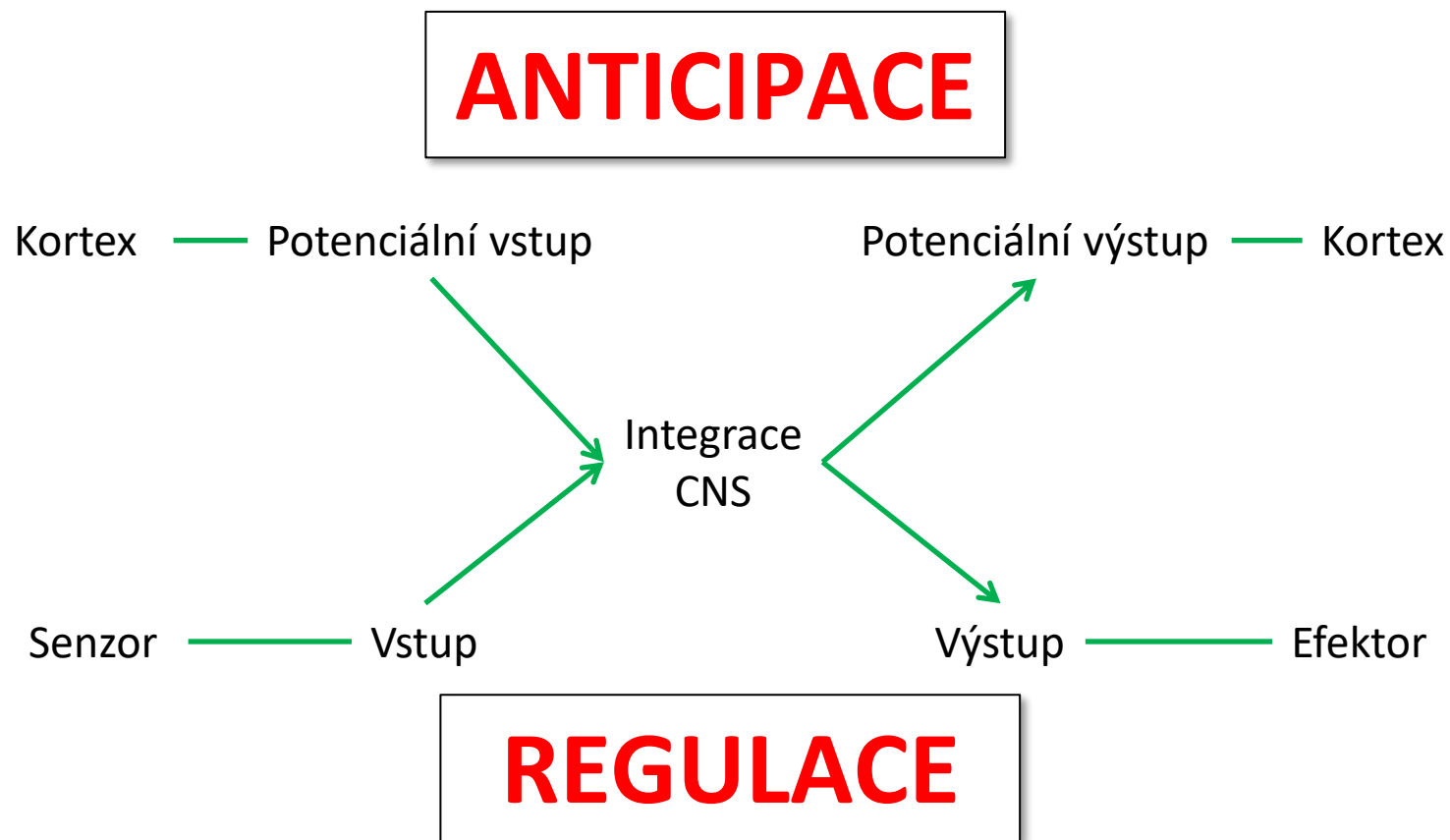


M U N I

M E D

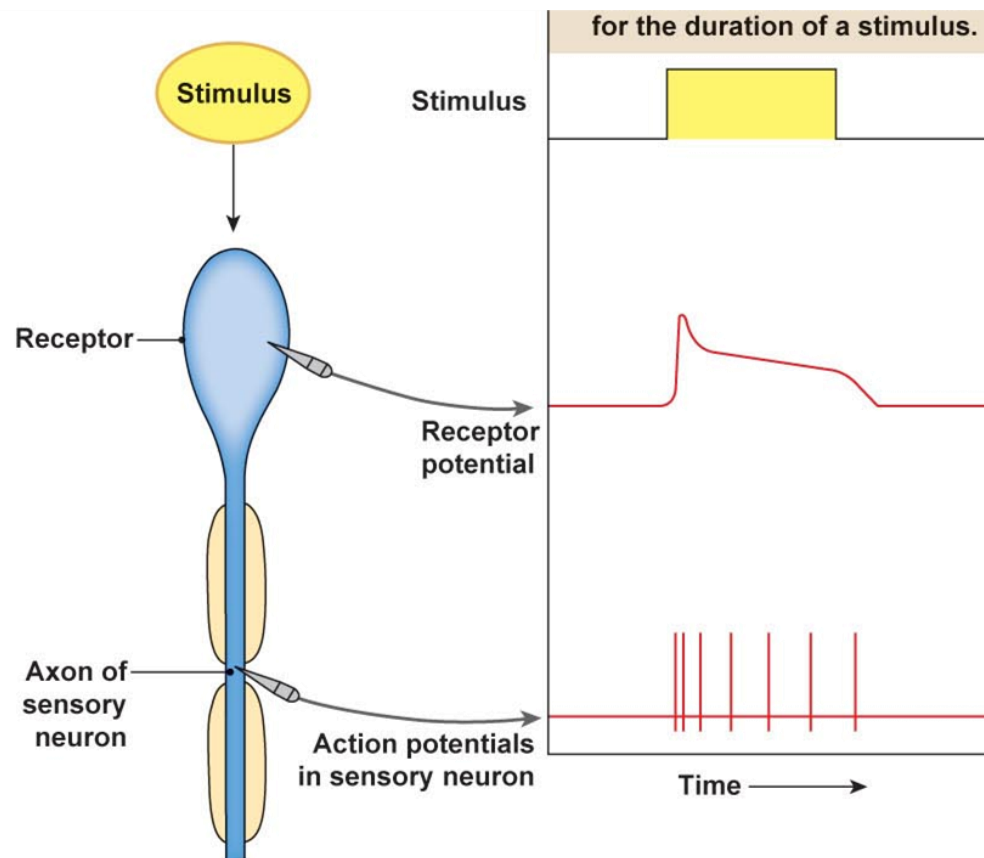
Somatosenzitivita, bolest

Význam a regulační povaha nervového systému



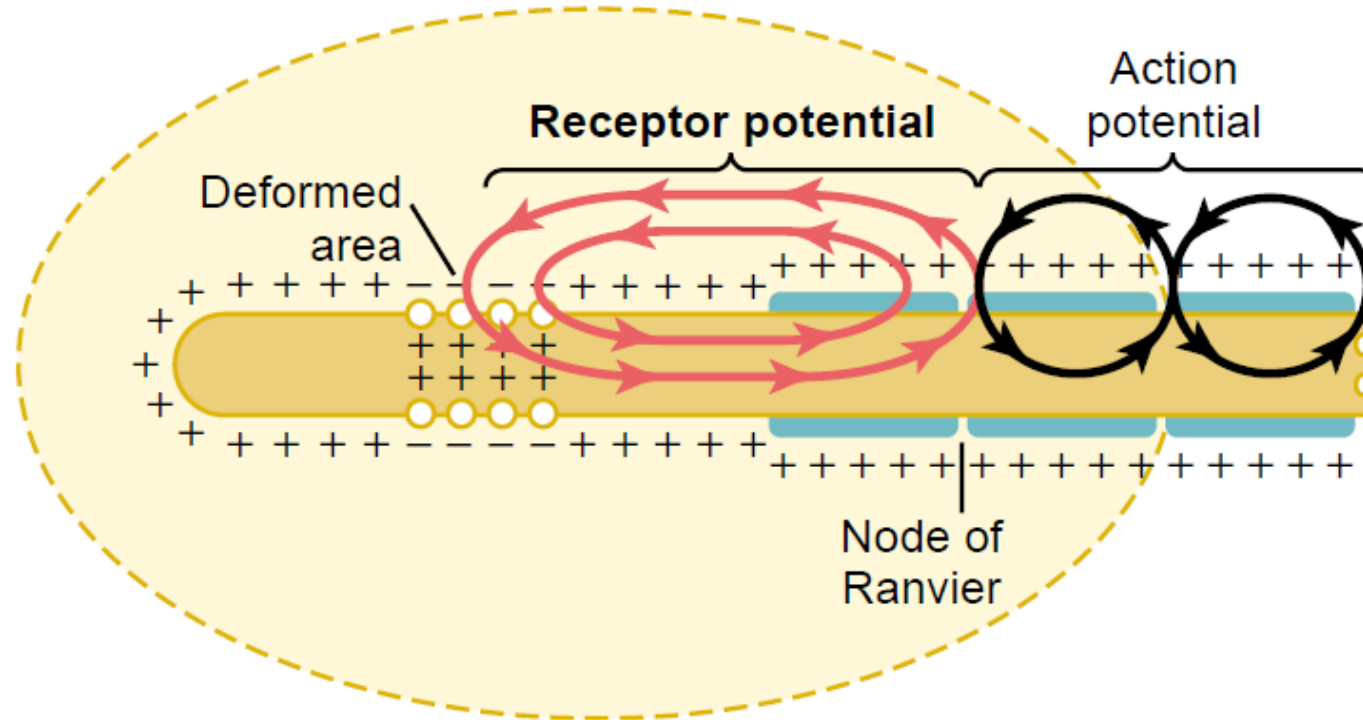
Receptory/senzory

- Měníč energie
 - Zachycení signálu
 - Transformace signálu
- Receptorový potenciál
 - Generátorový potenciál
- Akční potenciál



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

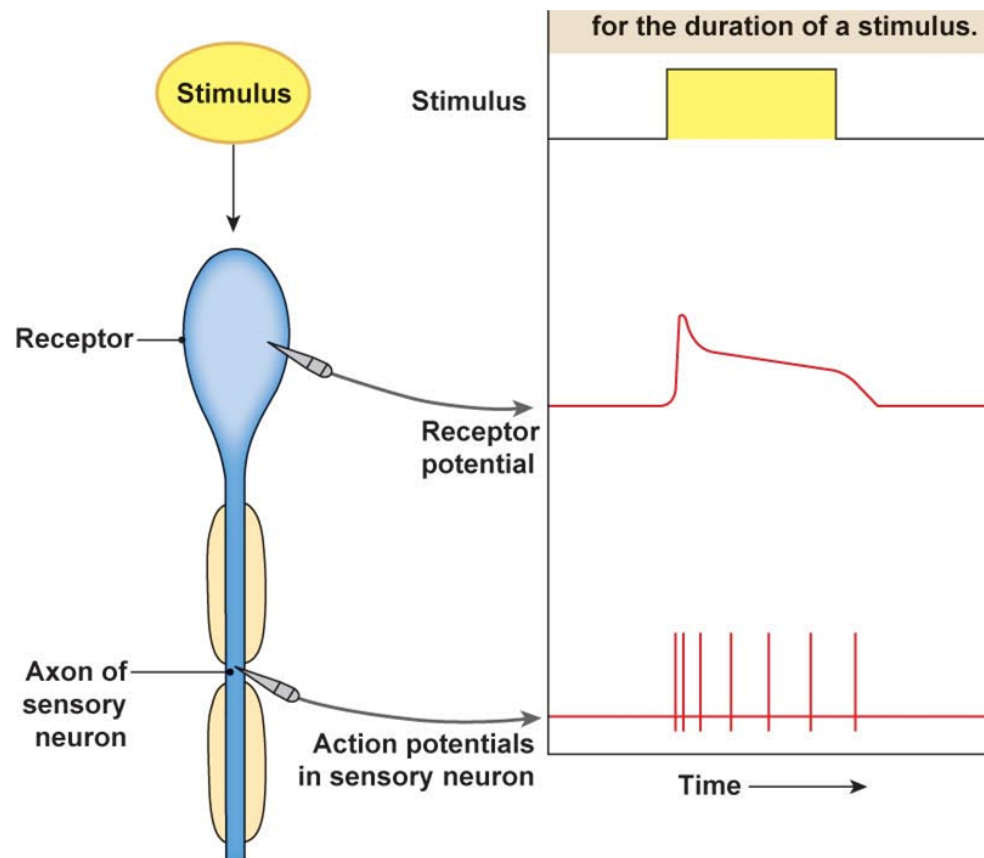
Receptorový/generátorový a akční potenciál



