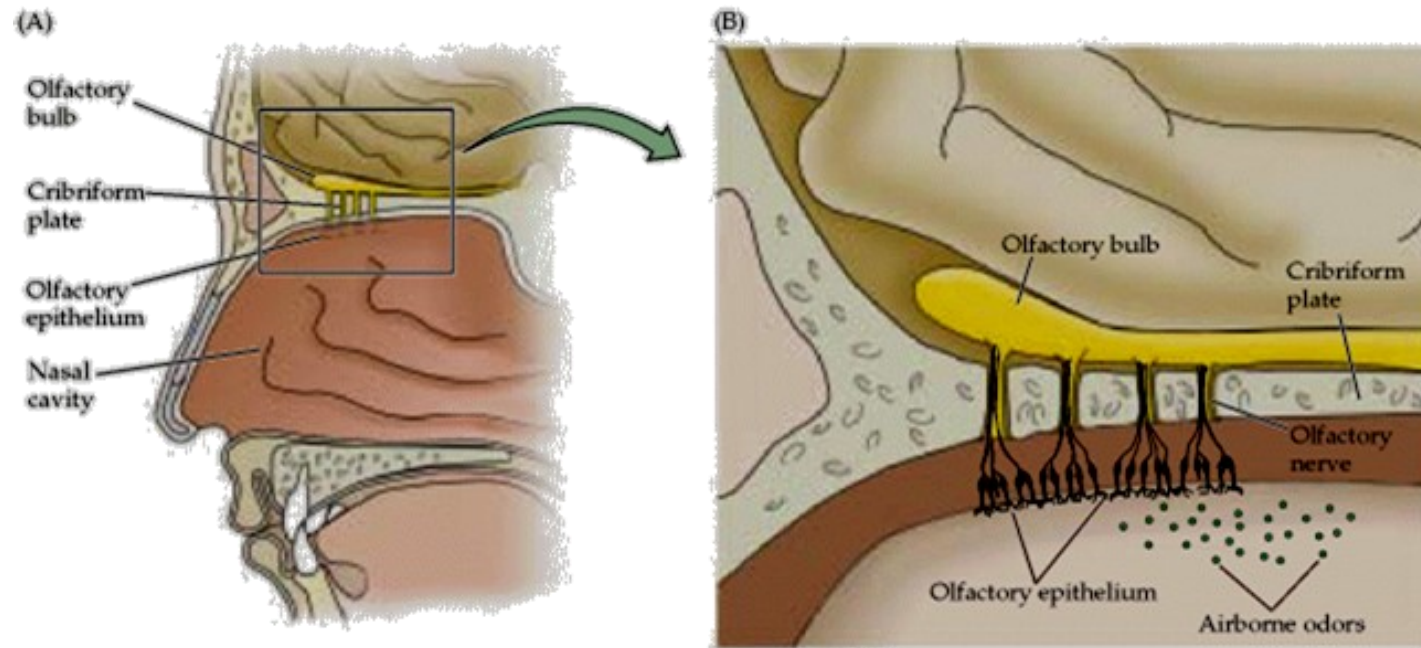
[Categorical dimensions of human odor descriptor space revealed by non-negative matrix factorization.](#)

Castro JB, Ramanathan A, **Chennubhotla CS.**

PLoS One. 2013 Sep 18;8(9):e73289. doi: 10.1371/journal.pone.0073289. eCollection 2013.

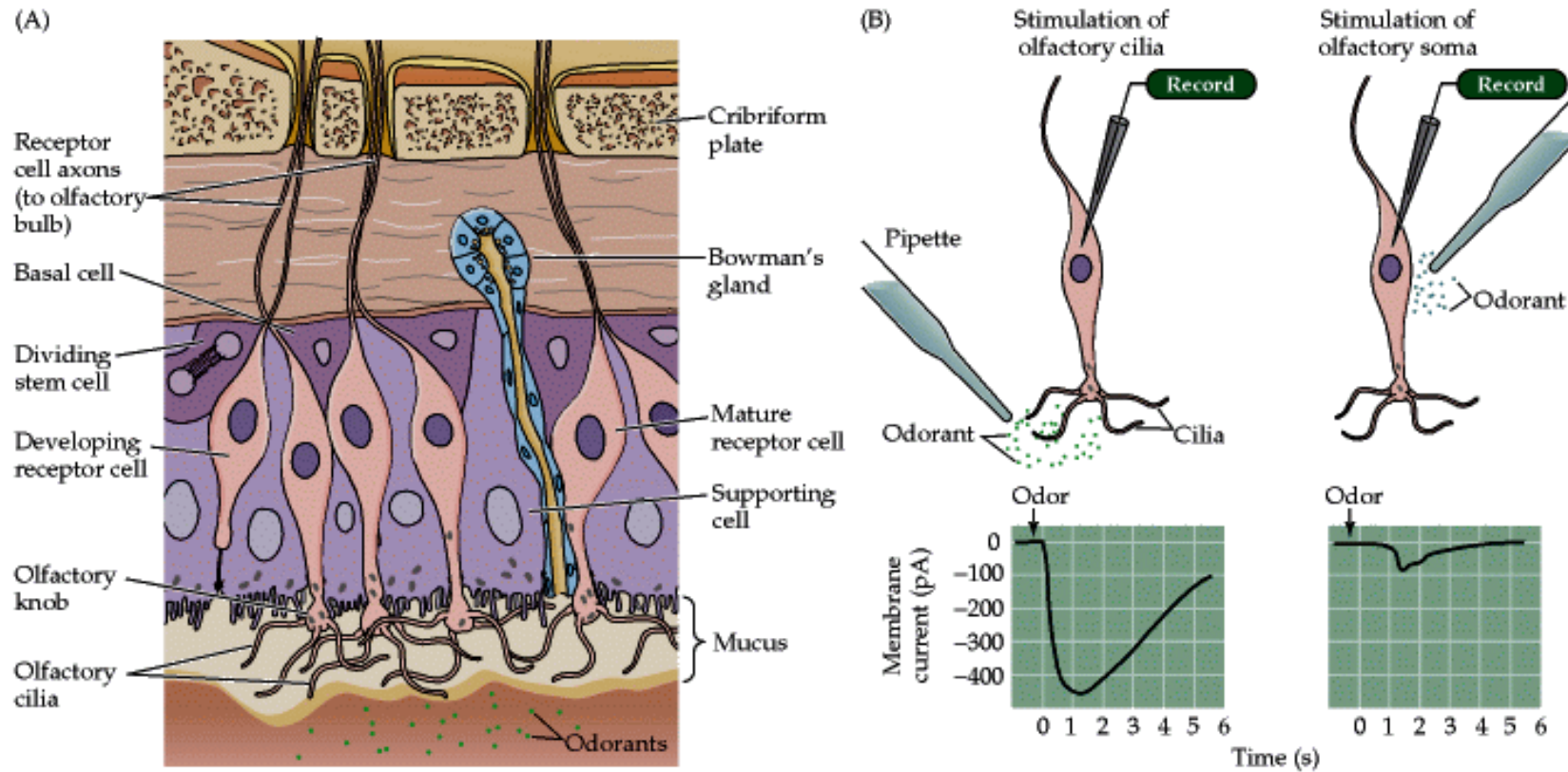
PMID:24058466

Čich



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

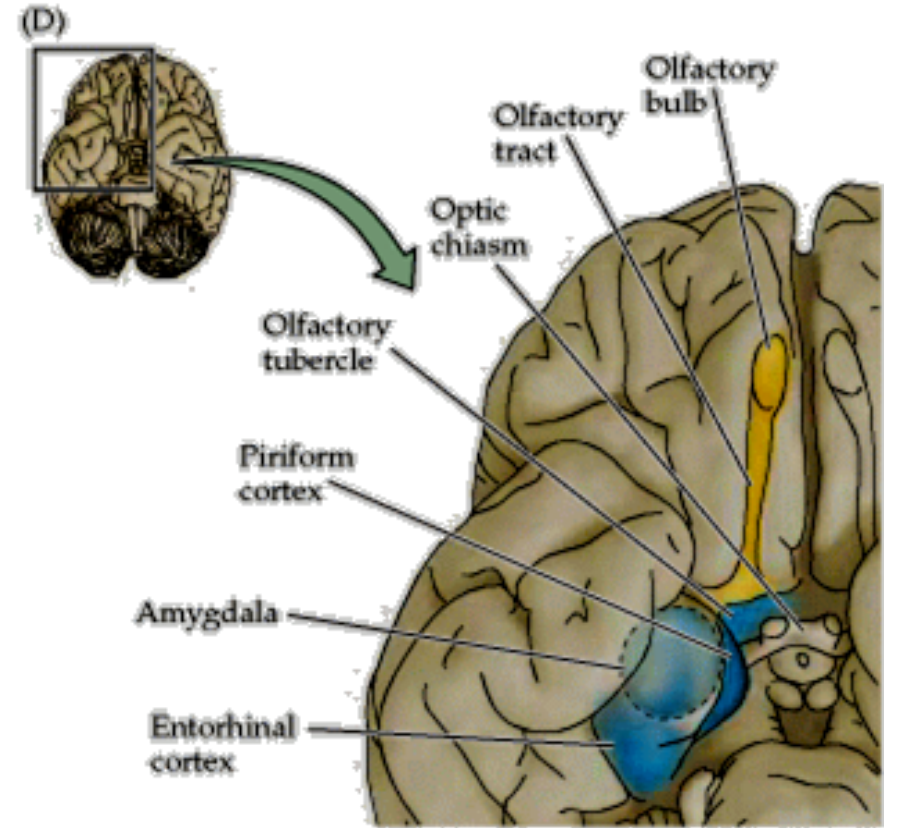
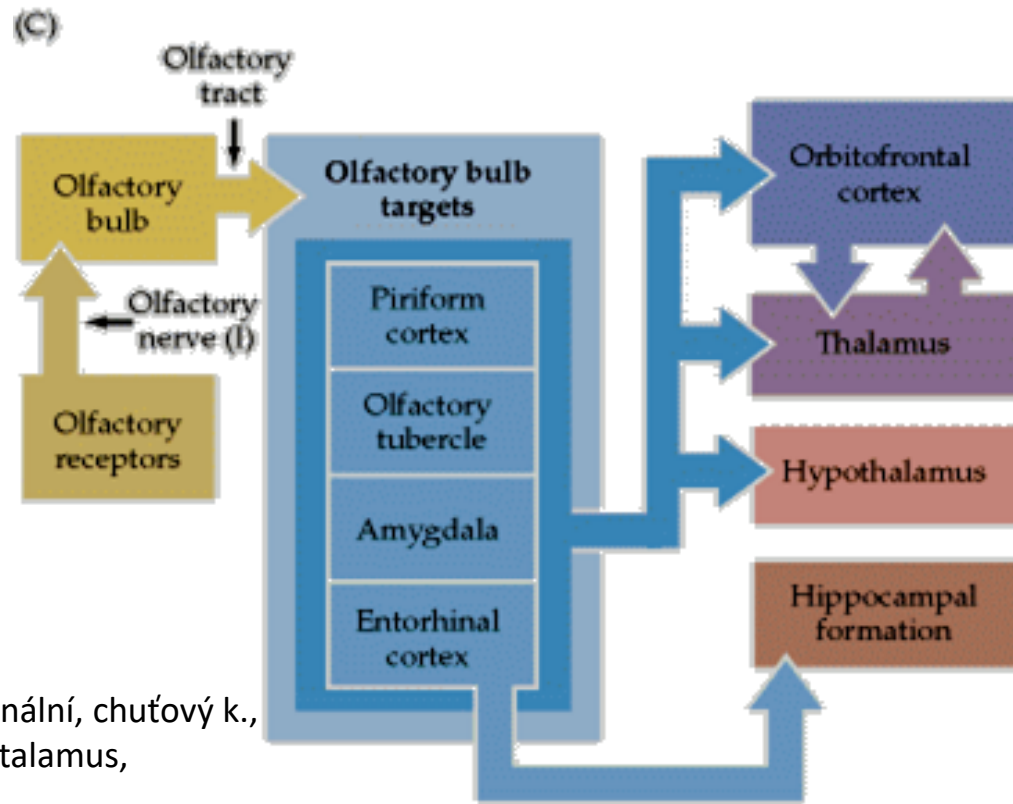
Čich



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

Čich

- ✓ Piriformní kortex
 - Percepce
- ✓ Tuberculum olfactorium
 - Systém odměny
 - Napojení na striatum
- ✓ Entorinální kortex
 - Paměť
 - Napojení na hippocampus
- ✓ Amygdala
 - Viz. Limbický systém
- ✓ Orbitofrontální kortex
- ✓ (Prefrontální kortex)
 - Kognitivní funkce
 - Rozhodování
 - Spoje - piriformní, entorinální, chuťový k., sekundární oblasti, hypotalamus, amygdala



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

Chuť

- Schopnost vnímat chemické látky rozpuštěné ve slinách
- Úzká souvislost s čichem
- Identifikace potravy
- Napojení na systém odměny

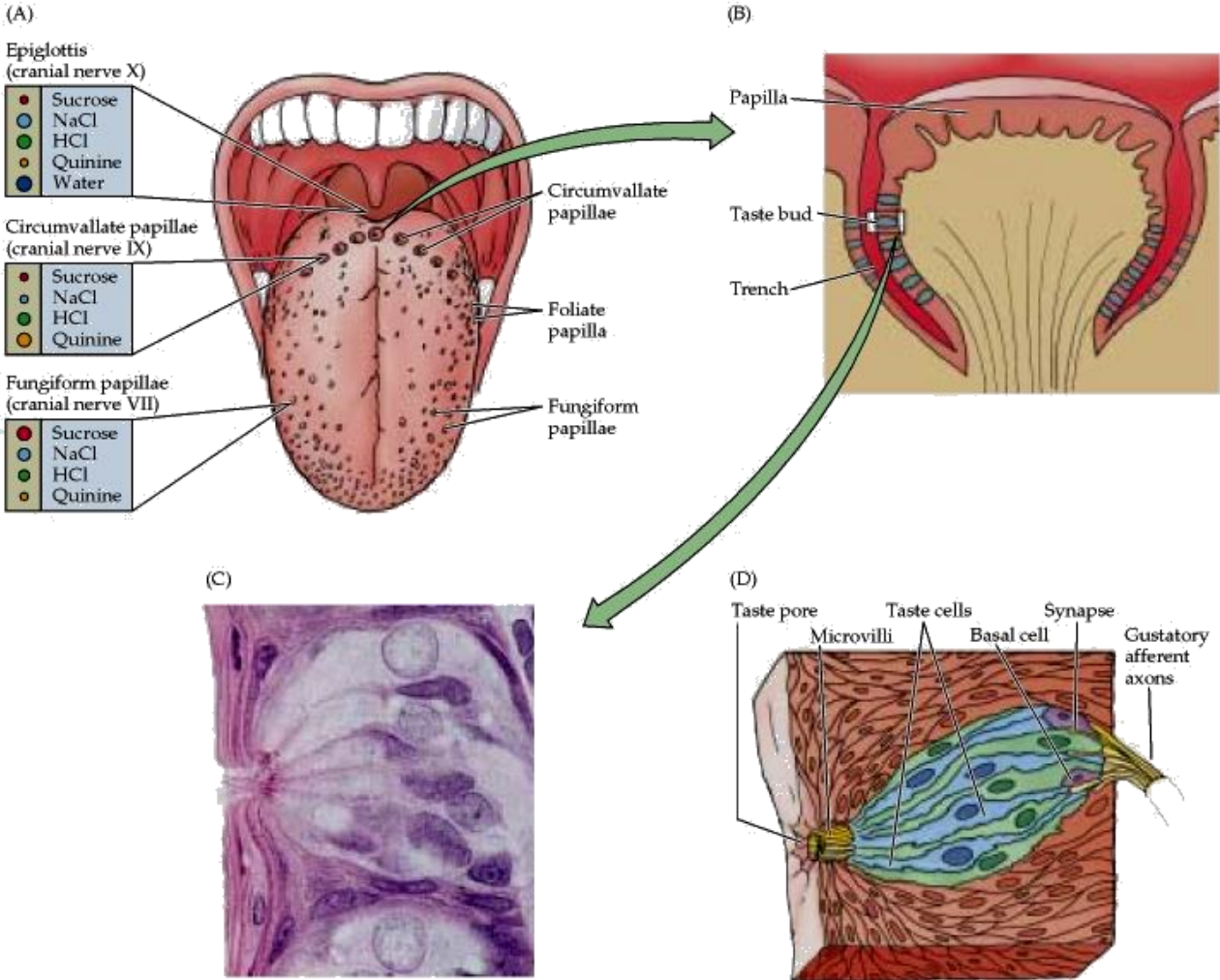
Chuť

- Schopnost vnímat chemické látky rozpuštěné ve slinách
- Úzká souvislost s čichem
- Identifikace potravy
- Napojení na systém odměny

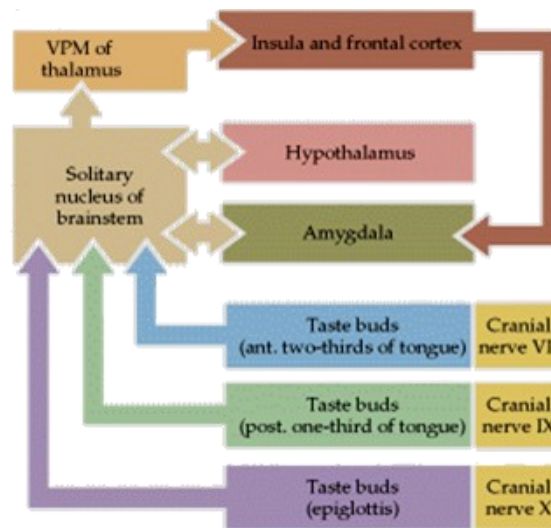
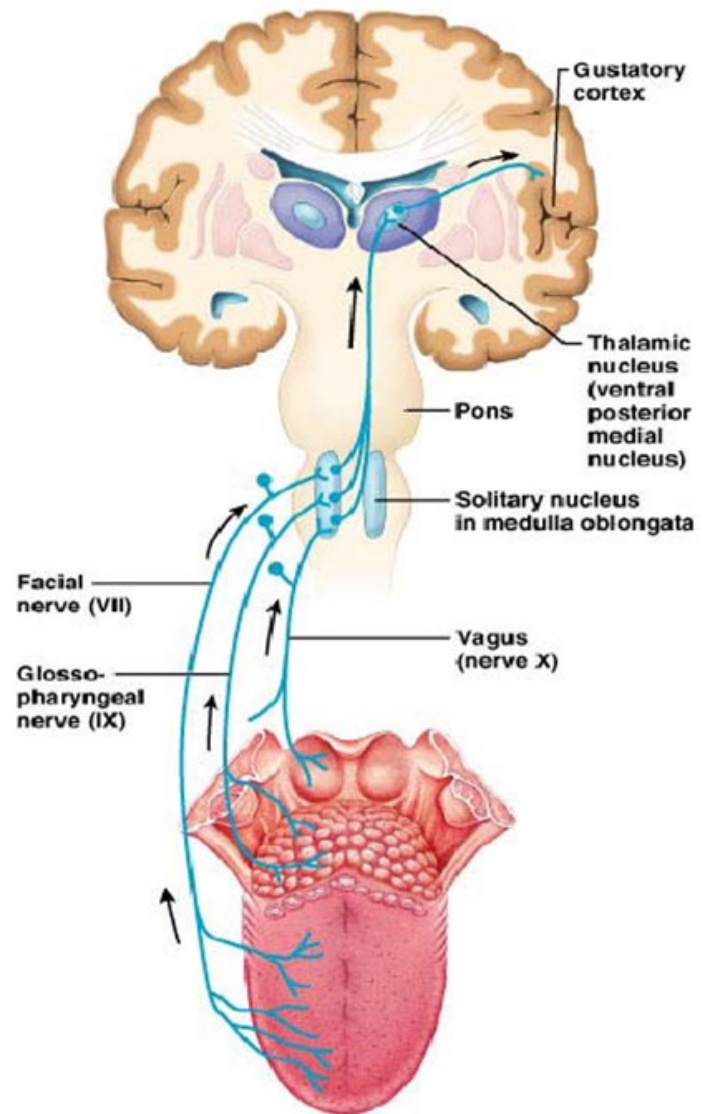


- ✓ Umami
➤ Taste-mGluR4 receptor – L - glutamáty
- ✓ Pálivá
➤ Zprostředkovaná nociceptory a termoreceptory

Chut'



Chut'



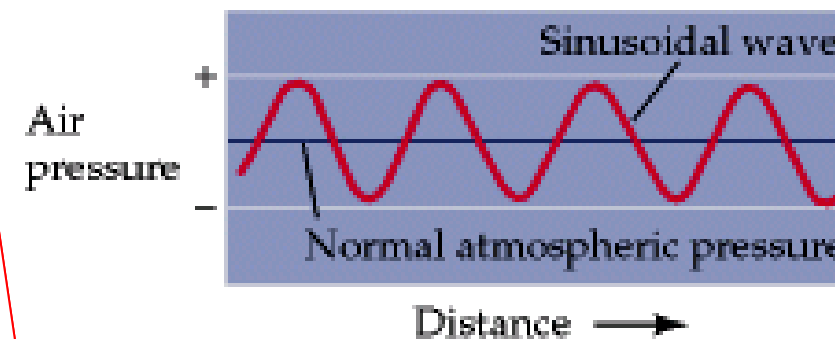
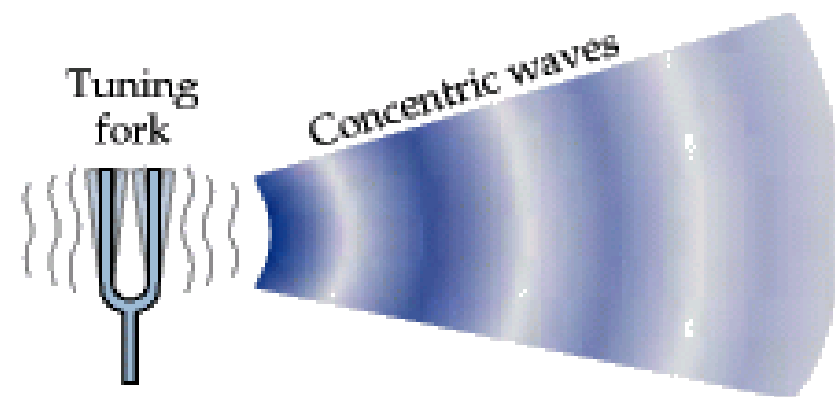
<http://www.slideshare.net/drpsdeb/presentations>

Sluch a rovnováha

Sluchový systém

- Převod zvukových vln na receptorový a akční potenciál
- Převod do CNS
- Zpracování informace ze získaného signálu
 - Interpretace zvuku
 - Interpretace významu pro organismus

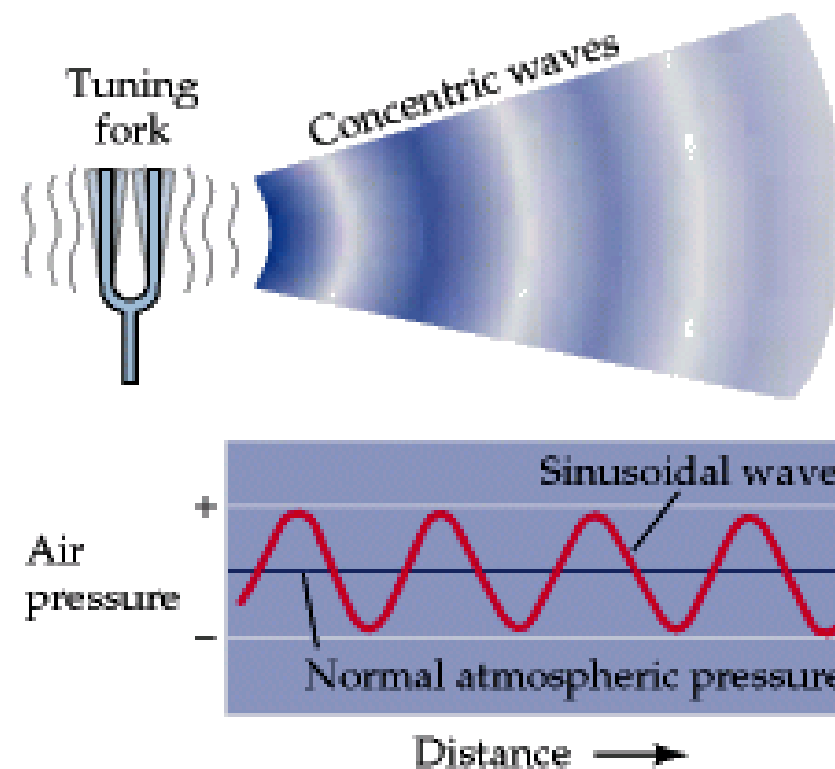
Zvuk je mechanické vlnění pružného prostředí s frekvencí v mezích slyšitelnosti



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

Zvuk

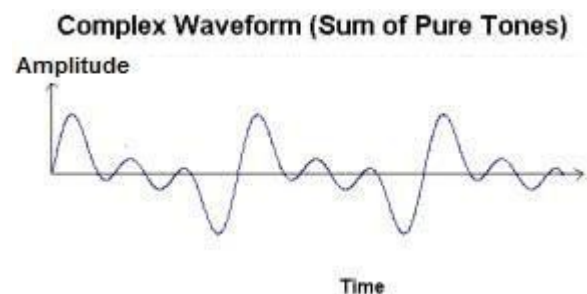
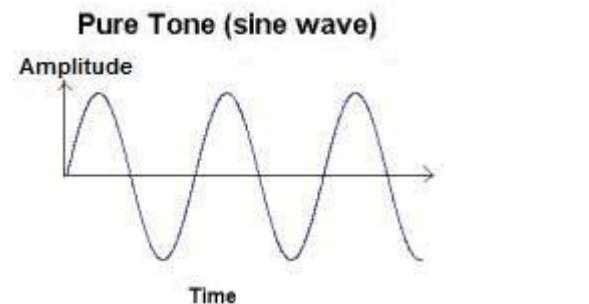
- Vzniká vibrací pevného objektu ve vzduchu či vodě
- Charakteristiky vlnění
 - Frekvence – výška tónu
 - Amplituda – intenzita
 - Barva – dána zastoupením harmonických kmitočtů
- Jednoduchý zvuk
- Složený zvuk



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

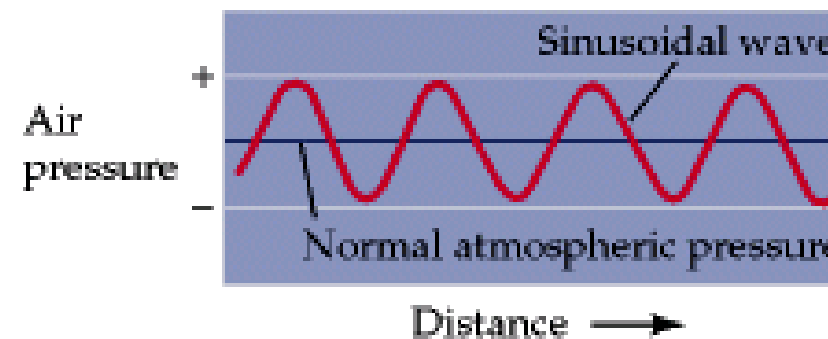
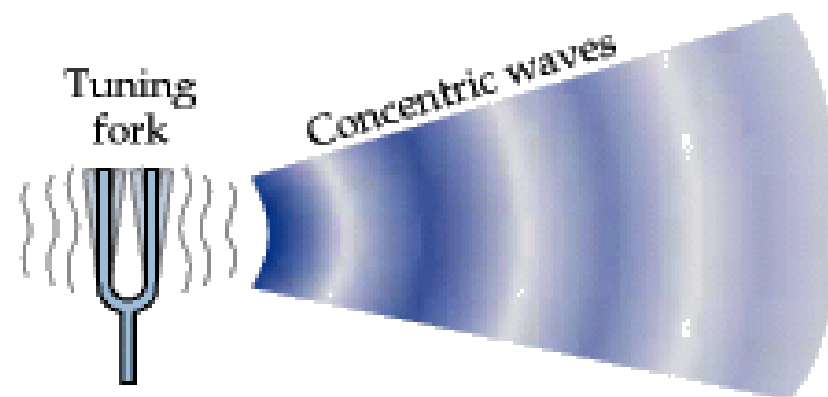
Zvuk

- Jednoduchý (čistý)
- Složený
 - Hudební
 - periodický
 - Nehudební (hluk, šum)
 - neperiodický



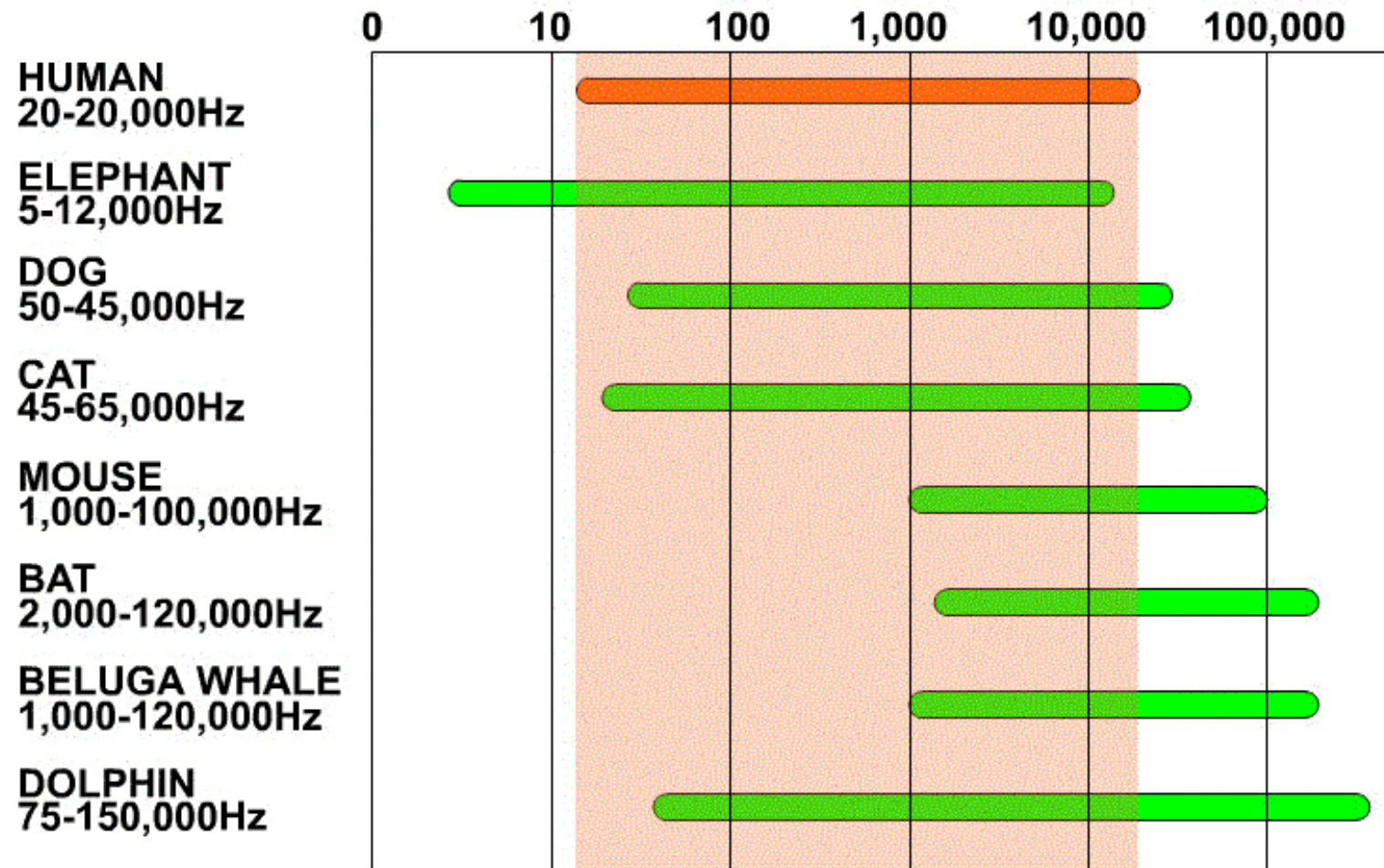
<http://www.earmaster.com/music-theory-online/ch03/chapter-3-2.html>

http://www.acoustics.salford.ac.uk/acoustics_info/sound_synthesis/



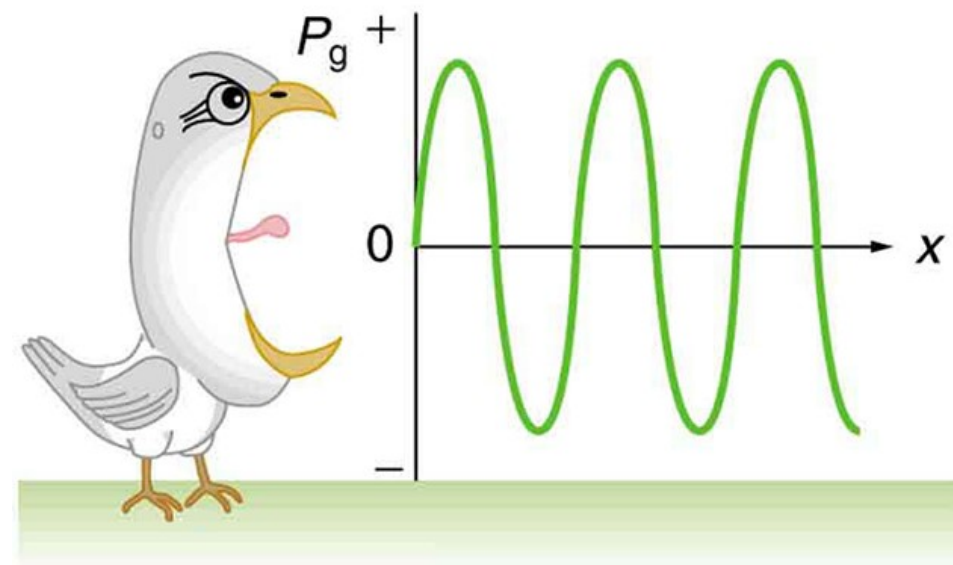
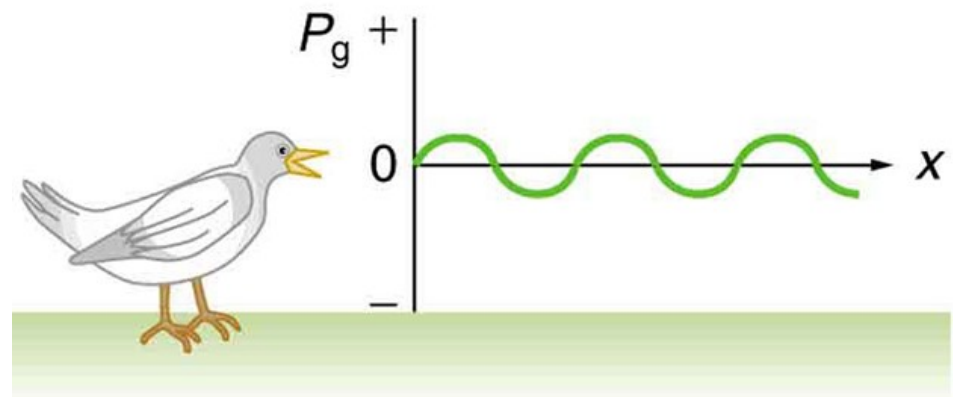
<http://www.slideshare.net/drpsdeb/presentations>

Slyšitelné spektrum



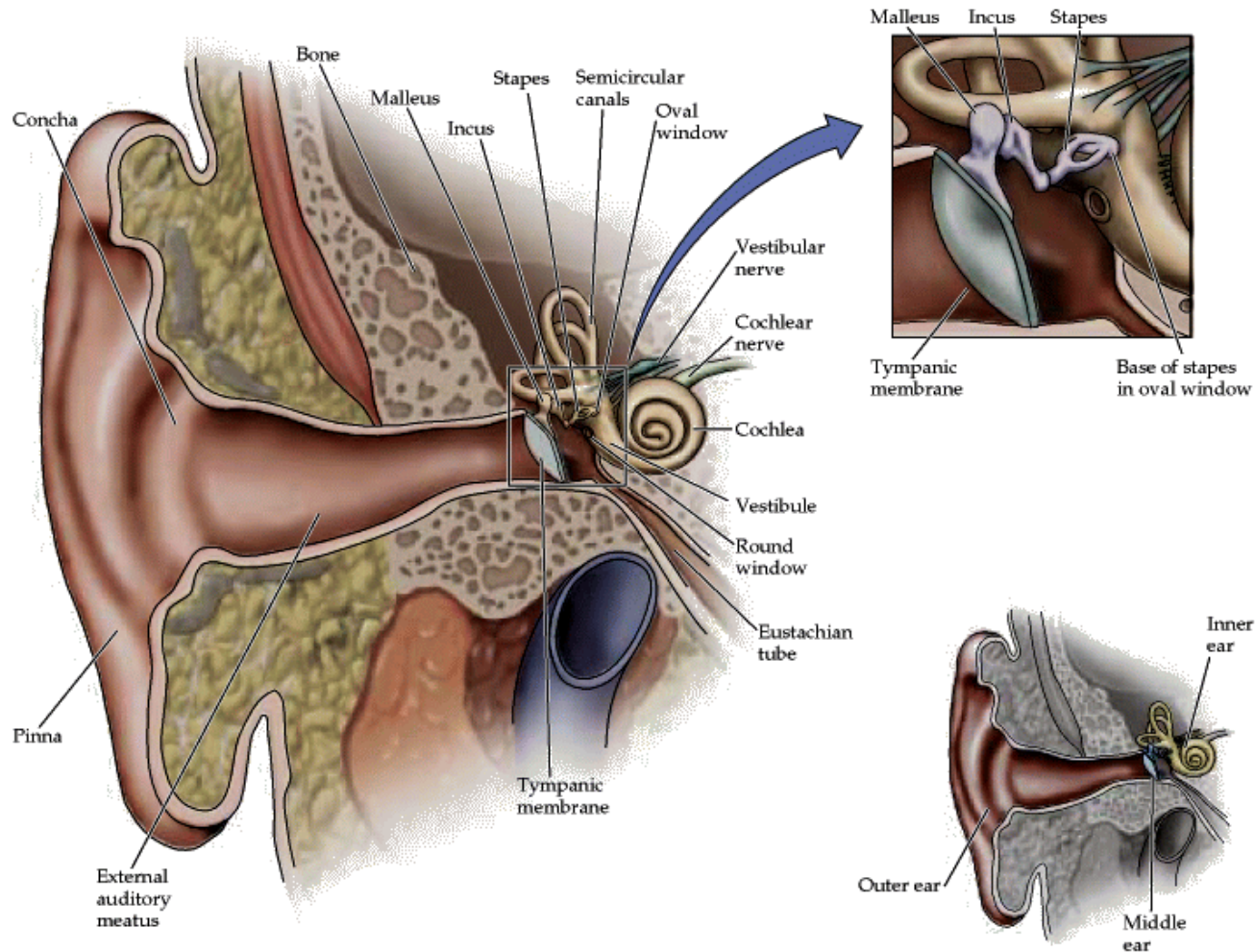
Intenzita a hlasitost zvuku

- Intenzita zvuku
 - Dána amplitudou
 - Šepot – 20 dB
 - Mluvené slovo - 65 dB
 - Tryskový motor – 100 dB
 - Práh bolesti – 120 dB
- Hlasitost - subjektivně vnímaná intenzita