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

Receptory/senzory

- Měníč energie
 - Zachycení signálu
 - Transformace signálu
- Receptorový potenciál
 - Generátorový potenciál
- Akční potenciál
- Adekvátní podmět
- Neadekvátní podmět

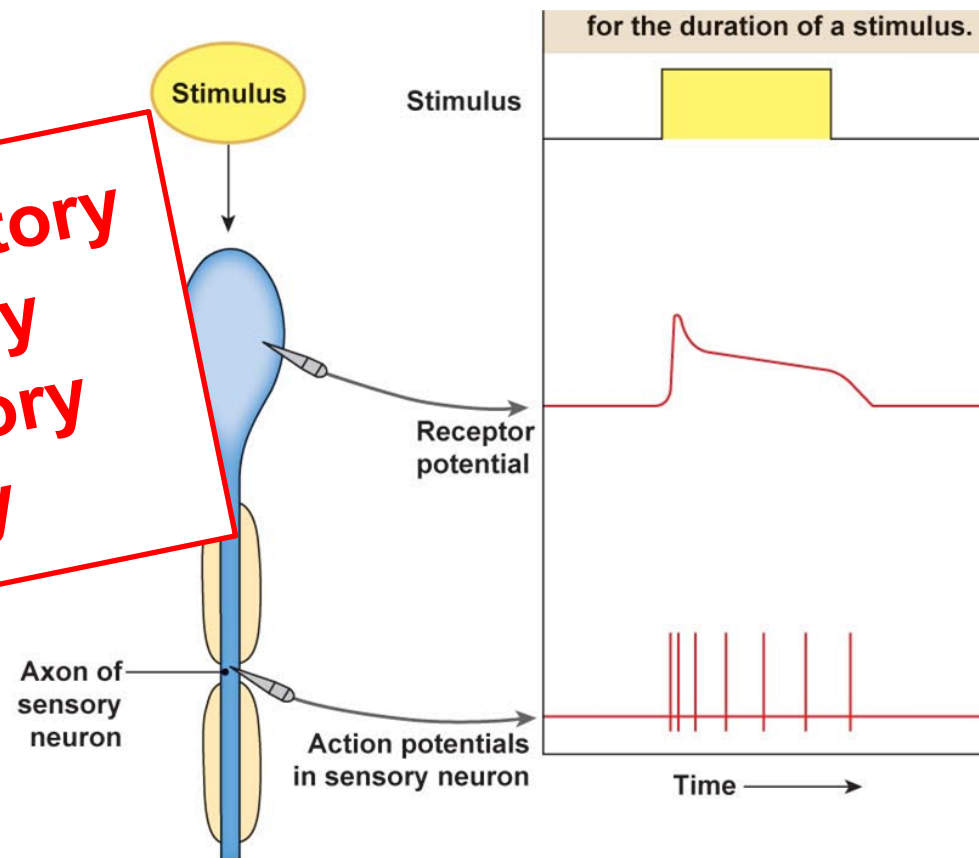


<http://www.slideshare.net/CsillaEgri/presentations>

Receptory/senzory

- Měníč energie
 - Zachycení signálu
 - Transformace signálu
- Receptorový potenciál
 - Generátorový potenciál
- Akční potenciál
- Adekvátní podmět
- Neadekvátní podmět

✓ **Mechanoreceptory**
✓ **Termoreceptory**
✓ **Chemoreceptory**
✓ **Fotoreceptory**



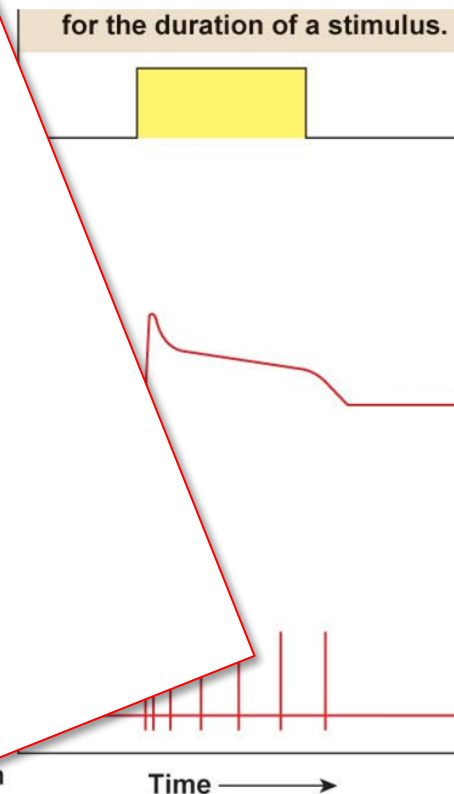
<http://www.slideshare.net/CsillaEgri/presentations>

Receptory/senzory

- Měníč energie
 - Zachycení signálu
 - Transformace signálu
- Receptorový potenciál
 - Generátorový potenciál
- Akční potenciál
- Adekvátní podmět
- Neadekvátní podmět

Obecné atributy stimulu

Kvalitativní parametry
Modalita - Co?
Lokalizace - Kde?



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

Receptory/senzory

- Měníč energie
 - Zachycení signálu
 - Transformace signálu
- Receptorový potenciál
 - Generátorový potenciál
- Akční potenciál
- Adekvátní podmět
- Neadekvátní podmět

Obecné atributy stimulu

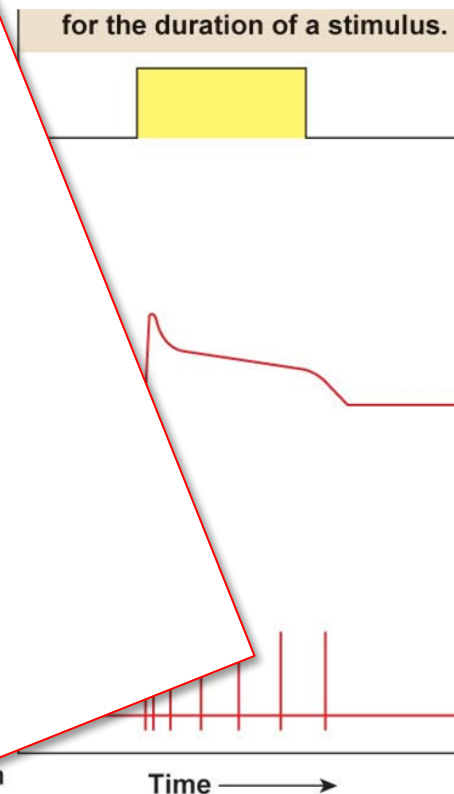
Kvalitativní parametry

Modalita - Co?

Lokalizace - Kde?

Kvantitativní parametry

Intenzita - Jak moc?



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

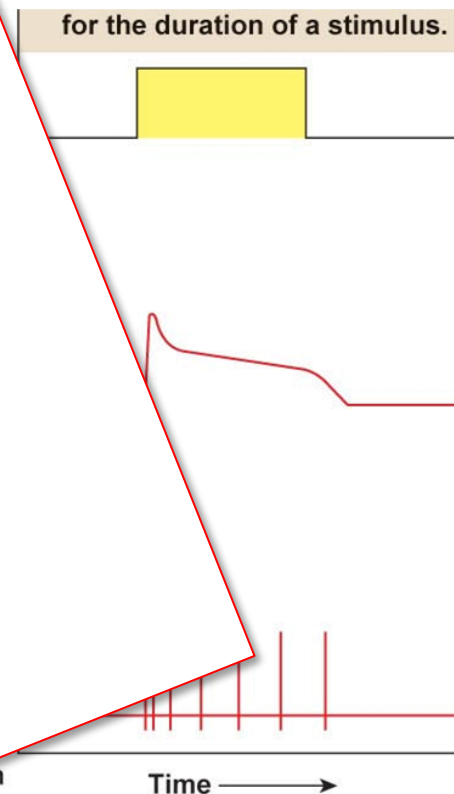
Receptory/senzory

- Měníč energie
 - Zachycení signálu
 - Transformace signálu
- Receptorový potenciál
 - Generátorový potenciál
- Akční potenciál
- Adekvátní podmět
- Neadekvátní podmět

Obecné atributy stimulu

Kvalitativní parametry
Modalita - Co?
Lokalizace - Kde?

Kvantitativní parametry
Intenzita - Jak moc?
Trvání v čase

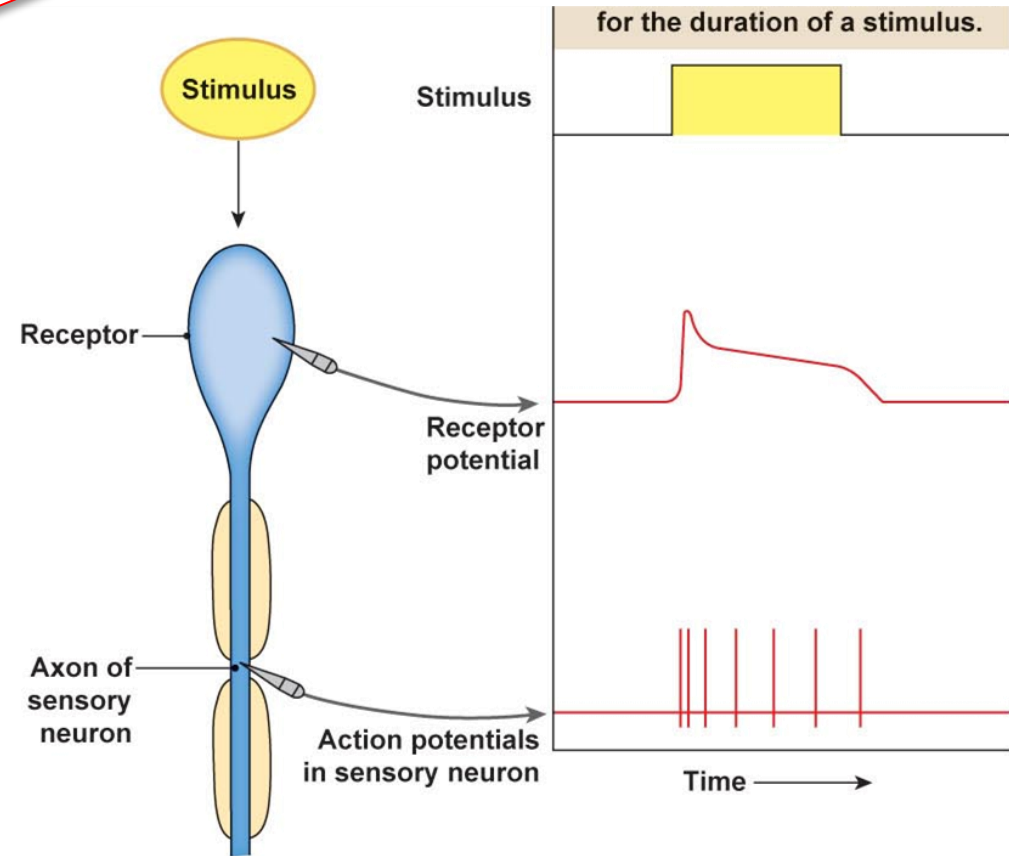


<http://www.slideshare.net/CsillaEgri/presentations>

Informace o intenzitě

Jak moc?

- Amplituda receptorového potenciálu je převedena na frekvenci akčního potenciálu

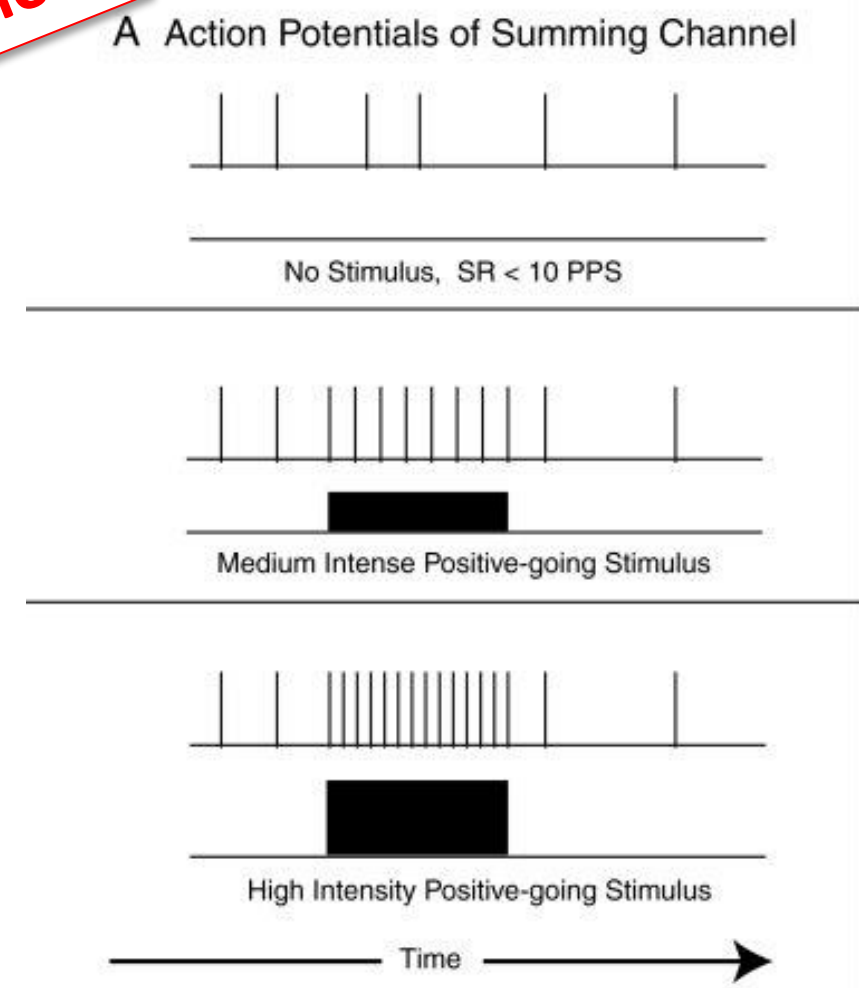


<http://www.slideshare.net/CsillaEgri/presentations>

Informace o intenzitě

Jak moc?

- Neboli změna intenzity stimulu vyvolá změnu frekvence AP
- Stimulus o vysoké intenzitě může aktivovat více receptorů, což má také významnou informační hodnotu

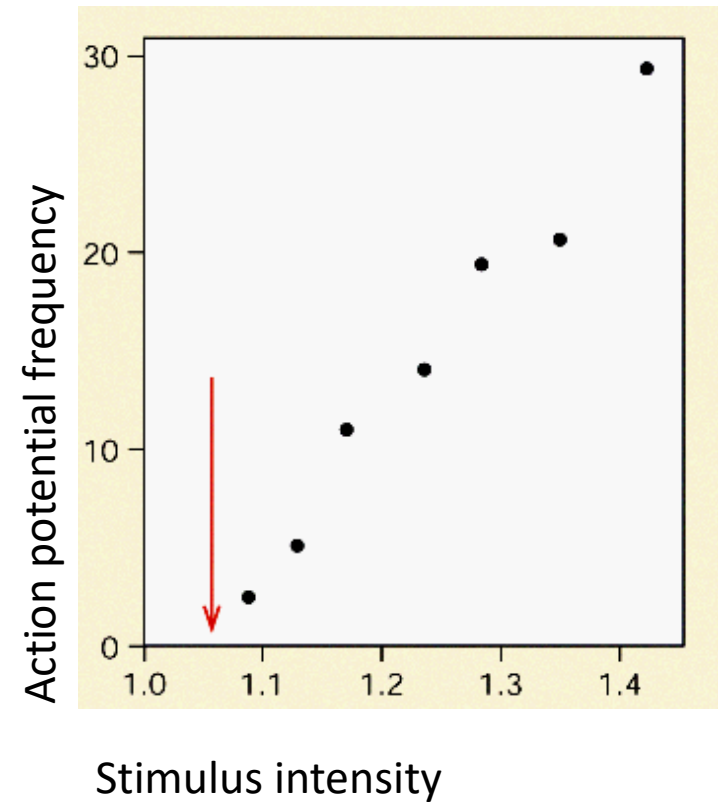
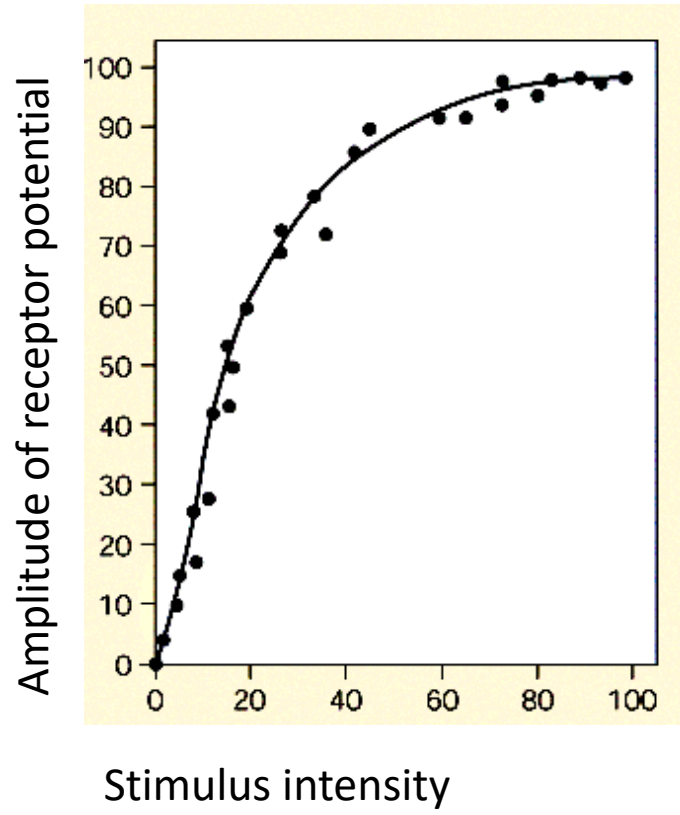


<http://neuronresearch.net/neuron/files/neuralcode.htm>

Informace o intenzitě

Jak moc?

- Závislost mezi receptorovým a akčním potenciálem je logaritmická



<http://slideplayer.cz/slide/3217923/>

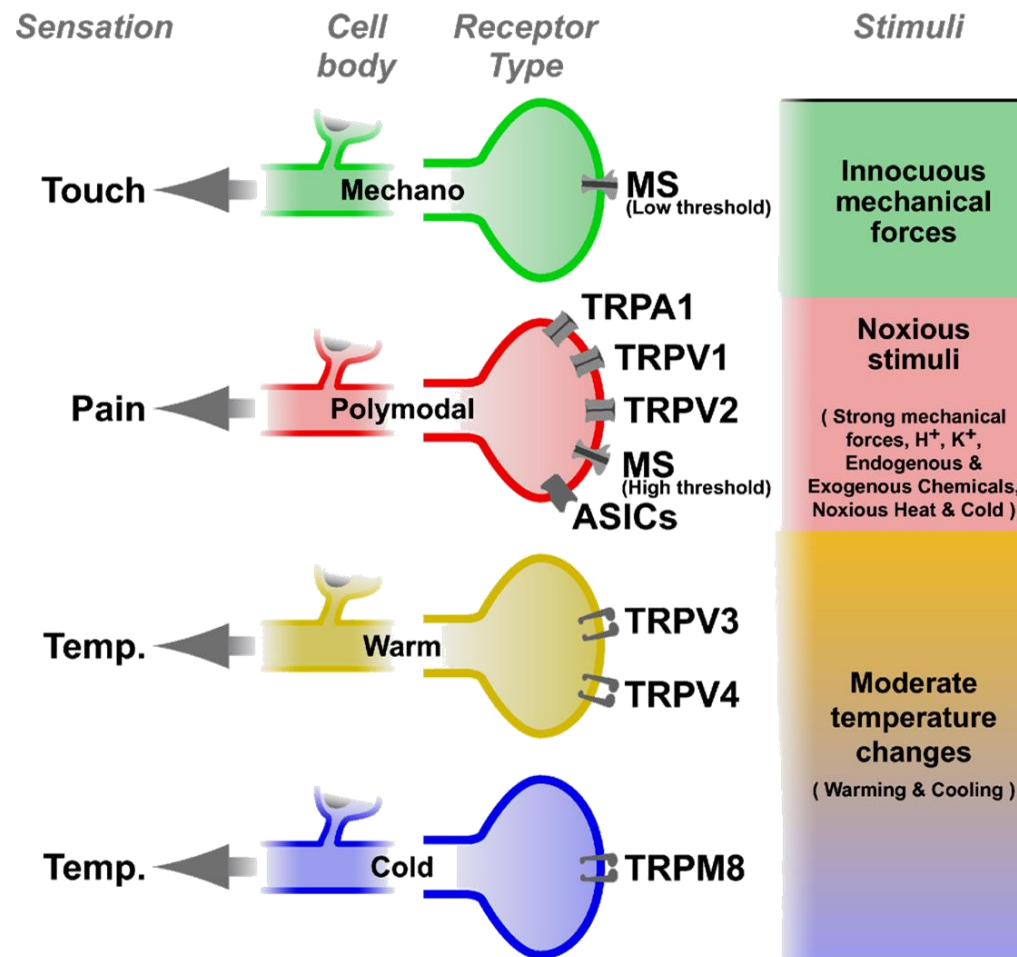
Informace o kvalitě

Co?
Kde?