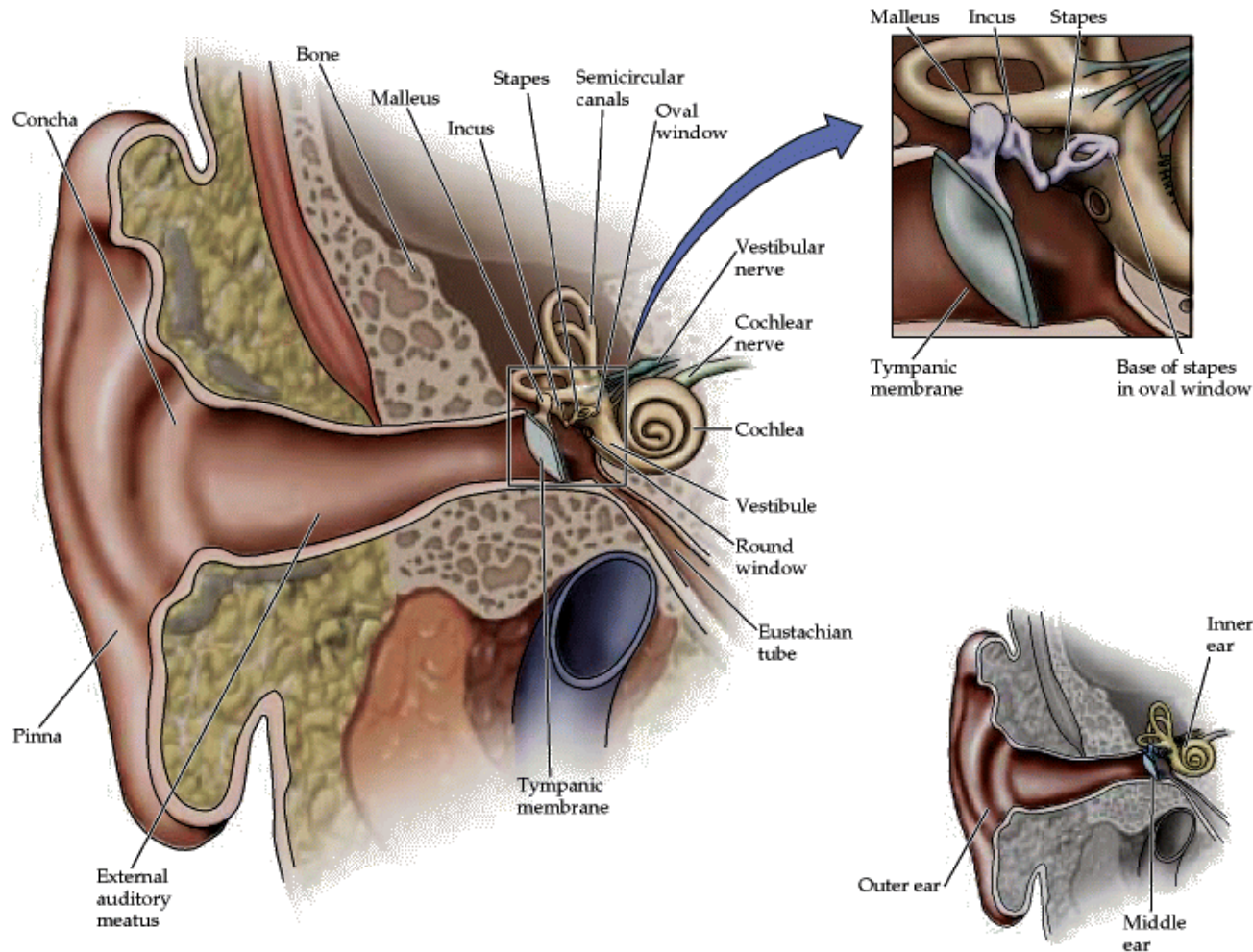
Zevní ucho

- ✓ Převedení akustického signálu ve vnějším prostředí na bubínek



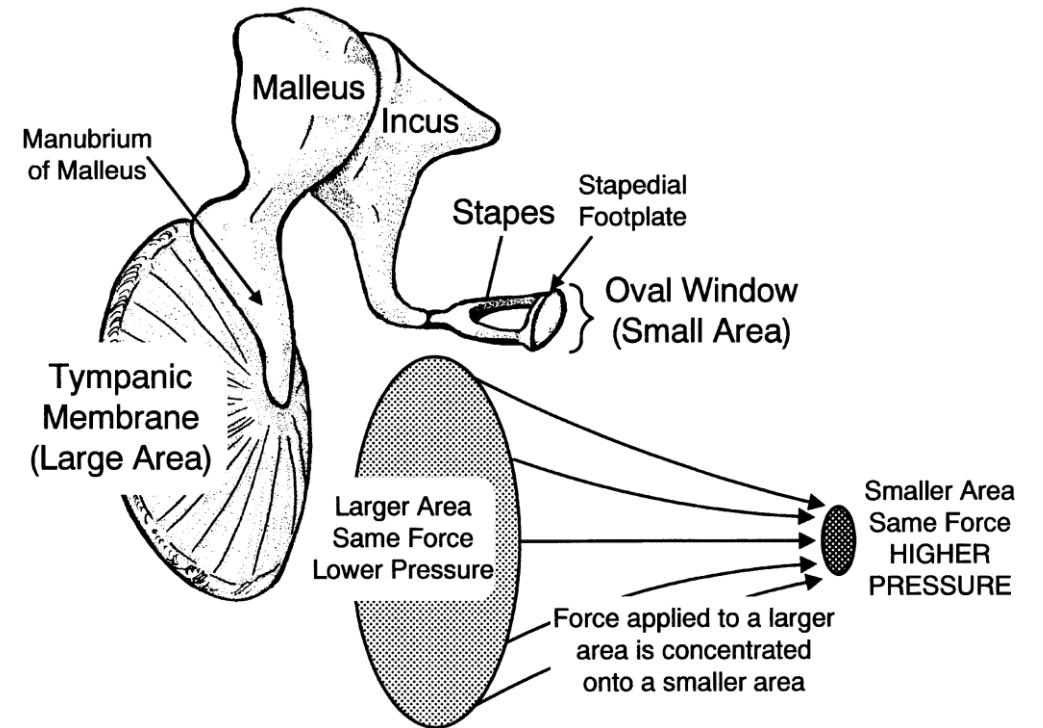
Střední ucho

- ✓ Převod signálu z bubínku na oválné okénko a perilymfu - osikulární vedení, kostní vedení



Střední ucho

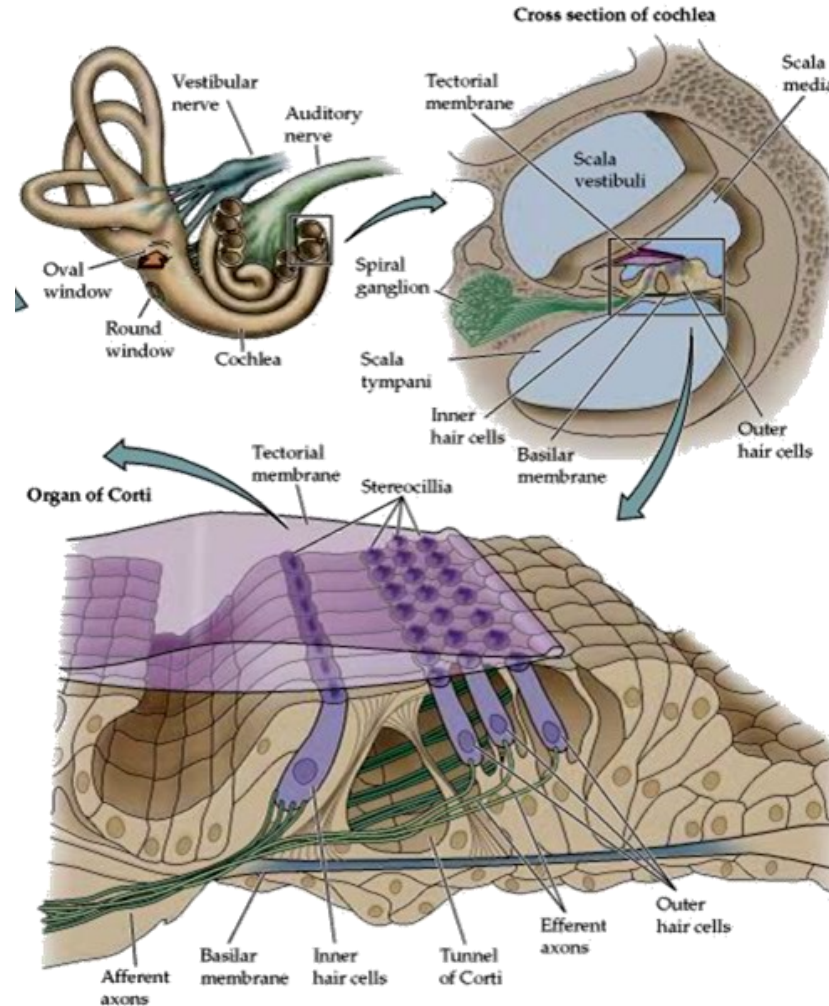
- Značný rozdíl akustických impedancí vzduchu a perilymfy
- Zesílení signálu
 - Plocha bubínku/oválného okénka
 - Pákový mechanismus středoušních kůstek
- Ochranná funkce
 - m.stapedius a tensor tympani
 - Eustachova trubice



<http://slideplayer.com/slide/3433153/>

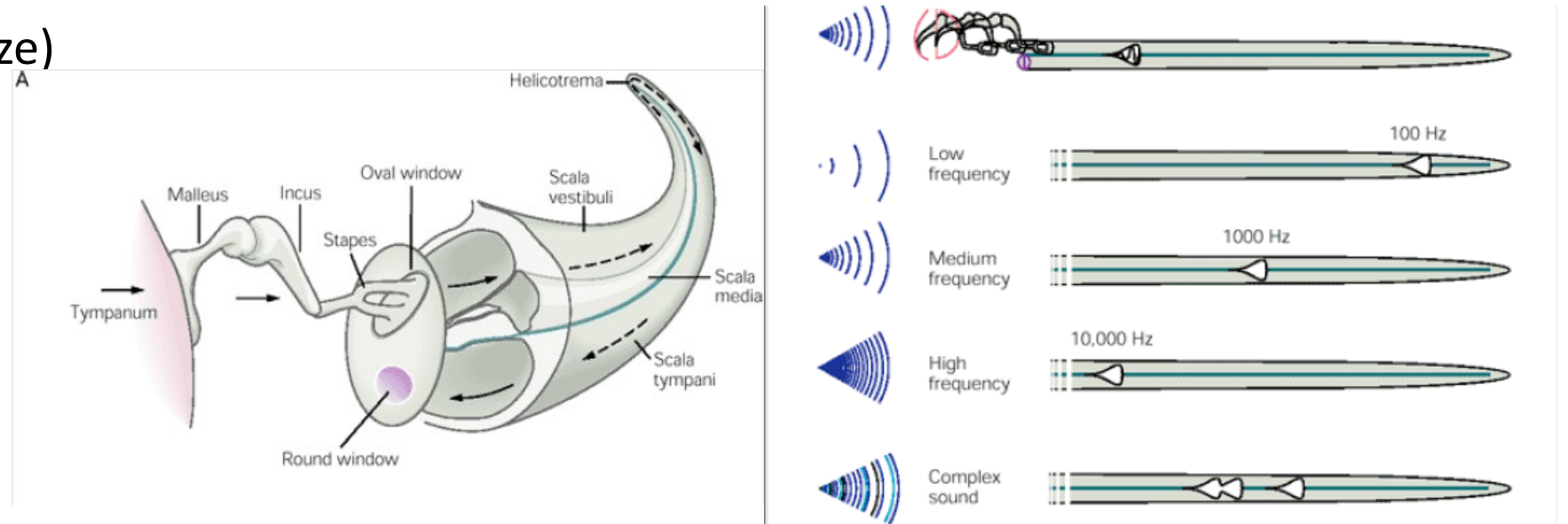
Vnitřní ucho

- ✓ Převedení mechanického vlnění perilymfy na nervový signál



Tonotopické uspořádání

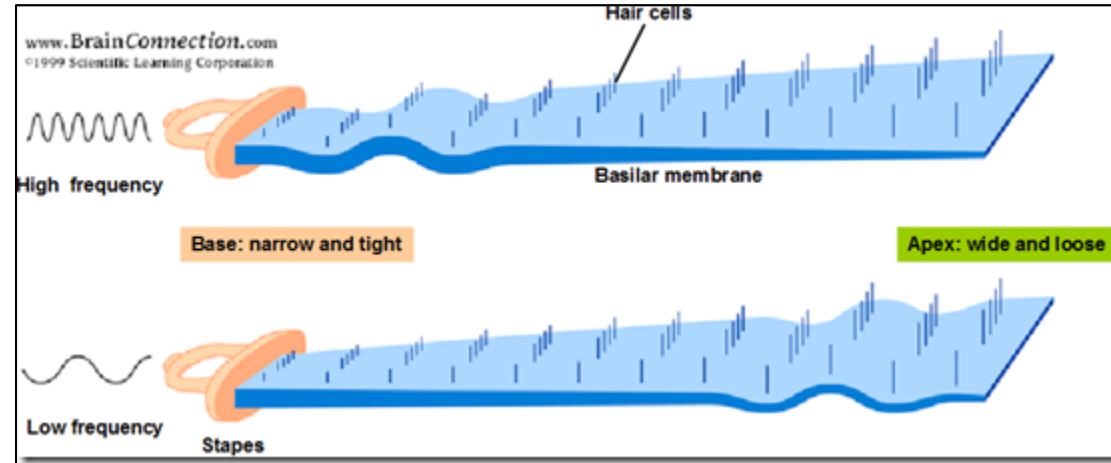
- Proximální konec (baze)
– vysoké frekvence
- Distální konec (apex)
– nízké frekvence



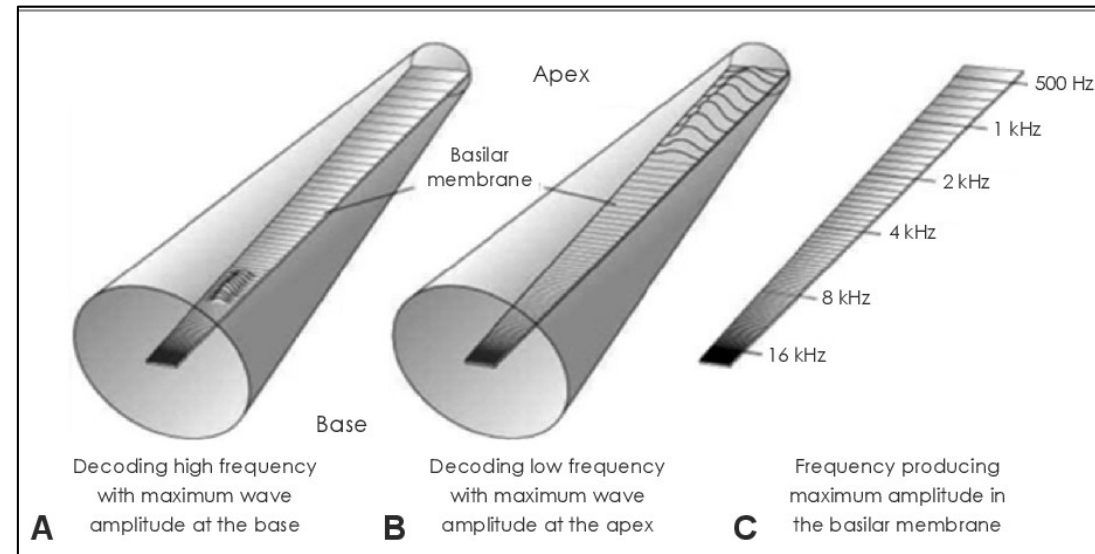
<http://www.slideshare.net/drpsdeb/presentations>

Bazilární membrána

- Bazální část
 - Úzká a tuhá
 - ✓ Vysoké frekvence
- Apikální část
 - Široká a měkká
 - ✓ Nízké frekvence



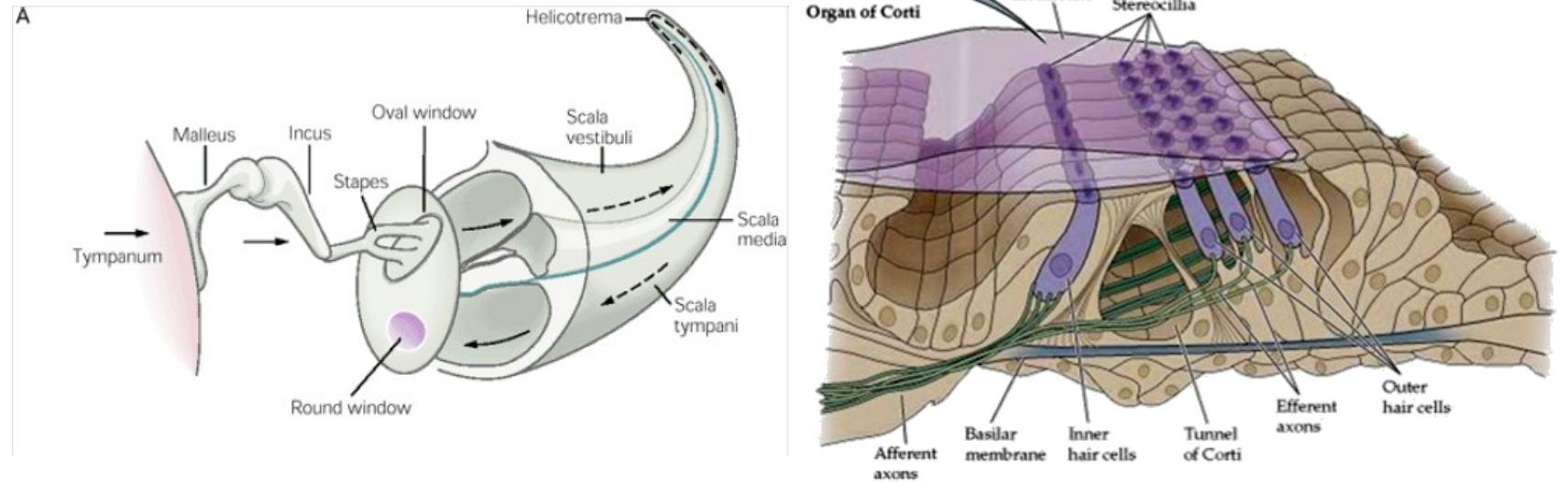
http://lh6.ggpht.com/_Rljx_Mg4ZVM/TNeYbcwJOYI/AAAAAAAAACmA/9S_7HaZu5DI/s1600-h/image%5B62%5D.png



<https://www.semanticscholar.org/paper/Mass-and-Stiffness-Impact-on-the-Middle-Ear-and-the-Kim-Koo/16a2a6b5ffd1c963efd906cea109277bfbf0d7e3/figure/3>

Cortiho orgán

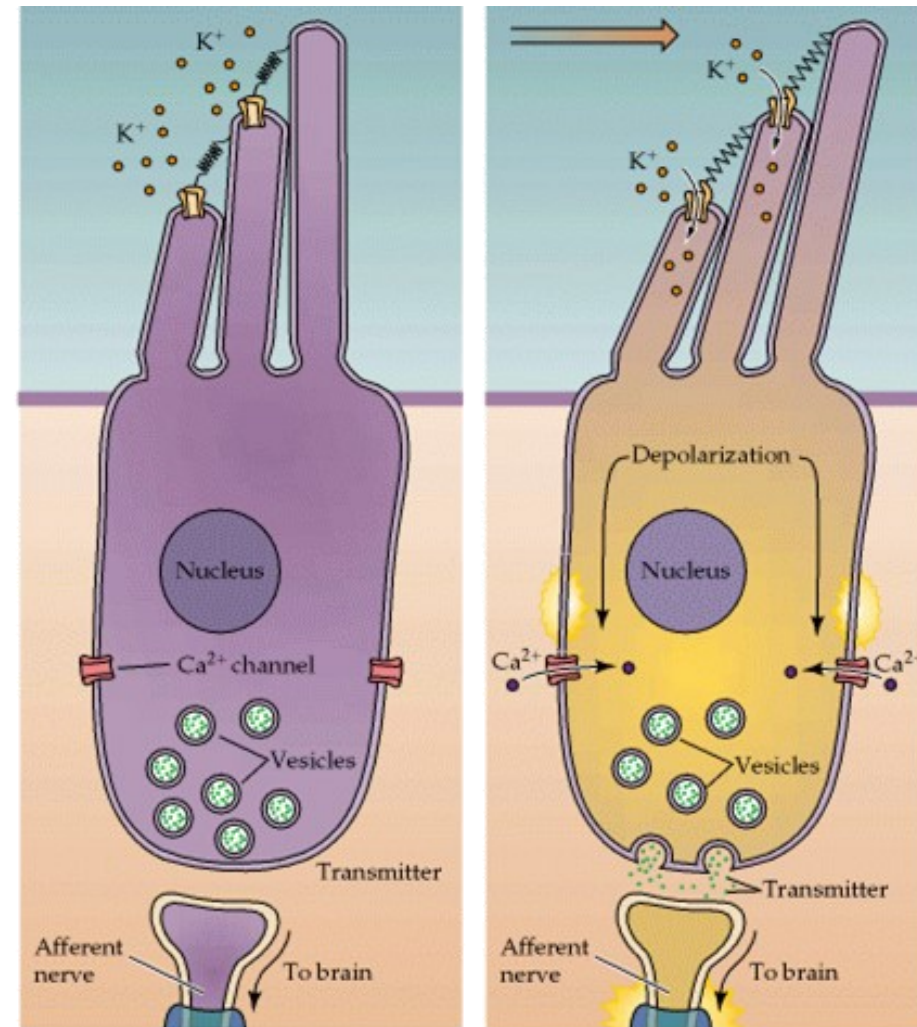
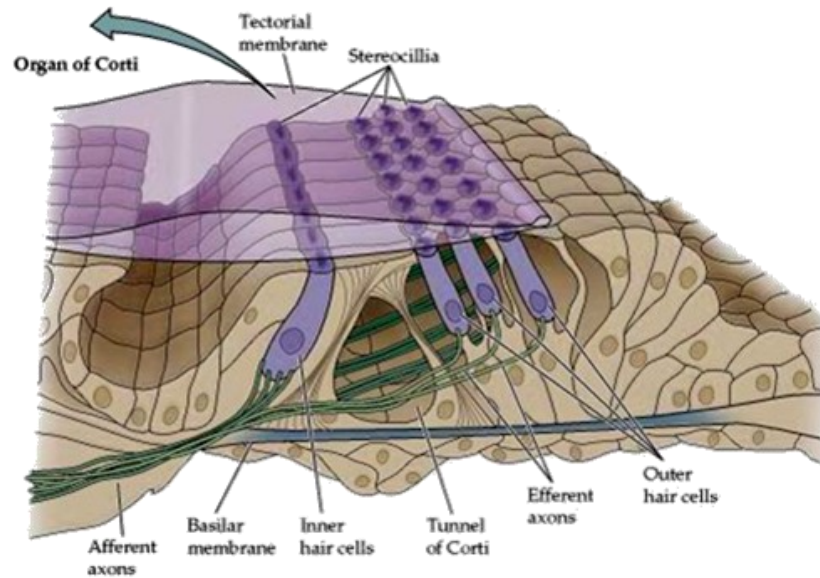
- Vnitřní vláskové buňky
 - cca. 3 500
- Vnější vláskové buňky
 - cca. 12 000
- Membrana tectoria



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

Vnitřní vláskové buňky

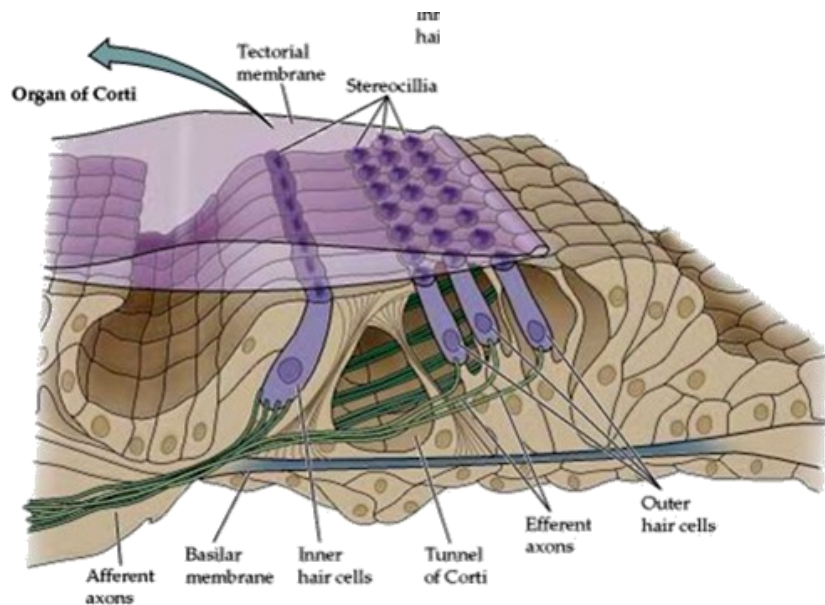
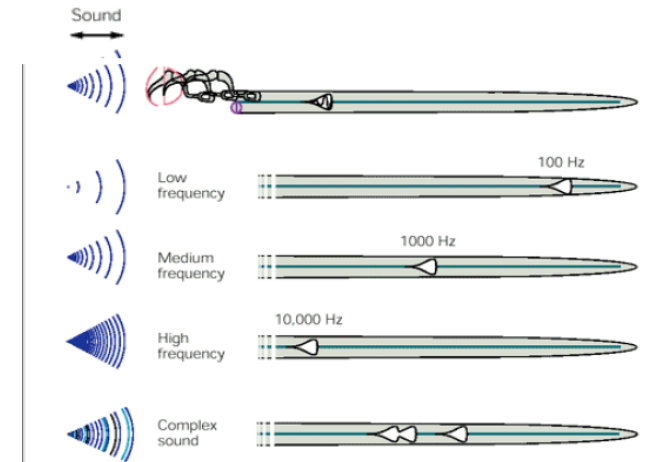
➤ Vlastní smyslové buňky



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

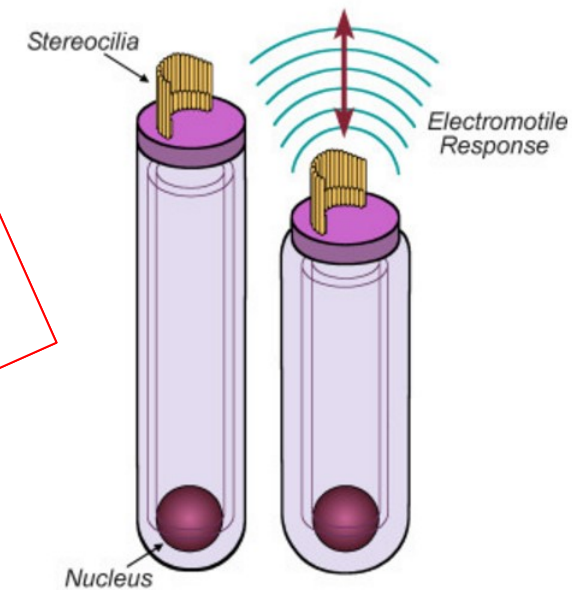
Vnější vláskové buňky

- Modulace signálu
 - ✓ Amplifikace signálu požadovaných frekvencí
- Počet roste směrem k apexu (nízké frekvence)



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

Činnost detekovatelná
Otoakustické emise

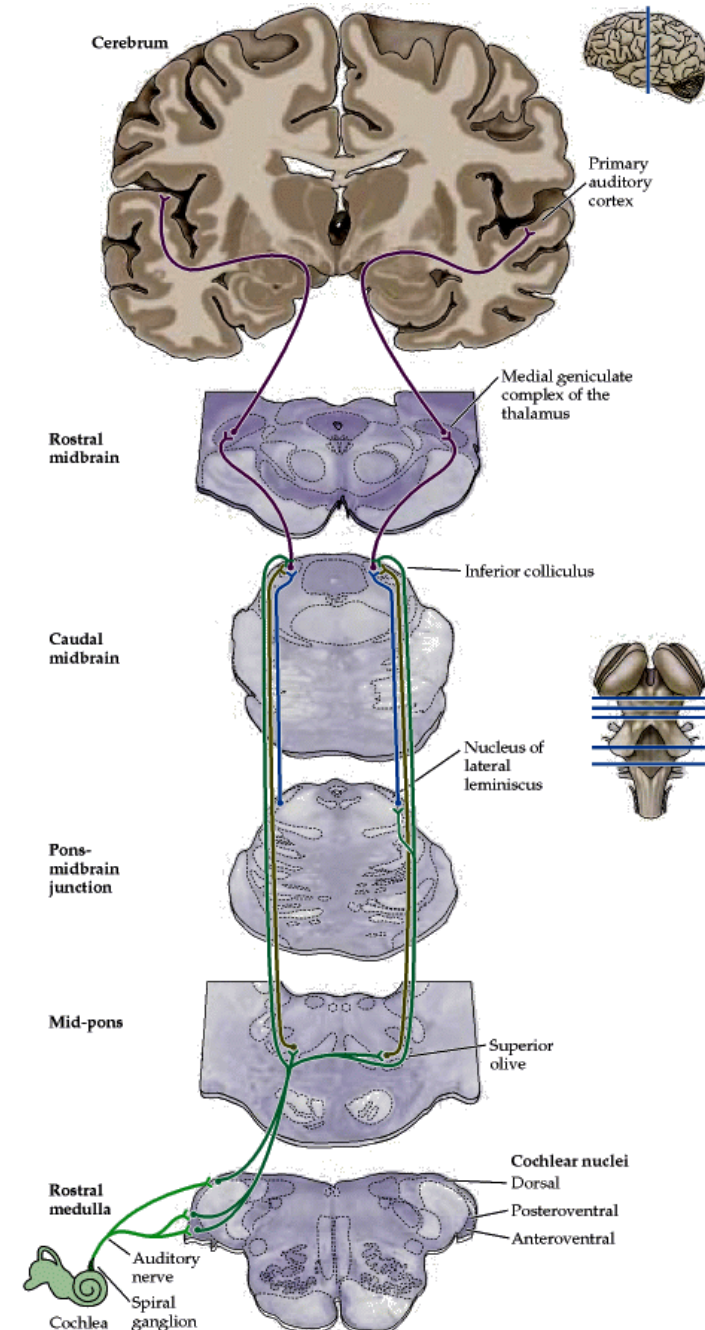


The Outer Hair Cell

<http://www.neurophys.wisc.edu/auditory/johc.html>

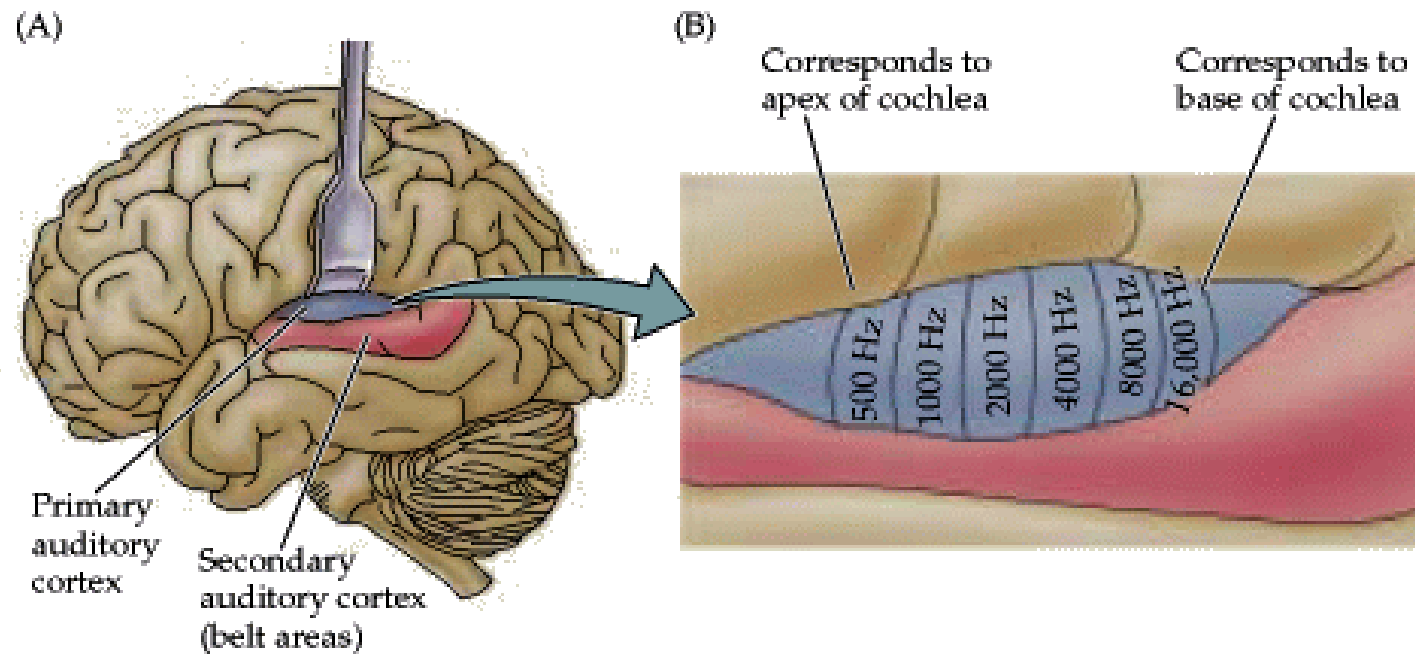
Zpracování signálu

- Nucleus spiralis cochleae
- Nucleus cochlearis ventralis
 - Informace o intenzitě
 - Časová prodleva pro směrové slyšení
- Nucleus cochlearis dorsalis
 - Informace o výšce
- Olivární jádra
 - Analýza směru
 - Modulace (zvýšení) citlivosti zevních vláskových buněk
- Colliculi inferiores
 - Integrace informace z nižších struktur
 - Důležité centrum akustických reflexů
- N. corporis geniculati medialis
 - Thalamus
- Primární sluchový kortex



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

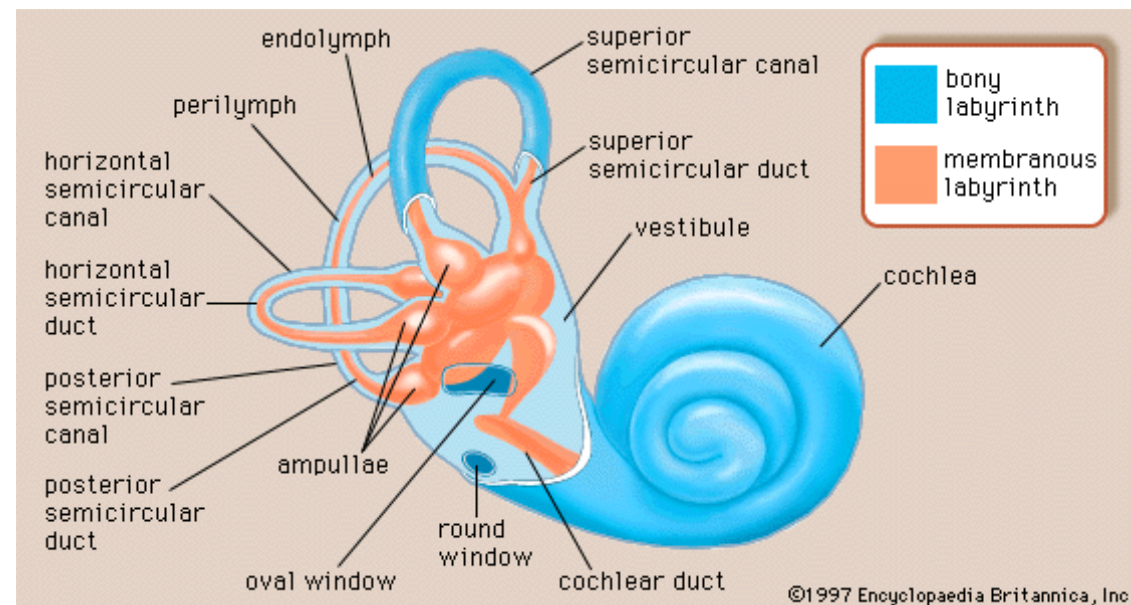
Sluchový kortex



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

Vestibulární systém

- Asociace se sluchovým systémem
 - Anatomická lokalizace
 - Vlásokové buňky
- ✓ Informace o poloze
- ✓ Informace o zrychlení
 - Lineárním
 - Úhlovém

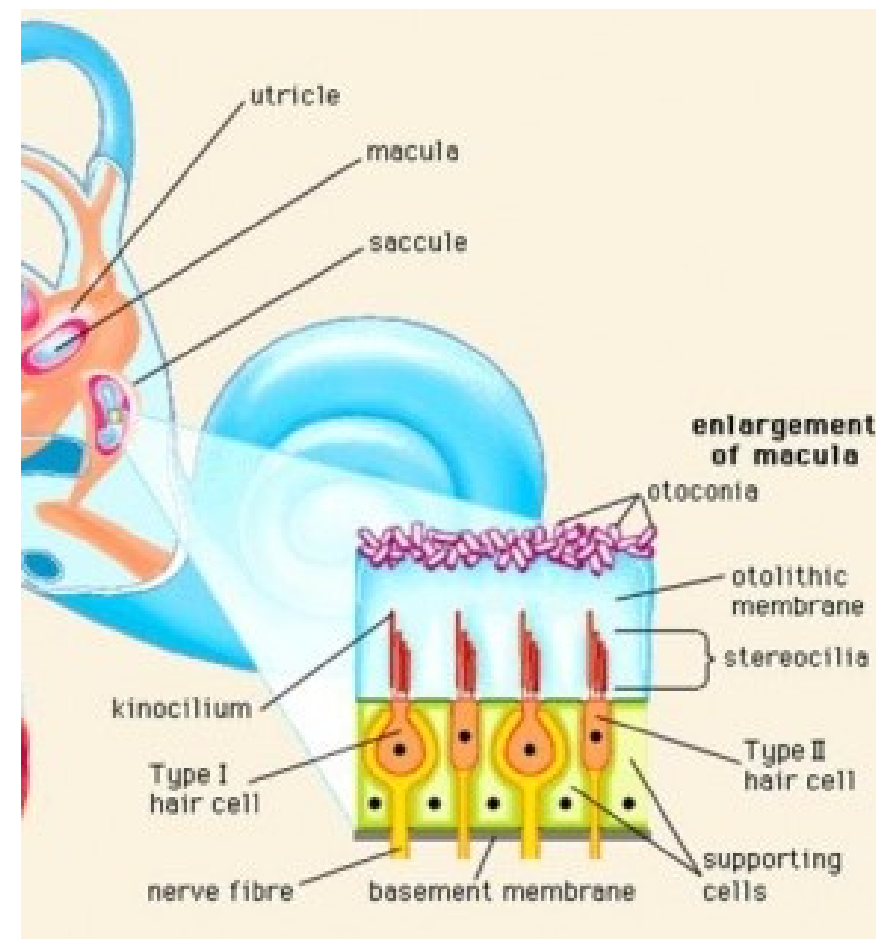
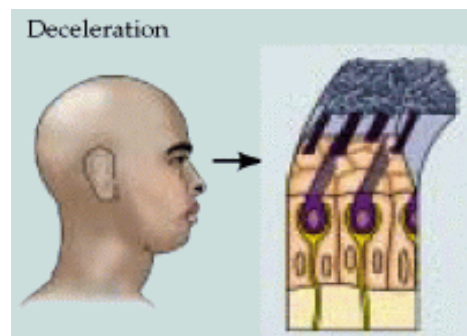
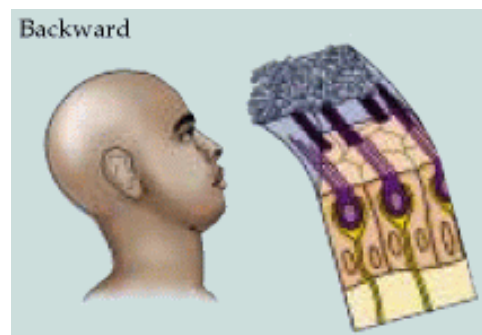


<http://www.slideshare.net/CsillaEgri/presentations>

Udržování rovnováhy
Modifikace svalového tonu
„Udržování rovnováhy“ pohledu
Vestibulookulární reflexy (VOR)

Informace o poloze a lineárním zrychlení

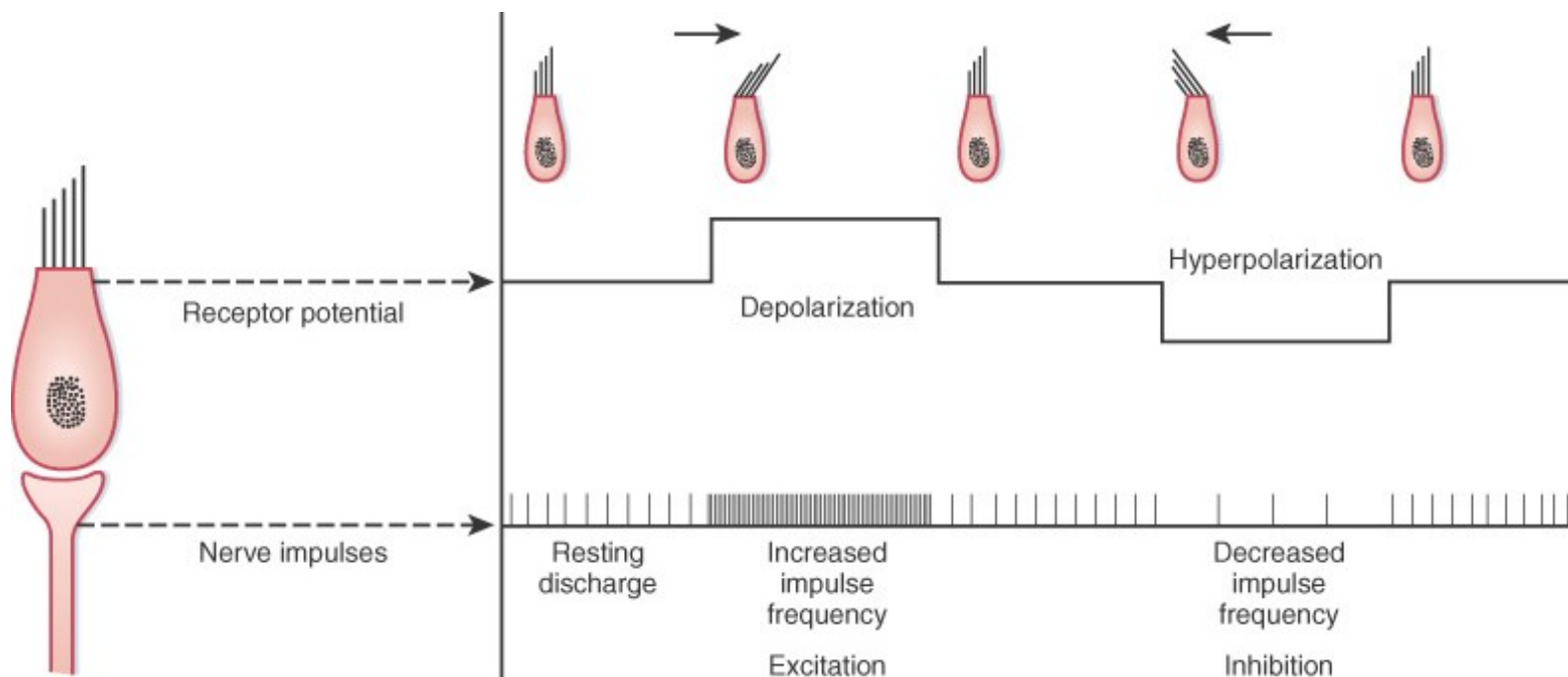
- Macula
 - Krystalky CaCO_3
- Utriculus
 - Macula horizontálně
- Sacculus
 - Macula vertikálně



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

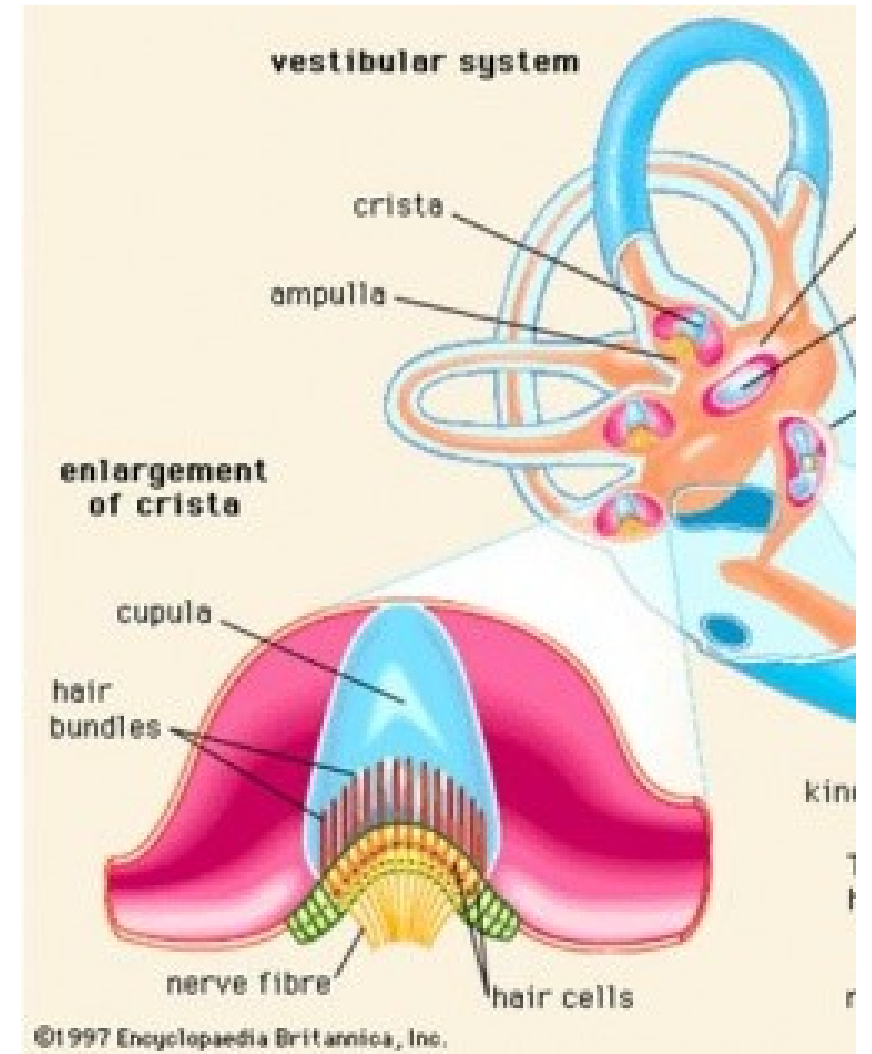
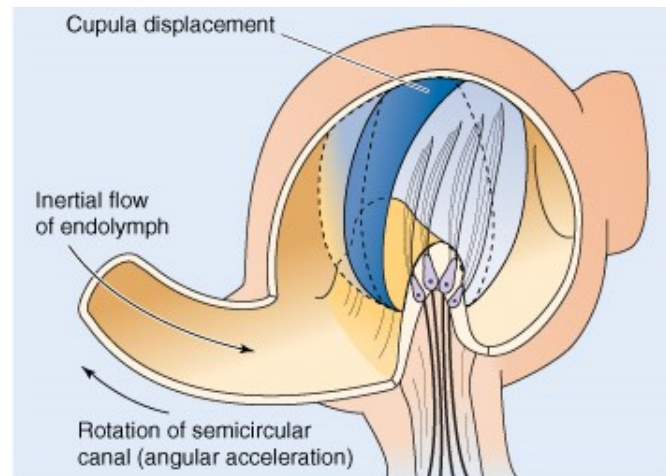
Mechanismus recepce signálu

- Ohnutí směrem ke stereocilii
 - otevření mechanicky aktivovaných K⁺ kanálů –depolarizace
- Ohnutí směrem od stereocilie
 - uzavření kanálů - hyperpolarizace



Informace o úhlovém zrychlení

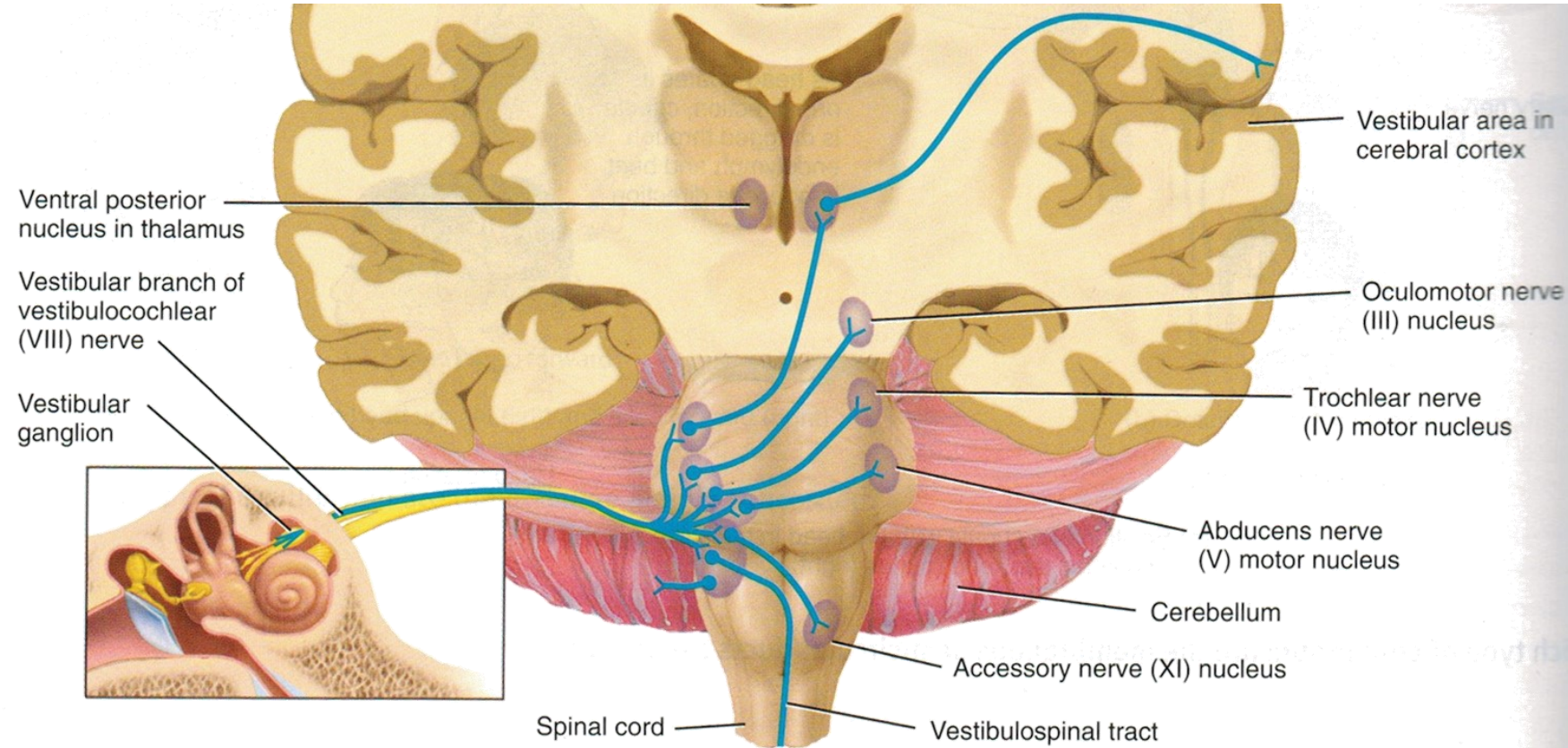
- Ampulla
- Semicirkulární kanálky
 - Horní
 - Horizontální
 - Zadní



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

Vestibulární jádra

- ✓ Integrace vestibulárních, vizuálních a somatosenzorických informací
- ✓ Projekce
 - Cerebellum
 - Okulomotorická jádra
 - Jádro of n. Accessorius – krční svaly
 - Různá spinální jádra
 - Thalamus - kůra



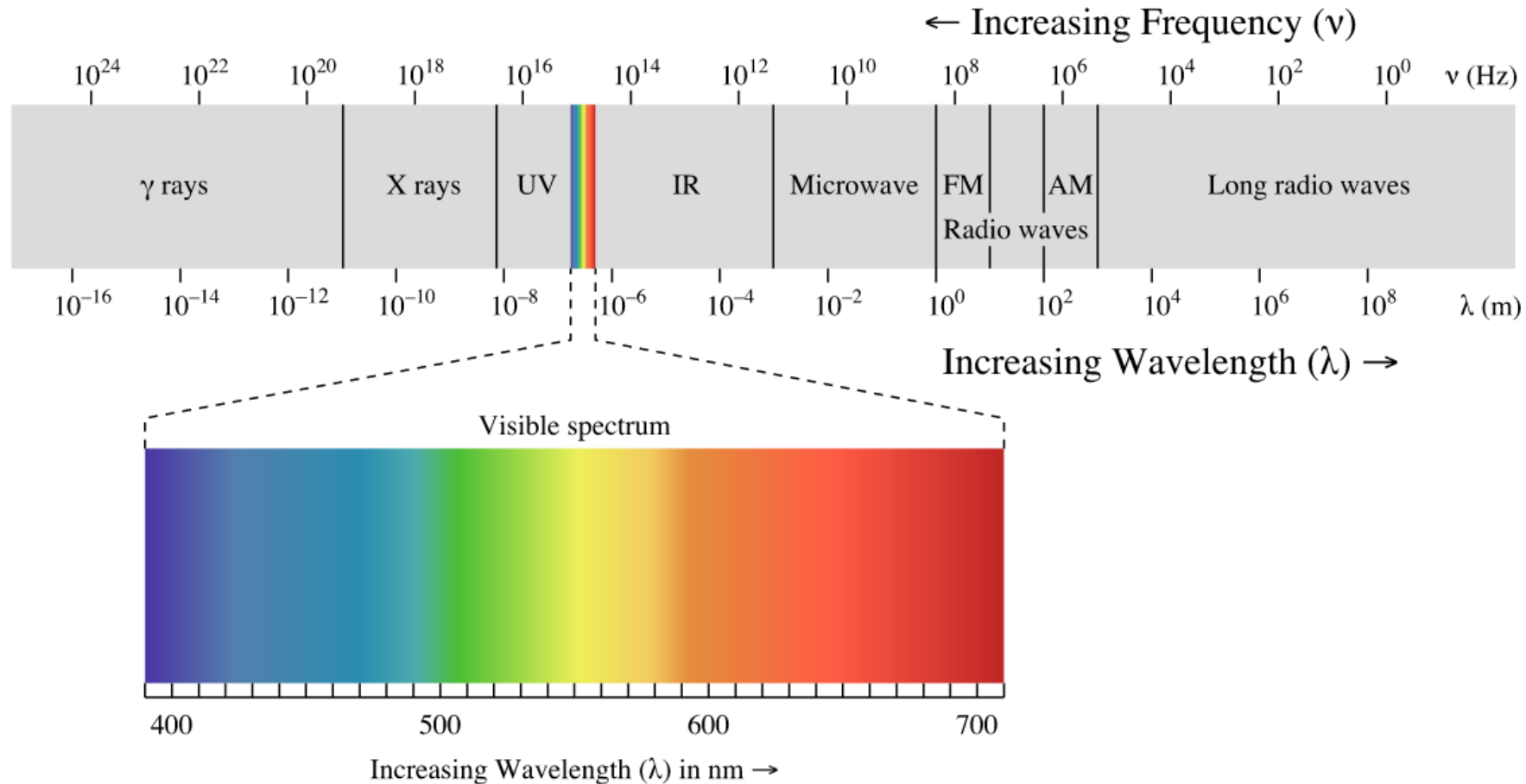
<http://www.slideshare.net/CsillaEgri/presentations>

M U N I
M E D

Zrak

Světlo

- ✓ Elektromagnetické vlnění o vlnové délce cca. 400 – 700 nm



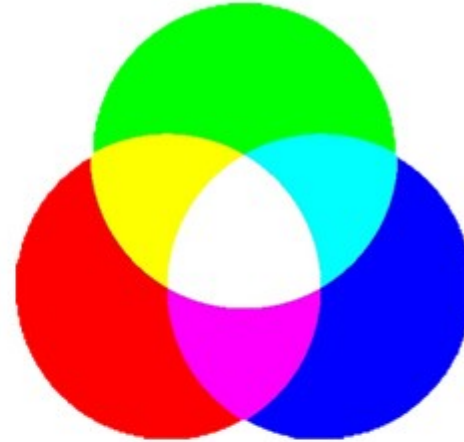
Míchání barev

RGB
Additive
Color



mixing light

RED GREEN BLUE

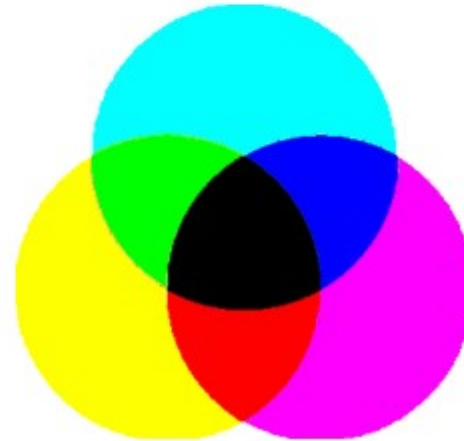


CMYK
Subtractive
Color



mixing ink

CYAN MAGENTA YELLOW



Fotoreceptivní orgán

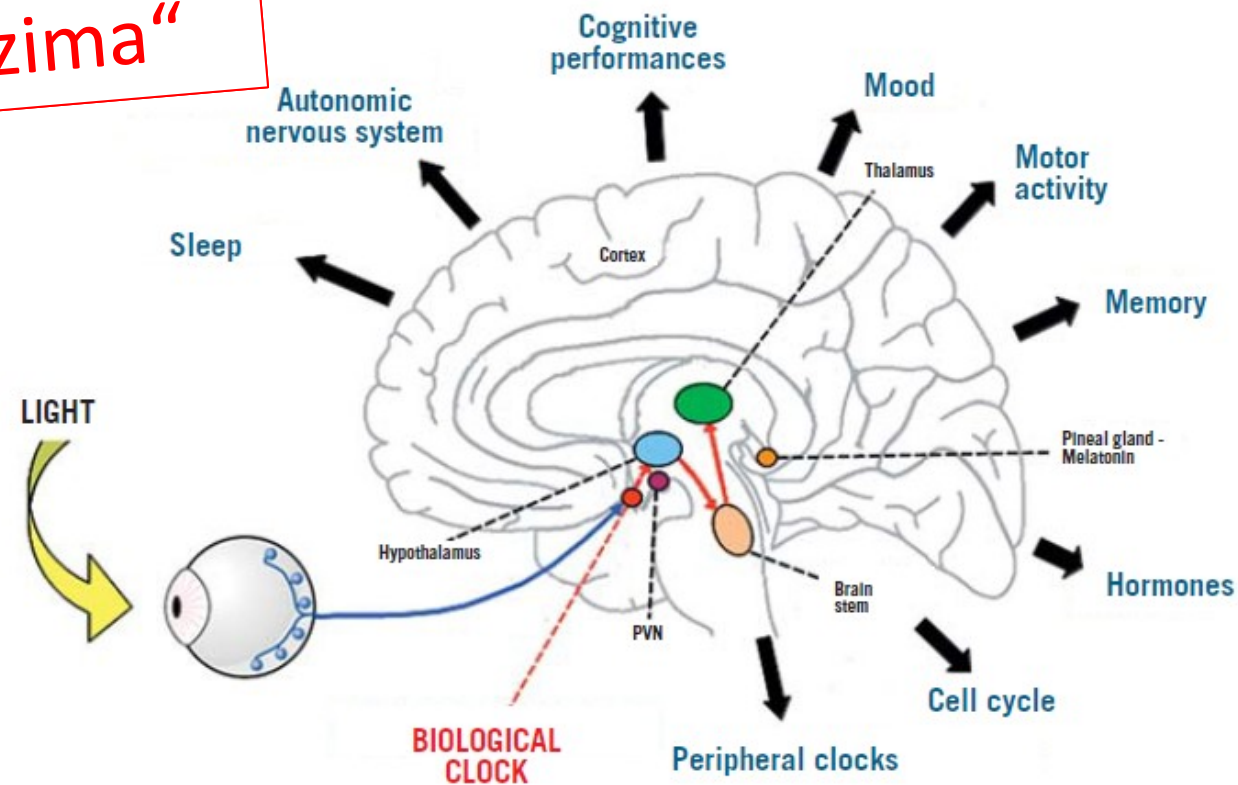
✓ Detekce světla

✓ Vytváření obrazu

Detekce světla

Světlo/tma
↓
„teplo/zima“

- Cirkadiální aktivita
 - Všechny prokaryontní i eukaryontní organismy
 - Cyklus den/noc je nejvlivnější a nejstabilnější biorytmus



<https://www.pointsdevue.com/article/good-blue-and-chronobiology-light-and-non-visual-functions>

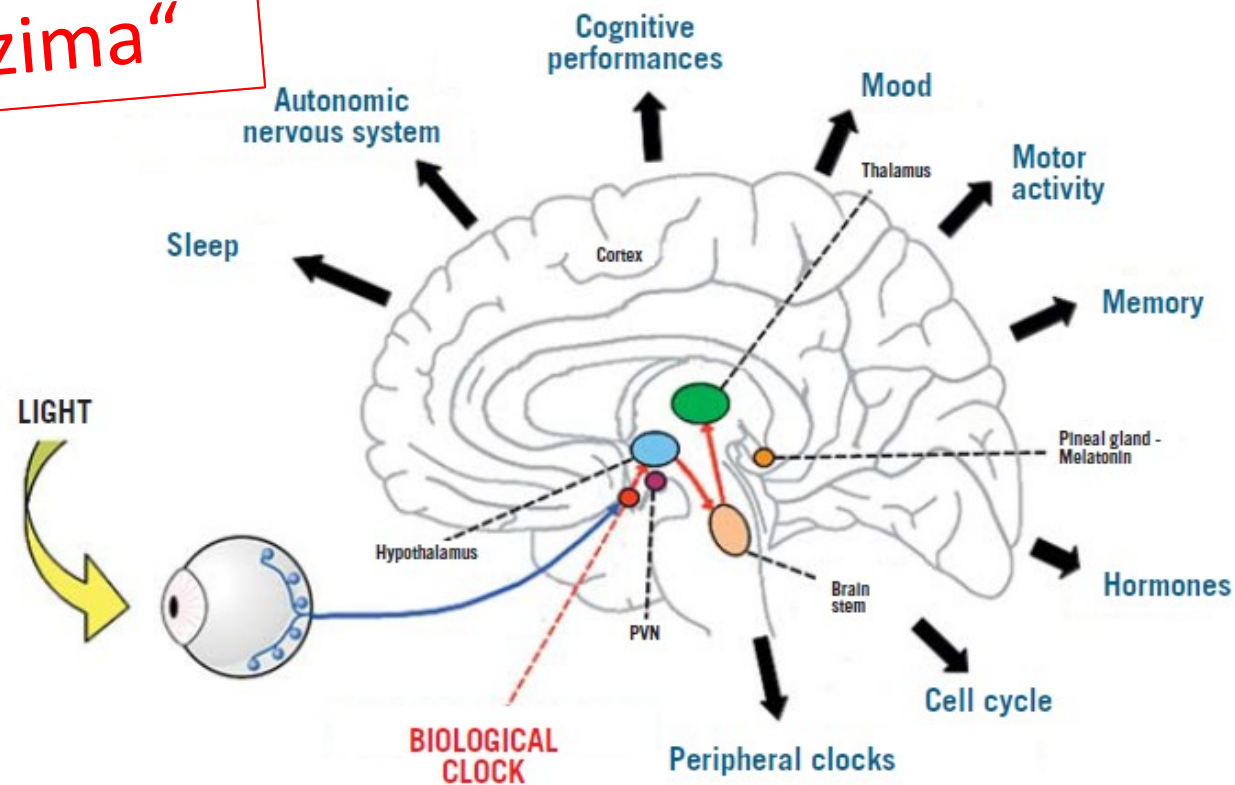
Detekce světla

Světlo/tma



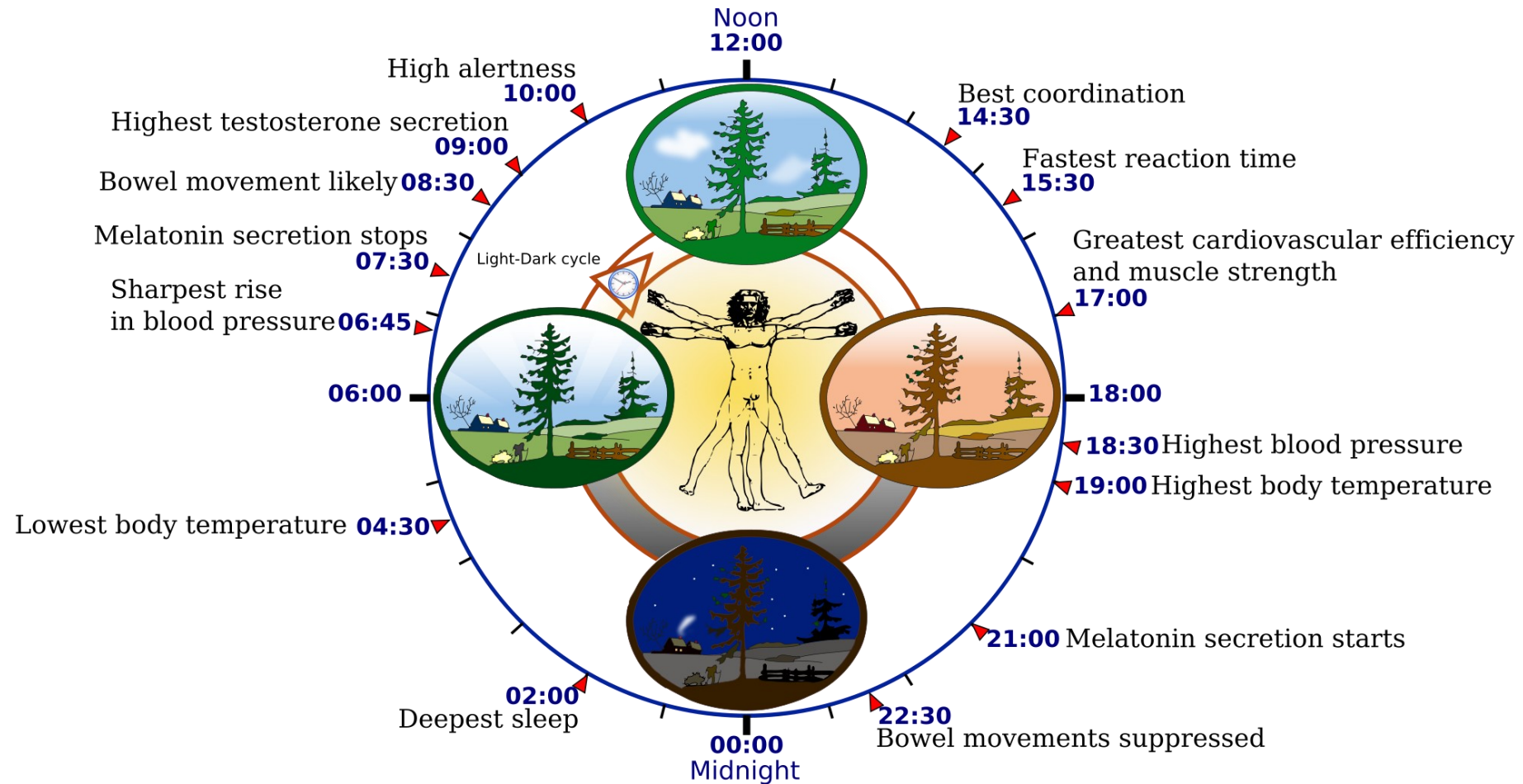
„teplo/zima“

- Cirkadiální aktivita
 - Všechny prokaryotní i eukaryotní organismy
 - Cyklus den/noc je nejvlivnější a nejstabilnější biorytmus
 - Osciluje s periodou cca. 24 hodin i při absenci zevních stimulů
 - Synchronizovány vlivem vnějších podmínek



<https://www.pointsdevue.com/article/good-blue-and-chronobiology-light-and-non-visual-functions>

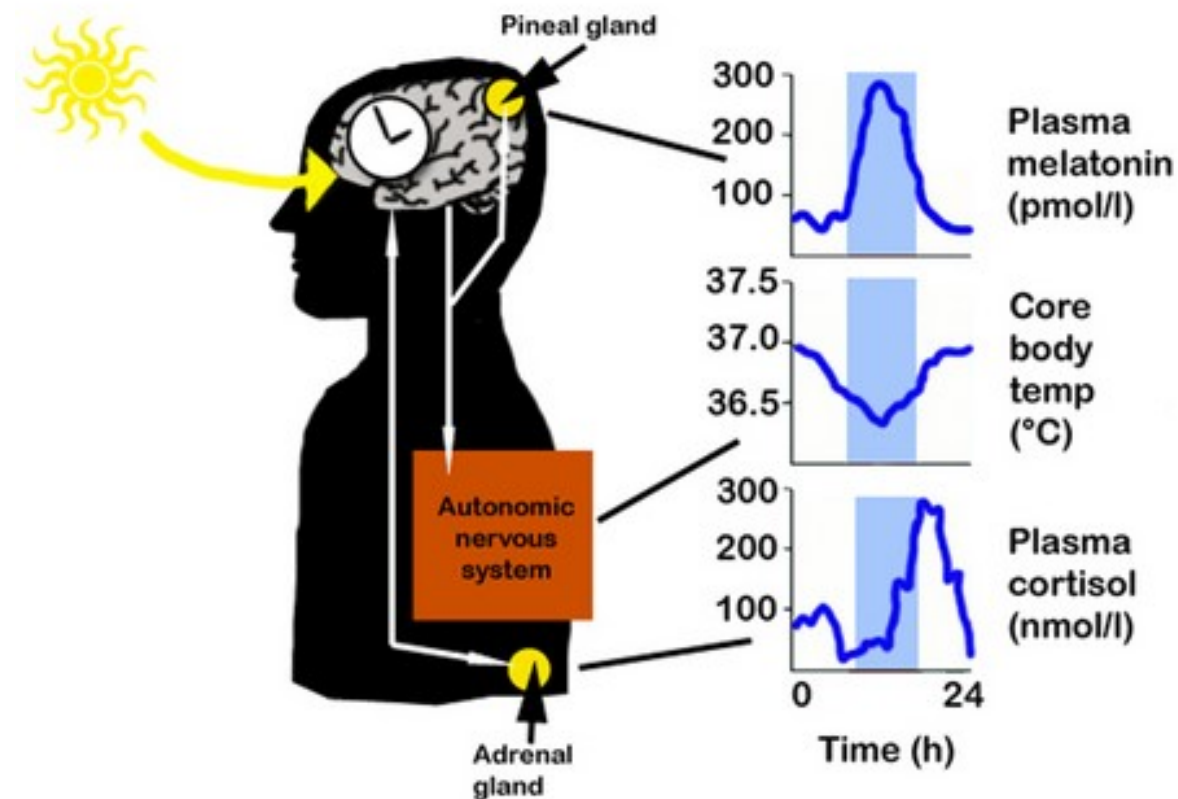
Cirkadiální aktivita



https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/3/30/Biological_clock_human.svg/2000px-Biological_clock_human.svg.png

Biologické hodiny

- Buněčná úroveň
 - Expresní vzorce (cyklická exprese vzájemně propojených proteinů)
 - Periferní exprese Clock proteinu
- Tkáňová úroveň
 - Periferní oscilátory
 - Nadledviny, plíce, játra, pankreas, kůže
 - Využívají různé informace
- Centrální pacemaker
 - Hypothalamus (nucleus suprachiasmaticus)
 - Centrální exprese Clock proteinu
 - Informace ze sítnice (specializované gangliové buňky) – synchronizace centrálního pacemaku
 - Epifýza – melatonin
 - Autonomní nervový systém - nadledviny – kortizol



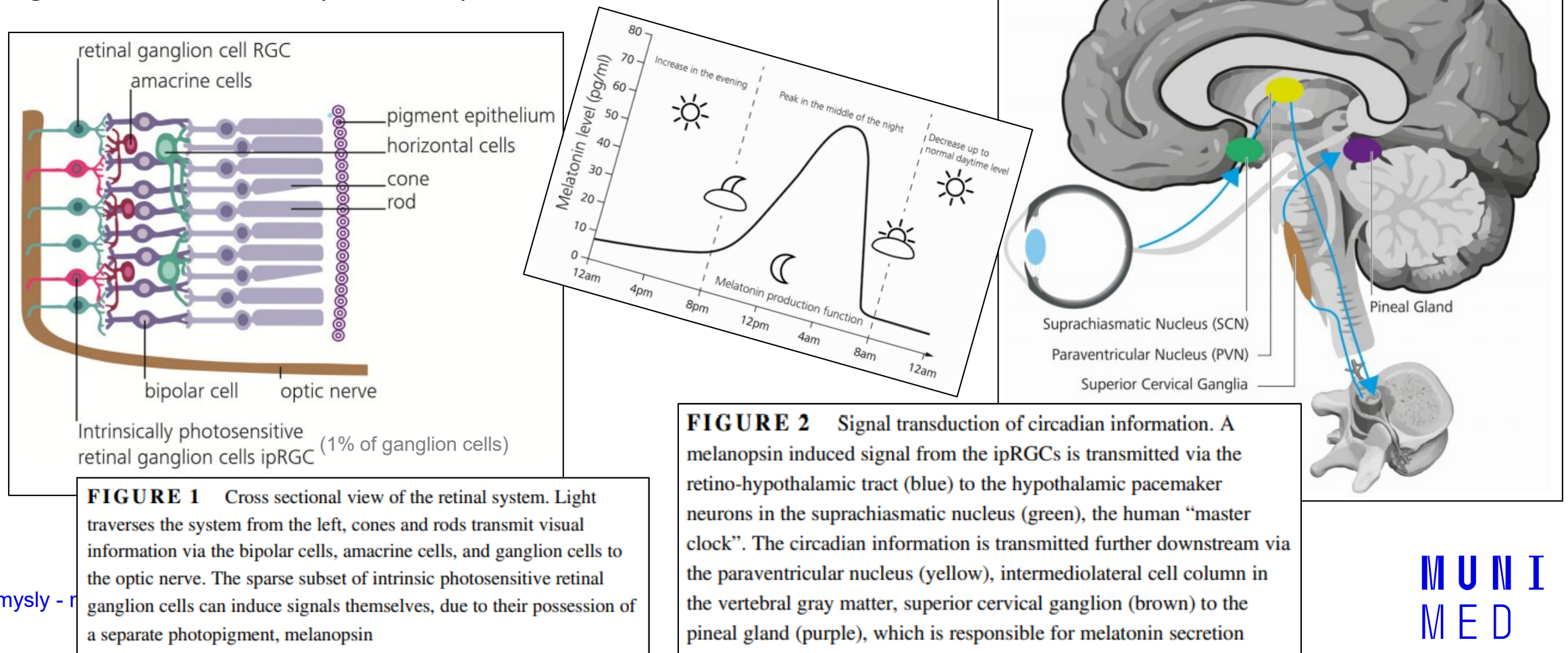
A.J. Hesse, G.E. Duffield

adapted from Hastings, M. BMJ 1998;317:1704-1707

<http://slideplayer.com/slide/7013288/>

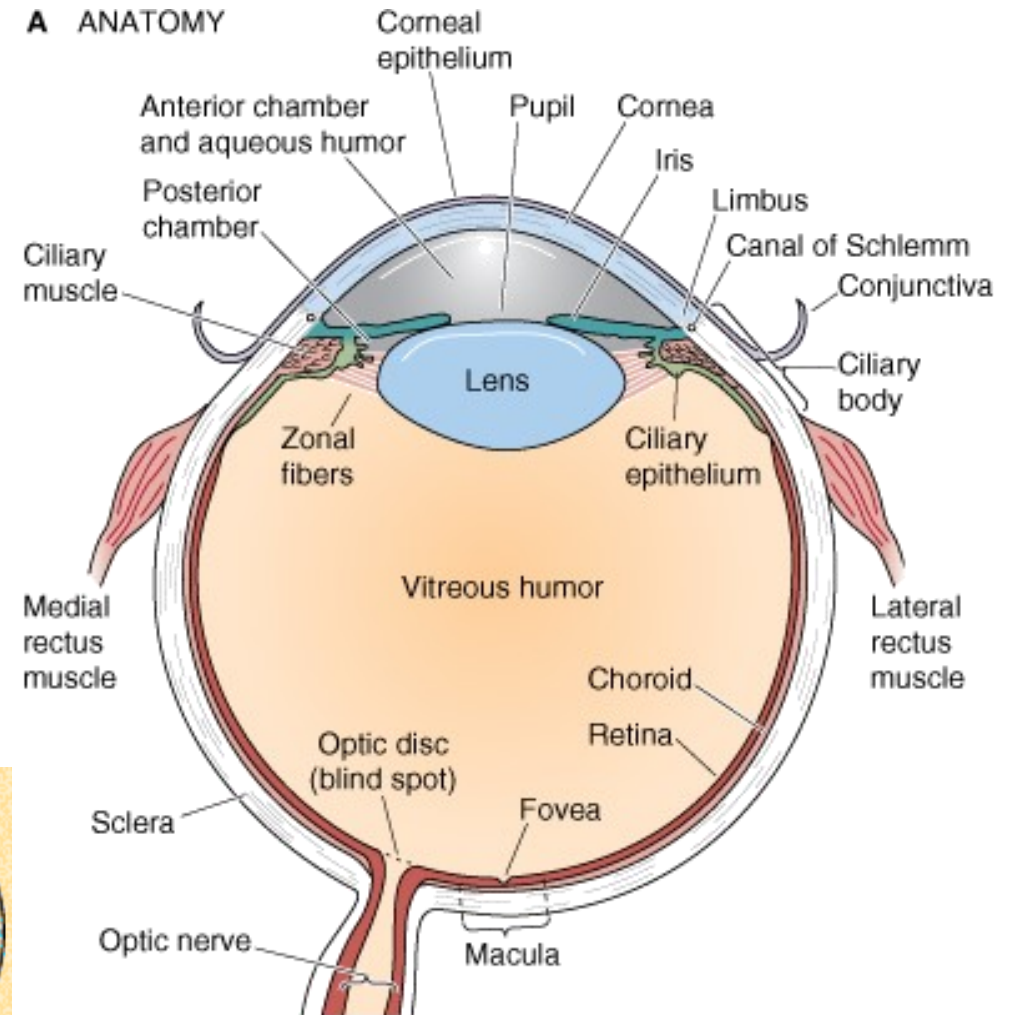
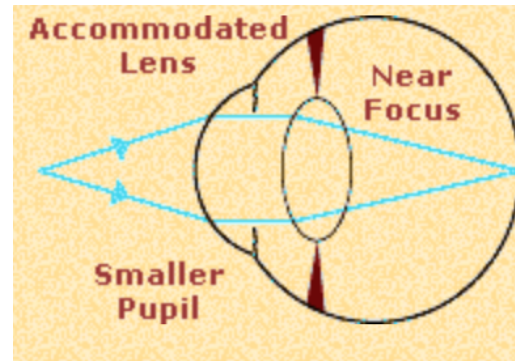
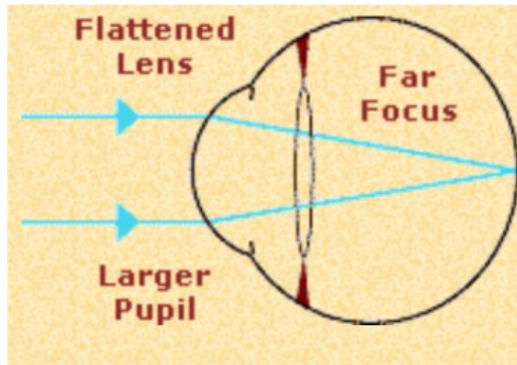
Synchronizace centrálního pacemakeru

Wahl S, Engelhardt M, Schaupp P, Lappe C, Ivanov IV. The inner clock-Blue light sets the human rhythm. *J Biophotonics*. 2019; e201900102.



Vytváření obrazu

- ✓ Informace o tvaru
 - ✓ Informace o barvě
 - ✓ Informace o umístění
 - ✓ Informace o pohybu
- Interpretace obrazu



Vytváření obrazu

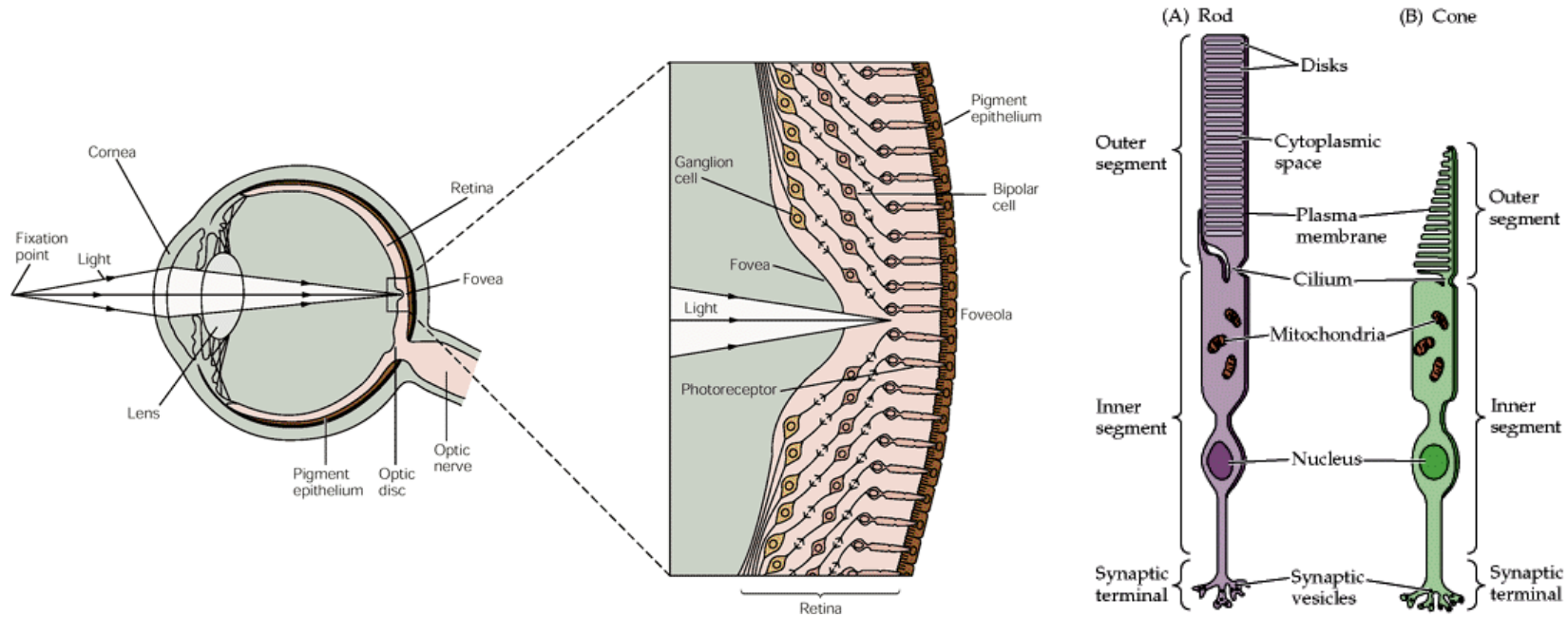
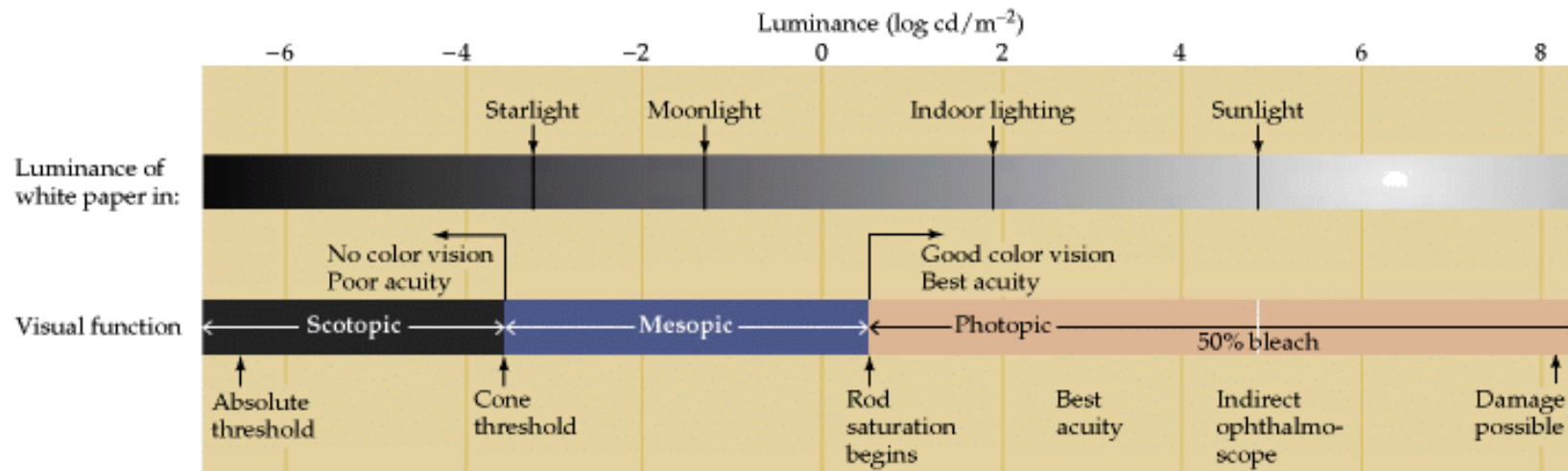
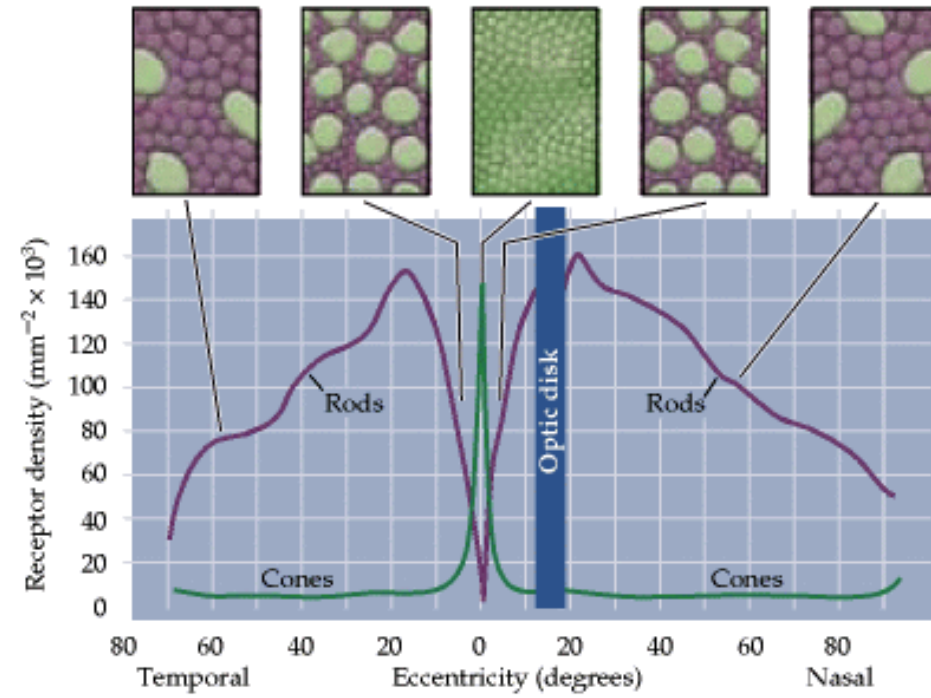