- Pravidlo specifické nervové energie:

Každý senzoričký nerv vede informaci o jedné modalitě do specifické mozkové oblasti, která informaci interpretuje

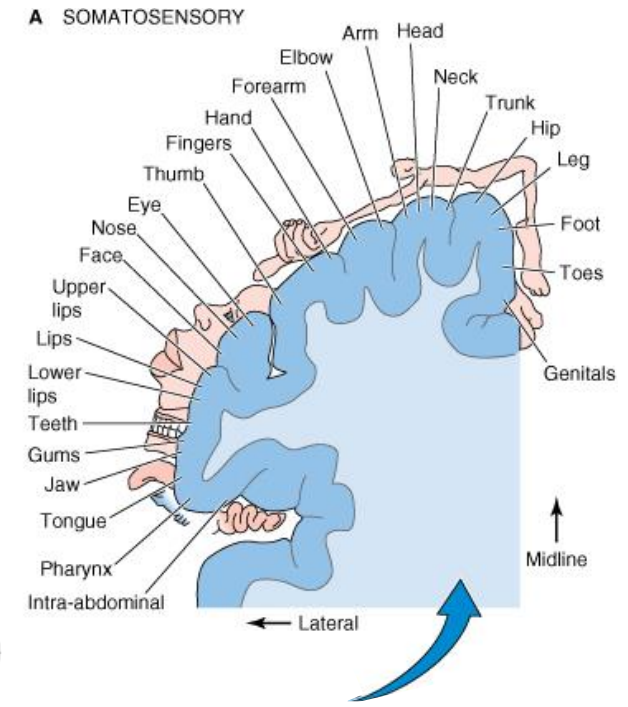
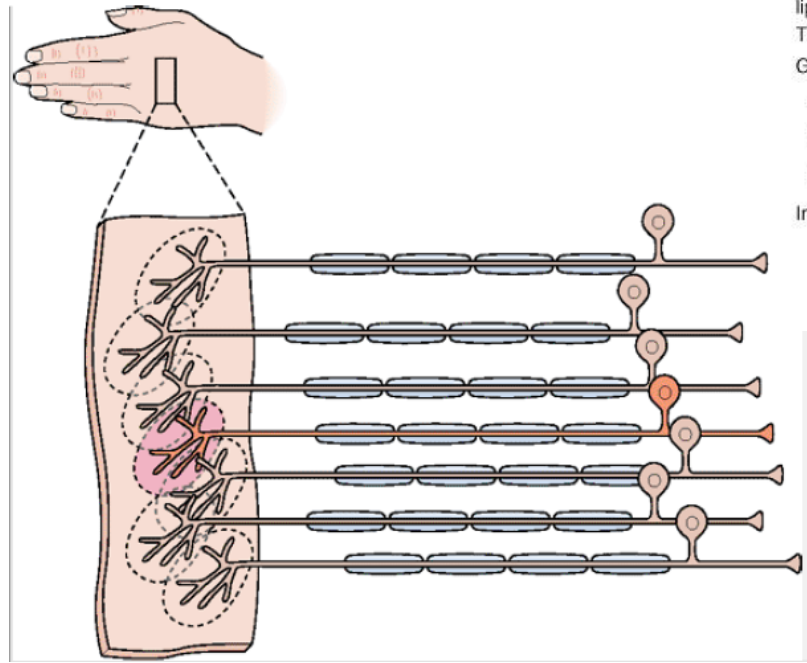
- Labeled line coding určuje informaci o kvalitě



Informace o kvalitě

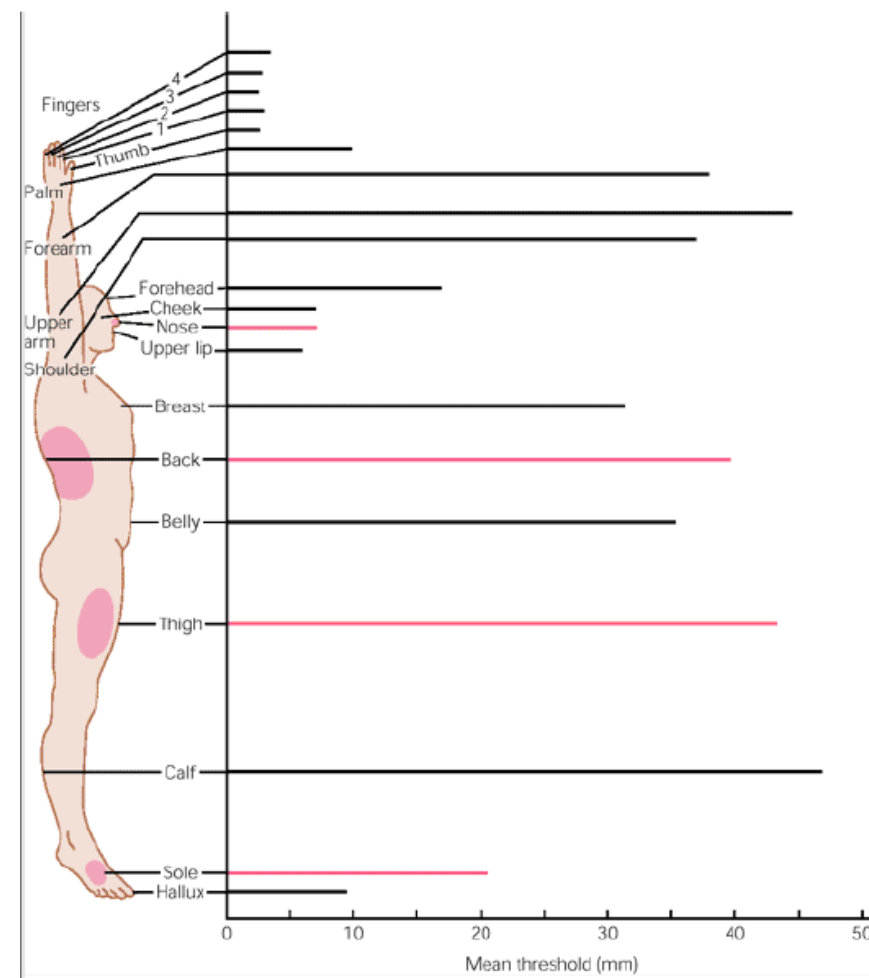
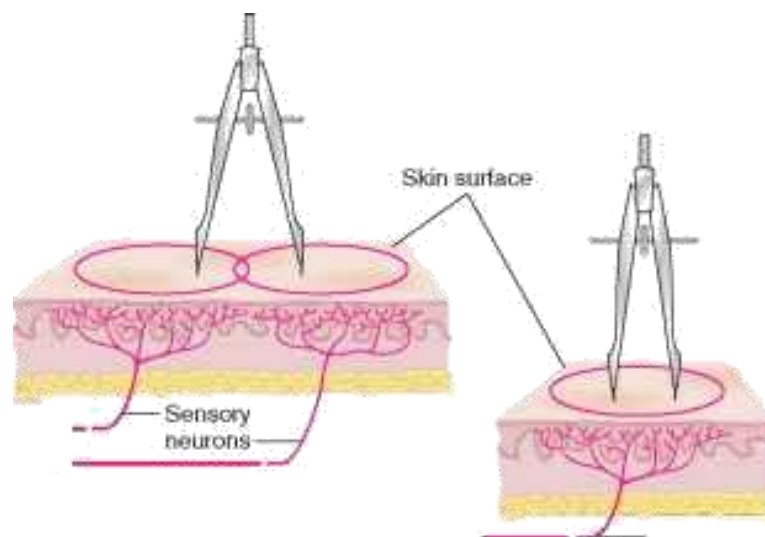
Co?
Kde?

- Labeled line coding
- Receptivní pole
- Dráždění nervu vyvolá odpovídající vjem



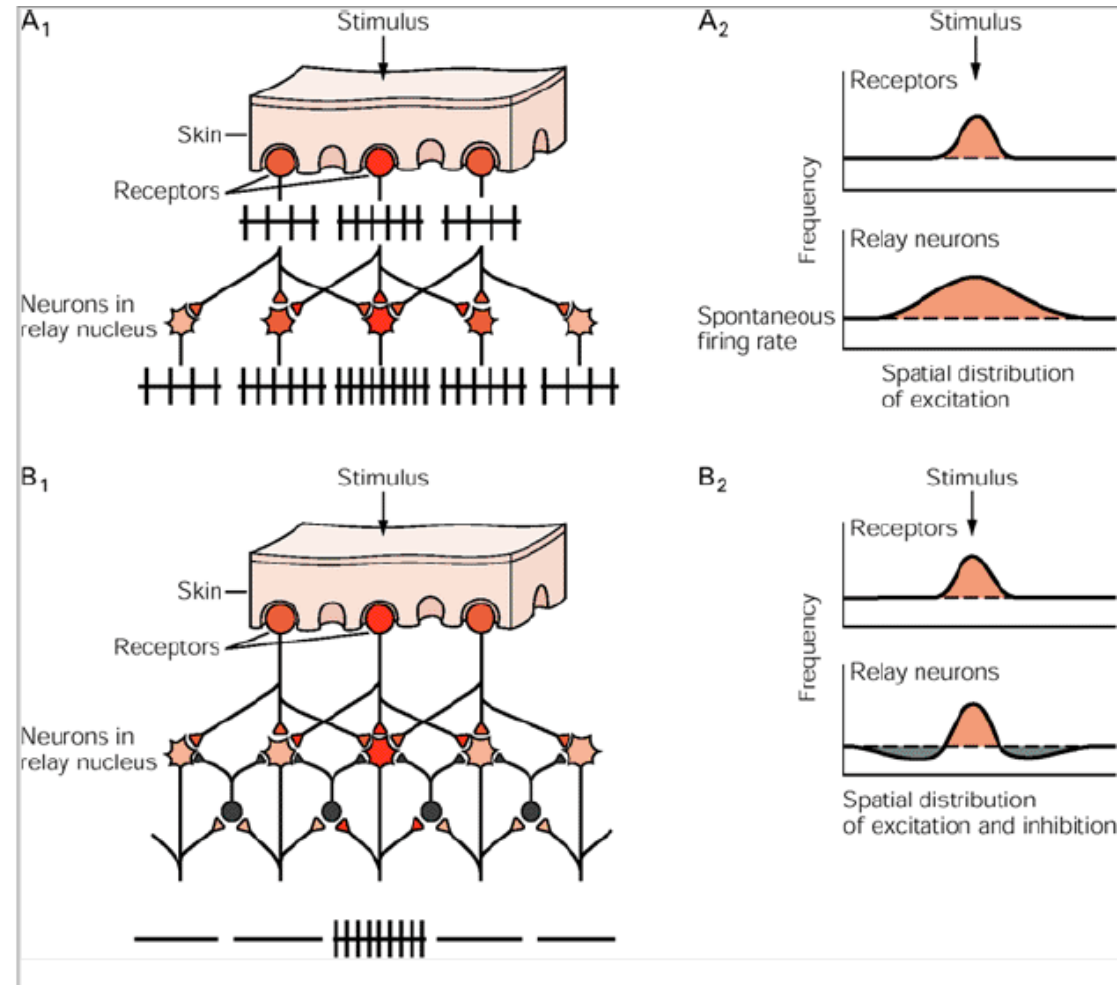
Receptivní pole

- Různá velikost, různé překrývání
- Malé receptorové pole – vyšší rozlišení
- Rozlišovací schopnost zesílena laterální inhibicí



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

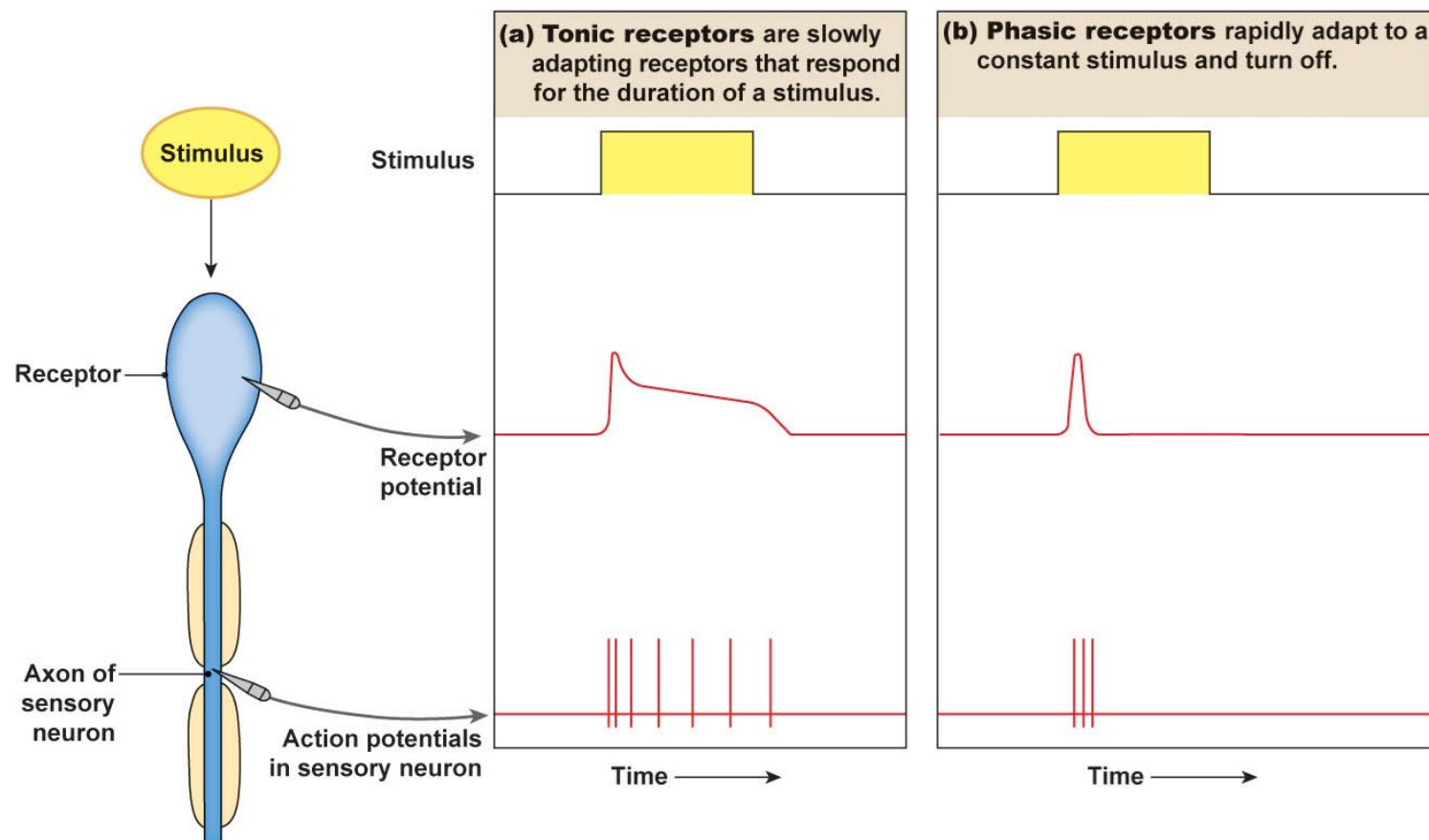
Laterální inhibice



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

Adaptace receptoru

- Úbytek citlivosti receptoru navzdory trvání stimulu
- Toncké receptory – pomalá adaptace – přítomnost stimulu, poloha
- Fazické receptory – rychlá adaptace – změna stimulu
- Fazicko – tonické - ...



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

Receptory

- Obecné
 - Povrchové – somatosenzory
 - Vnitřní – viscerosenzory
 - Svaly, šlachy, klouby – proprioceptory
- Speciální
 - Součást smyslových orgánů

Receptory

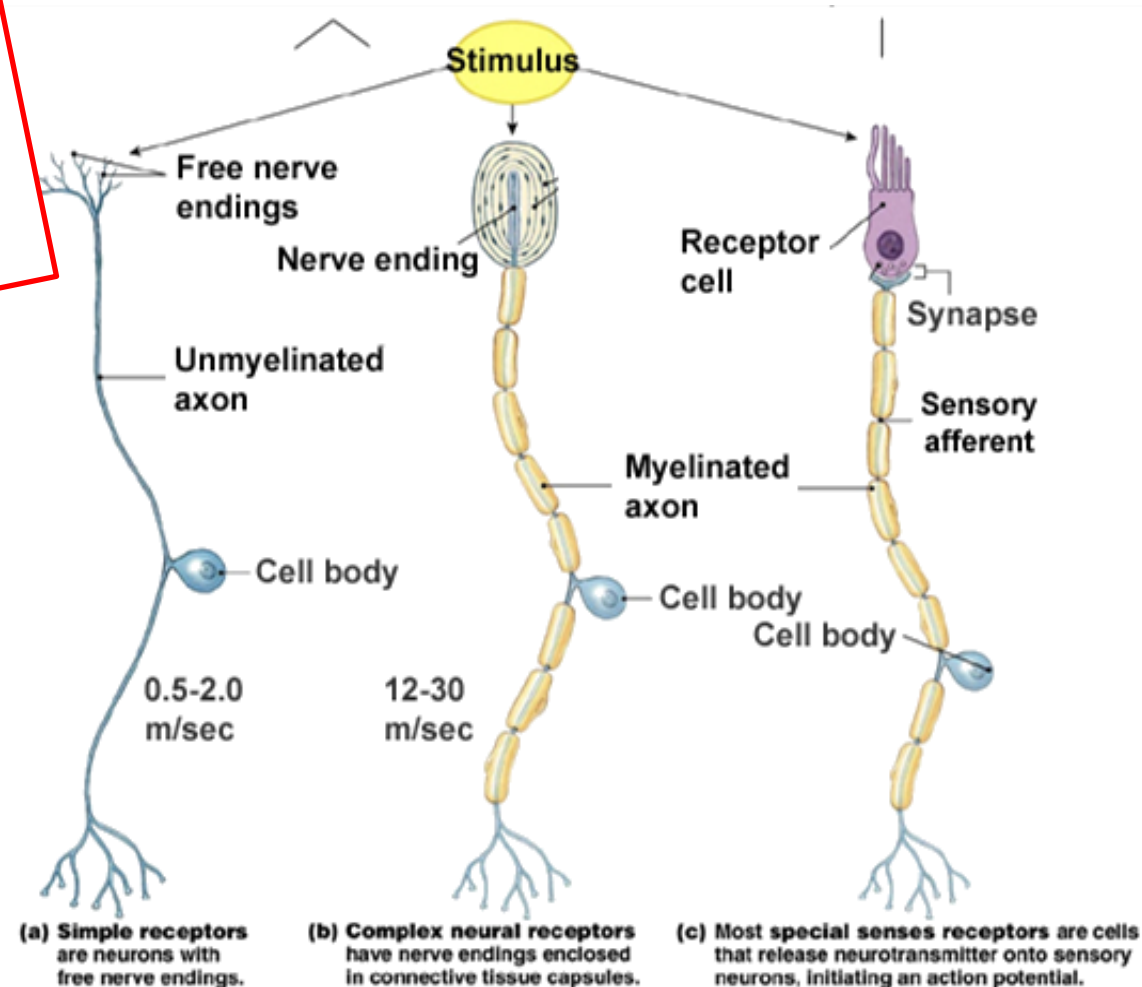
- ✓ **Mechanoreceptory**
- ✓ **Termoreceptory**
- ✓ **Chemoreceptory**
- ✓ **Fotoreceptory**

- **Obecné**
 - Povrchové – somatosenzory
 - Vnitřní – viscerosenzory
 - Svaly, šlachy, klouby – proprioceptory
- **Speciální**
 - Součást smyslových orgánů

Receptory

- ✓ Mechanoreceptory
- ✓ Termoreceptory
- ✓ Chemoreceptory
- ✓ Fotoreceptory

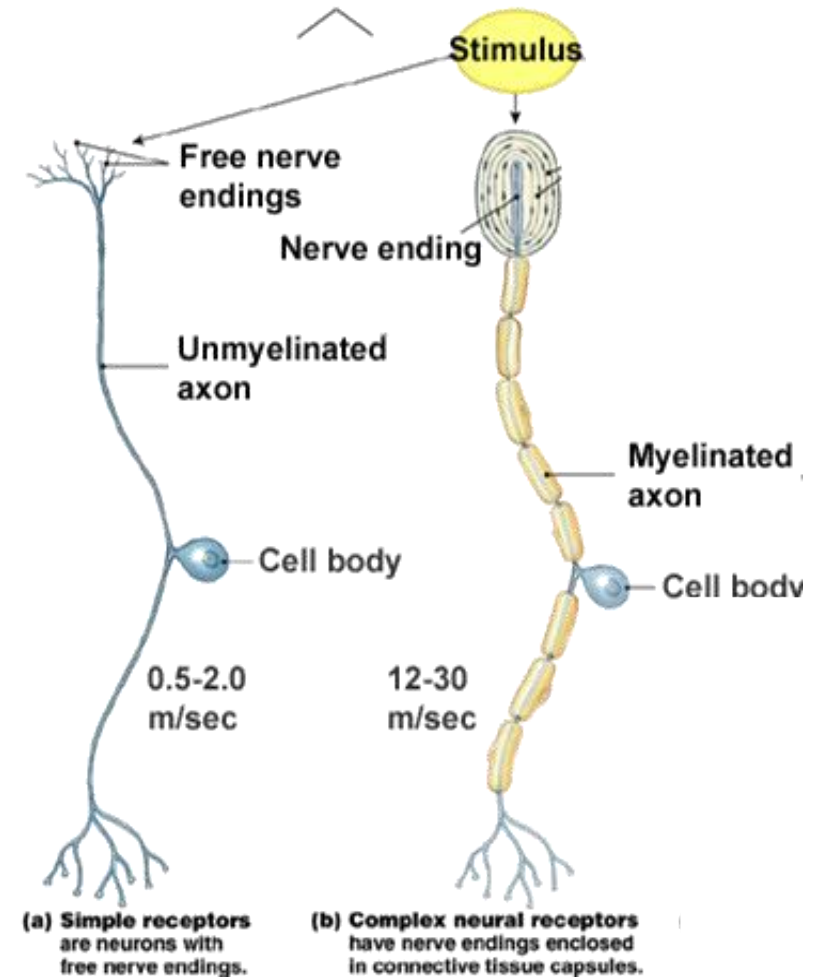
- Jednoduché
- Komplexní
- Obecné
 - Povrchové – somatosenzory
 - Vnitřní – viscerosenzory
 - Svaly, šlachy, klouby – proprioceptory
- Speciální
 - Součást smyslových orgánů



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

Somato/viscero/ proprio

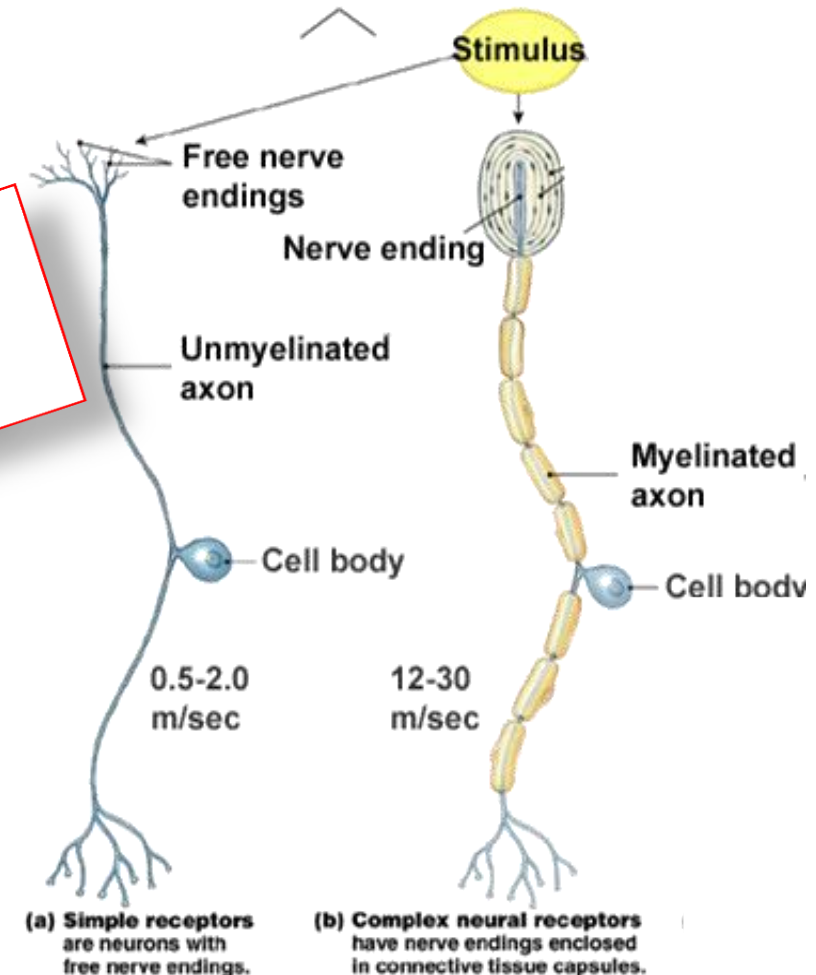
- Somatosenzitivní systém
 - Bolest
 - Teplota
 - Dotek
- Viscerosenzitivní systém
 - Provozní informaace
 - Bolest, tlak
- Propriocepce
 - Poloha
 - Pohyb