Table 26-1 Differences Between Rods and Cones and Their Neural Systems

Rods	Cones
High sensitivity to light, specialized for night vision	Lower sensitivity, specialized for day vision
More photopigment, capture more light	Less photopigment
High amplification, single photon detection	Lower amplification
Low temporal resolution: slow response, long integration time	High temporal resolution: fast response, short integration time
More sensitive to scattered light	Most sensitive to direct axial rays
Rod system	Cone system
Low acuity: not present in central fovea, highly convergent retinal pathways	High acuity: concentrated in fovea, dispersed retinal pathways
Achromatic: one type of rod pigment	Chromatic: three types of cones, each with a distinct pigment that is most sensitive to a different part of the visible light spectrum

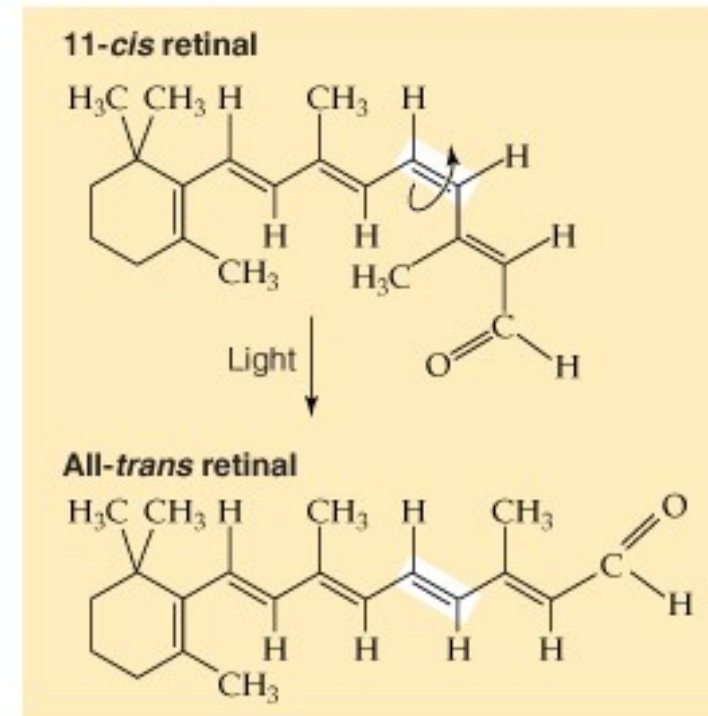
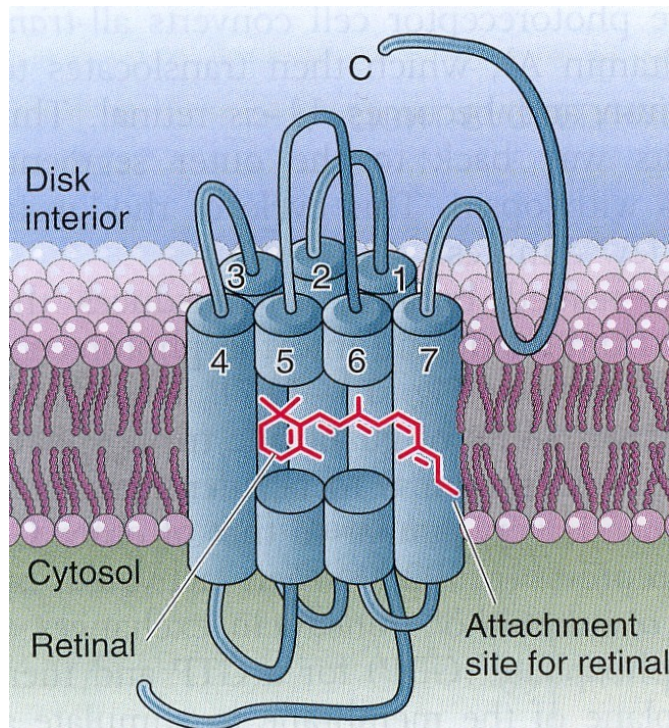


Fotopigment tyčinek

Rhodopsin

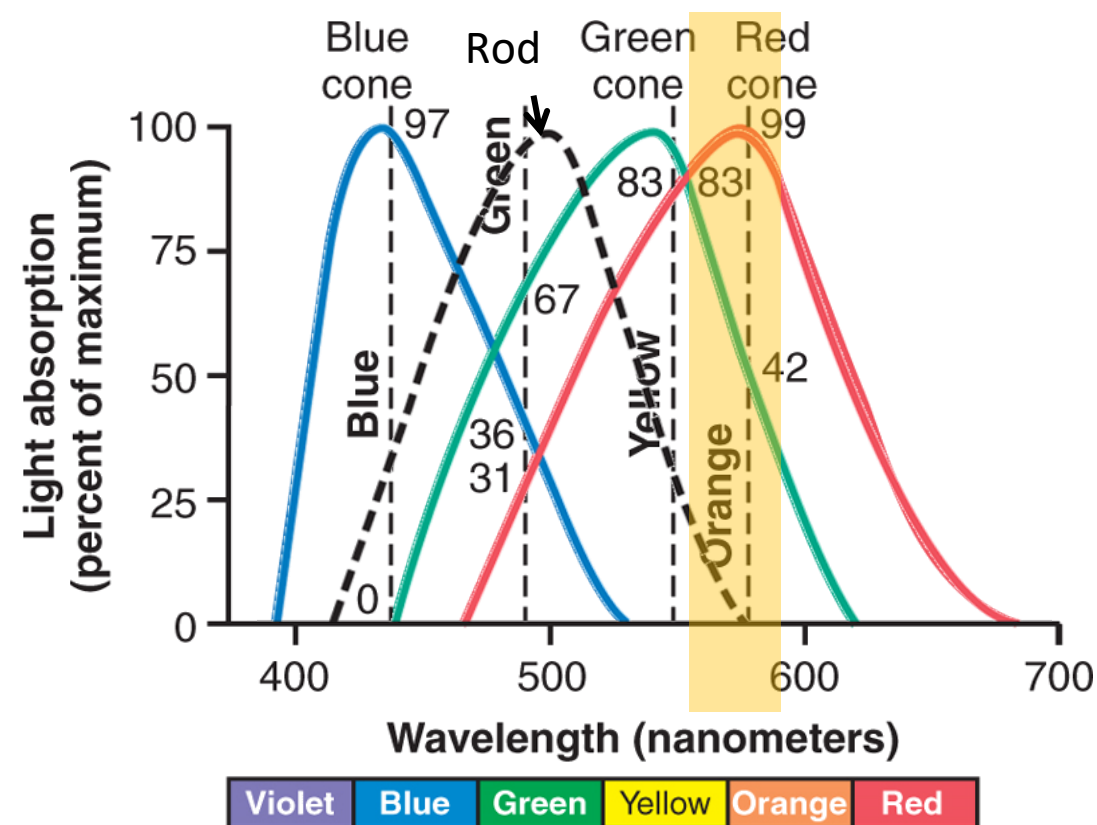
- Opsin
 - G – protein

- Retinal
 - Aldehyd retinolu (vit. A)



Fotopigment čípků

- 3 typy čípků - 3 typy fotopigmentu
 - Modrý (420nm)
 - Zelený (530nm)
 - Červený (560nm)
- Výsledný barevný vjem je dán poměrem aktivity jednotlivých typů čípků
 - Př. oranžová (580nm)
 - Modrá: 0%
 - Zelená: 42%
 - Červená: 99%

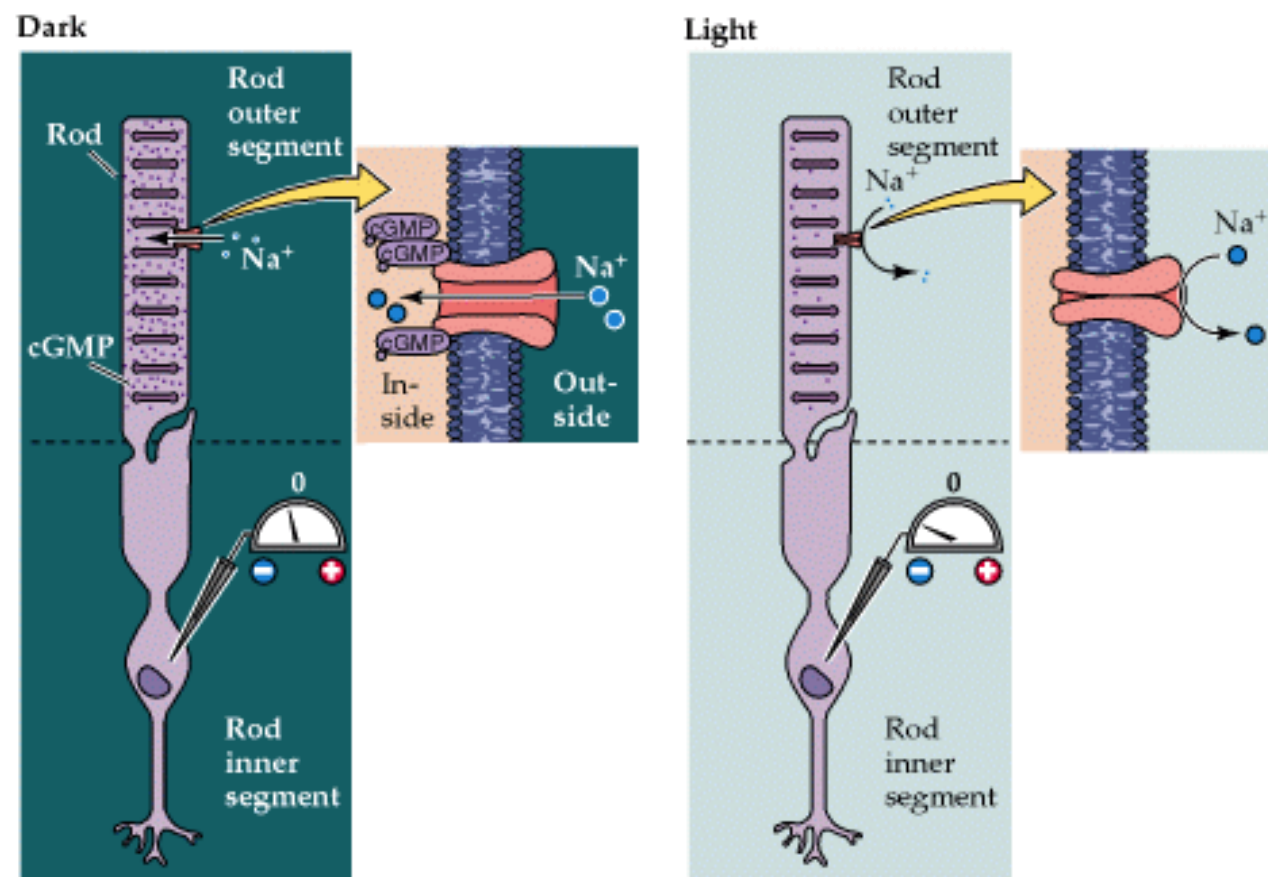


Hall: Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology, 12th Edition
Copyright © 2011 by Saunders, an imprint of Elsevier, Inc. All rights reserved.

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

Fotorecepce

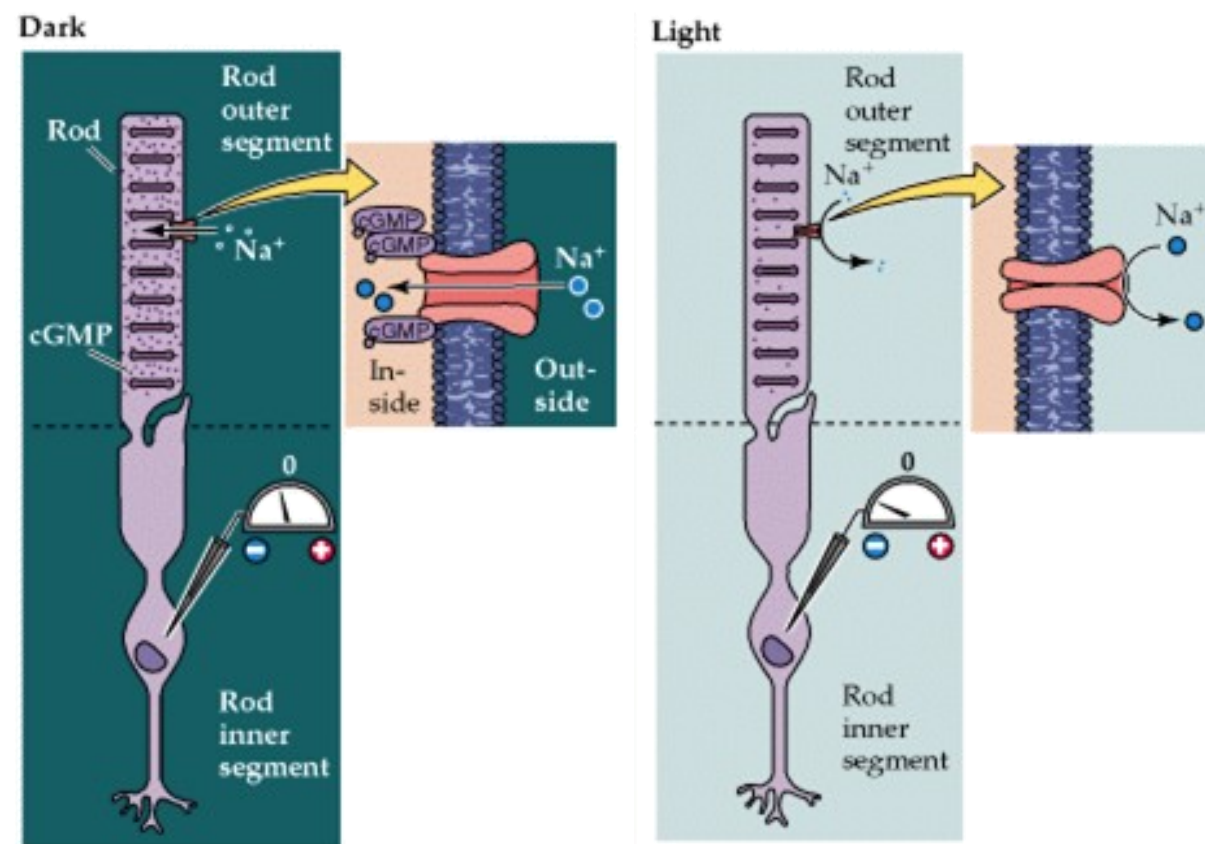
- Fotoreceptory ve tmě kontinuálně vylučují excitační neurotransmitter (glutamát)
- Účinkem světla se membrána **hyperpolarizuje**, což vede ke snížení vylučování glutamátu



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

Adaptace na světlo a na tmu

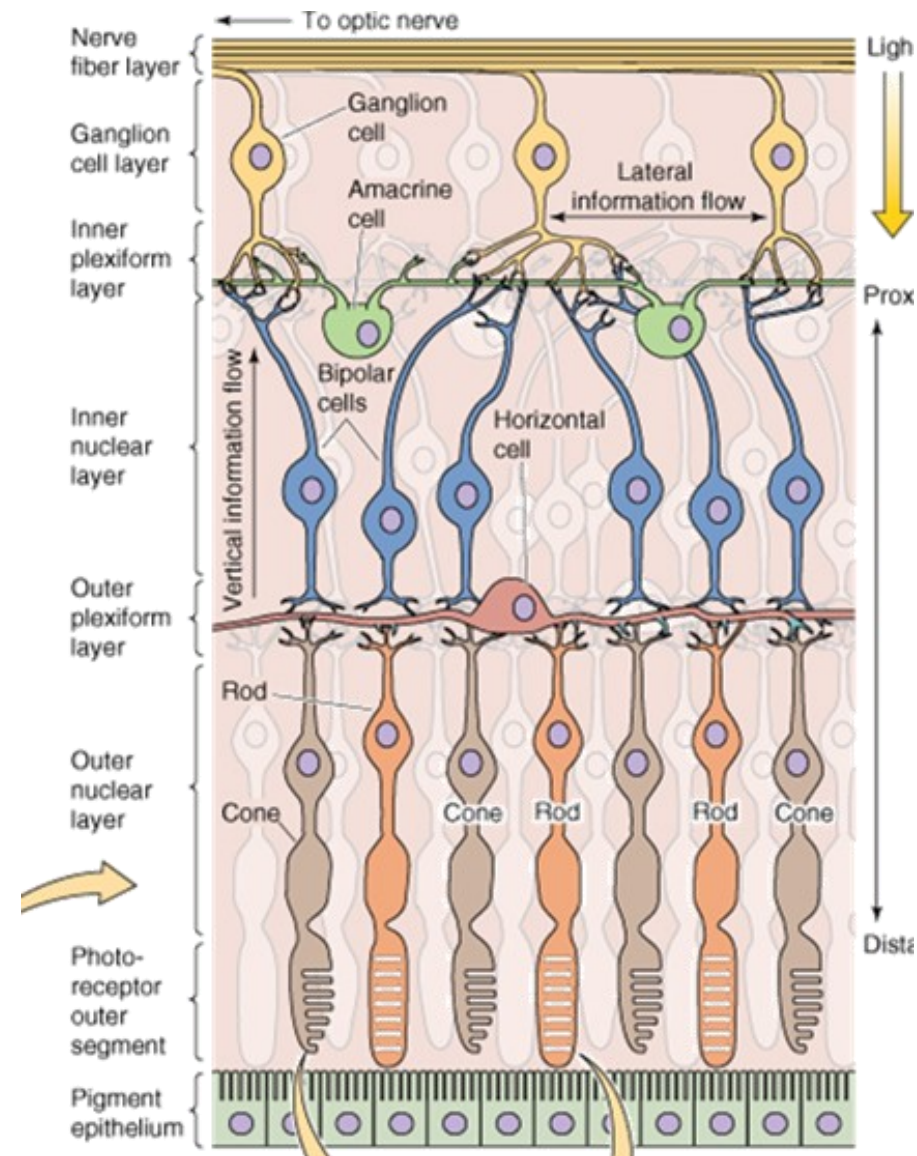
- **Optická adaptace**
 - Fotoreakce zornic
- **Adaptace fotoreceptoru**
 - Ca^{2+} inhibuje guanylátcyklázu
 - cGMP gated Na^+ kanály....
 - Tma
 - Vyšší hladiny Ca^{2+} → snížení cGMP → Membrána více hyperpolarizovaná → „vyšší senzitivita“
 - Světlo
 - Nižší hladiny Ca^{2+} → zvýšení cGMP → membrána více depolarizovaná → „nižší senzitivita“



<http://www.slidesare.net/drpsdeb/presentations>

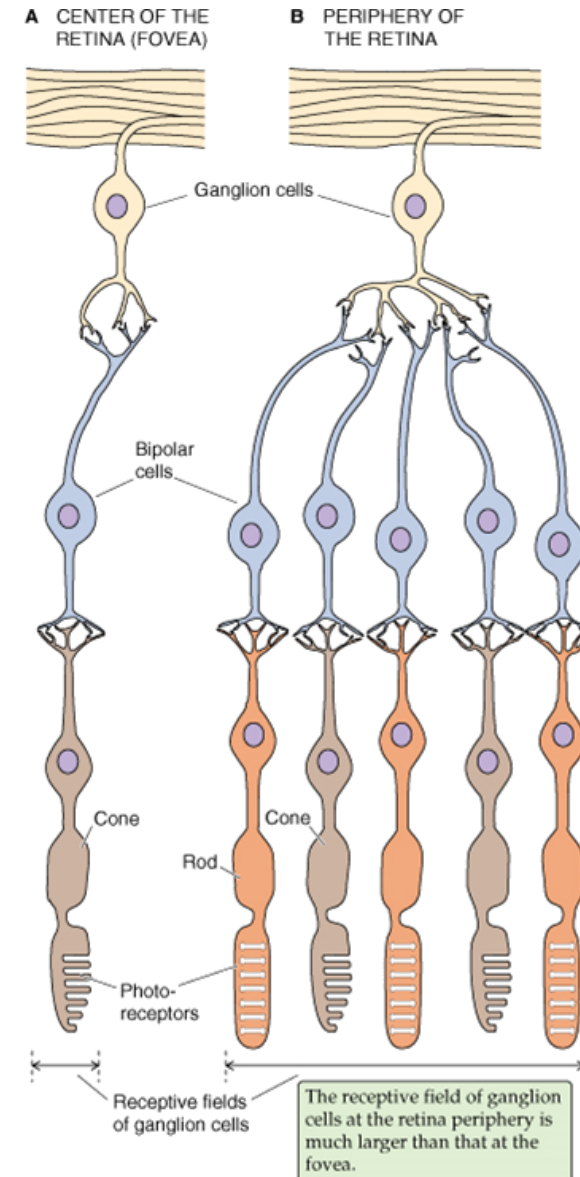
Sítnice

- Fotoreceptory
- Interneurony
 - Horizontální buňky
 - Horizontální propojení
 - Bipolární buňky
 - Vertikální propojení
 - Amakrinní buňky
 - Horizontální i vertikální propojení
- Gagngliové buňky
 - Tvorba AP
 - Transmise AP do mozku

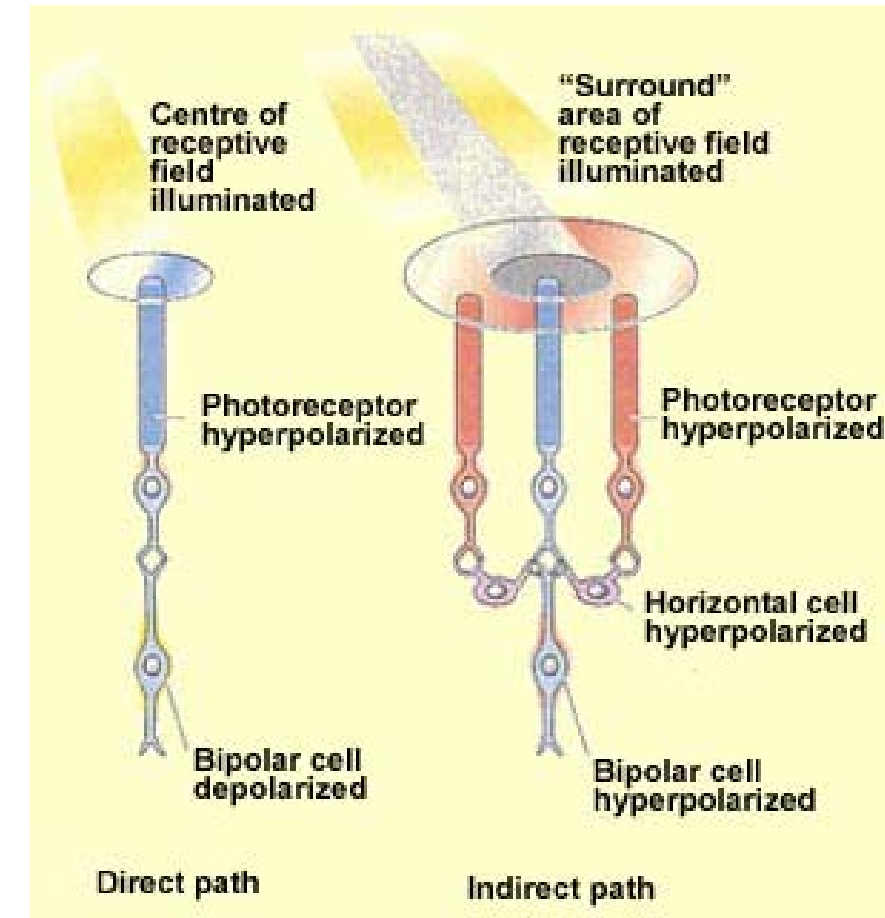
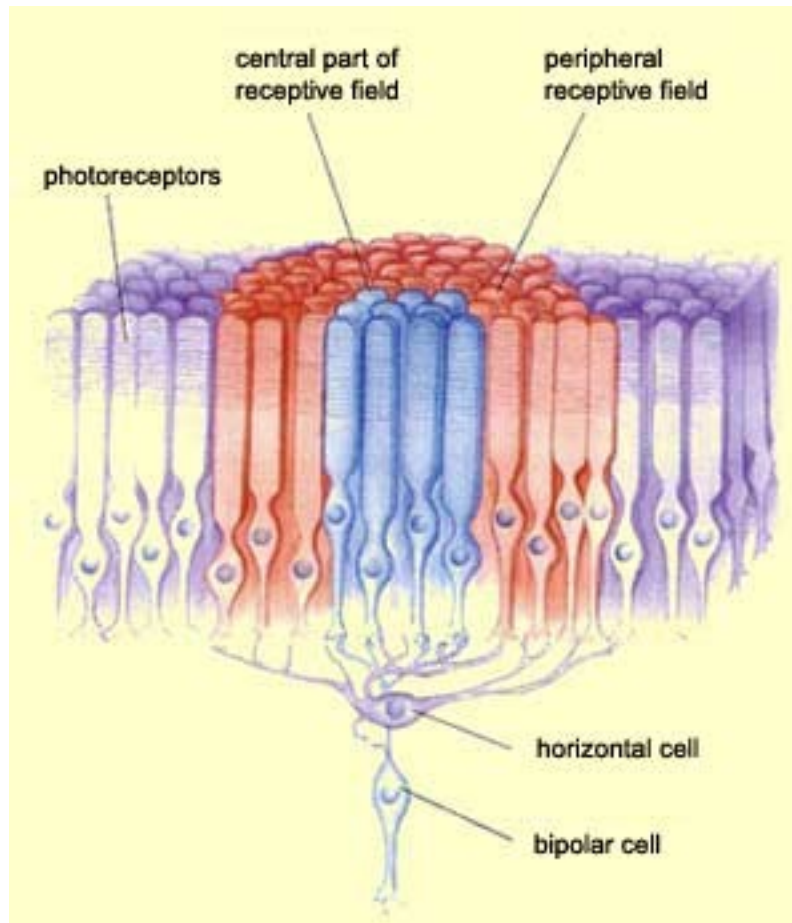


Sítnice

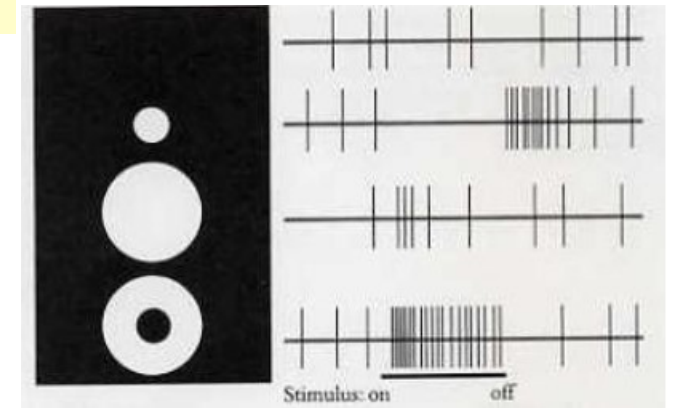
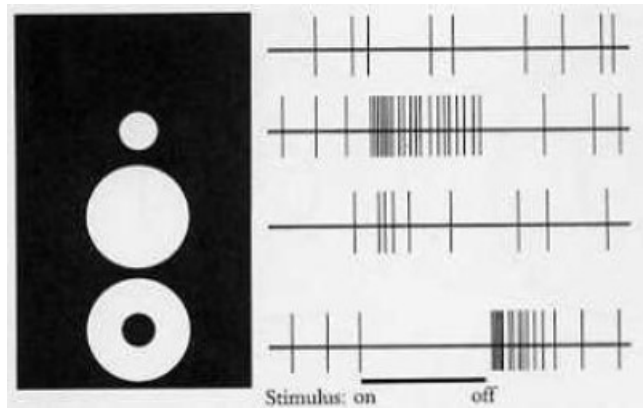
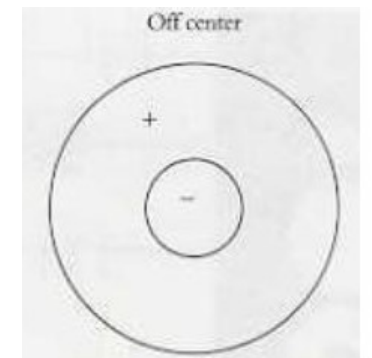
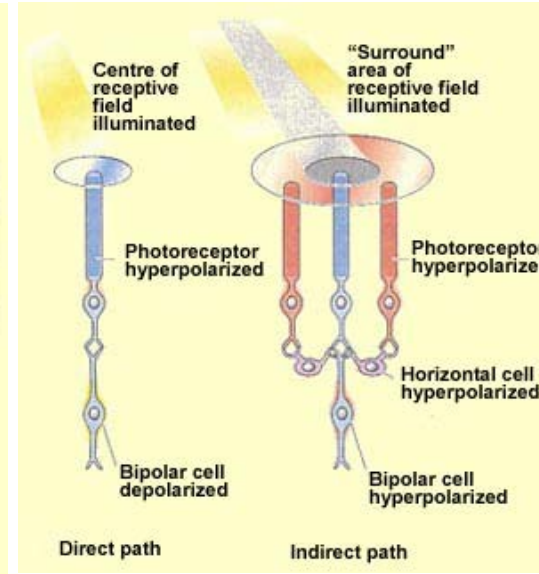
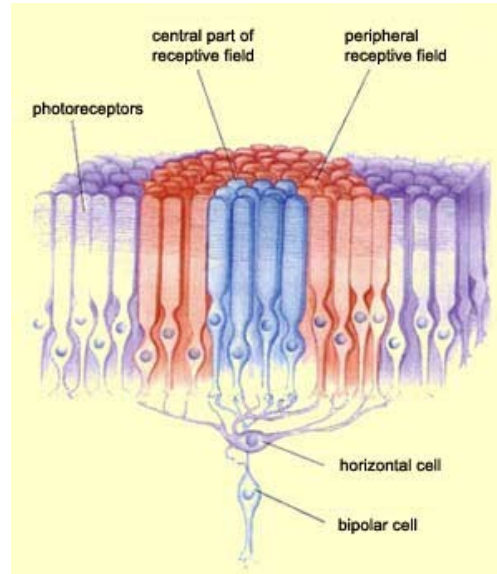
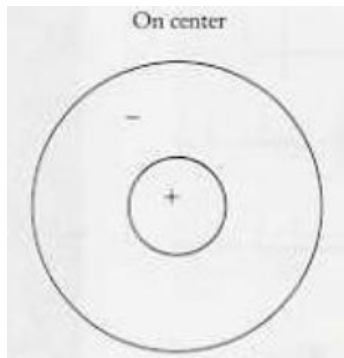
- Fovea
 - Malá konvergence signálu
 - Malé receptivní pole
 - Vysoké rozlišení
 - Malá senzitivita ke světlu
- Periferie sítnice
 - Velká konvergence signálu
 - Velké receptivní pole
 - Nízké rozlišení
 - Vysoká senzitivita ke světlu



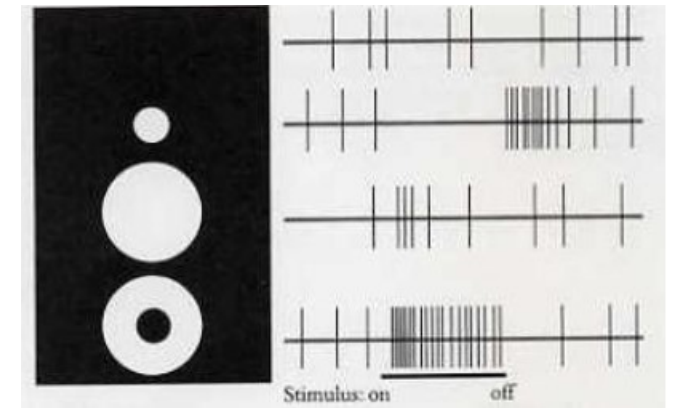
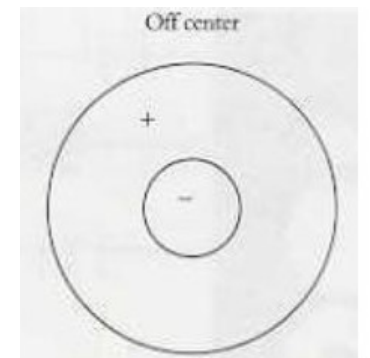
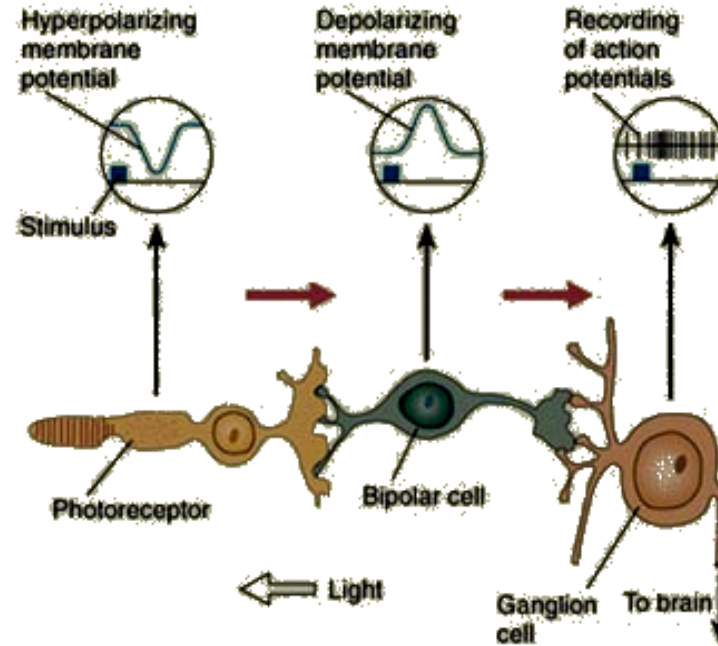
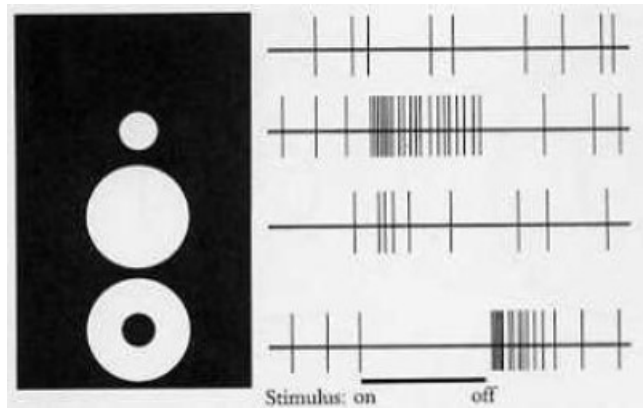
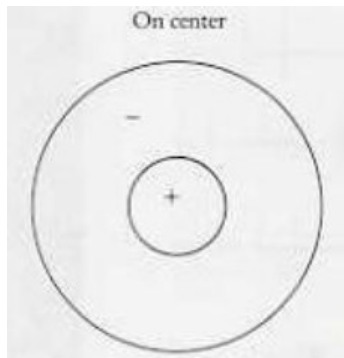
Receptivní pole



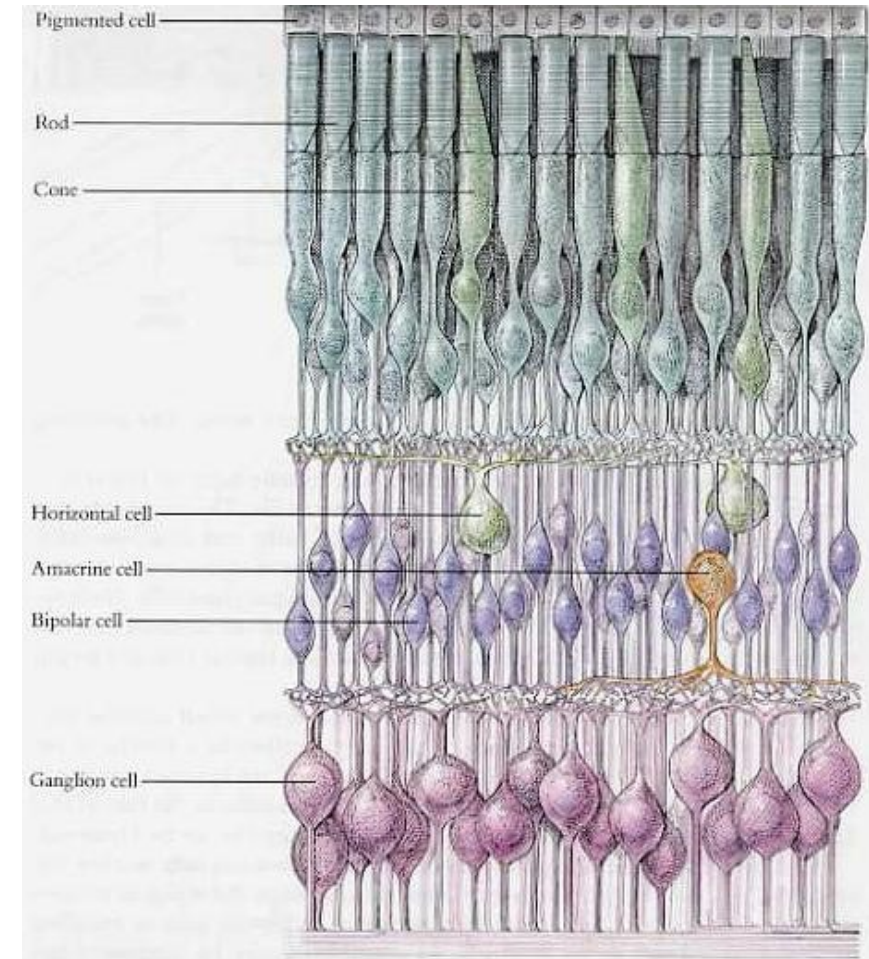
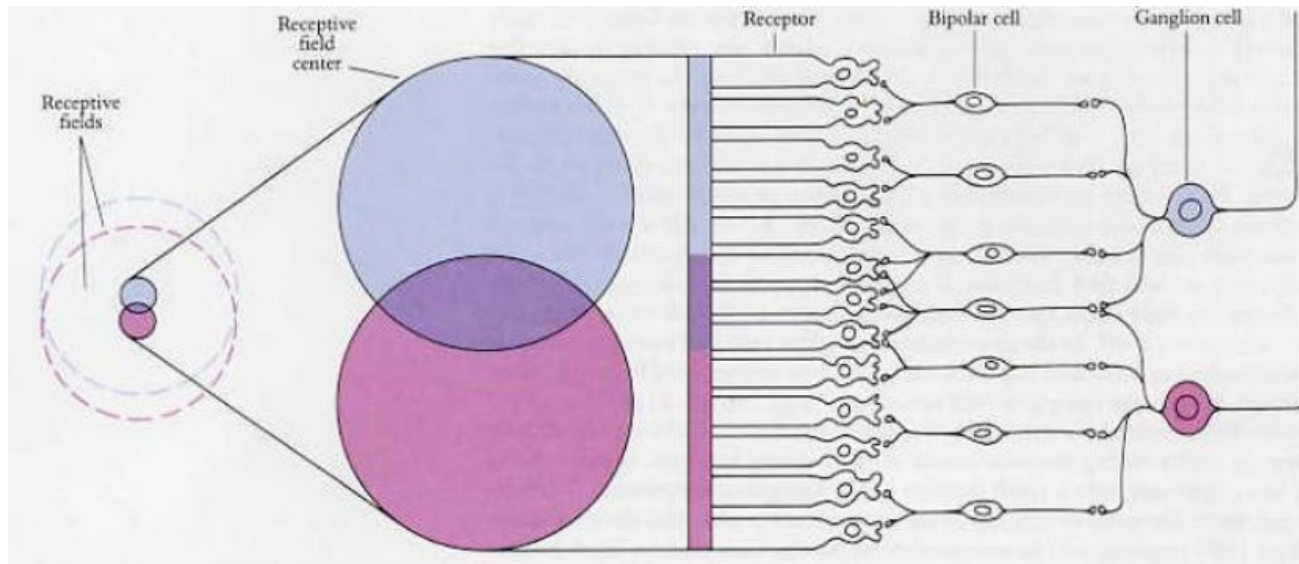
Receptivní pole



Receptivní pole



Receptivní pole

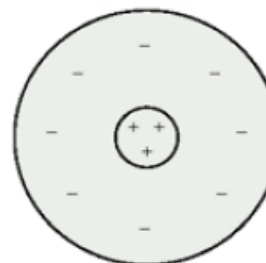


Receptivní pole

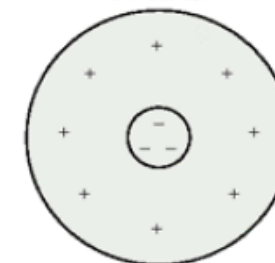
- Magnocelulární systém
 - Velká receptivní pole
 - Tyčinky i čípky
 - **M gangliové buňky (10%)**
 - Vysoká rychlost vedení
 - Dobrá senzitivita na jas/nízký kontrast
 - Minimální senzitivita na barvu

A M cells

On-center

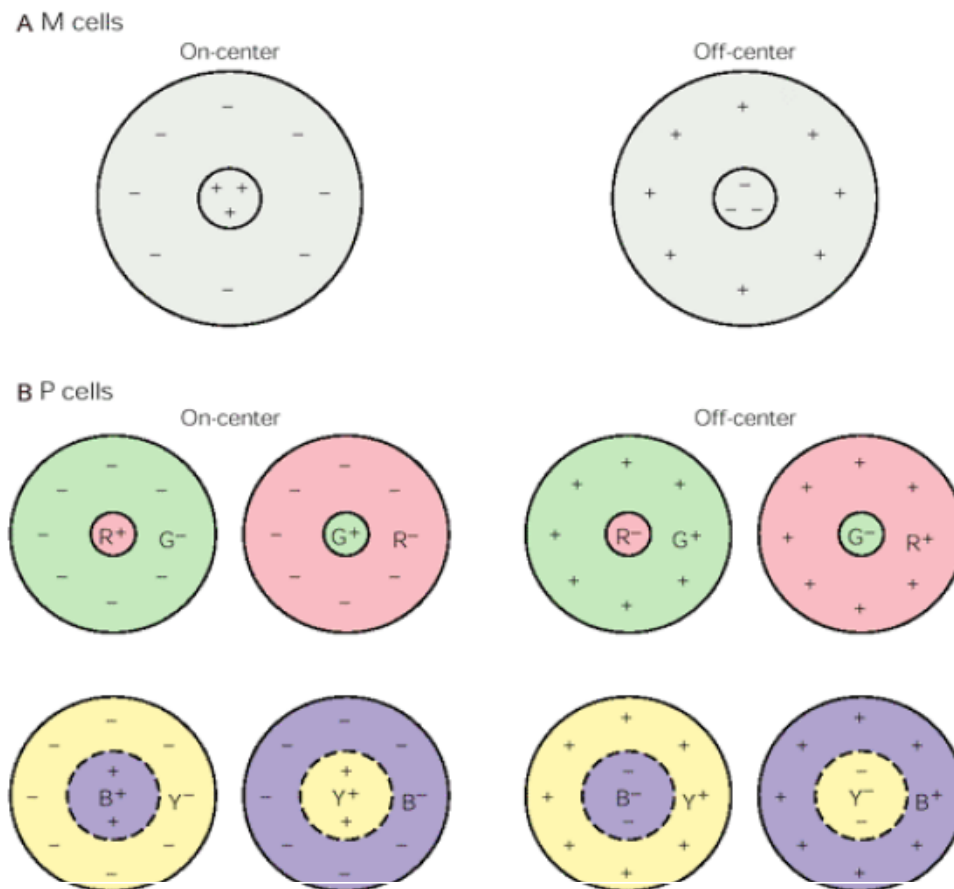


Off-center



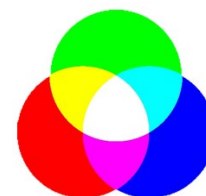
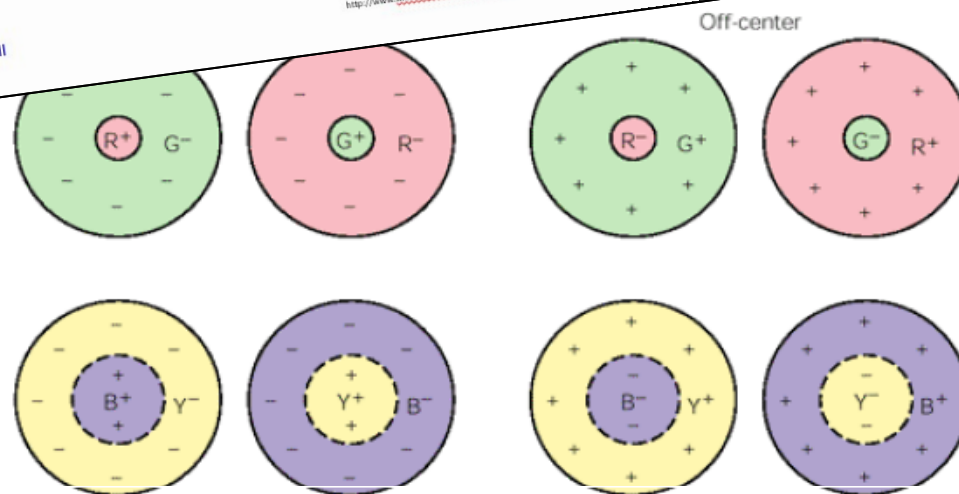
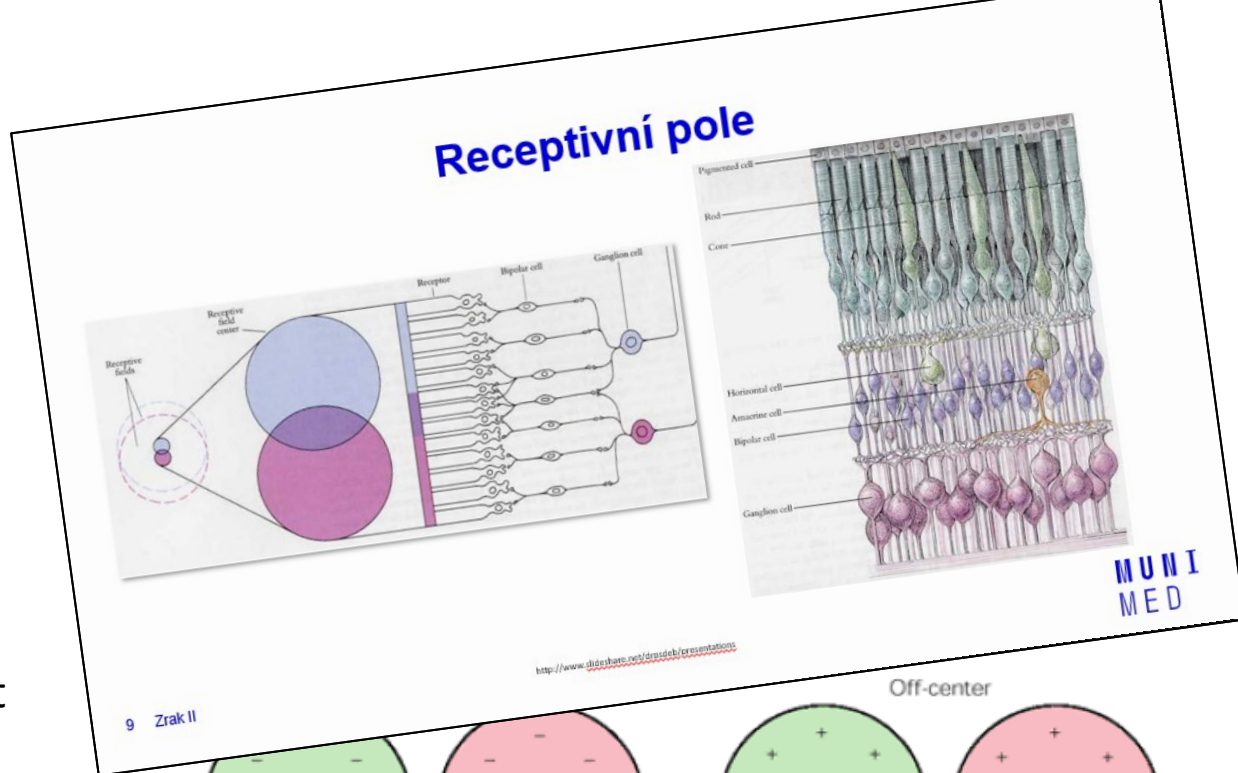
Receptivní pole

- Magnocelulární systém
 - Velká receptivní pole
 - Tyčinky i čípky
 - **M gangliové buňky (10%)**
 - Vysoká rychlost vedení
 - Dobrá senzitivita na jas/nízký kontrast
 - Minimální senzitivita na barvu
- Parvocelulární systém
 - Malá receptivní pole
 - Čípky i tyčinky
 - **P gangliové buňky (80%)**
 - Pomalá rychlost vedení
 - Špatná senzitivita na nízký kontrast
 - Dobrá senzitivita na barvu



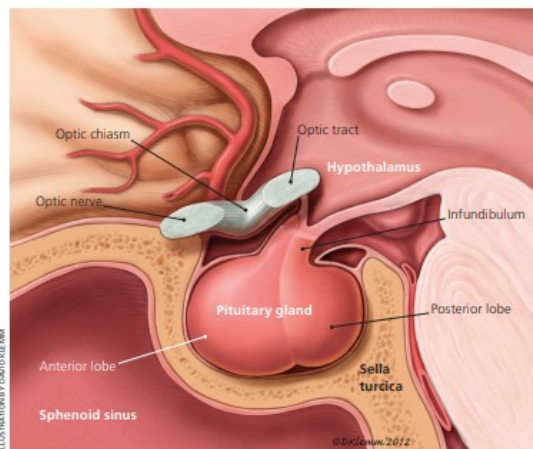
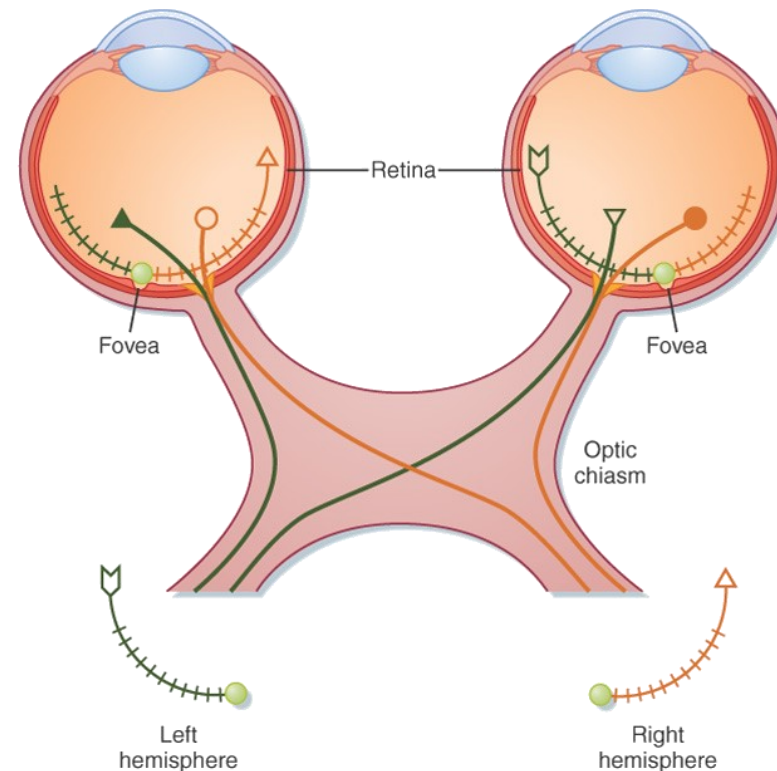
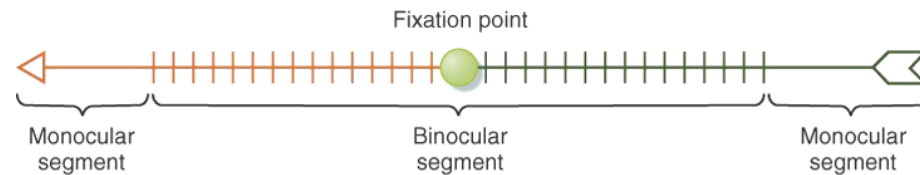
Receptivní pole

- Magnocelulární systém
 - Velká receptivní pole
 - Tyčinky i čípky
 - **M gangliové buňky (10%)**
 - Vysoká rychlost vedení
 - Dobrá senzitivita na jas/nízký kontrast
 - Minimální senzitivita na barvu
- Parvocelulární systém
 - Malá receptivní pole
 - Čípky i tyčinky
 - **P gangliové buňky (80%)**
 - Pomalá rychlost vedení
 - Špatná senzitivita na nízký kontrast
 - Dobrá senzitivita na barvu



Nervus opticus a tractus opticus

- Nervus opticus
 - Informace z jednoho oka
 - Informace z „celého“ zorného pole
- Tractus opticus
 - Informace z obou očí
 - Informace z poloviny zorného pole



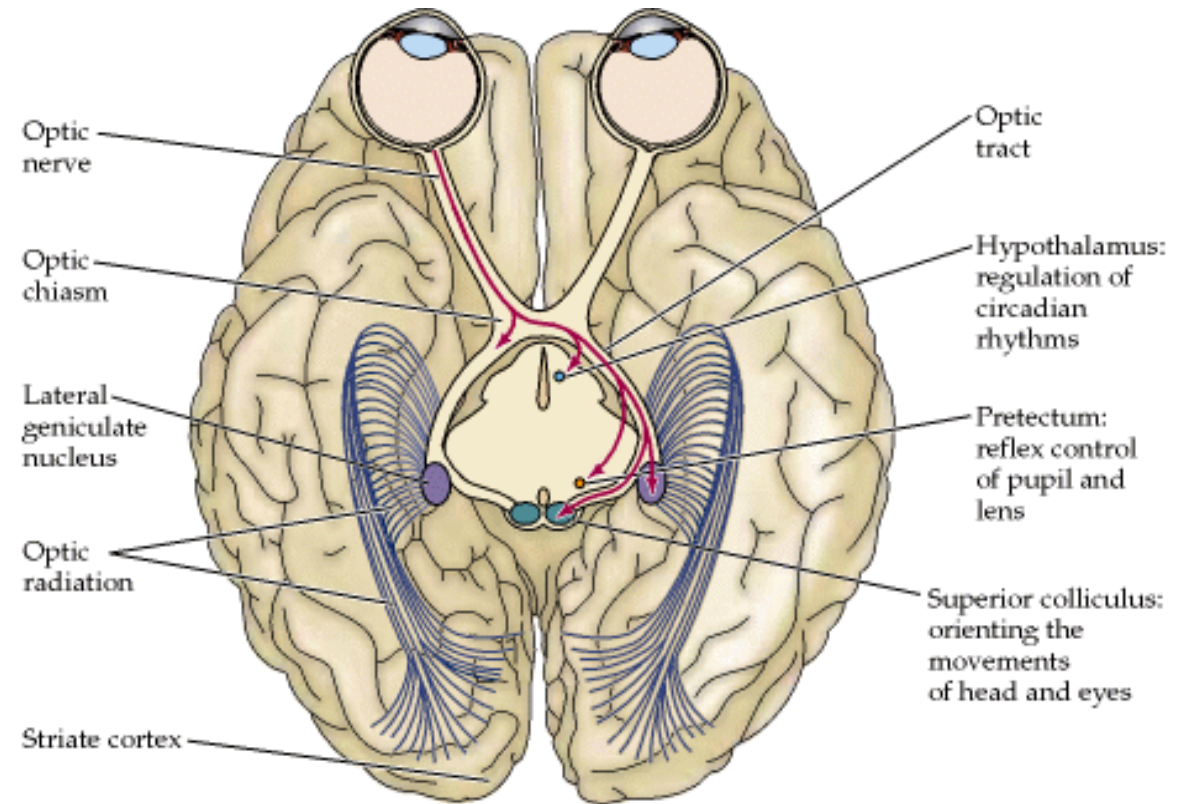
<https://www.aafp.org/afp/2013/0901/p319.pdf>

Copyright © 2008, 2004, 1998, 1993, 1988, 1983 by Mosby, Inc., an affiliate of Elsevier Inc.

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

Zraková dráha

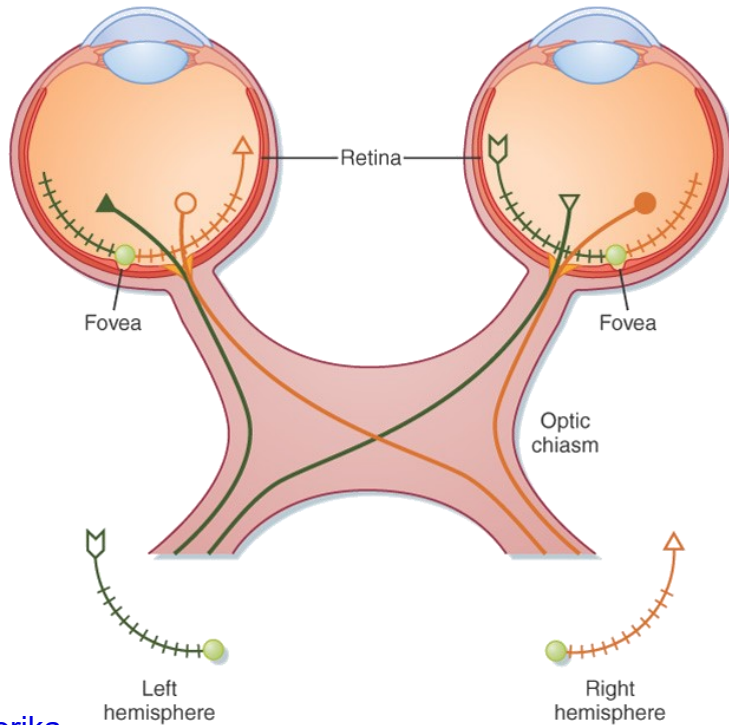
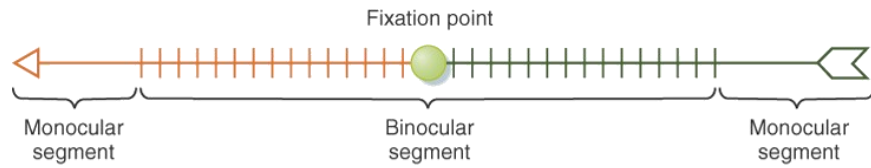
- Nucleus corporis geniculati lateralis
 - Thalamus
 - Většina signálu
 - Dále cestou radiation optica do neokortexu
- Hypothalamus
 - Regulace cirkadiální aktivity
- Pretectum
 - Pupilární reflex
- Colliculi superiores
 - Reflexní pohyby očí a hlavy



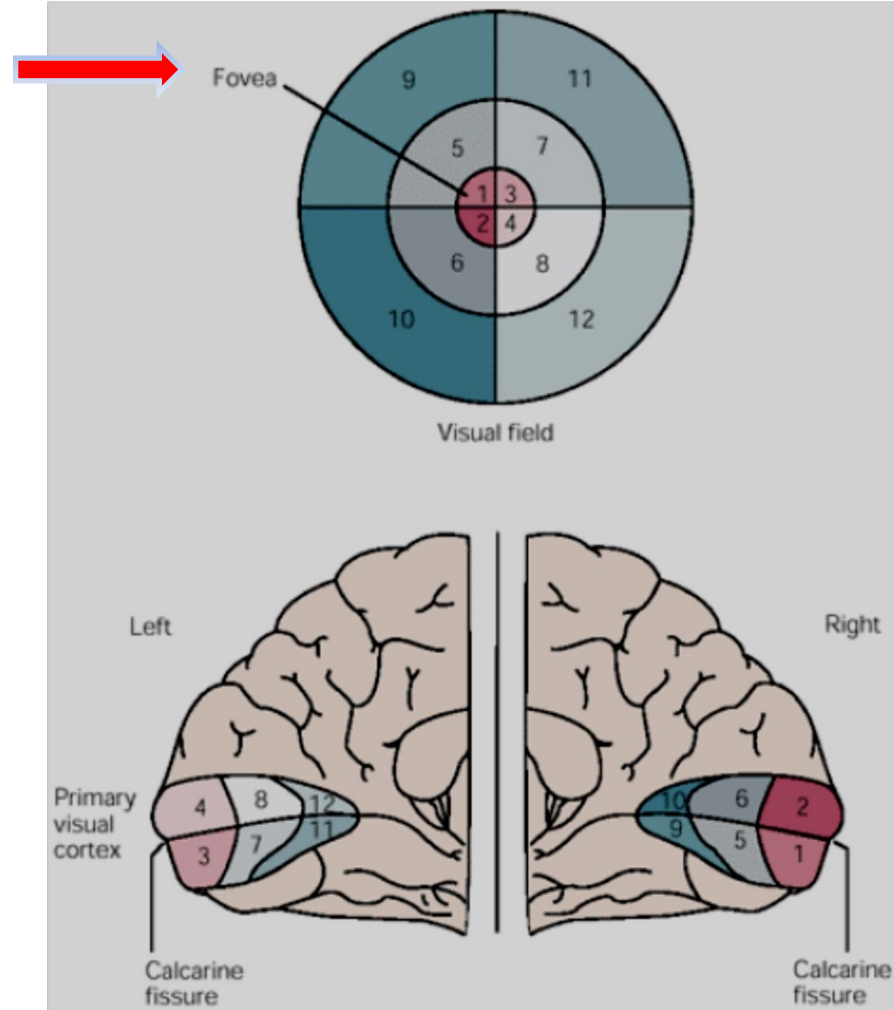
<http://www.slideshare.net/drpsdeb/presentations>

Primární zrakový kortex

Retinotopická organizace

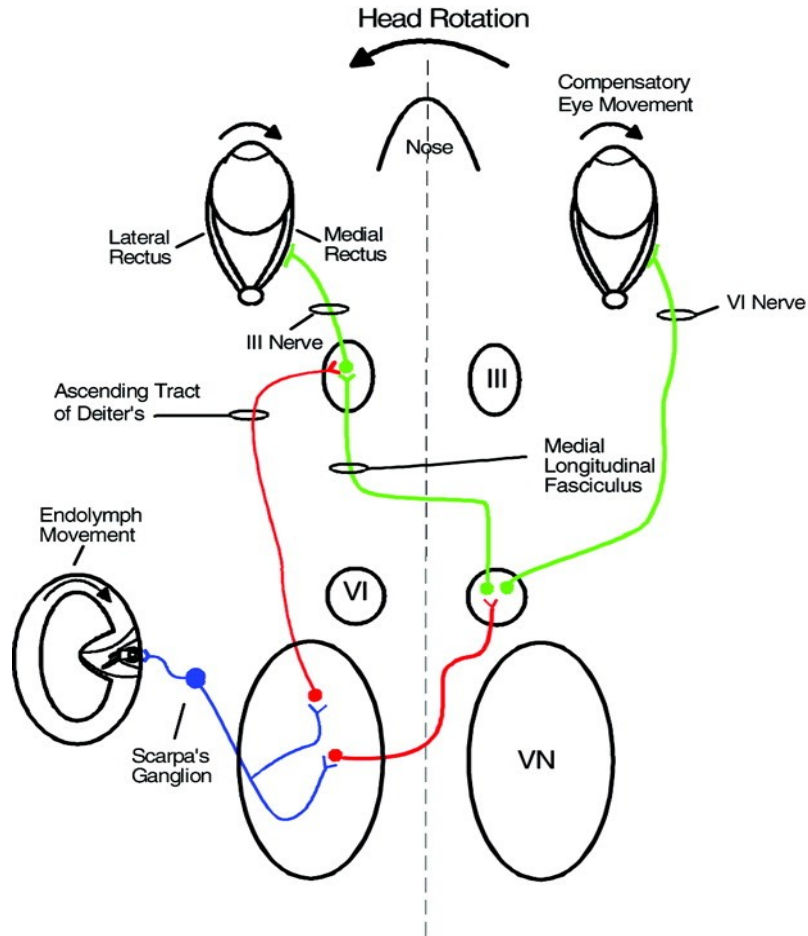


Copyright © 2008, 2004, 1998, 1993, 1988, 1983 by Mosby, Inc., an affiliate of Elsevier Inc.

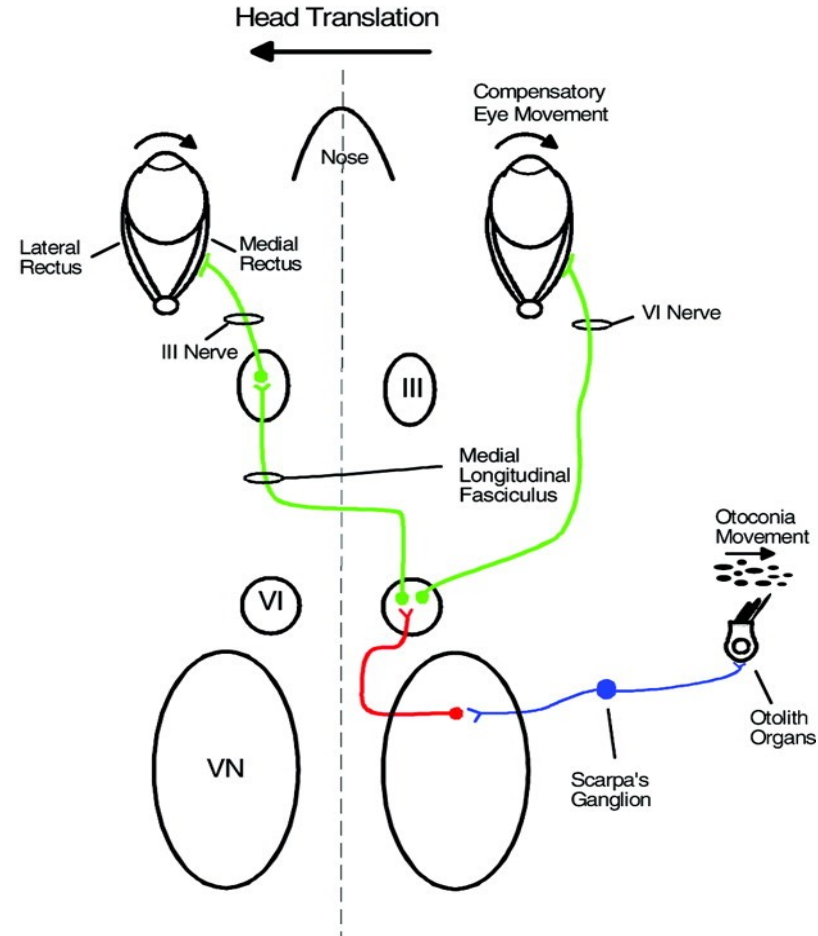


Vestibulookulární reflex

Rotational VOR



Translational VOR




Nystagmus

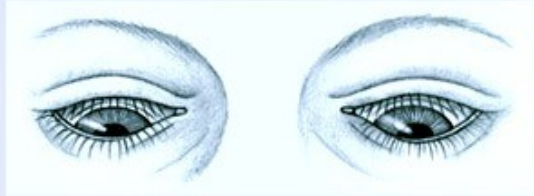
- Nekontrolované rytmické konjugované pohyby očních bulbů
- Fyziologický
 - Postrotační
 - Optokinetický
- Patologický
 - ✓ Periferní
 - Poruchy vestibulárního systému
 - ✓ Centrální
 - Poruchy CNS (cerebellum, medencefalon...)

Classifying nystagmus
The various types of jerk and pendular nystagmus are illustrated below.


JERK NYSTAGMUS
Convergence-retraction nystagmus refers to the irregular jerking of the eyes back into the orbit during upward gaze. It can indicate midbrain tegmental damage.



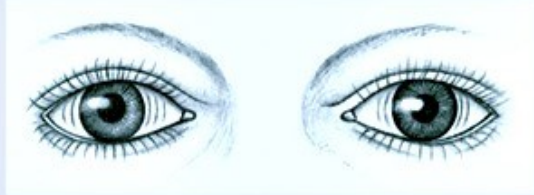
Downbeat nystagmus refers to the irregular downward jerking of the eyes during downward gaze. It can signal lower medullary damage.



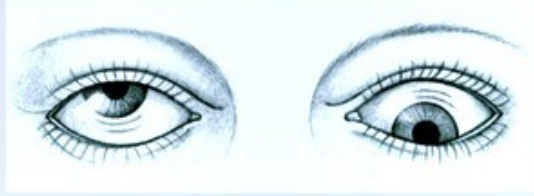
Vestibular nystagmus, the horizontal or rotary movement of the eyes, suggests vestibular disease or cochlear dysfunction.



PENDULAR NYSTAGMUS
Horizontal, or pendular, nystagmus refers to oscillations of equal velocity around a center point. It can indicate congenital loss of visual acuity or multiple sclerosis.



Vertical, or seesaw, nystagmus is the rapid, seesaw movement of the eyes: One eye appears to rise while the other appears to fall. It suggests an optic chiasm lesion.



http://dxline.info/img/new_ail/nystagmus.jpg

Sakadické pohyby

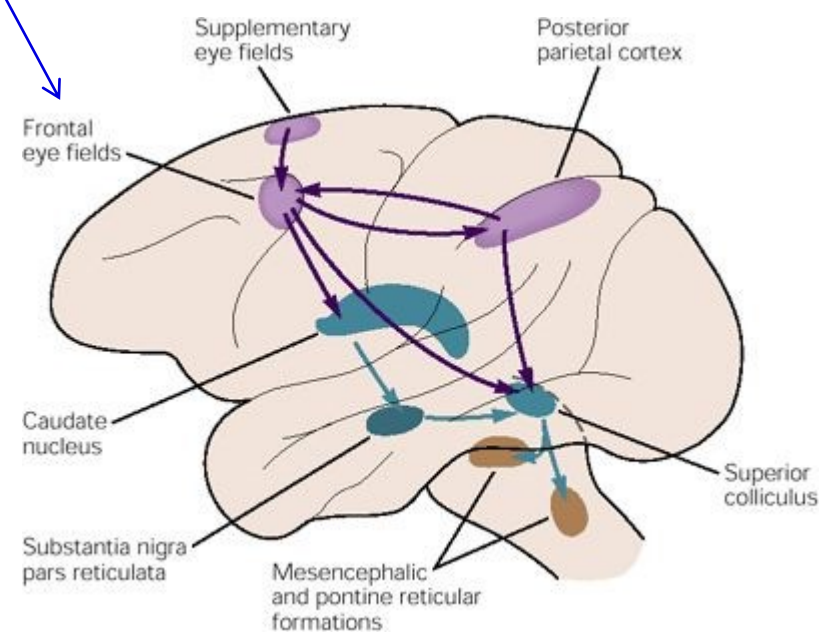


<https://en.wikipedia.org/wiki/Saccade#/media/File:Szakkad.jpg>

Volní
(záměrné)
sledování

Asistence při
řízení sakád
během pohybu

Reflexní
sledování

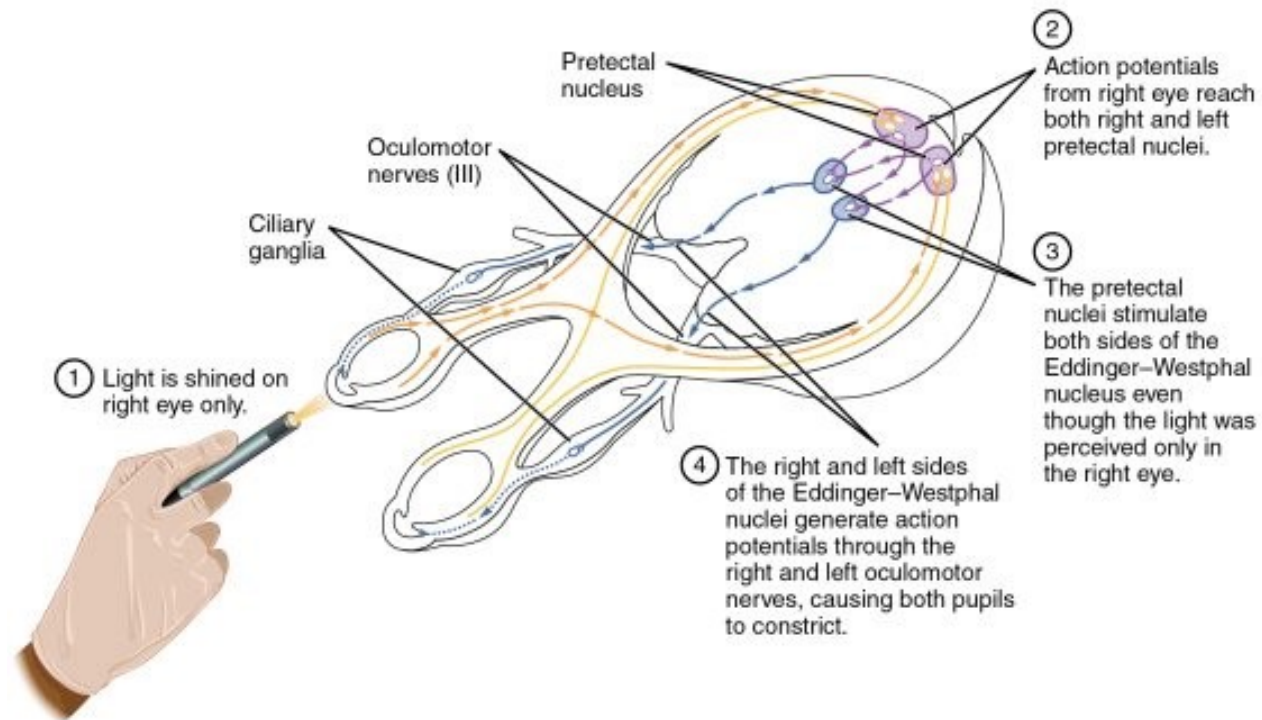


<https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/564x/51/f7/26/51f7267e7c8a59caa90f904cd4f965eb.jpg>

**26TH PRAGUE
INTERNATIONAL
FILM FESTIVAL
21.-29.03.2019**



Pupilární reflex



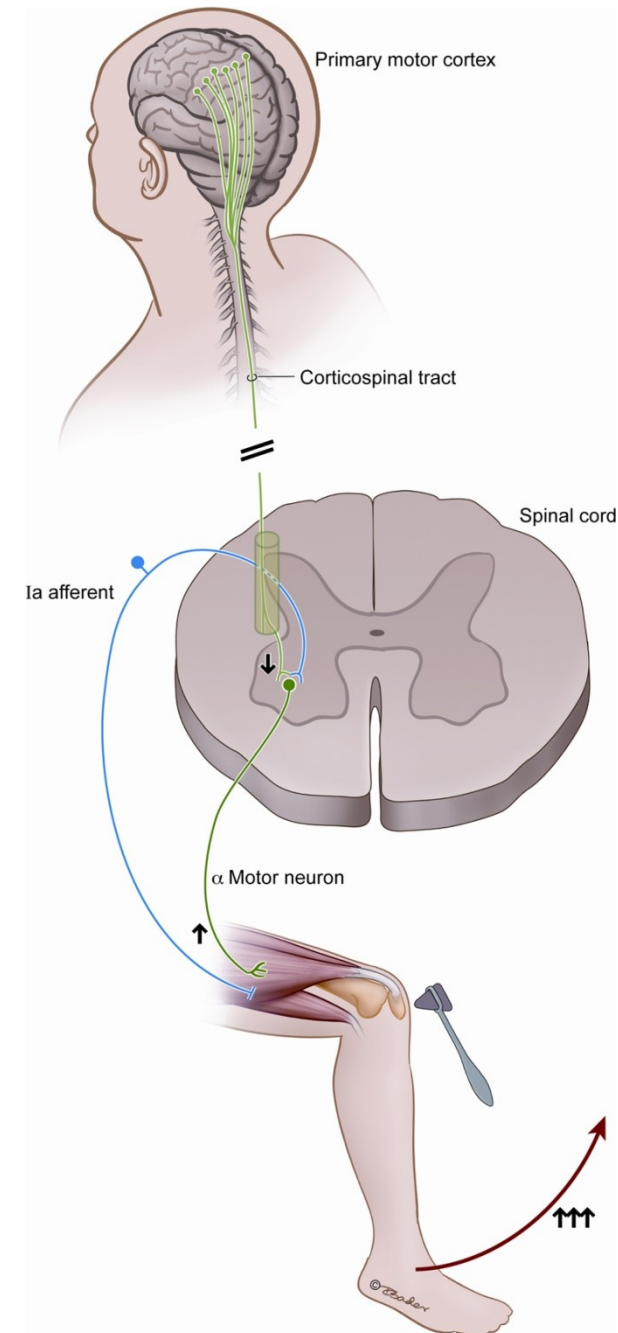
http://www.ubooks.pub/Books/B0/E27R7642/MAIN/images/1509_Pupillary_Reflex_Pathways.jpg

M U N I
M E D

Motorika

Úvod

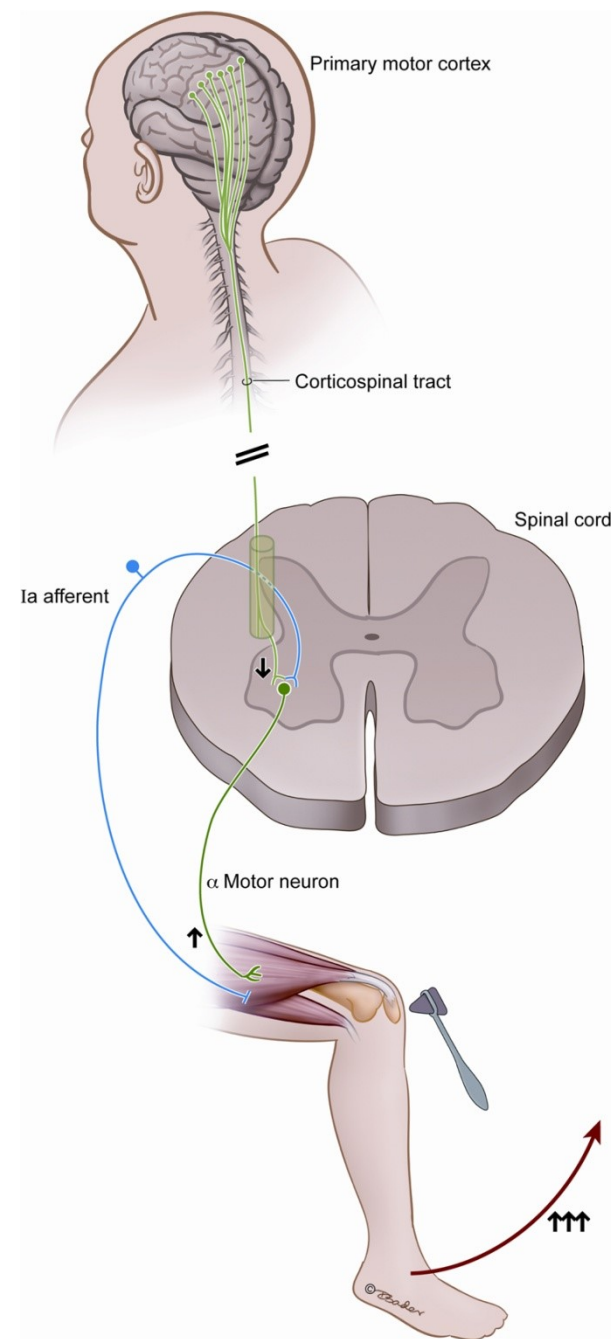
- Motorická akce je výsledkem aktivity dolního motoneuronu
- Dolní motoneuron je součástí lokálního reflexního okruhu



http://www.frontiersin.org/files/Articles/42416/fnhum-07-00085-HTML/image_my/fnhum-07-00085-g001.jpg

Úvod

- Motorická akce je výsledkem aktivity dolního motoneuronu
- Dolní motoneuron je součástí lokálního reflexního okruhu
- Dolní motoneuron integruje informace z různých vstupů
 - Vyšší etáže CNS
 - Horní motoneuron, tectum, n. ruber, mozkový kmen
 - Propriocepce



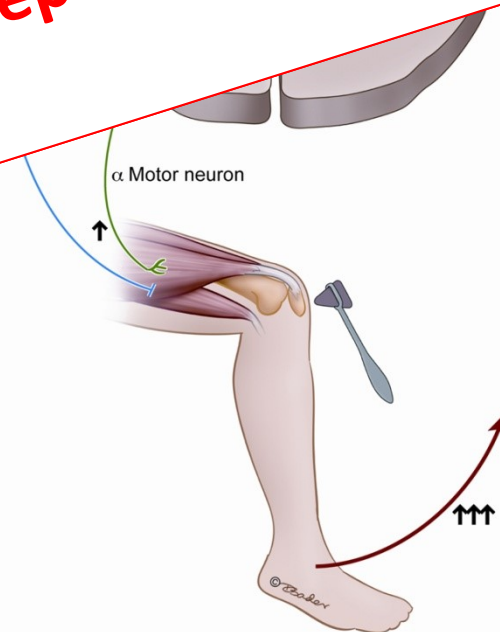
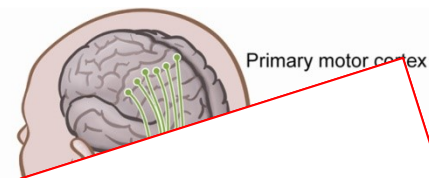
http://www.frontiersin.org/files/Articles/42416/fnhum-07-00085-HTML/image_my/fnhum-07-00085-g001.jpg

Úvod

- Motorická akce je výsledkem aktivity dolního motoneuronu
- Dolní motoneuron reguluje aktivitu lokálních reflexních oblouků v souladu s požadavky z vyšších etáží CNS
- Dolní motoneuron reguluje aktivitu lokálních reflexních oblouků na základě informace z propriocepčního aparátu

Dolní motoneuron reguluje aktivitu lokálních reflexního okruhu v souladu s požadavky z vyšších etáží CNS

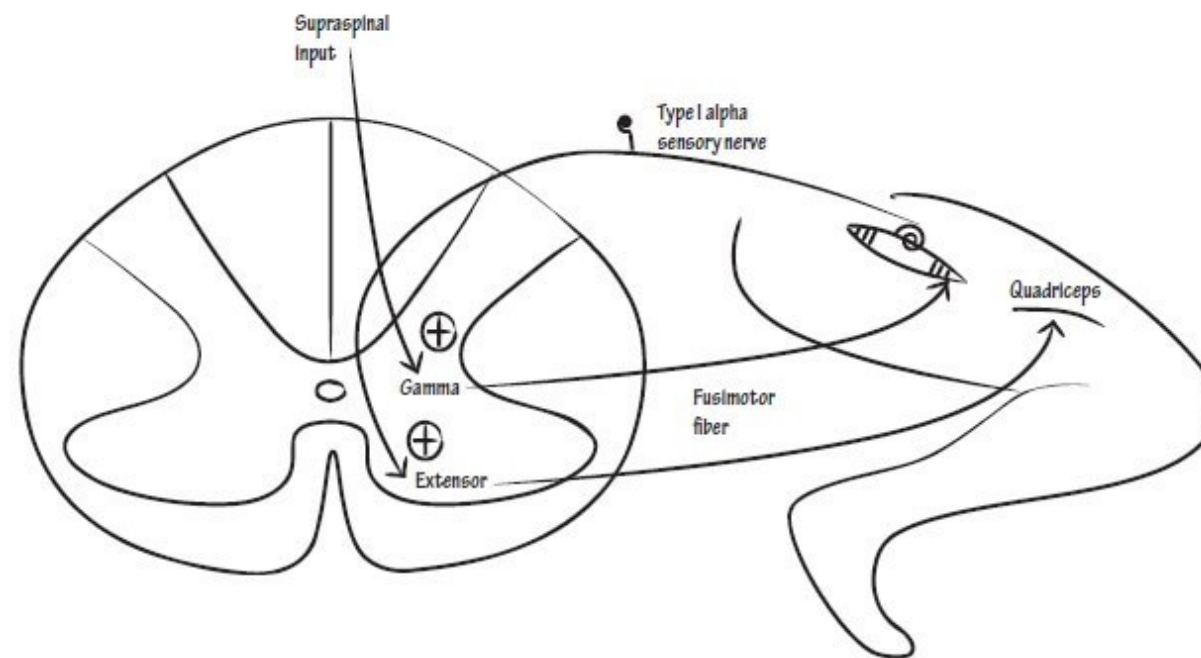
Dolní motoneuron reguluje aktivitu lokálních reflexních oblouků na základě informace z propriocepčního aparátu



http://www.frontiersin.org/files/Articles/42416/fnhum-07-00085-HTML/image_m/fnhum-07-00085-g001.jpg