Somato/viscero/ proprio

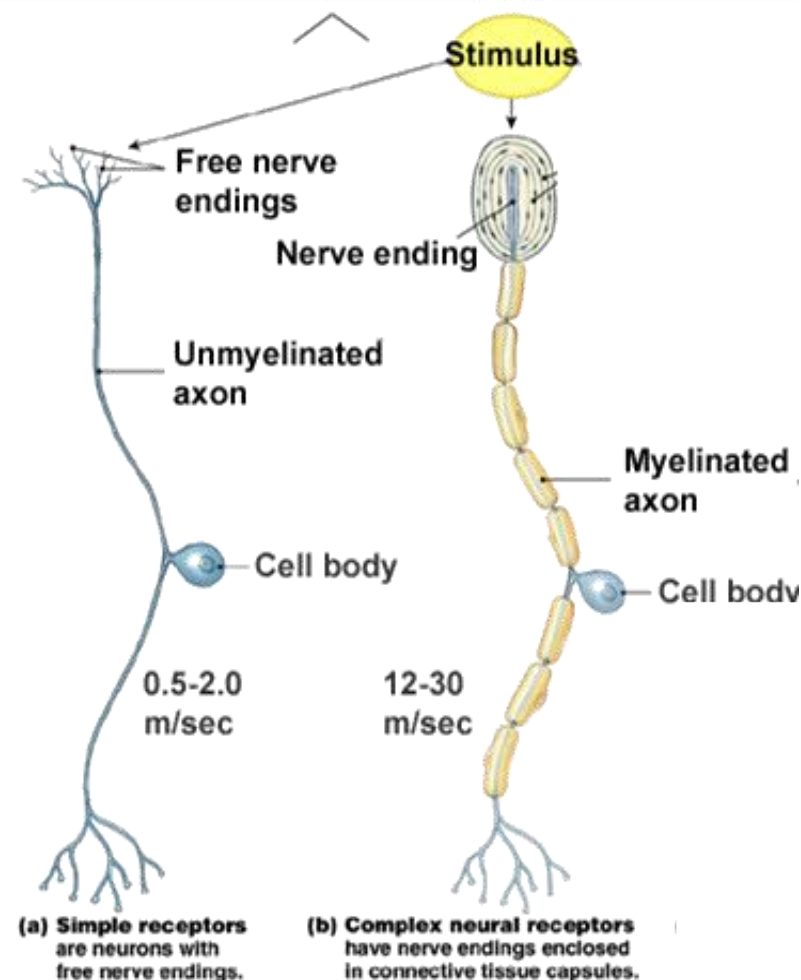
- Somatosenzitivní systém
 - Bolest
 - Teplota
 - Dotek
- Viscerosenzitivní systém
 - Provozní informace
 - Bolest, tlak
- Propriocepce
 - Poloha
 - Pohyb

Většina informací nedosáhne vědomí



Evoluční pohled

- Z evolučního pohledu jsou nejdůležitější informace o potenciálním poškození organismu a dle důležitosti se systémy vyvíjely
 - Bolest
 - Teplota
- Somatosenzitivní informace nebolestivého charakteru představují výhodu při adaptaci v daném prostředí



Evoluční pohled

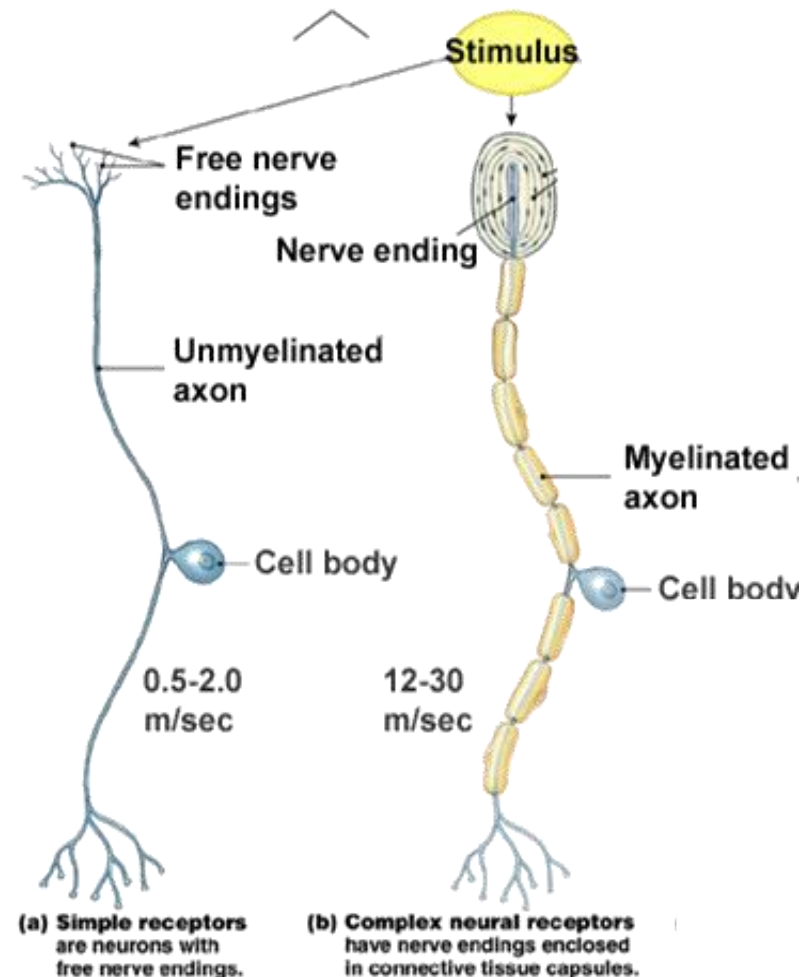
- Z evolučního pohledu jsou nejdůležitější informace potenciálně dostupné organismu a dlouhodobé systémy vyvíjely

Bezprostřední přežití

– Teplota

- Somatosenzitivní neboest... představují v... aptaci v daném prostředí

Dlouhodobé přežití



Evoluční pohled

- Z evolučního pohledu jsou nejdůležitější informace potenciálně dostupné organismu a dlouhodobé systémy vyvíjely

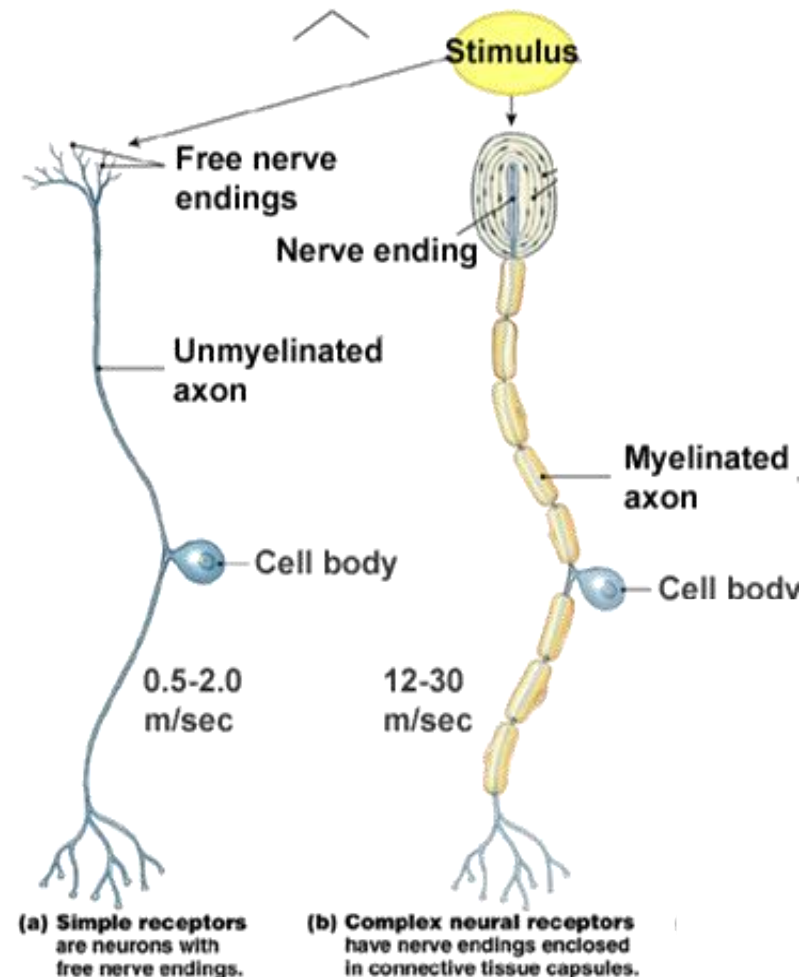
Bezprostřední přežití

– Teplota

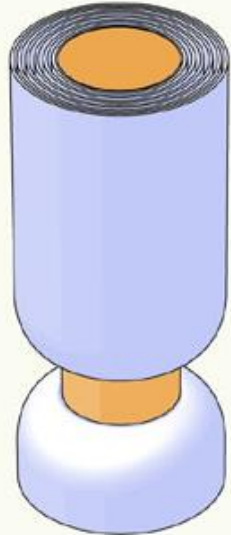



- Somatosenzitivní neboest... představují v... aptaci v daném prostředí

Dlouhodobé přežití

- Struktura receptorů, nervových vláken i drah odráží evoluční stáří



Nervová vlákna

	A α	A β	A δ	C
Axons from skin				
Axons from muscles	Group I	II	III	IV
				
Diameter (μm)	13–20	6–12	1–5	0.2–1.5
Speed (m/sec)	80–120	35–75	5–30	0.5–2
Sensory receptors	Proprioceptors of skeletal muscle	Mechanoreceptors of skin	Pain, temperature	Temperature, pain, itch