Dolní motoneuron

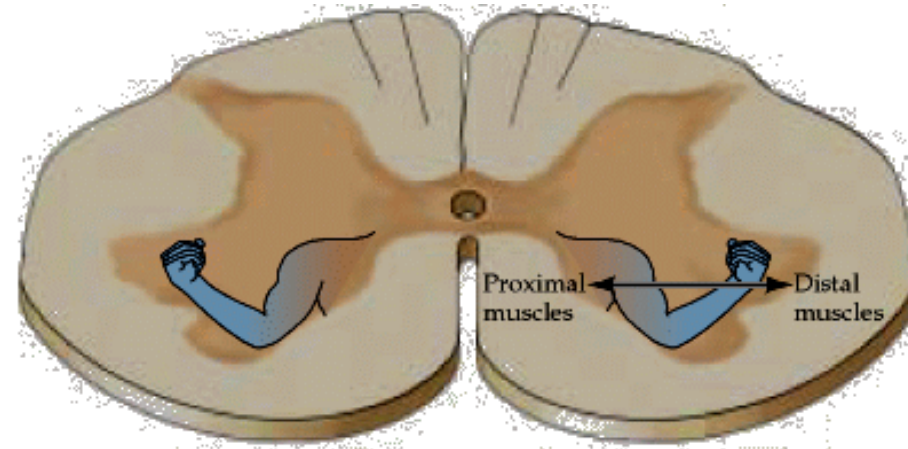
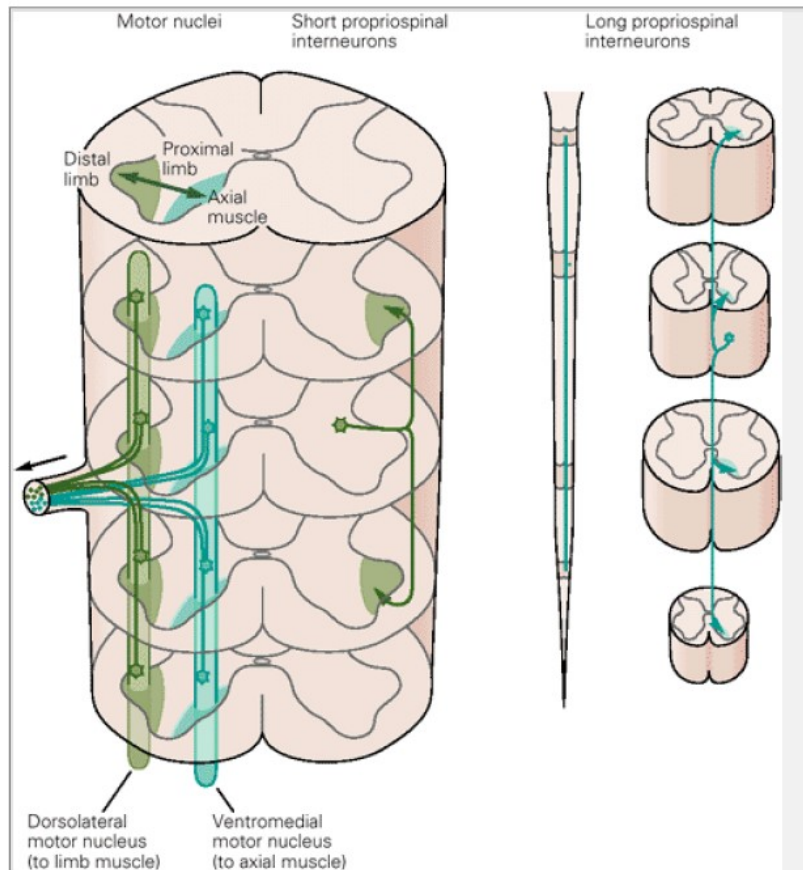
- **α motoneuron**
 - inervace kontraktilního aparátu
 - extrafuzální vlákna
 - svalová kontrakce
- **γ motoneuron**
 - inervace svalových vřetének
 - intrafuzální vlákna
 - adjustace délky svalového vřeténka
 - gama klička
- **β motoneuron**
 - Intrafuzální i extrafuzální vlákna



<http://epomedicine.com/wp-content/uploads/2016/07/gamma-loop.jpg>

Dolní motoneuron

Topografie



Motorická jednotka

- „Průměrný“ sval inervován asi 100 motoneurony, které tvoří motorické jádro
- Každý motoneuron inervuje asi 100-1000 svalových vláken a každé svalové vlákno je inervováno pouze jedním motoneuronem

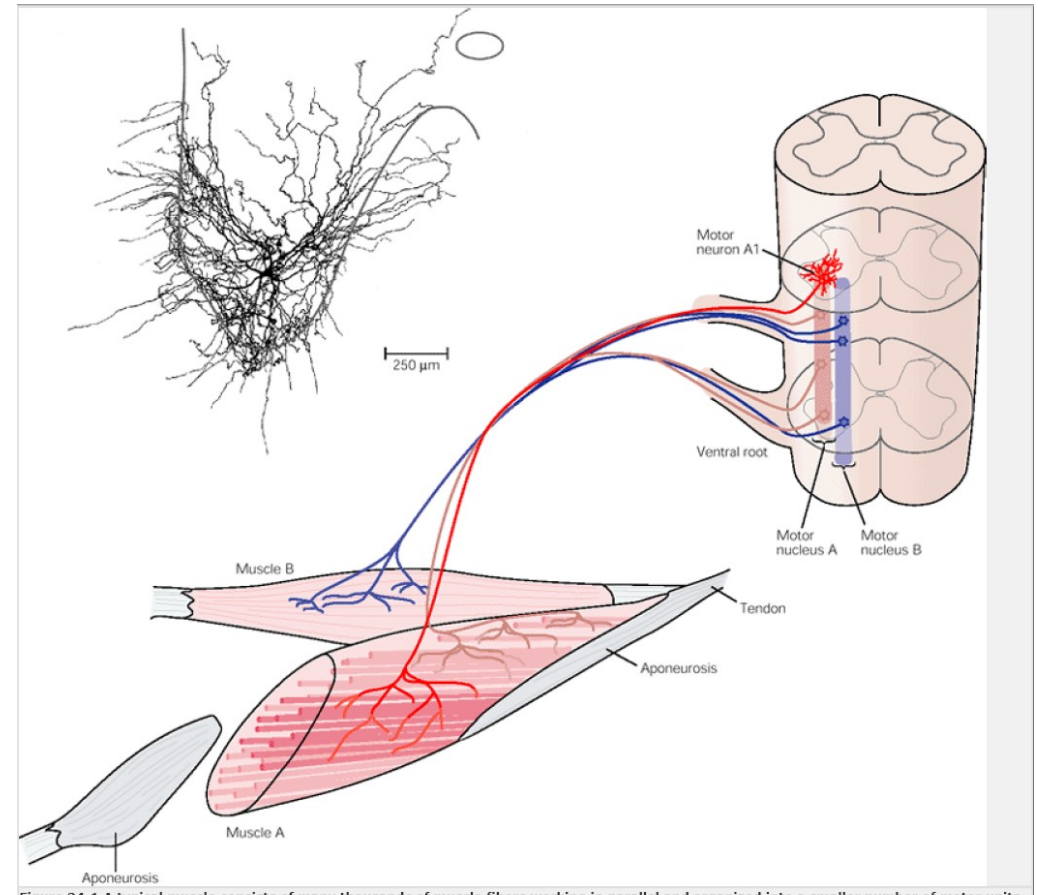


FIGURE 24.1 A typical muscle consists of many thousands of muscle fibers working in parallel and organized into a smaller number of motor units.

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

Motorická jednotka

- „Průměrný“ sval inervován asi 100 motoneurony, které tvoří motorické jádro
- Každý motoneuron inervuje asi 100-1000 svalových vláken a každé svalové vlákno je inervováno pouze jedním motoneuronem
- Soubor svalových vláken inervovaných jedním motoneuronem tvoří spolu s těmito motoneurony motorickou jednotku

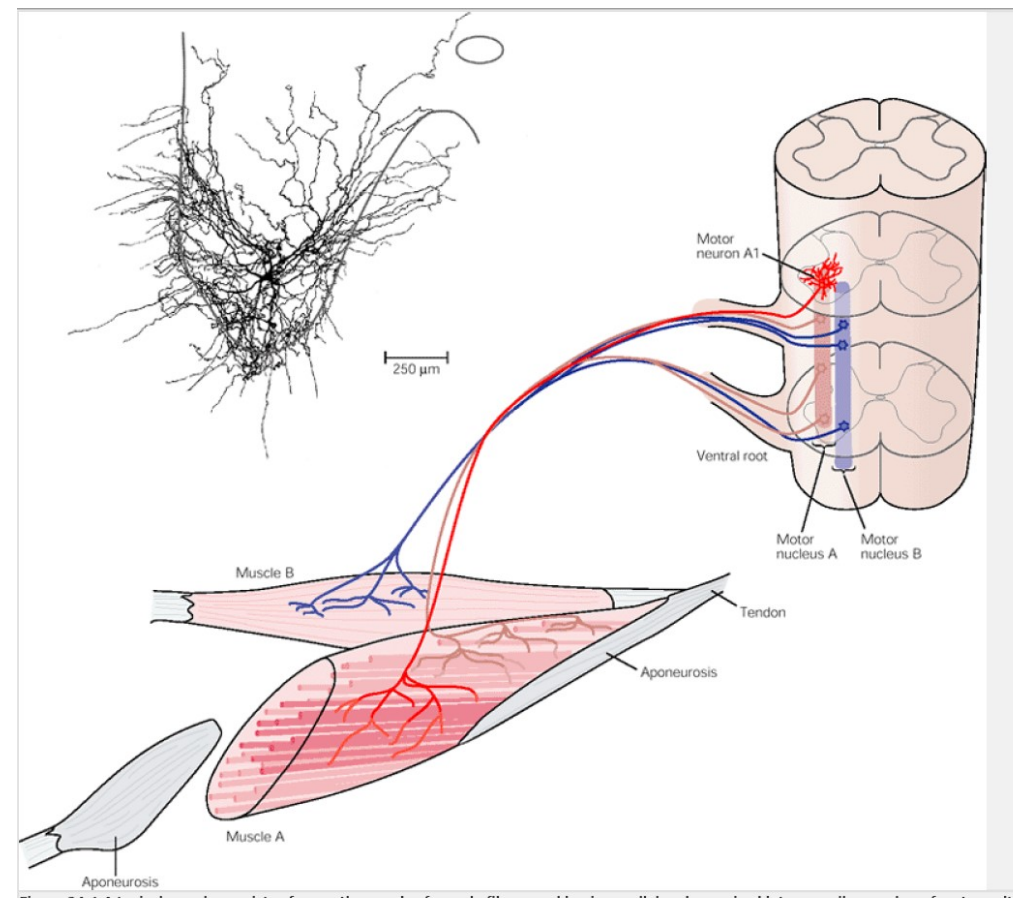


Figure 24.1 A typical muscle consists of many thousands of muscle fibers working in parallel and organized into a smaller number of motor units.

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

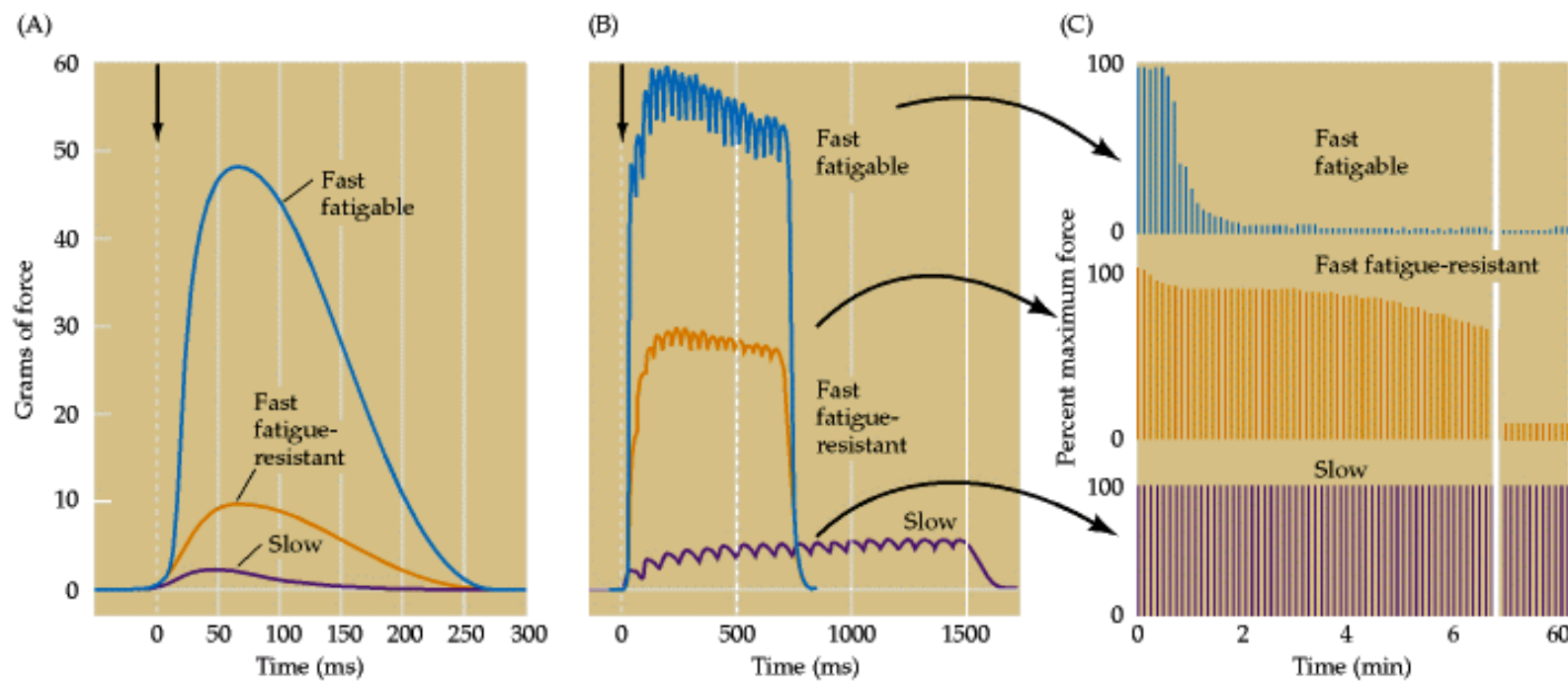
Typy svalových vláken

Rychlá vlákna

- Stavěna na výkon
- Rychlá únavě odolná vlákna- běžný výkon
- Rychlá unavitelná vlákna – vysoký výkon

Pomalá vlákna

- Stavěna na výdrž
- Odolná vůči únavě



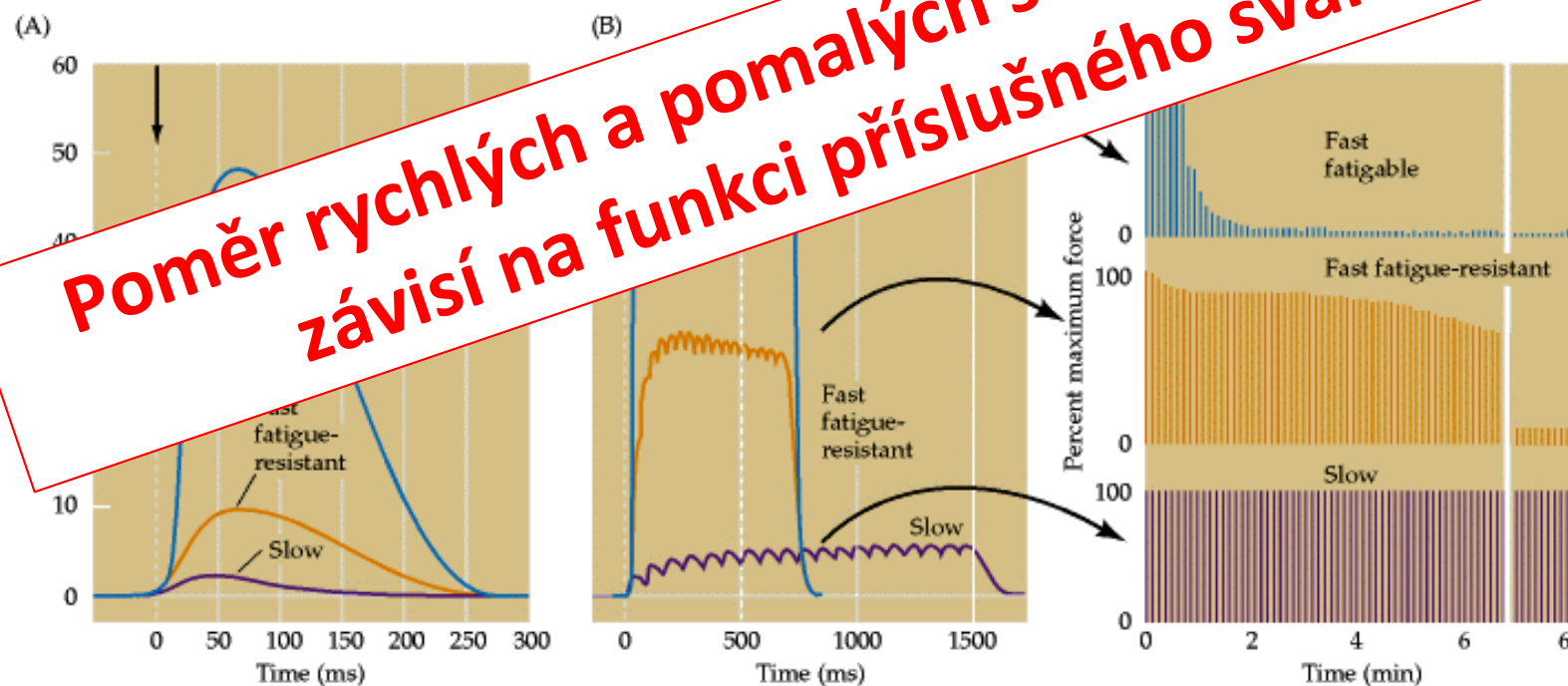
Typy svalových vláken

Rychlá vlákna

- Stavěna na výkon
- Rychlá únavě odolná vlákna- běžný výkon
- Rychlá unavitelná vlákna – vysoký výkon

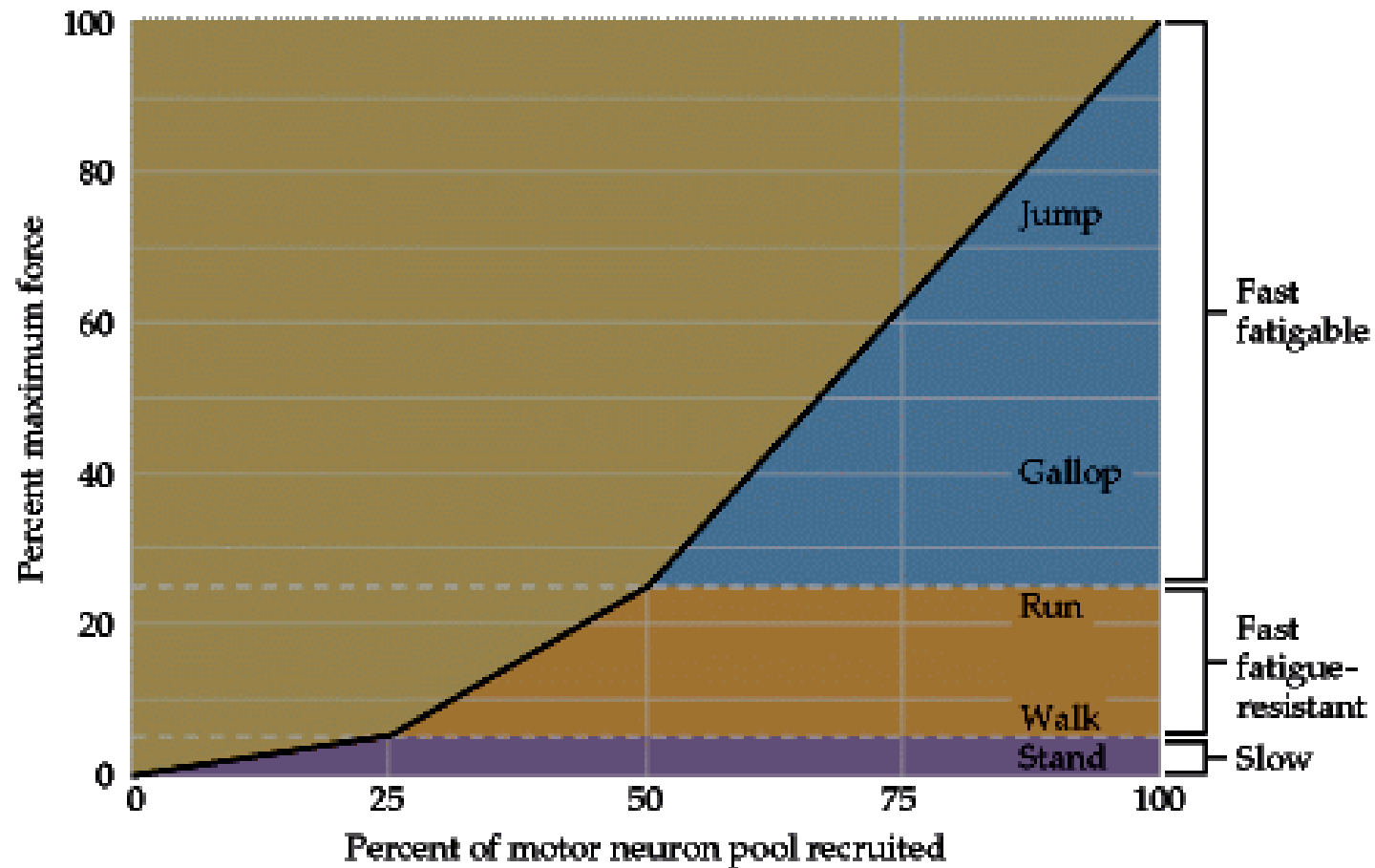
Pomalá vlákna

- Stavěna

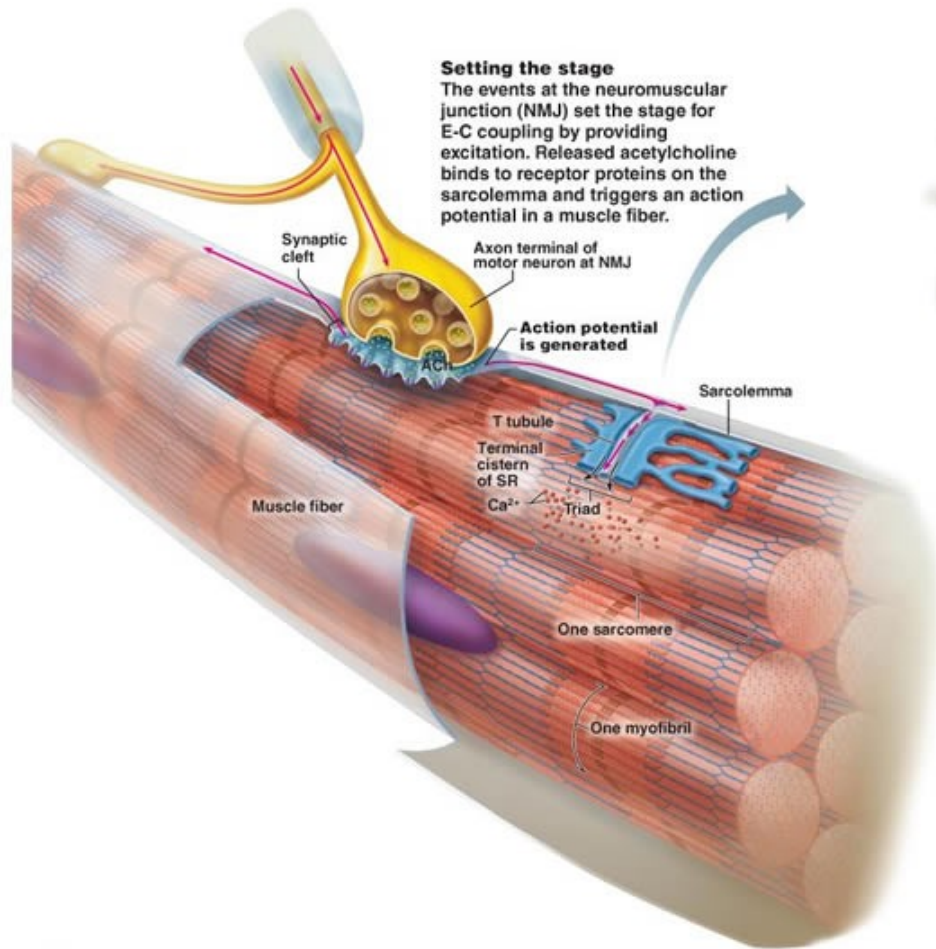


Nábor motorických jednotek

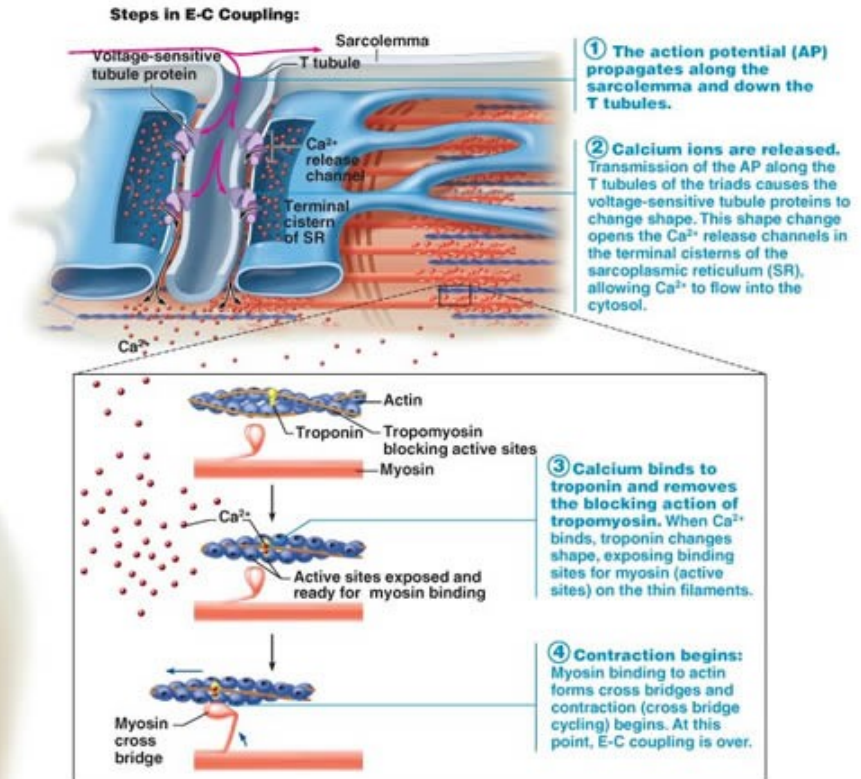
m. gastrocnemius u kočky



Nervosvalová ploténka



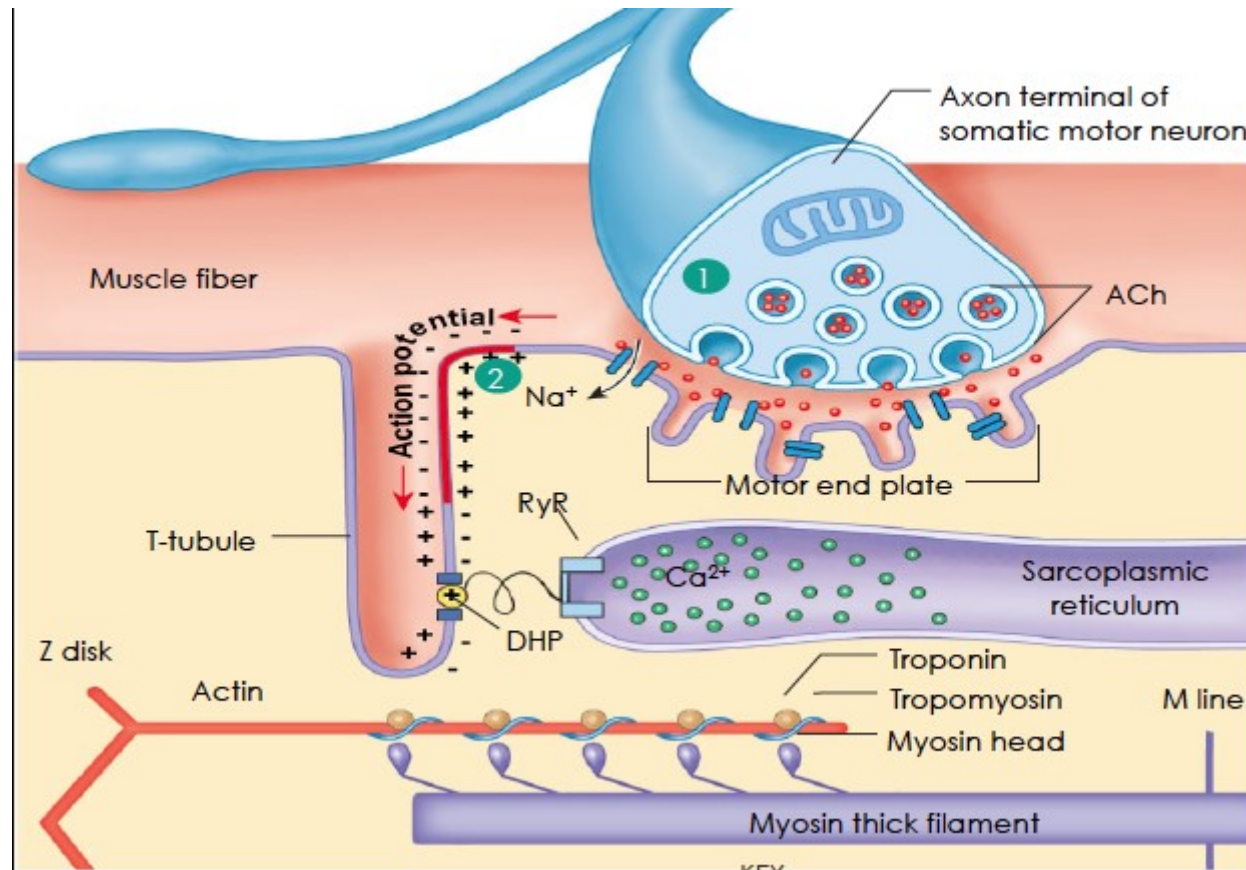
Setting the stage
The events at the neuromuscular junction (NMJ) set the stage for E-C coupling by providing excitation. Released acetylcholine binds to receptor proteins on the sarcolemma and triggers an action potential in a muscle fiber.



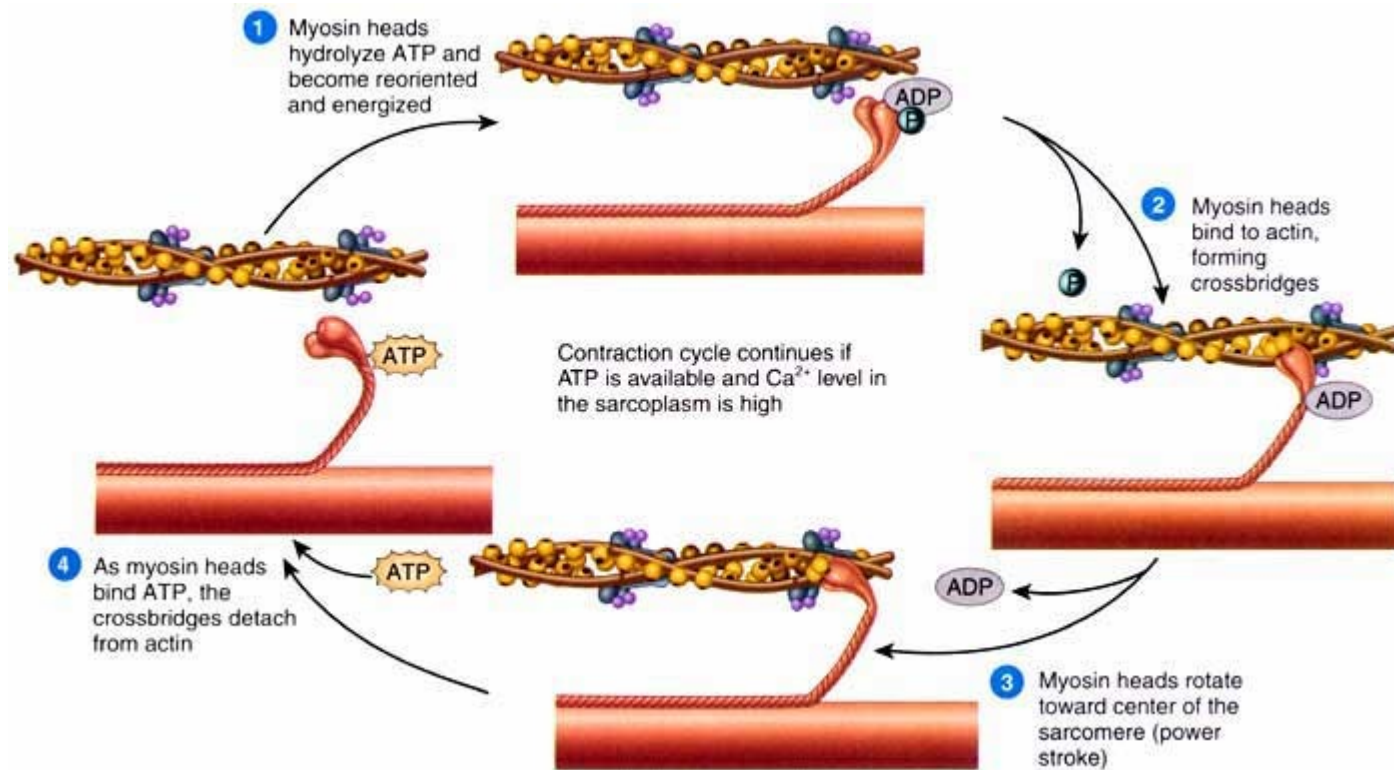
The aftermath

When the muscle AP ceases, the voltage-sensitive tubule proteins return to their original shape, closing the Ca^{2+} release channels of the SR. Ca^{2+} levels in the sarcoplasm fall as Ca^{2+} is continually pumped back into the SR by active transport. Without Ca^{2+} , the blocking action of tropomyosin is restored, myosin-actin interaction is inhibited, and relaxation occurs. Each time an AP arrives at the neuromuscular junction, the sequence of E-C coupling is repeated.

Nervosvalová ploténka



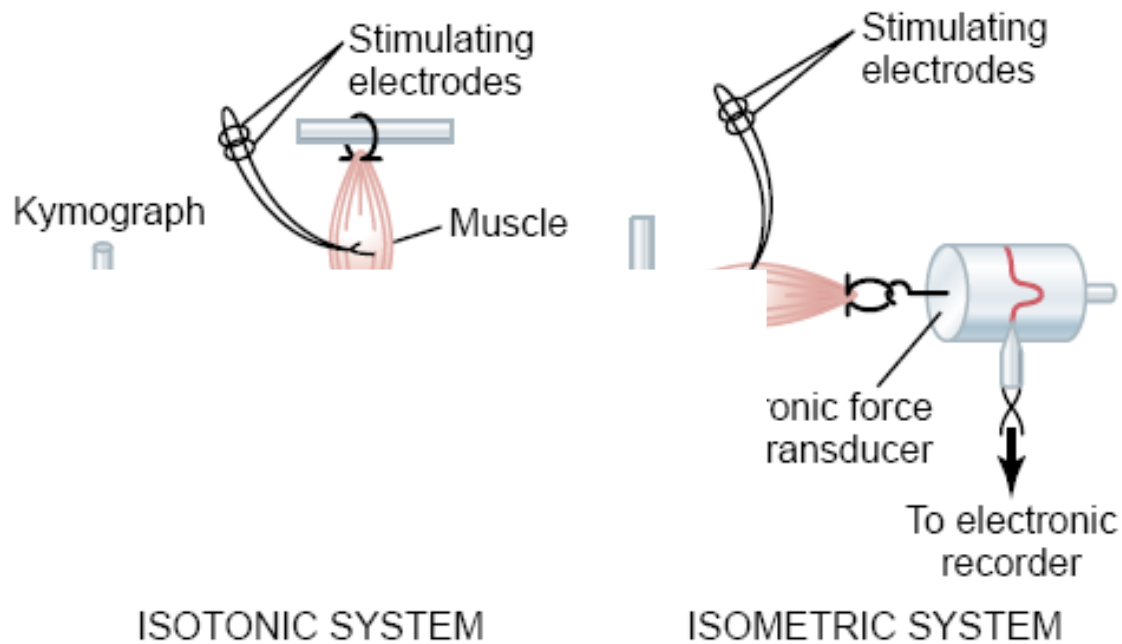
Vlákna příčně pruhovaného svalu



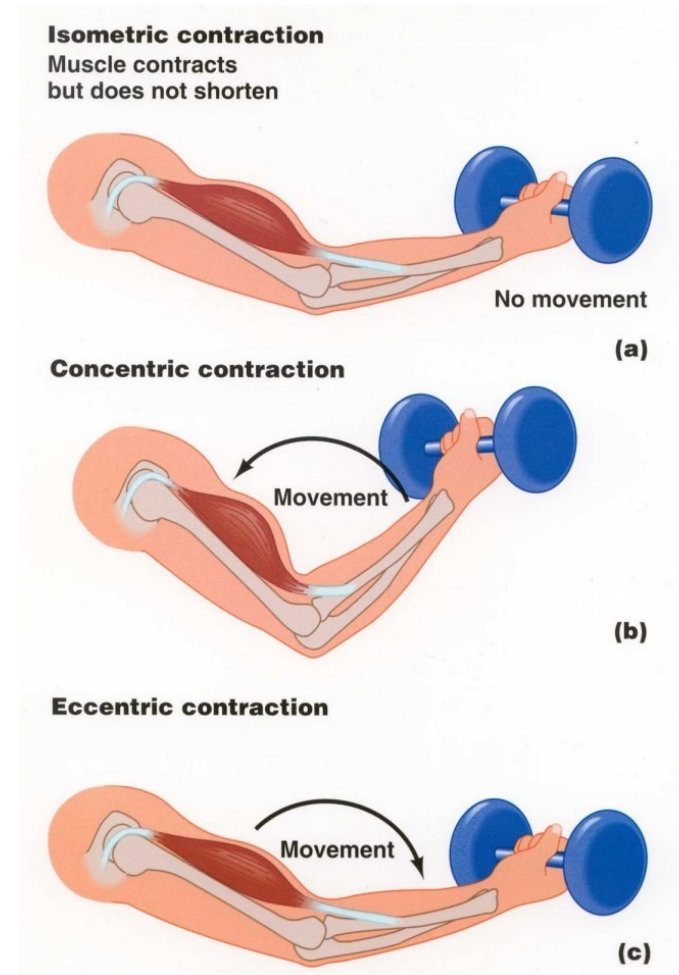
<http://www.sivabio.50webs.com/mus019.jpg>

Typy svalové kontrakce

- Isotonická kontrakce
 - Konstantní tonus
 - Koncentrická x excentrická kontrakce



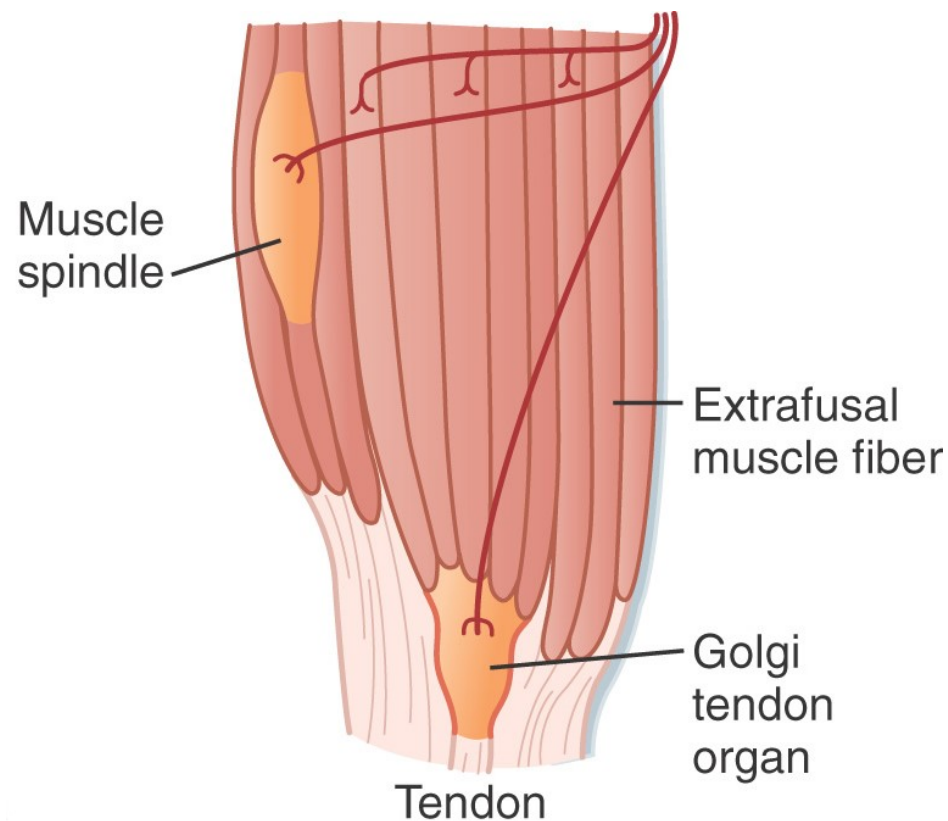
- Izometrická kontrakce
 - Konstantní délka



<https://i0.wp.com/colebradburn.com/wp-content/uploads/2013/02/contractions.jpg>

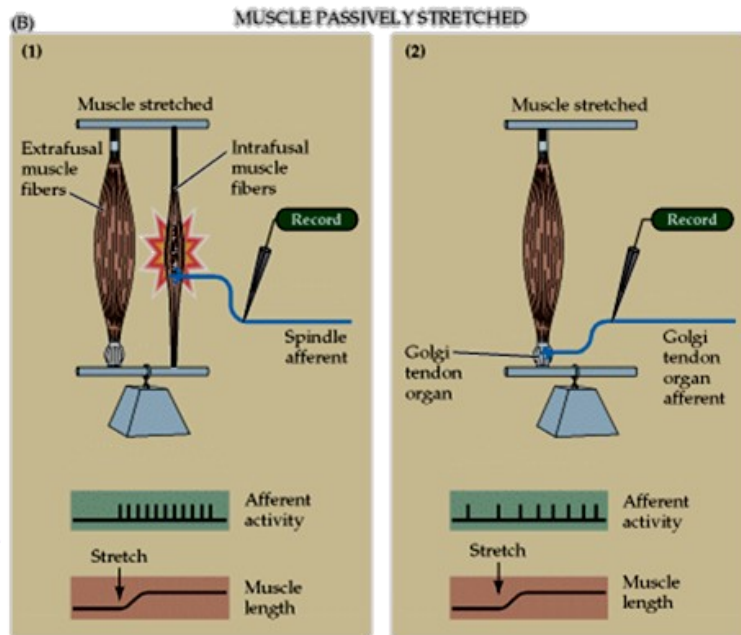
Propriocepce

- Informace o vzájemné poloze jednotlivých částí těla
(suma informací o délkách svalů)
- Informace o pohybu
(síle a rychlosti svalové kontrakce)
- Reflexní regulace svalové činnosti
- Svalová vřeténka
 - Paralelní zapojení – informace o délce
- Šlachová vřeténka
 - Sériové zapojení – informace o napětí

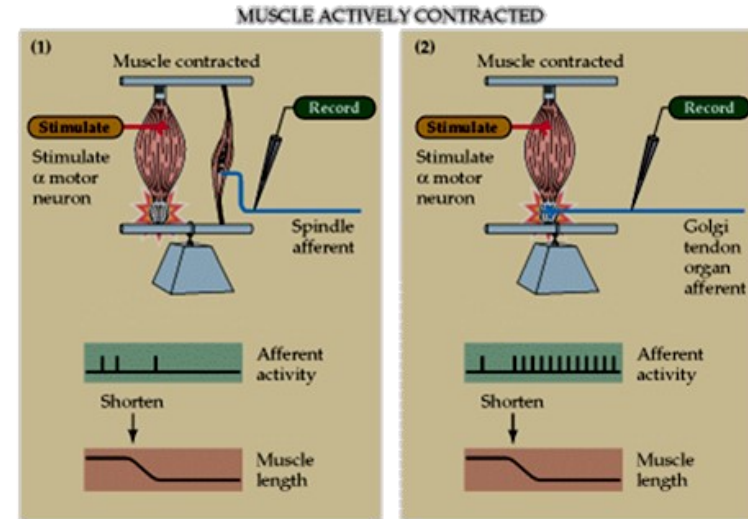


<http://www.slideshare.net/CsillaEgri/presentations>

Reakce svalových vřetének a Golgiho šlachových vřetének na protažení a kontrakci svalových vláken



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

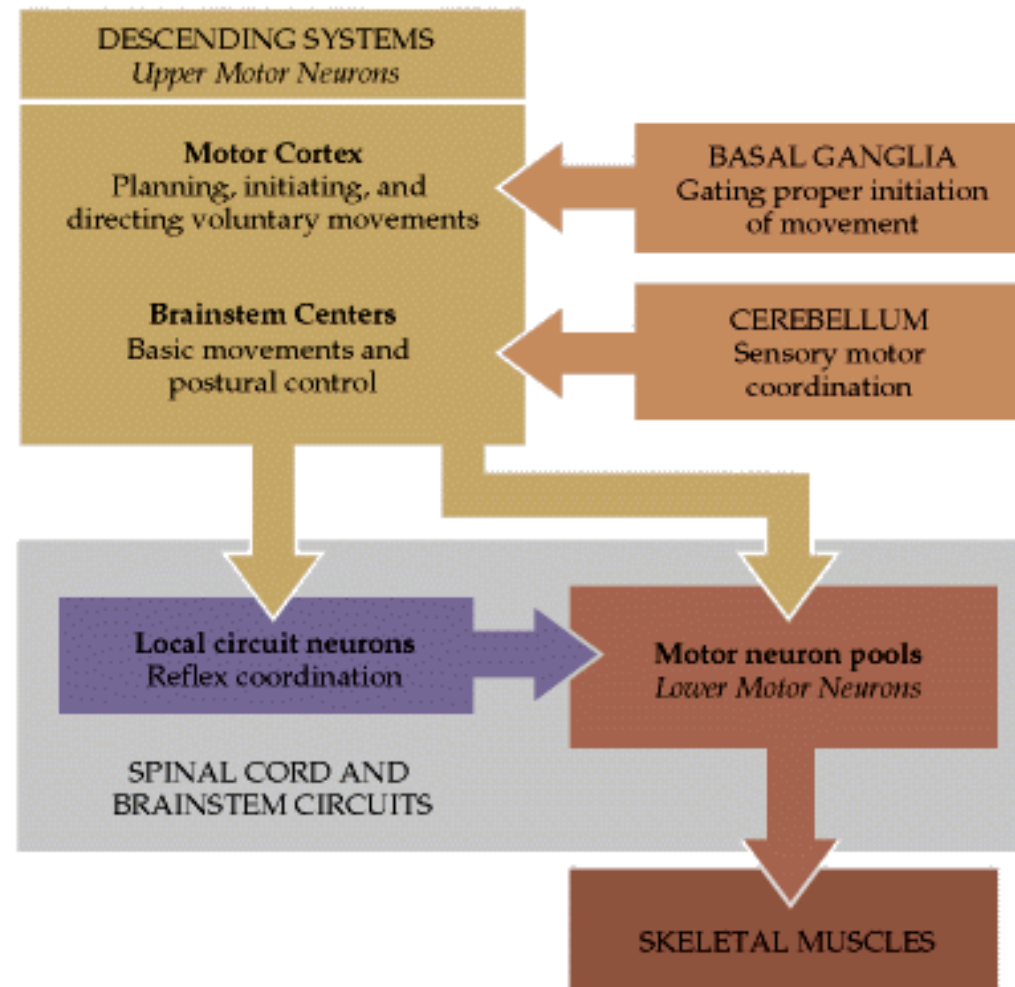


<http://www.slideshare.net/drpsdeb/presentations>

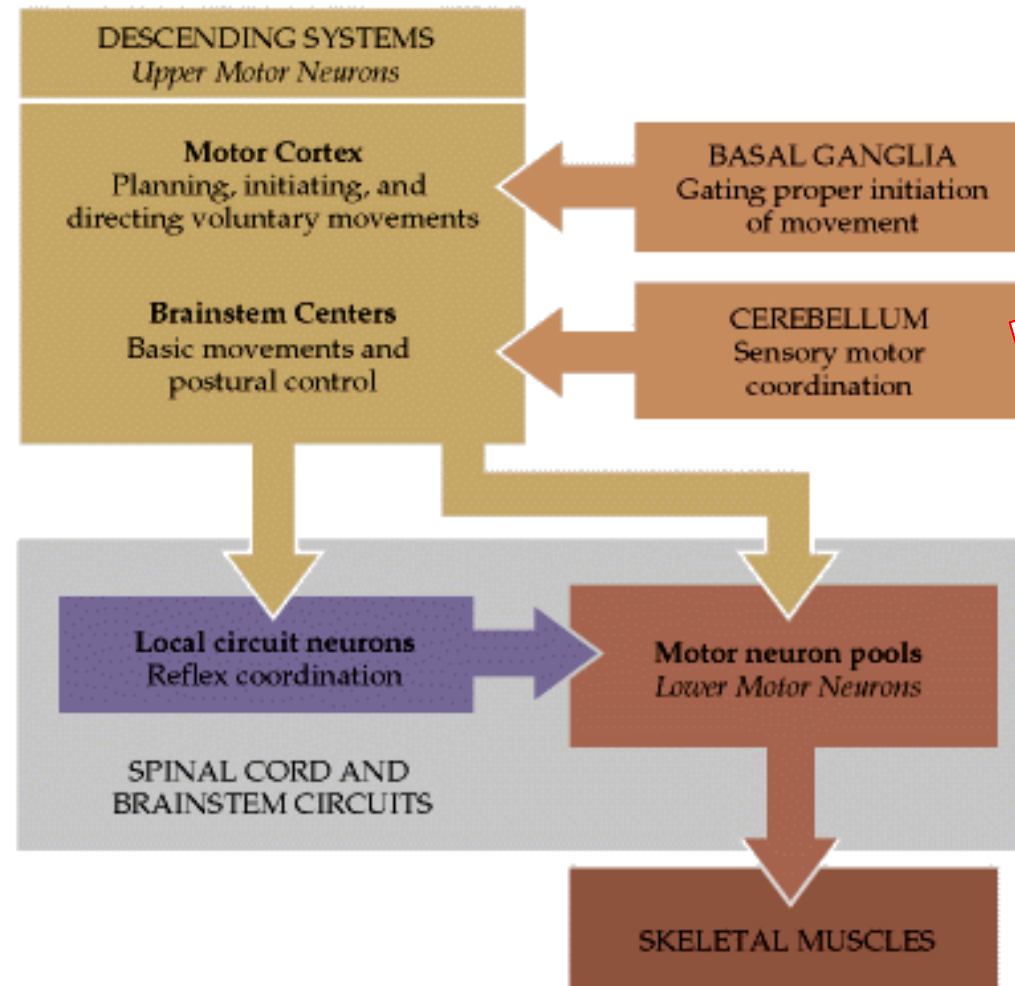
Protažení (pasivní)
Odpověď svalových vřetének

Kontrakce (aktivní)
Odpověď Golgiho šlachových vřetének

Hierarchická organizace motorického systému



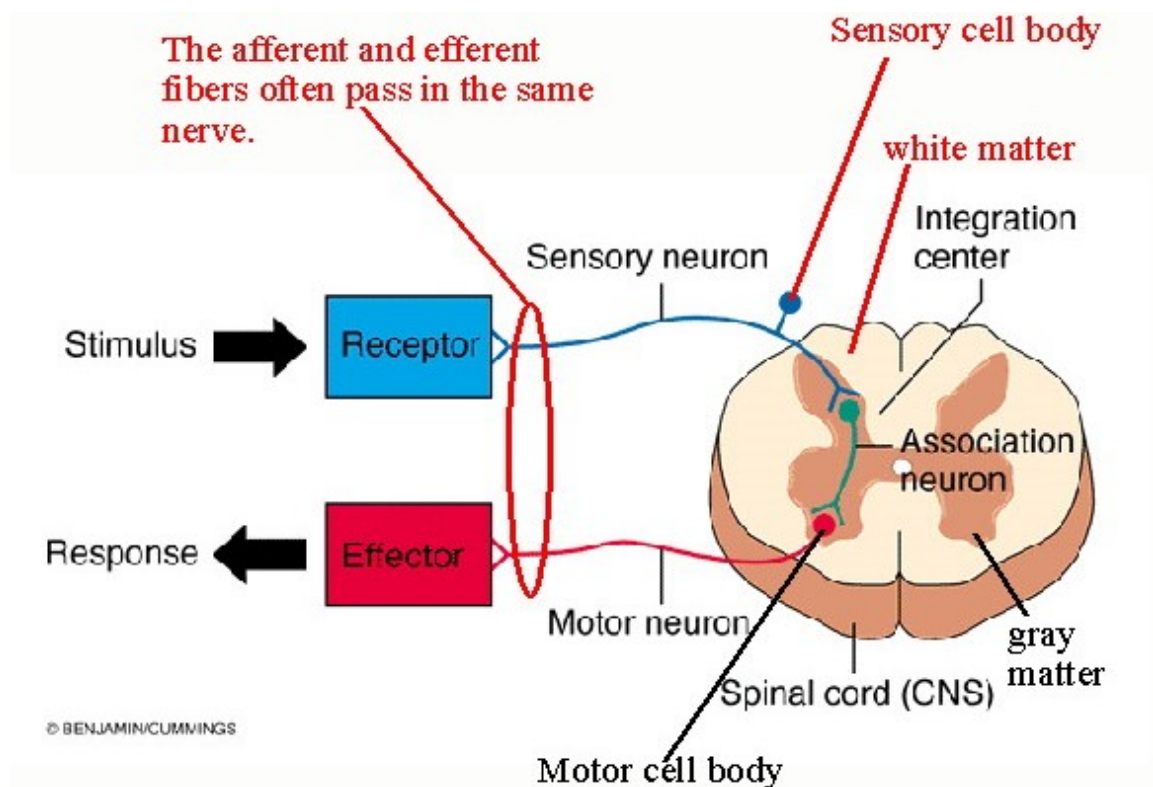
Hierarchická organizace motorického systému



Reflexní pohyb
Rytmický pohyb
Volní pohyb

Reflex

- Reflexní motorická odpověď
 - Stereotypní (předvídatelná)
 - Mimovolní
- Proprioceptivní
- Exteroceptivní
- Monosynaptické
- Polysynaptické
- Monosegmentální
- Polysegmentální



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

Proprioceptivní míšní reflexy

- **Myotatický reflex**

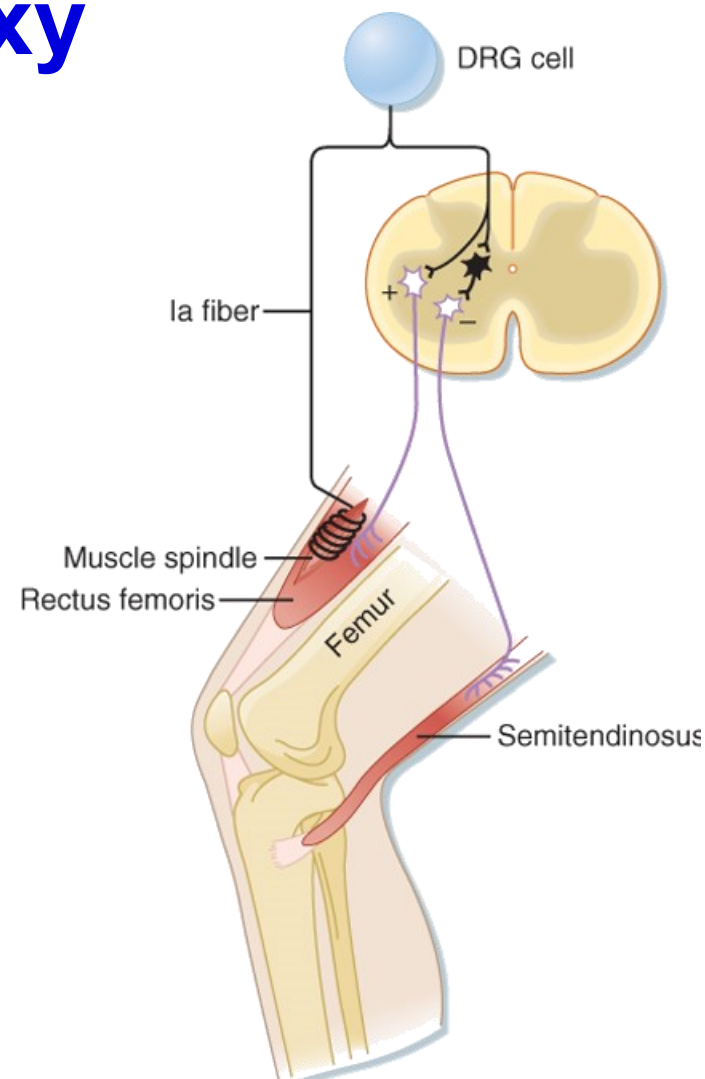
- Monosynaptický
- Monosegmentální
- Svalová vřeténka
 - Homonymní sval - aktivace
 - Antagonista - inhibice

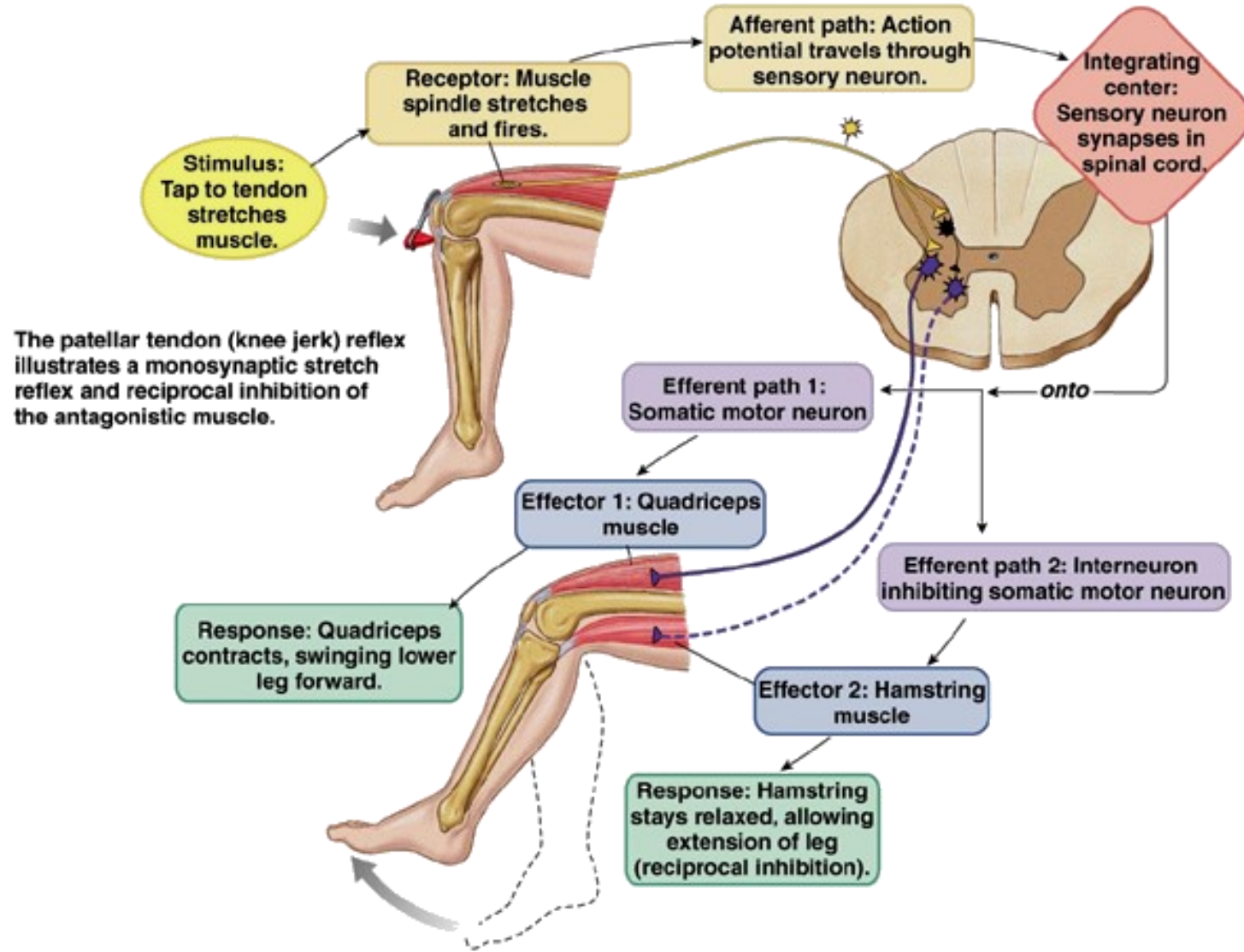
- ✓ **Fazická odpověď (Ia)**

- Ochrana před nadměrným natažením extrafuzálních vláken

- ✓ **Tonická odpověď (Ia a II)**

- Udržení svalového tonu

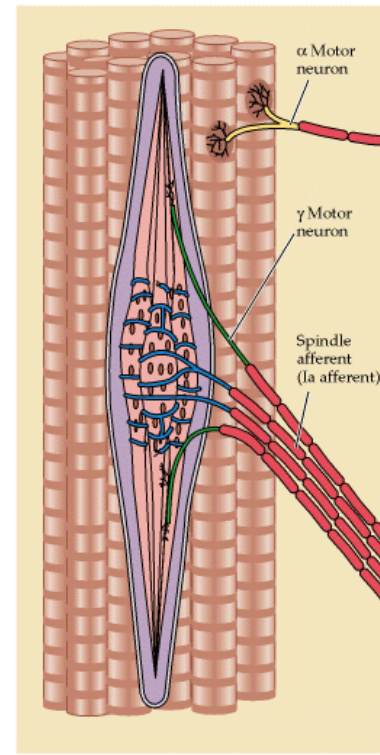




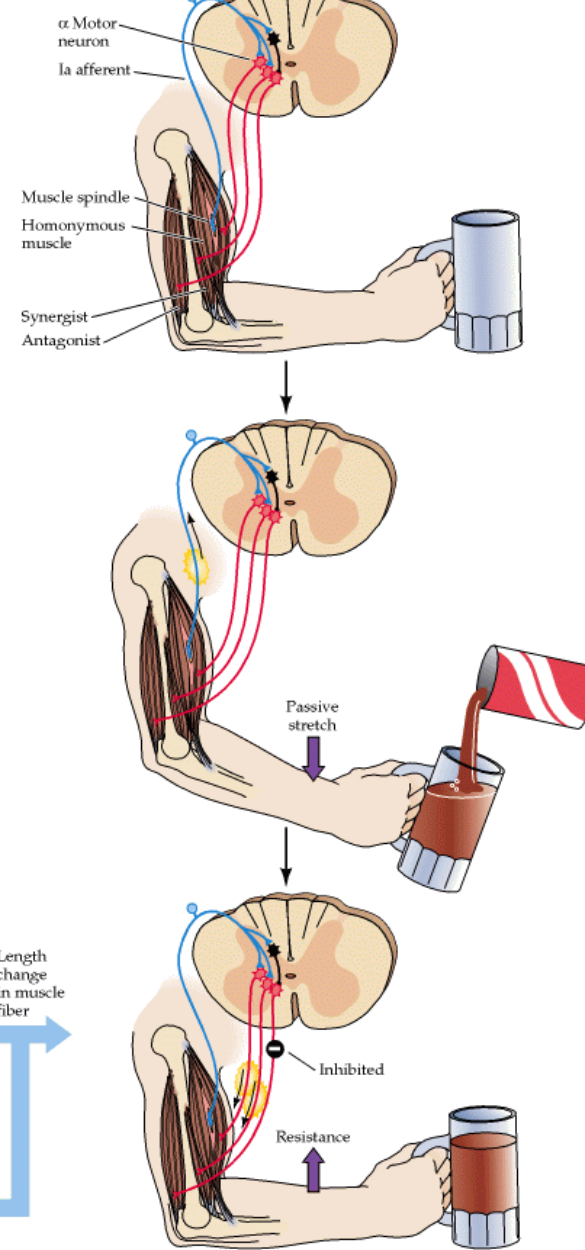
Copyright © 2007 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

Fig. 13-7

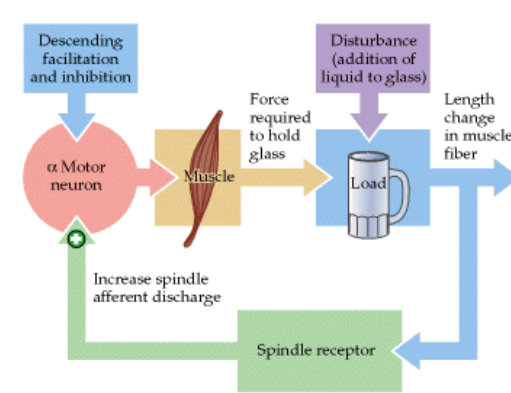
(A) Muscle spindle



(B)

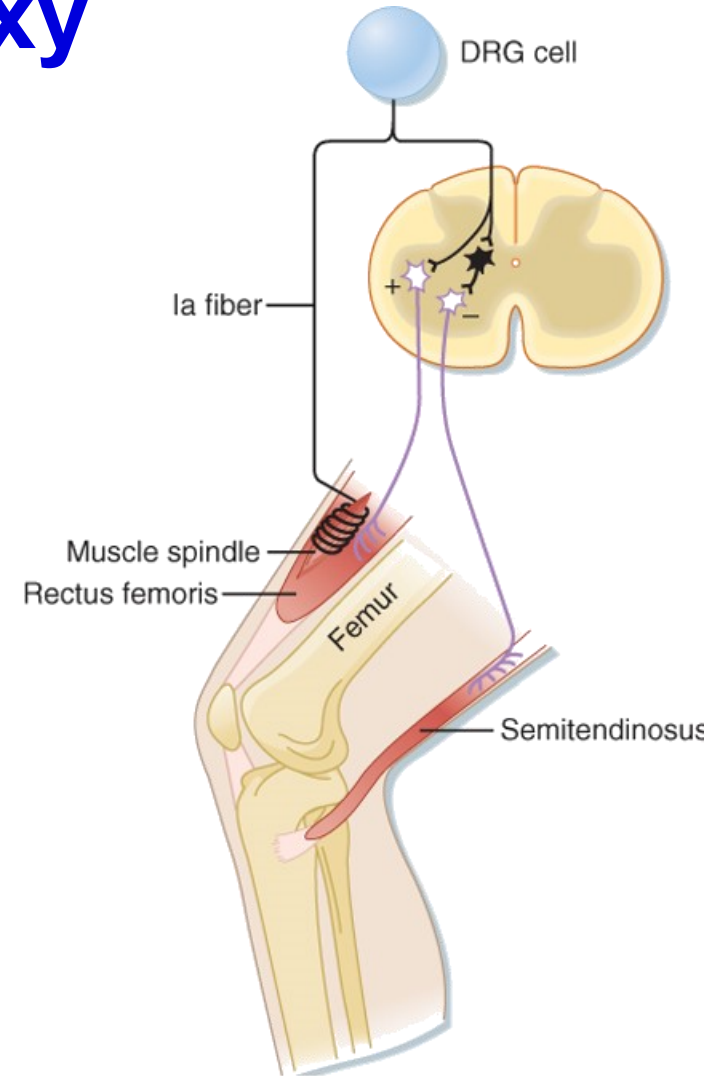


(C)

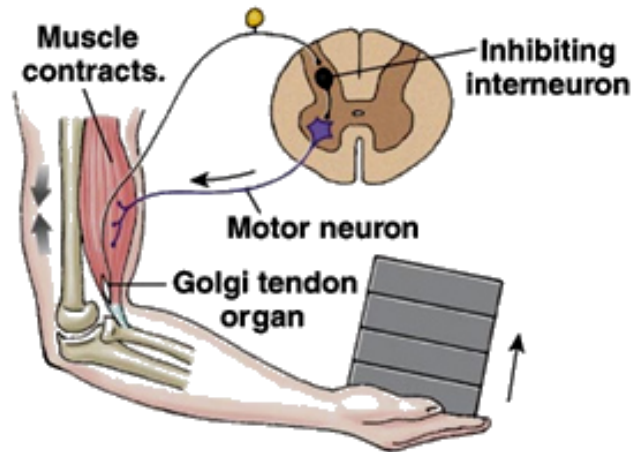


Proprioceptivní míšní reflexy

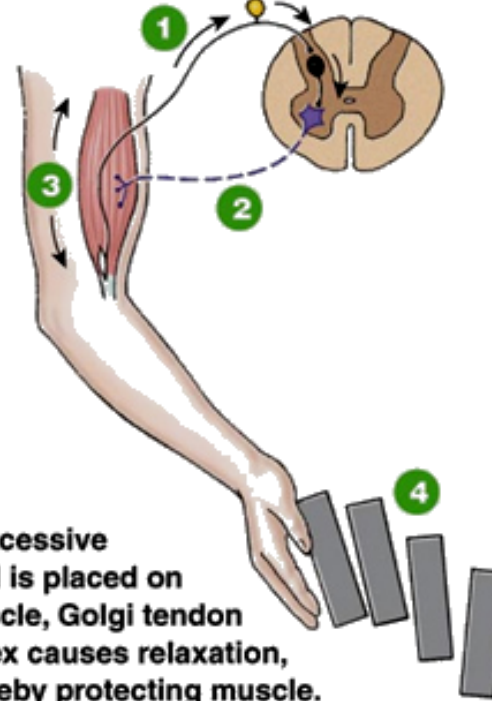
- **Inverzní myotatický reflex**
 - Monosegmentální
 - Di-polysynaptický
 - Golgiho šlachová vřeténka
 - Homonymní sval – inhibice
 - Antagonista – aktivace
- ✓ Ochrana svalu před mechanickým poškozením při velké zátěži



Golgi tendon reflex protects the muscle from excessively heavy loads by causing the muscle to relax and drop the load.



(d) Muscle contraction stretches Golgi tendon organ.



(e) If excessive load is placed on muscle, Golgi tendon reflex causes relaxation, thereby protecting muscle.

1 Neuron from Golgi tendon organ fires.

2 Motor neuron is inhibited.

3 Muscle relaxes.

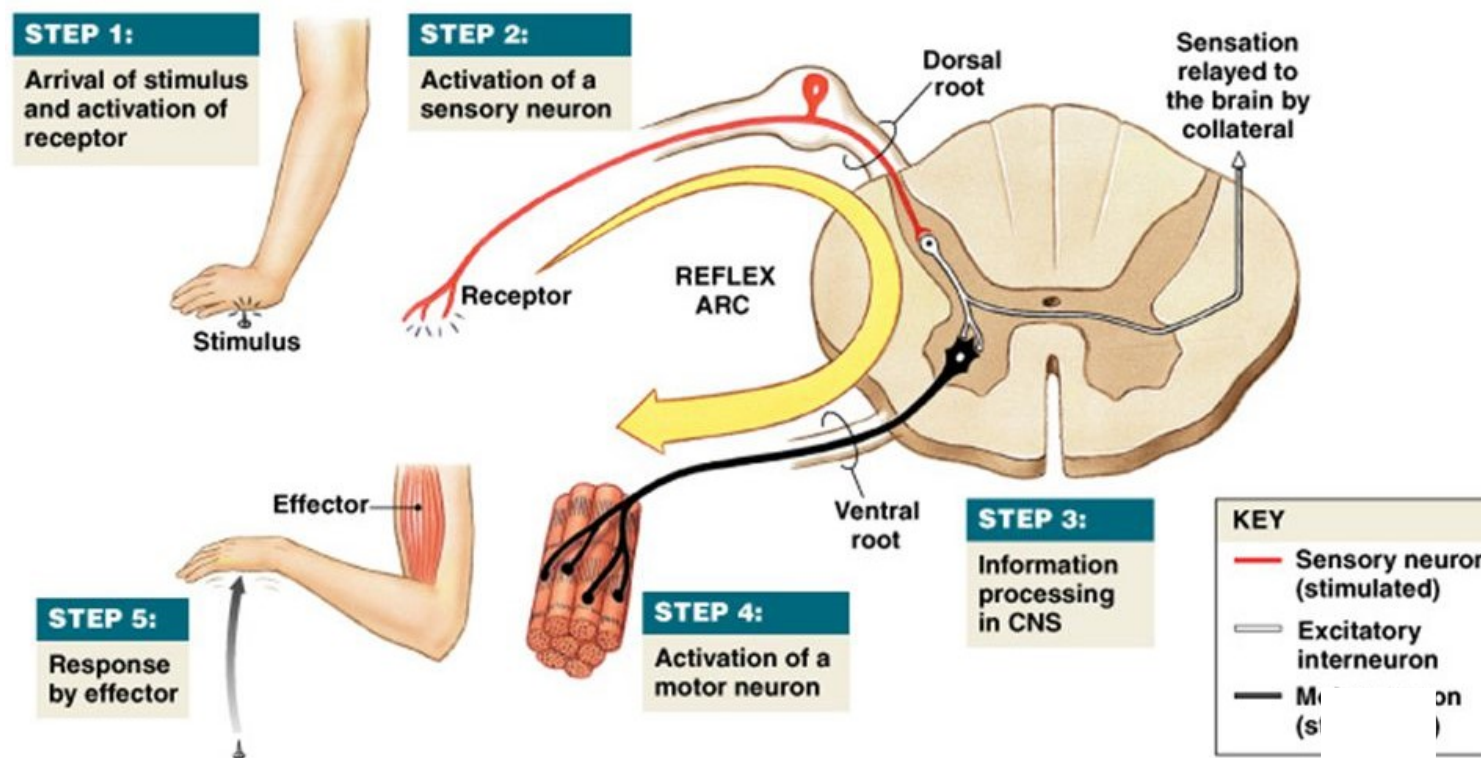
4 Load is dropped.

Copyright © 2007 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

Fig. 13-6b

Exteroceptivní reflexy

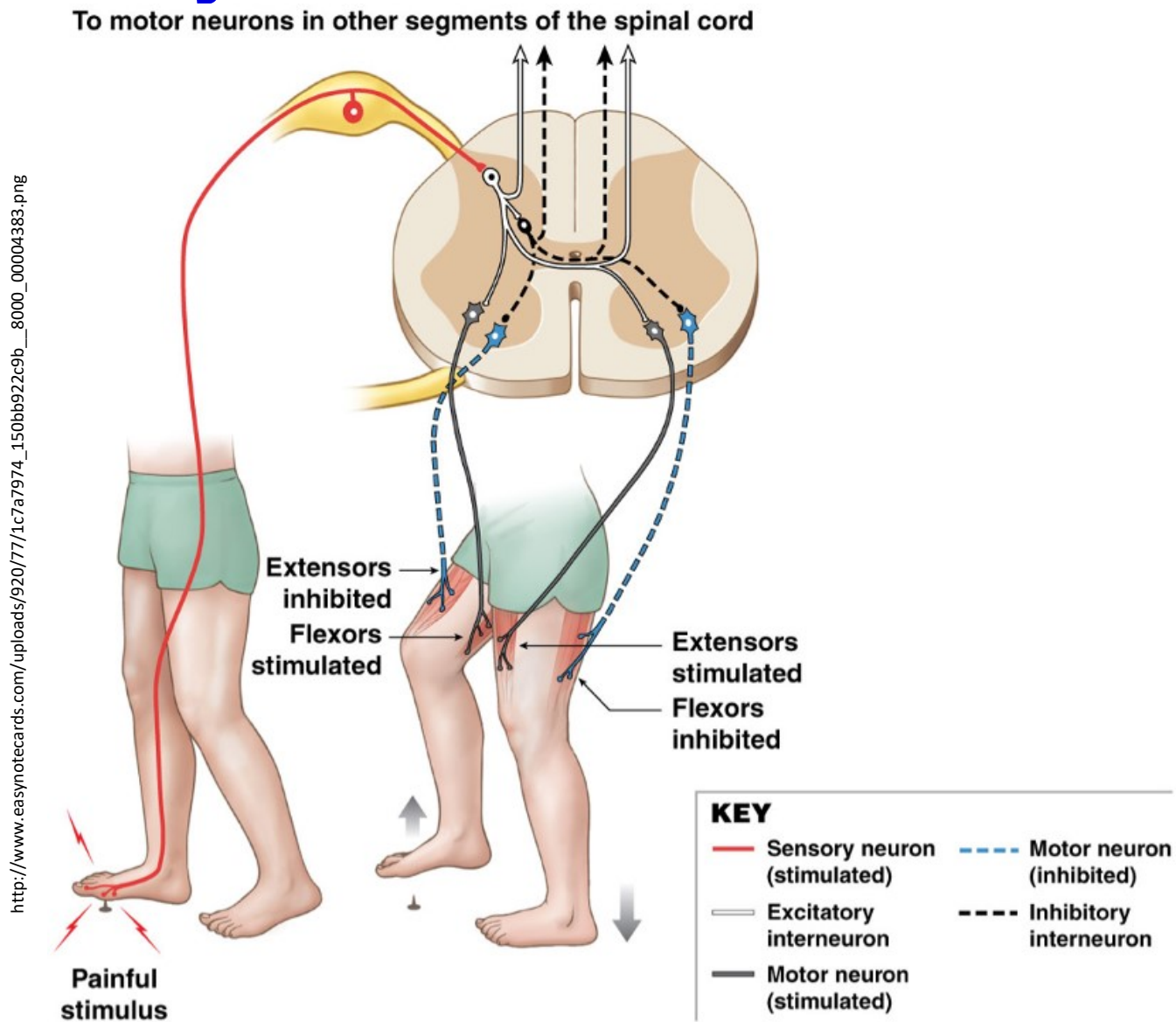
- Polysynaptické
- Polysegmentální



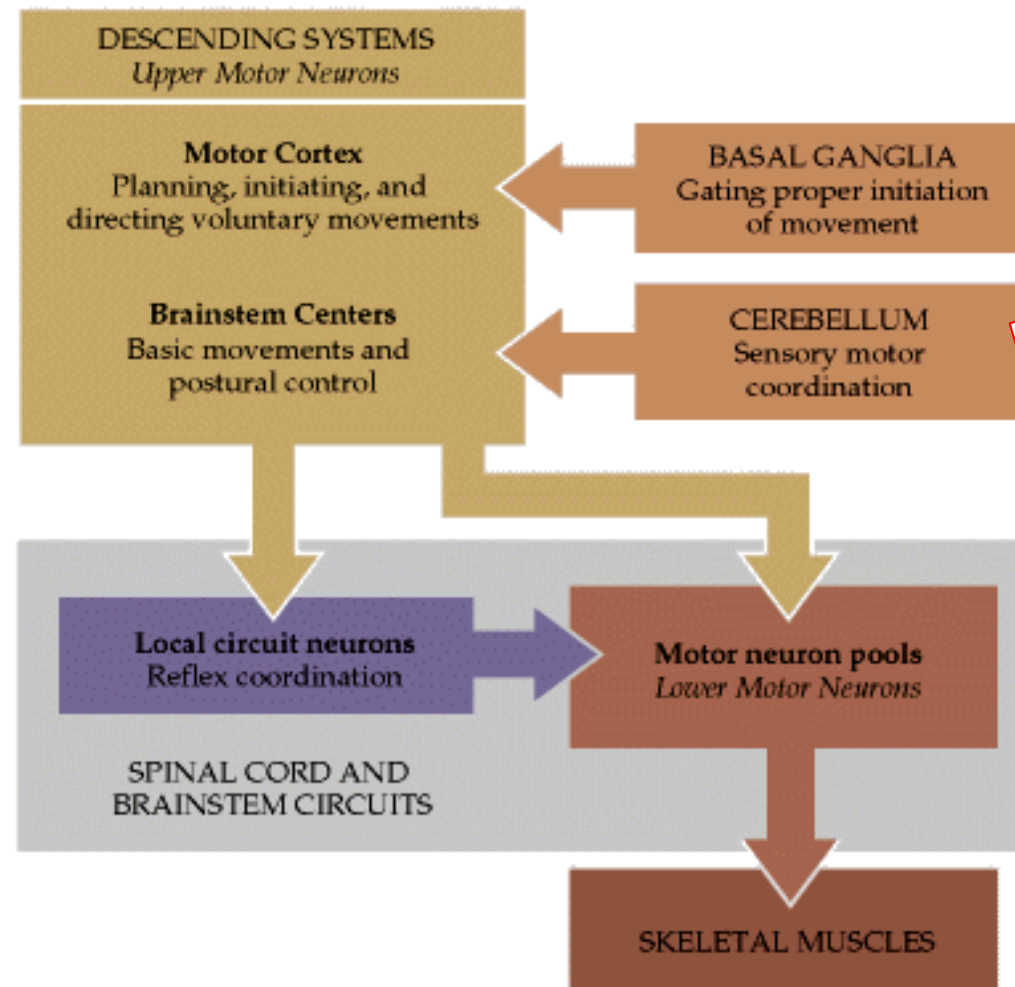
37

Exteroceptivní reflexy

- Polysynaptické
- Polysegmentální



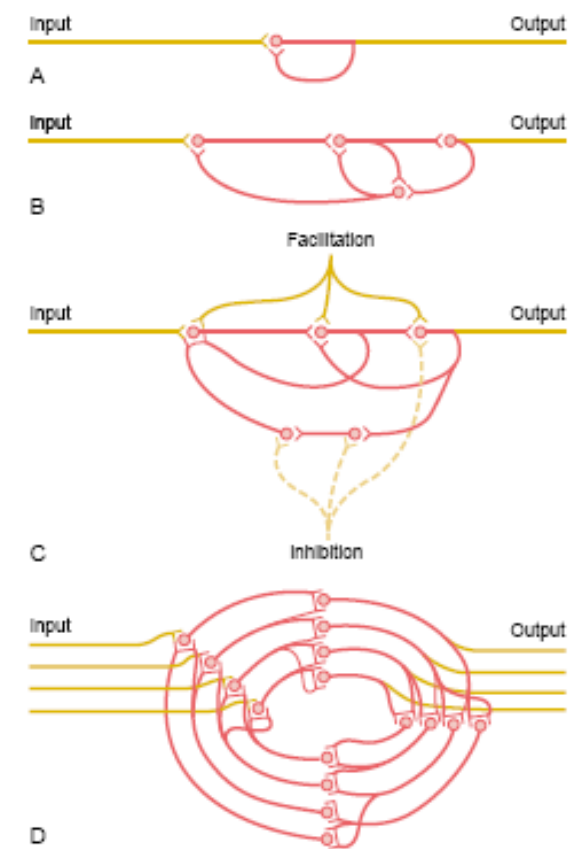
Hierarchická organizace motorického systému



Reflexní pohyb
Rytmický pohyb
Volní pohyb

Pohybové vzorce a rytmické pohybové vzorce

- Fixed action patterns (např. polykání)
 - Neuronové sítě zajišťující komplexní motorickou akci
- Central pattern generator (např. chůze, dýchání)
 - Neuronové sítě produkující rytmickou aktivitu
 - „Spontánně opakované fixed action patterns“
 - Zpětná vazba není nutná
- Lokalizace
 - Chůze – mozkový kmen, dolní hrudní a lumbální mícha
 - Dýchání – mozkový kmen
 - Polykání - prodloužená mícha/kmen
- Různě vyjádřená kortikální modulace
 - Chůze (možno plně kontrolovat)
 - Dýchání (možno částečně kontrolovat)
 - Polykání (možno zahájit)