Nociceptory

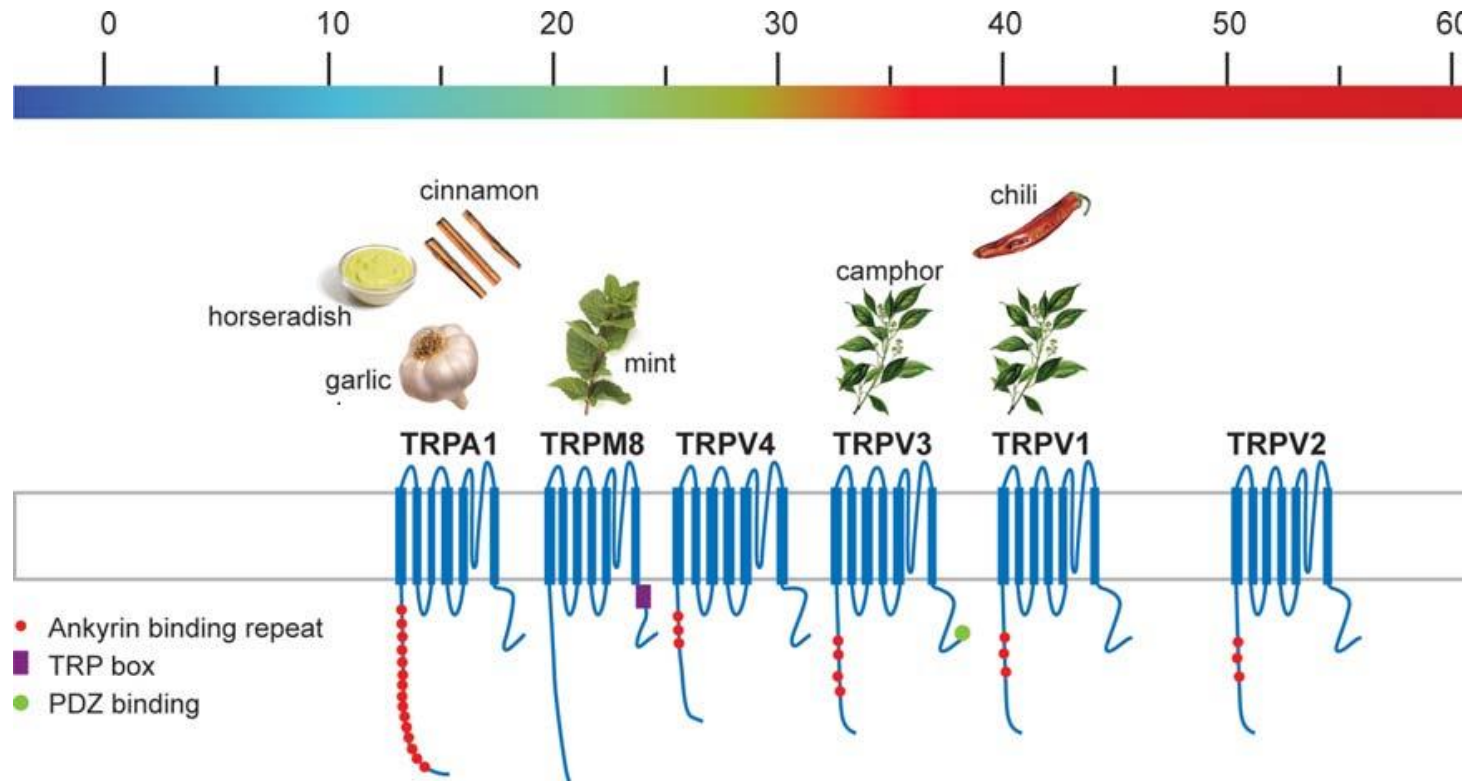
- Volná nervová zakončení odpovídající na velmi intenzivní stimuly
- Charakter stimulu
 - Mechnaický
 - ✓ Velký tlak
 - ✓ Ostrý předmět
 - Tepelný
 - ✓ Horní mez cca. 45 st. Celsia
 - ✓ Dolní mez – variabilní
 - Chemický
 - ✓ pH
 - ✓ Mediátory zánětu atd.

A delta vlákna
– ostrá, lokalizovaná bolest

C vlákna
– tupá, špatně lokalizovaná bolest

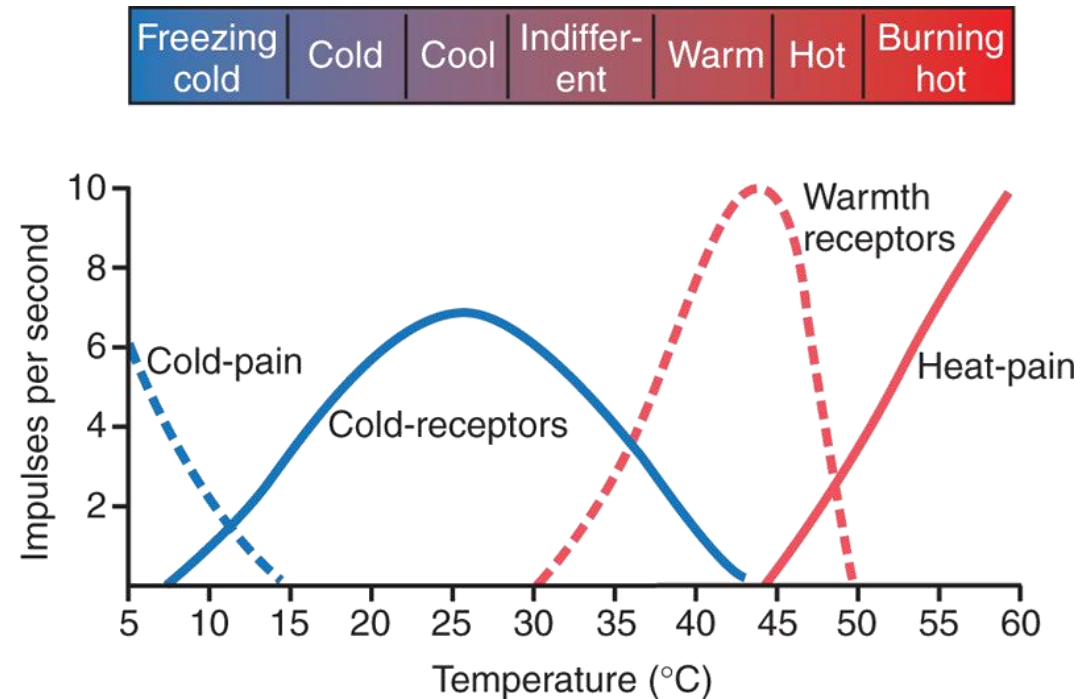
Thermoreceptor

- Volná nervová zakončení senzitivní na teplo
- TRP kanály (transient receptor potential)
 - Polymodální receptor (chemorecepce, termorecepce)
 - Přítomné také v řadě buněk (včetně neuronů, keratinocytů, mechanoreceptorů...)



Thermoreceptory

- Vnímání teploty dáno poměrem aktivity různých termoreceptorů

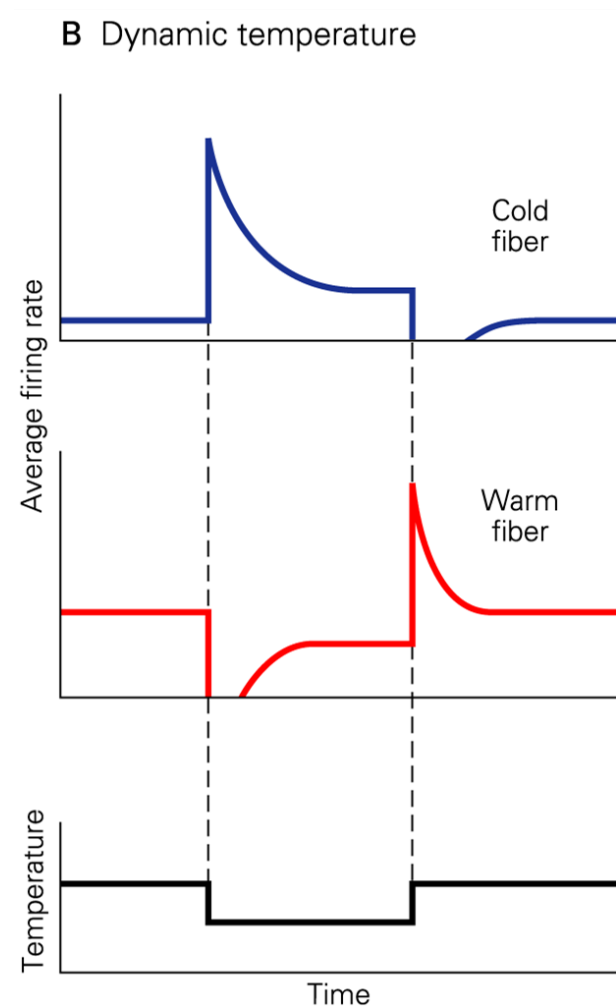


Hall: Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology, 12th Edition
Copyright © 2011 by Saunders, an imprint of Elsevier, Inc. All rights reserved.

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

Thermoreceptory

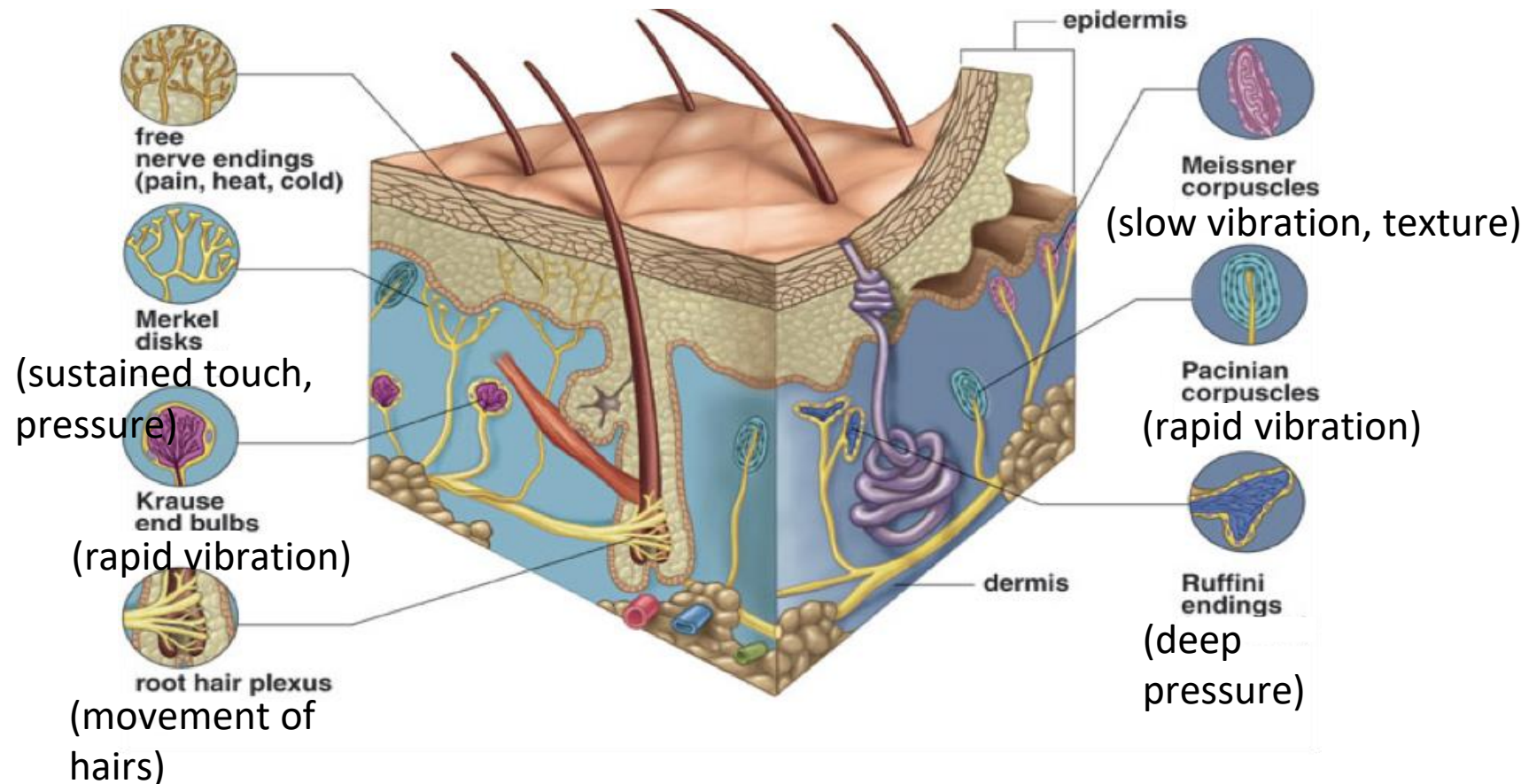
- Převážně fazická odpověď



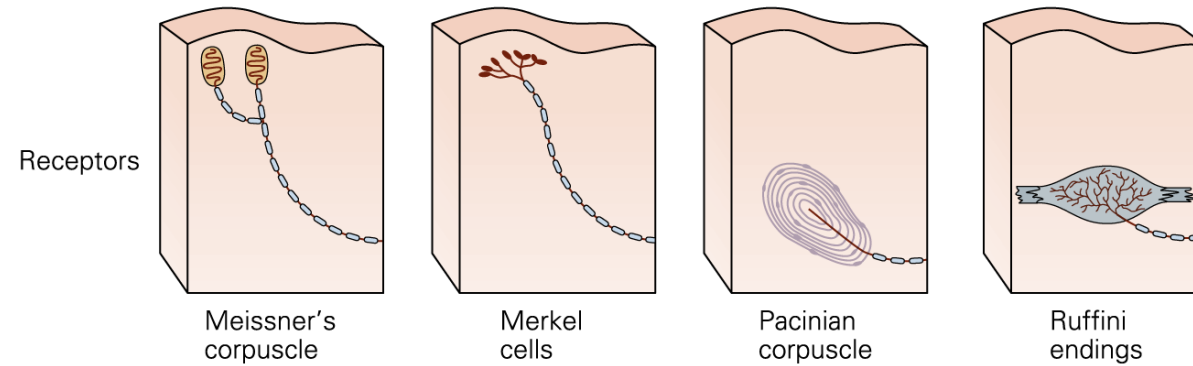
<http://www.slideshare.net/CsillaEgri/presentations>