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

Pohybové vzorce a rytmické pohybové vzorce

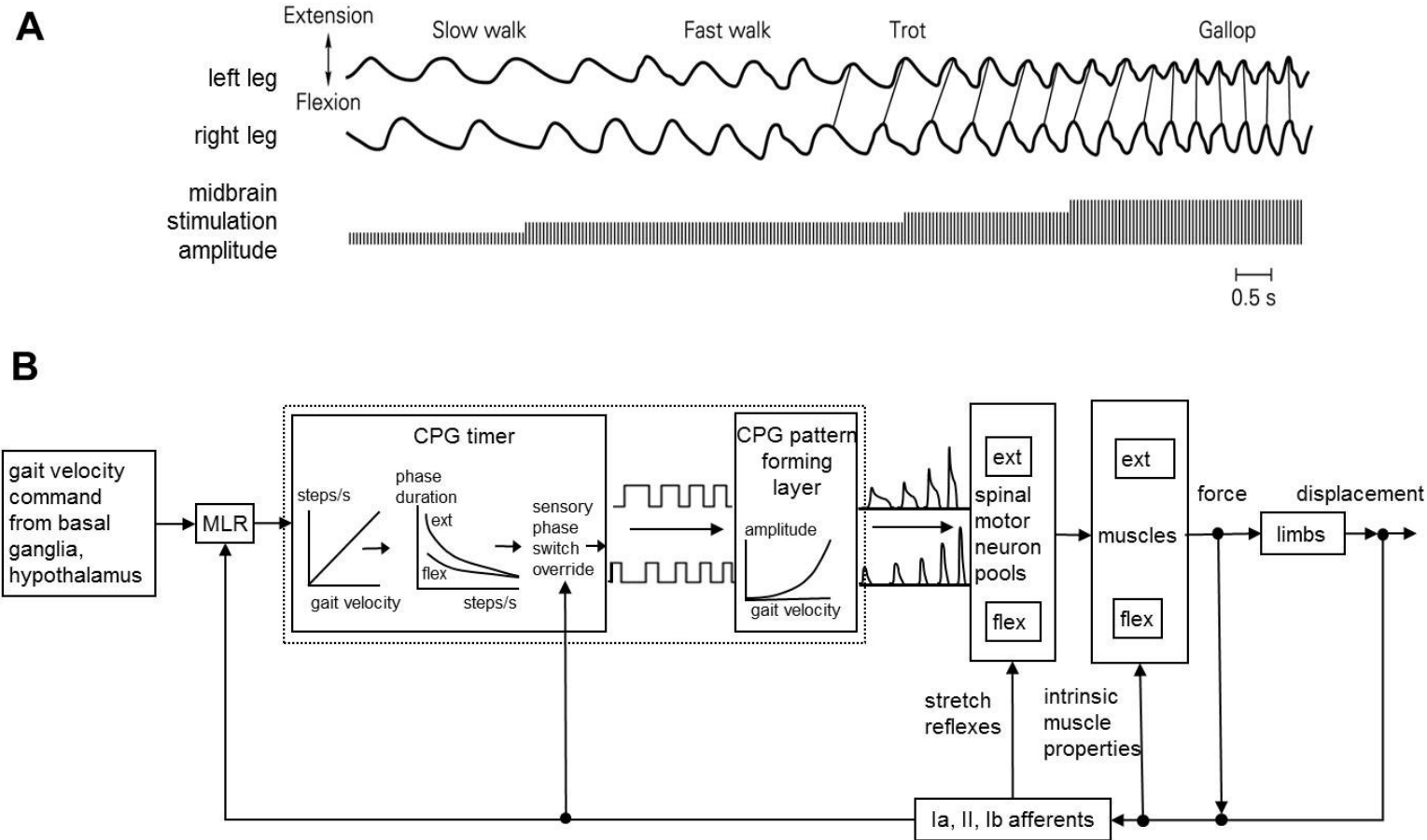
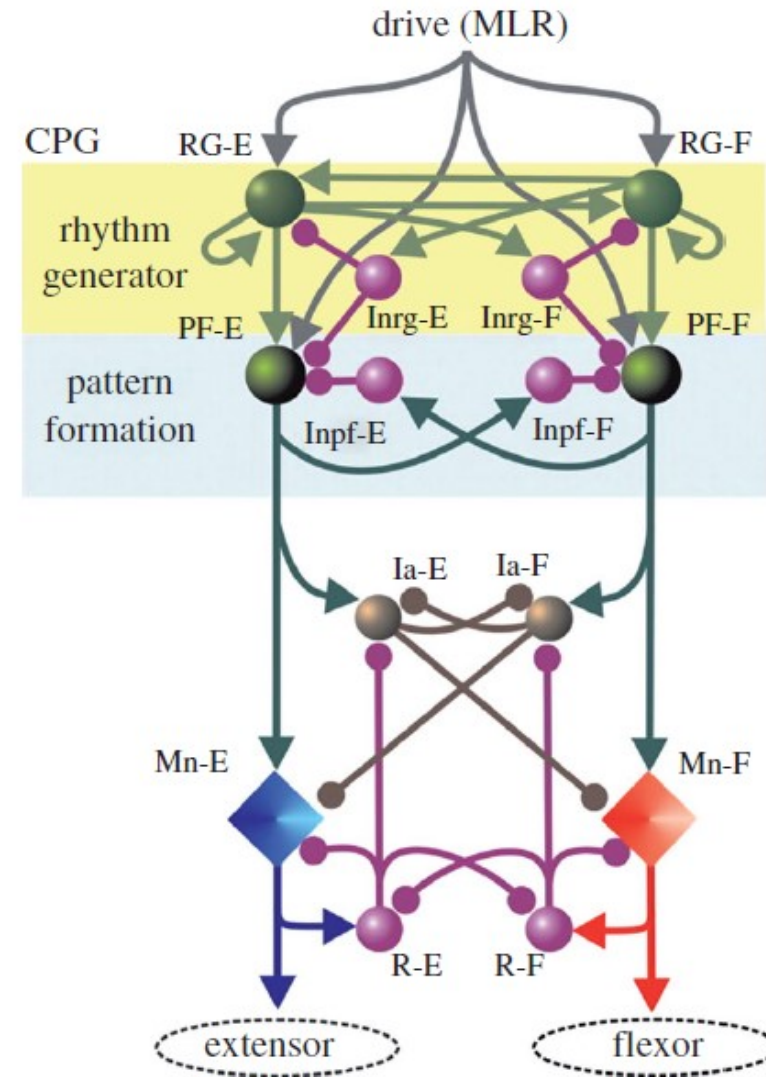


Fig. 1. Neural control of locomotion. A) Increments in the intensity of stimulation of the MLR in the high decerebrate cat increased the cadence (step cycles/sec) of locomotion. Adapted from Shik et al. 1966.^[22] B) Schematic of the velocity command hypothesis: a command signal specifying increasing body velocity descends from deep brain nuclei via the MLR to the spinal cord and drives the timing element of the spinal locomotor CPG to generate cycles of increasing cadence. Extensor phase durations change more than flexor phase durations. The command signal also drives the pattern formation layer to generate cyclical activation of flexor and extensor motoneurons. Loading of the activated muscles (e.g. supporting the moving body mass) is resisted by the muscles' intrinsic spring-like properties. This is equivalent to displacement feedback. Force and displacement sensed by muscle spindle and Golgi tendon organ afferents reflexly activate motoneurons. A key role of these afferents is to adjust the timing of phase transitions, presumably by influencing or overriding the CPG timer. Adapted from Prochazka & Ellaway 2012.^[23]

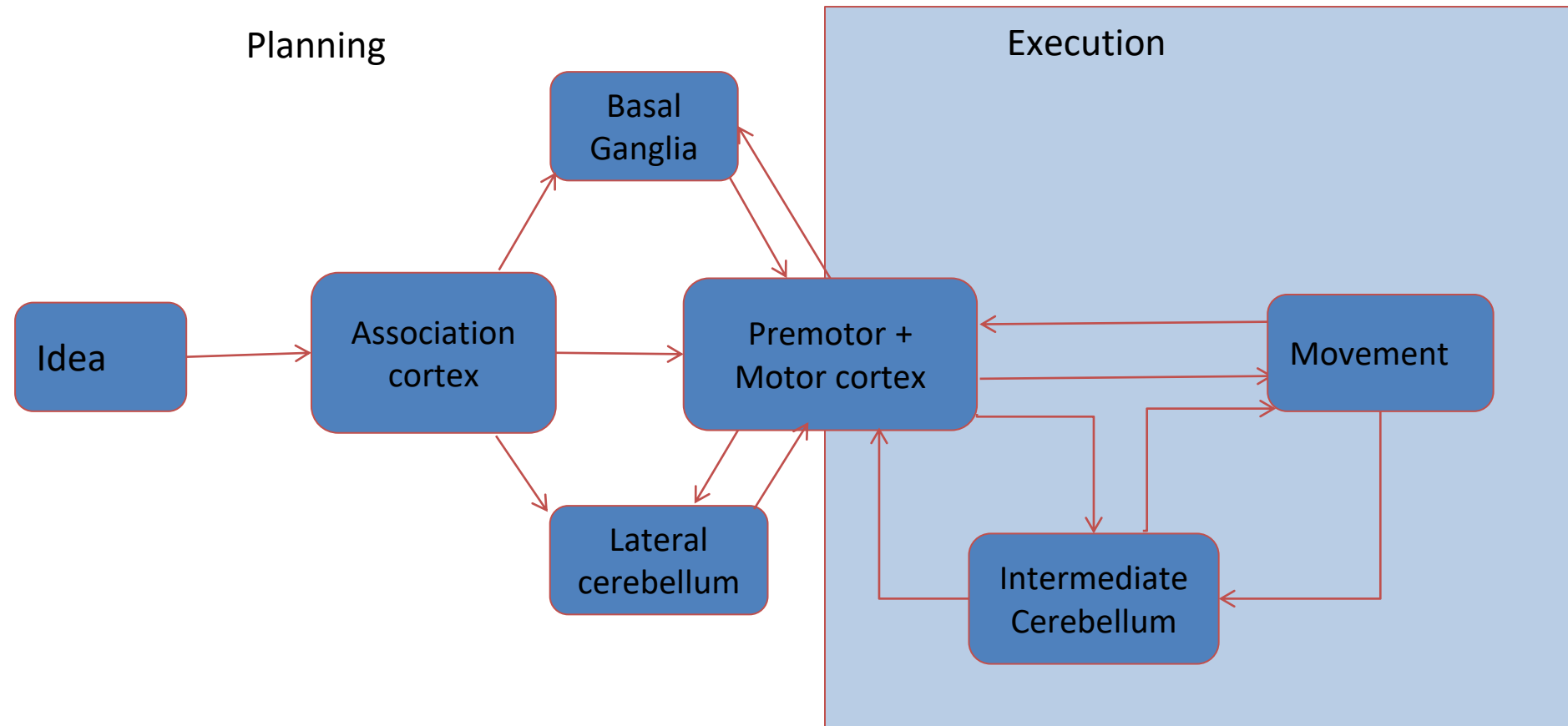
Pohybové vzorce a rytmické pohybové vzorce

Whelan PJ. Shining light into the black box of spinal locomotor networks. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences*. 2010;365:2383–2395.

Figure 1. Schematic of model by Rybak & McCrea. The populations of interneurons are indicated by spheres, while the motoneurons are represented by diamonds. This three-layer model consists of a rhythm-generating layer of extensor (RG-E) and flexor (RG-F) interneurons. Both populations have recurrent excitatory connections (see also figure 2). These interneurons in turn receive mutually inhibitory input (Inrg cells). The drive projects to a pattern formation layer (PF), which acts through mutually inhibitory connections (Inpf cells) to sculpt the pattern, which is then output to the extensor and flexor motoneurons. The final output of the motoneurons is modulated by a final layer of Ia inhibitory interneurons (Ia-E, Ia-F) and Renshaw cells (R-E, R-F). Arrows indicate excitatory drive, while the filled circles indicate inhibitory drive. Reproduced with permission.



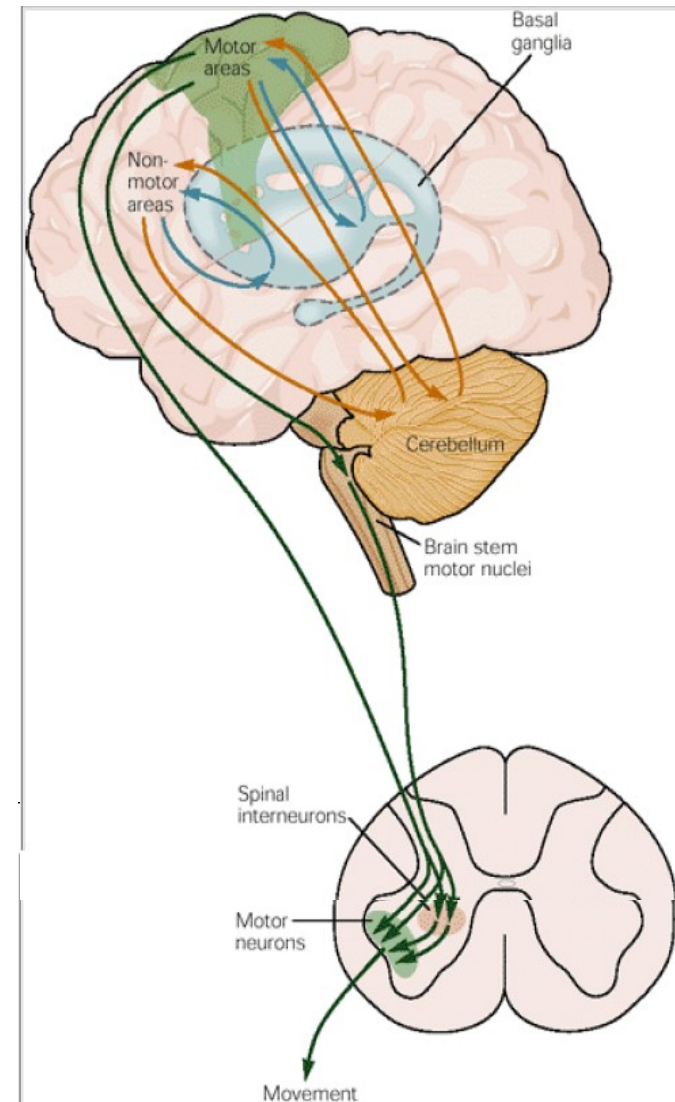
Volní motorika



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

Volní motorika

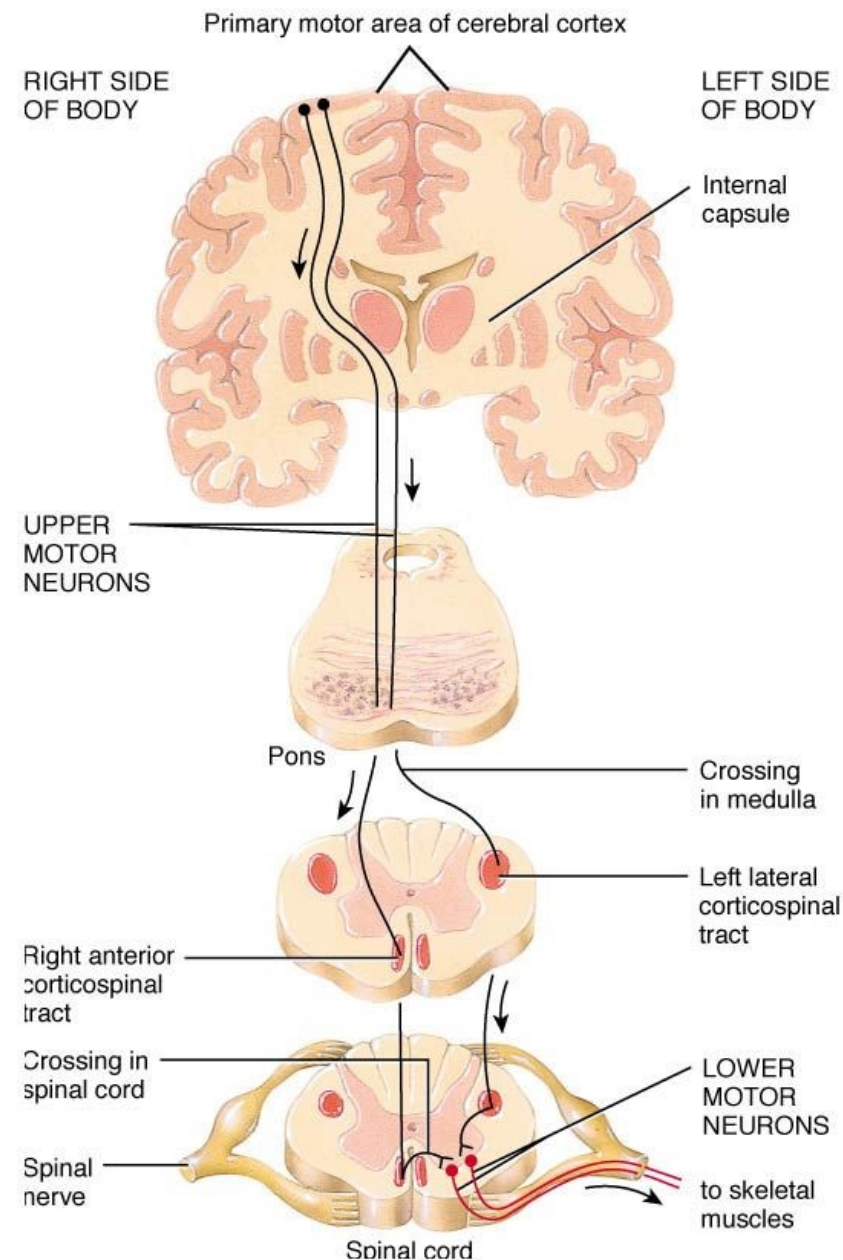
- Výsledek součinnosti horního a dolního motoneuronu
- Bazální ganglia
 - Motorický „gating“ – iniciace žádoucích a inhibice nežádoucích pohybů
- Mozeček
 - Koordinace pohybu



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

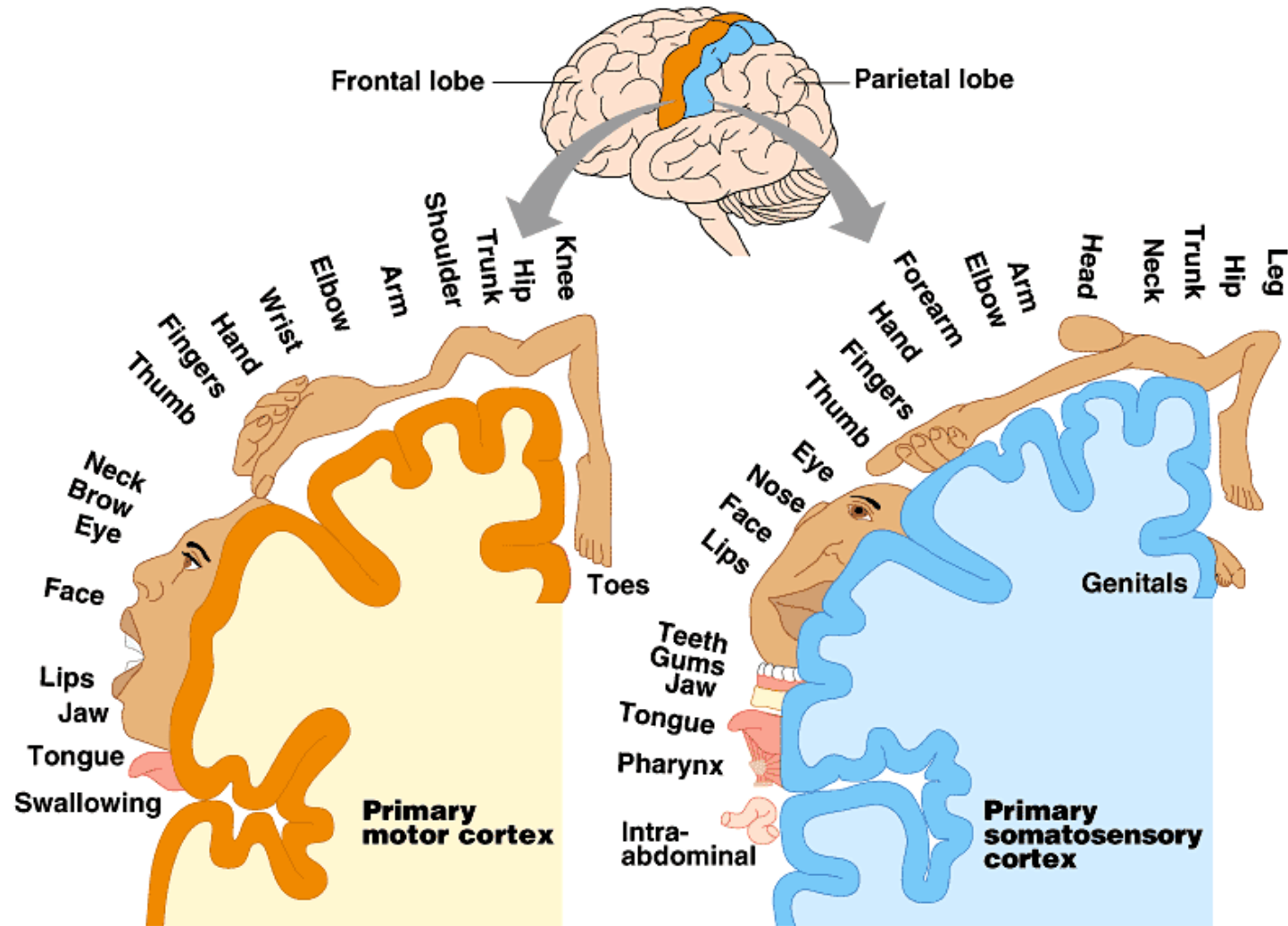
Pyramidová dráha

- Horní motoneuron
 - Primární motorický kortex
- Dolní motoneuron
 - Přední roh míšni
- Tractus corticospinalis lateralis
 - 90% vláken
- Tractus corticospinalis anterior
 - 10% vláken
 - Nejkaduálnější vlákna zasahují do horních thorakálních segmentů
- Tractus corticobulbaris



http://images.slideplayer.com/14/4330915/slides/slide_34.jpg

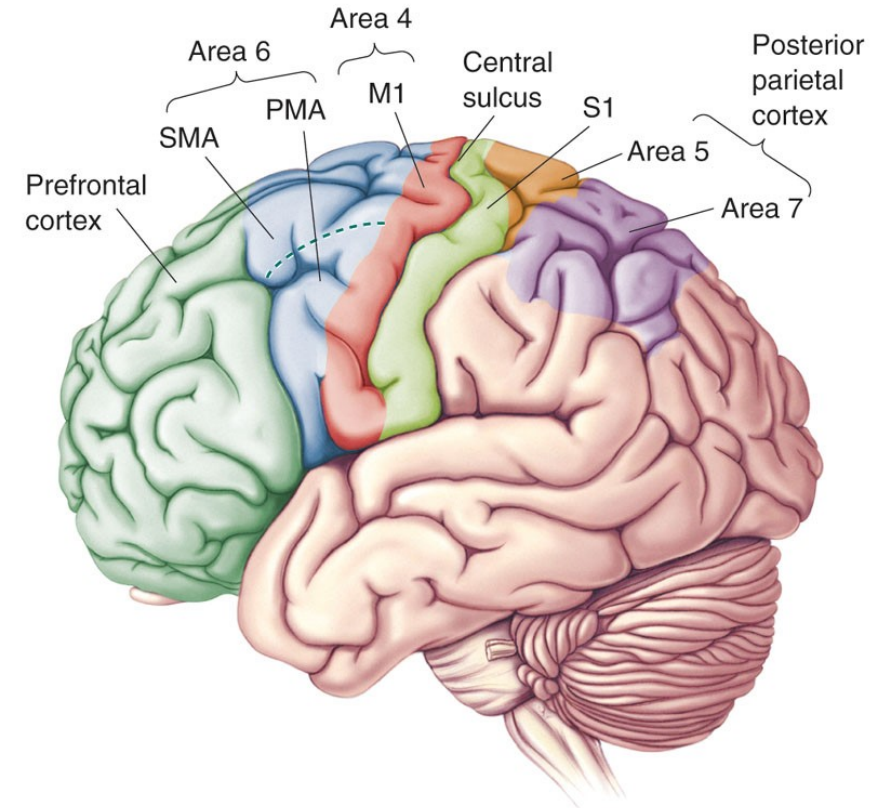
Primární motorický kortex



Copyright © Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

Kortikální motorické oblasti

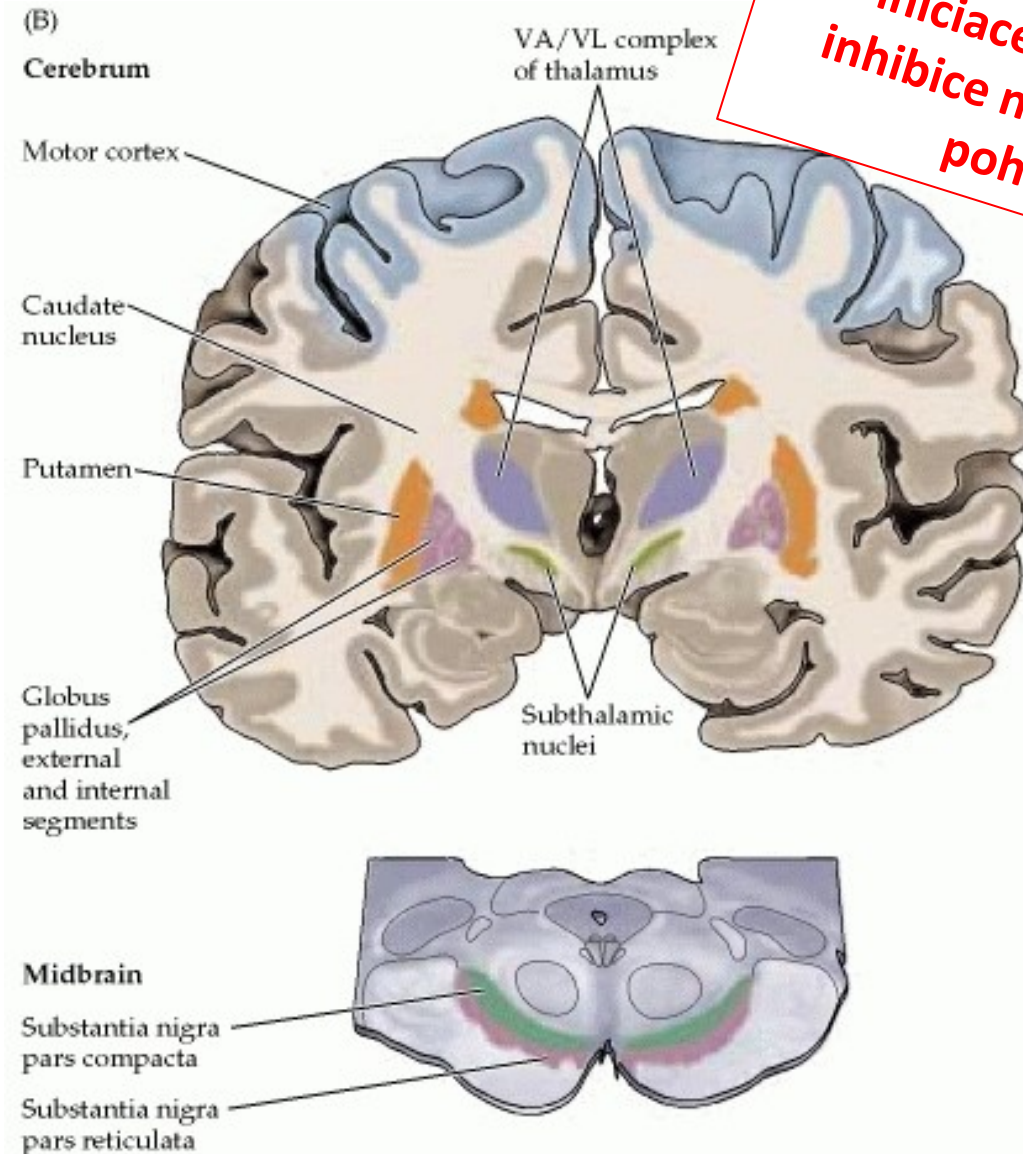
- Primární motorická oblast (area 4)
 - Somatotopické uspořádání
 - Kontrola dolních motoneuronů
- Premotorický kortex (area 6 laterálně)
 - Příprava strategie pohybu pohybu
 - Sensorimotorická transformace
 - Výběr pohybových vzorců
- Suplementární motorická oblast (area 6 mediálně)
 - Podílí se na plánování komplexních pohybů
 - Pohyby pomocí obou končetin
 - Složité pohybové sekvence
 - Aktivována i při představení si komplexního pohybu



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

Bazální ganglia

- Corpus striatum
 - Nucleus caudatus
 - Putamen
- Globus pallidus (Pallidum)
 - Externum
 - Internum
- Nucleus subthalamicus
- Substantia nigra
 - Pars compacta
 - Pars reticulata
- Motorická jádra thalamu



Bazální ganglia

Řízení motoriky realizováno dvěma okruhy

✓ Přímá dráha

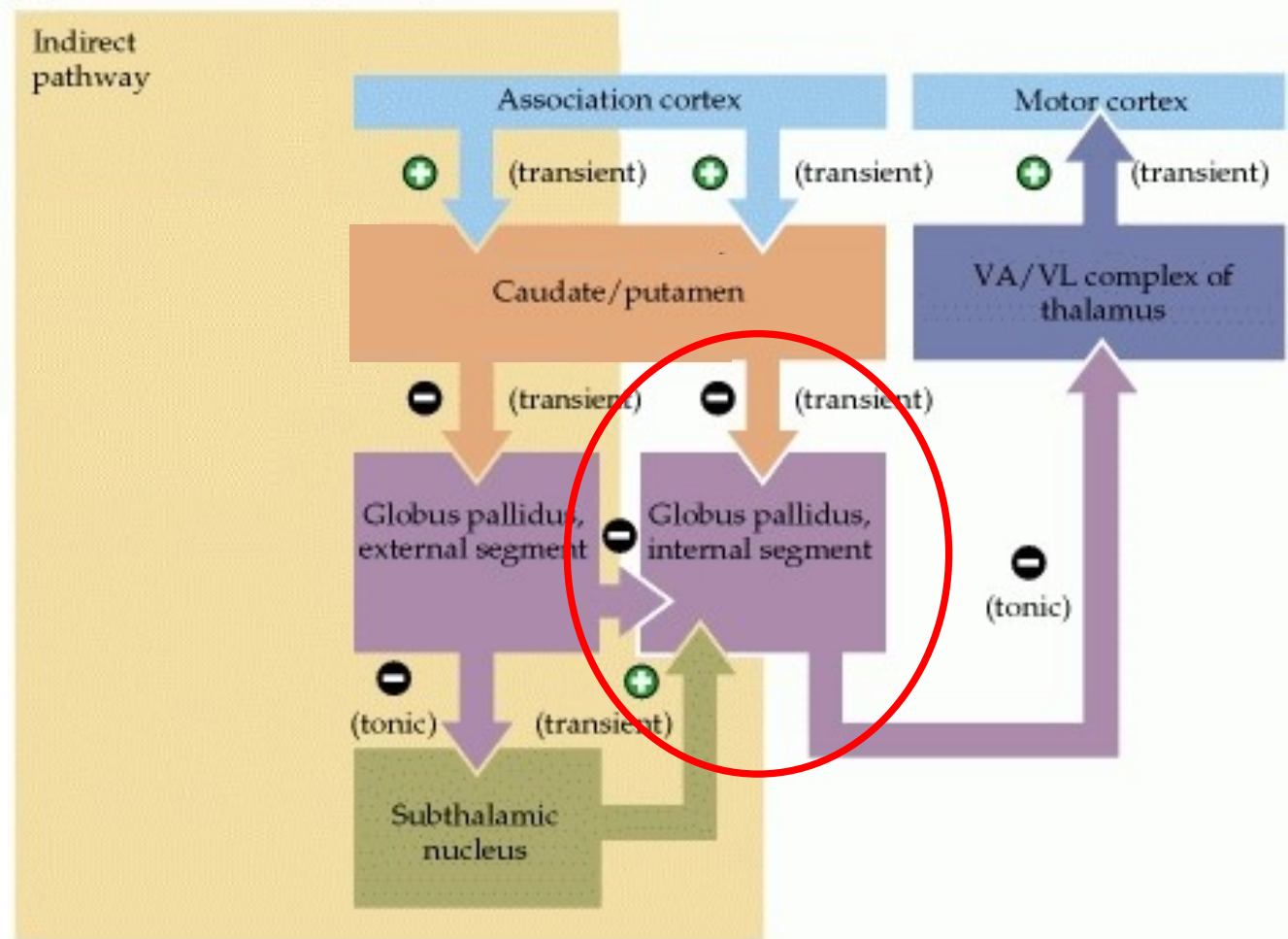
Aktivace motorického kortexu

✓ Nepřímá dráha

Inhibice motorického kortexu

Nepřímá dráha může být považována za „brzdu“, která doladuje „akcelerační efekt“ přímé dráhy

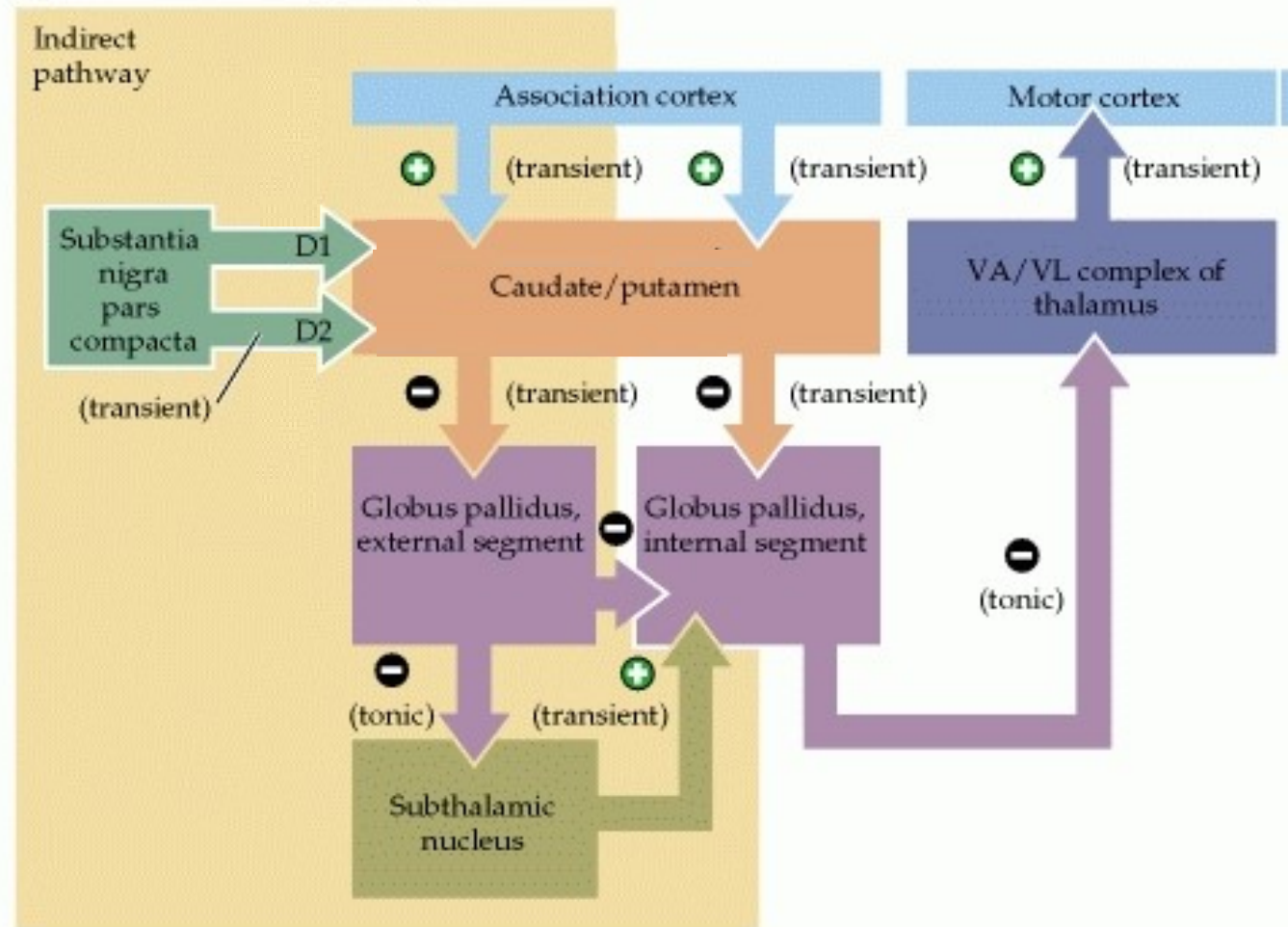
(B) Indirect and direct pathways



Dopaminergic projections

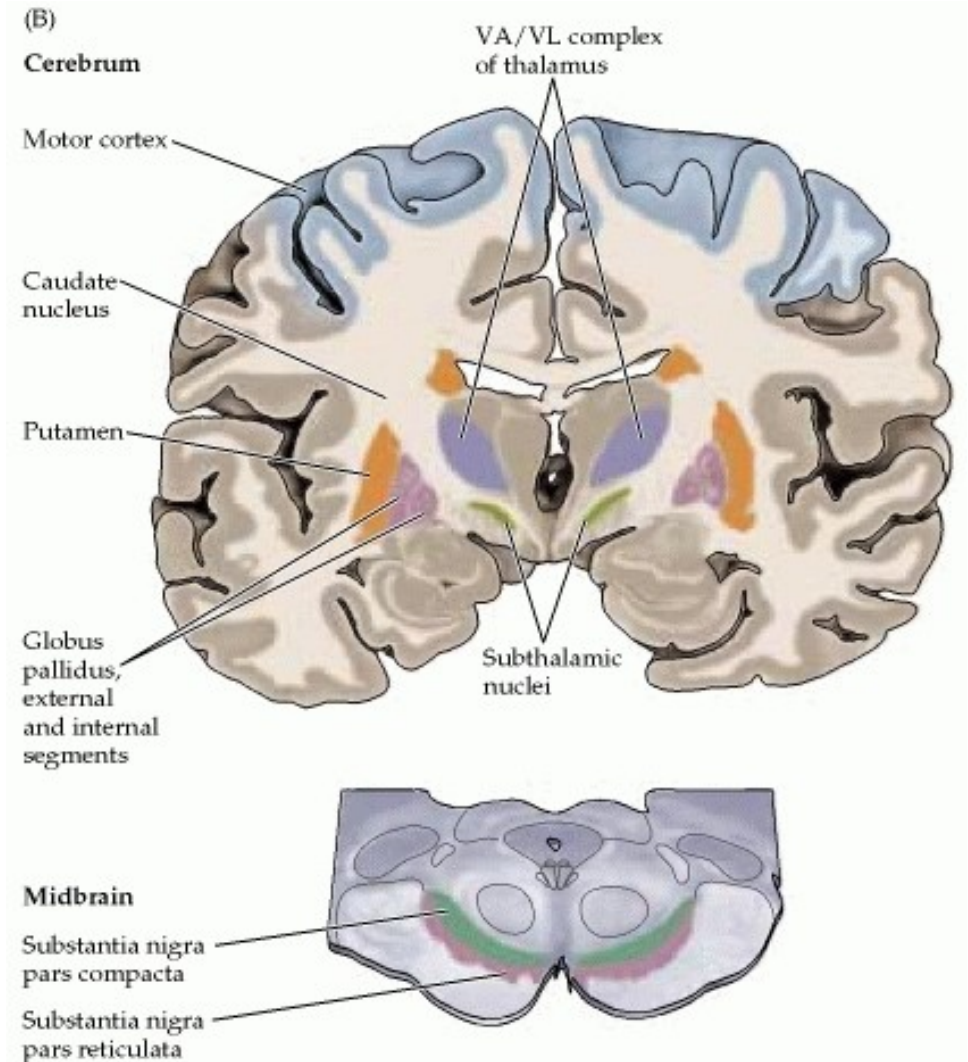
- Pro činnost corpus striatum je stěžejní dopaminergní projekce ze s. nigra pars compacta
- Aktivace přímé dráhy
 - D1 receptory
- Inhibice nepřímé dráhy
 - D2 receptory

(B) Indirect and direct pathways



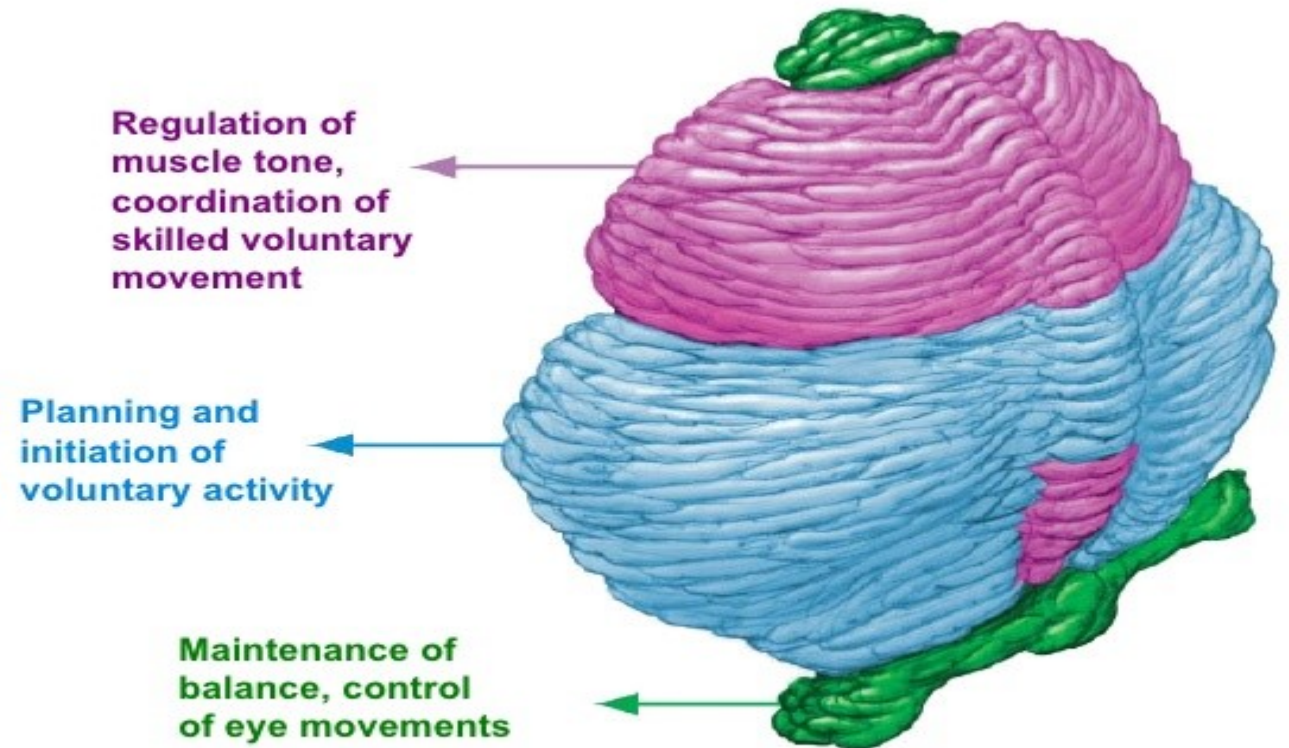
Bazální ganglia

- Vedle motorické smyčky existují i další smyčky, které jdou přes jiná thalamická jádra
- „Gating“ jiného druhu informace
- Asociační smyčka
- Limbická smyčka
- Bazální ganglia hrají významnou roli v procesu myšlení
- Spojky corpus striatum jsou plastické, což umožňuje učení a toto mělo nesmírný evoluční význam



Mozeček

- Koordinace
- Podobně jako bazální ganglia hraje i mozeček nezastupitelnou roli nejen při koordinaci pohybu, ale i při „koordinaci“ myšlenek



M U N I

M E D