Kožní mechanoreceptory

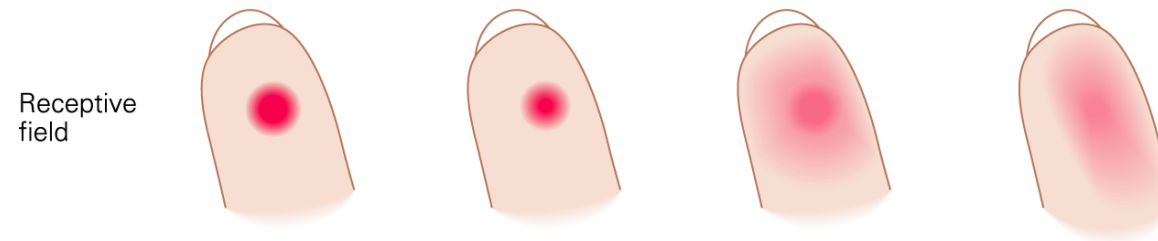
- Jednoduché vs. Komplexní receptory



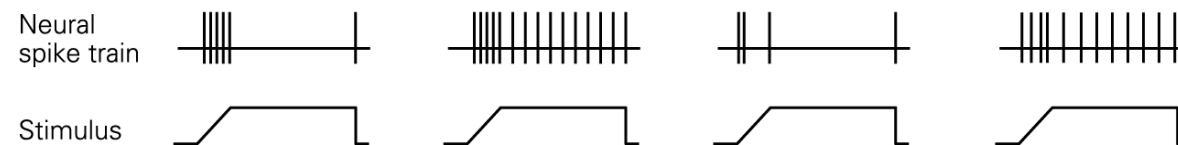
Kožní mechanoreceptory



B Location



C Intensity and time course



Kožní mechanoreceptory

Receptor	Type	Sensation	Signals	Adaptation
Meissner corpuscle	Encapsulated & layered	Touch: Flutter & Movement	Frequency/Velocity & Direction	Rapid
Pacinian corpuscle	Encapsulated & layered	Touch: Vibration	Frequency: 100-300 Hz	Rapid
Ruffini corpuscle	Encapsulated collagen	Touch: Skin Stretch	Direction & Force	Slow
Hair follicle	Unencapsulated	Touch: Movement	Direction & Velocity	Rapid
Merkel complex	Specialized epithelial cell	Touch, Pressure, Form	Location & Magnitude	Slow
Free Nerve Ending	Unencapsulated	Pain, Touch, or Temperature	Tissue damage, Contact, or Temperature change	Depends on information carried

<http://neuroscience.uth.tmc.edu/s2/chapter02.html>

Viscerosenzitivita

- Přenos informací z viscerální oblasti a kardiovaskulárního systému
- Vázána na autonomní nervový systém
- Většina informací končí nejvýše v hypothlamu
- Většina informací nepřechází do vědomí

- ✓ **Parasympatikus (VII., IX., X., sakrální parasympaticus)**
 - „Provozní informace“ (např. o krevním tlaku, pO₂, pCO₂)
- ✓ **Sympatikus**
 - „Potenciální nebezpečí“ (tlak, bolest, chlad)

Propriocepce

- Informace ze
 - Svalů
 - Šlach
 - Kloubních pouzder
- Význam
 - Přesnost pohybu
 - Ochranná

Somatosenzitivní systém - dráhy

- Tři systémy
- (Archispinotalamický systém)
 - Propojení sousedních segmentů (tr. Spinothalamicus)
- Paleospinotalamický
 - tr. Spinoreticularis, tr. Spinotectalis...
- Neospinotalamický
 - tr. Spinothalamicus
- Systém zadních provazců
 - tr. Spinobulbaris

Somatosenzitivní systém - dráhy

- Tři systémy
- (Archispinotalamický systém)
 - Propojení sousedních se
- Paleospin
- t
- Neospin
- tr. S
- Systém
- tr. Spin

EVOLUCE.....
Během evoluce nedocházelo k nahrazení starých systémů novými, ale staré bylo zachováno a nové struktury zajišťující sofistikovanější funkce byly přidány

Somatosenzitivní systém - dráhy

- Paleospinotalamický
 - Low resolution – bolest („pomalá bolest“)
- Neospinotalamický
 - High resolution – bolest („rychlá bolest“), teplota
 - Low resolution – kožní citlivost
- Systém zadních provazců
 - High resolution – kožní citlivost

Somatosenzitivní systém - dráhy

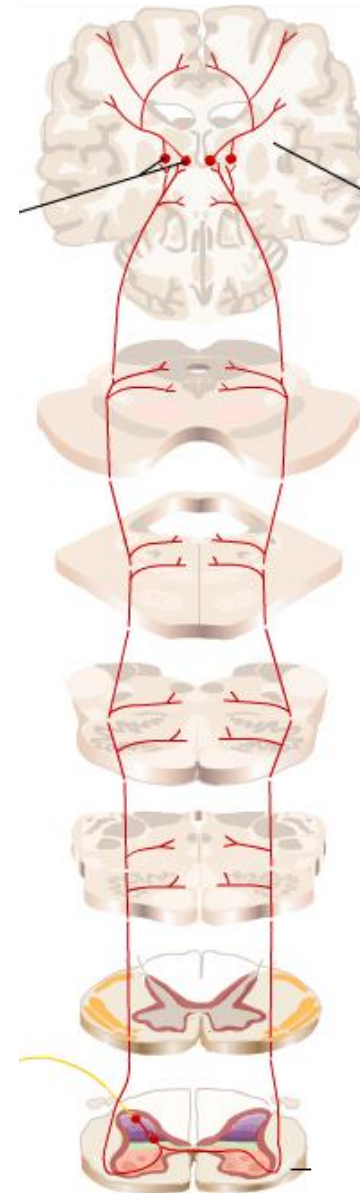
- Paleospinotalamický
 - Low resolution – bolest („pomalá bolest“)
- Neospinotalamický
 - High resolution – bolest („rychlá bolest“), teplota
 - Low resolution – kožní citlivost
- Systém zadních provazců
 - High resolution – kožní citlivost

Bezprostřední přežití

Dlouhodobé přežití

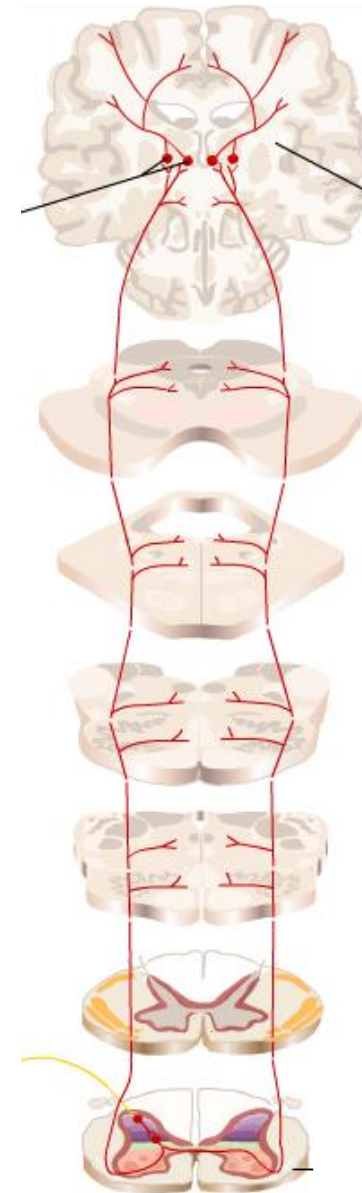
Paleospinotalamický systém

- Tr. Spinoreticularis, spinotectalis...
- Vzniká u živočichů, u kterých není ještě vyvinuta kůra
- Primární napojení na podkorové struktury zůstává i u člověka



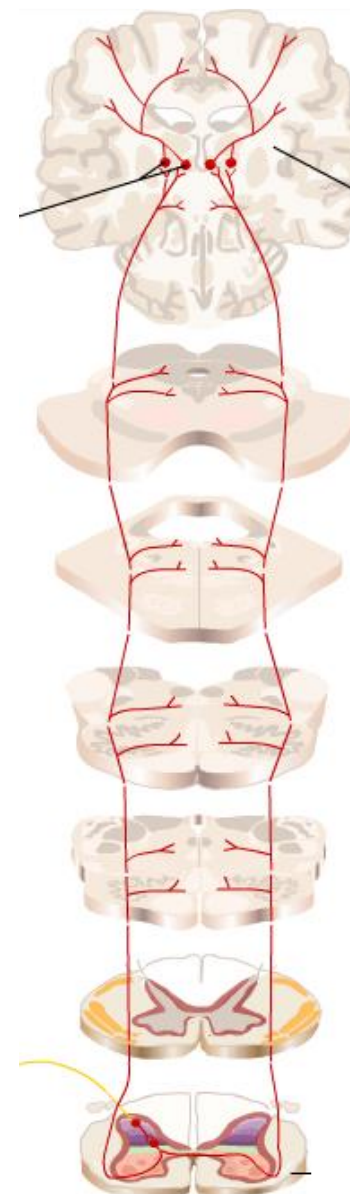
Paleospinotalamický systém

- Tr. Spinoreticularis, spinotectalis...
- Vzniká u živočichů, u kterých není ještě vyvinuta kůra
- Primární napojení na podkorové struktury zůstává i u člověka
- Základní obranné reakce a reflexy - vegetativní odpověď, reflexní lokomoce (opto-akustické reflexy, atd.)



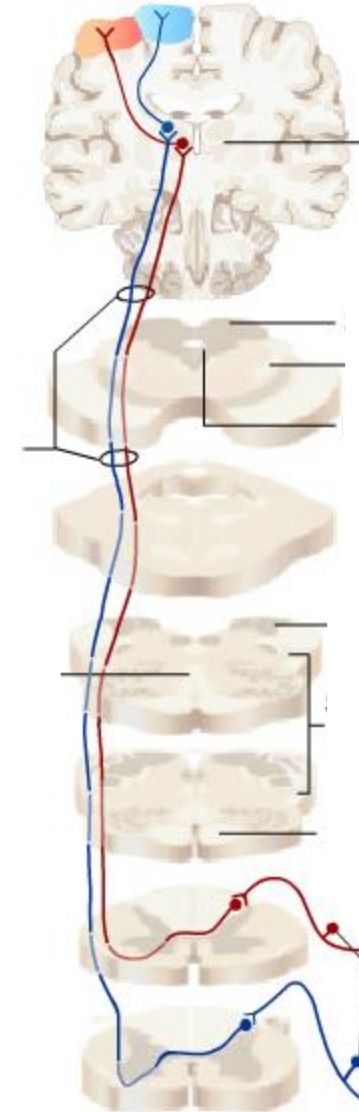
Paleospinotalamický systém

- Tr. Spinoreticularis, spinotectalis...
- Vzniká u živočichů, u kterých není ještě vyvinuta kůra
- Primární napojení na podkorové struktury zůstává i u člověka
- Základní obranné reakce a reflexy - vegetativní odpověď, reflexní lokomoce (opto-akustické reflexy, atd.)
- Se vznikem neokortexu dochází k napojení na korové oblasti (tr. Spino-reticulo-thalamicus), avšak rozlišovací schopnost je malá – tupá a obtížně lokalizovatelná bolest...
- Trakt není „designován na tak výkonný procesor jakým je neokortex“
- Asi polovina traktu kříží střední rovinu



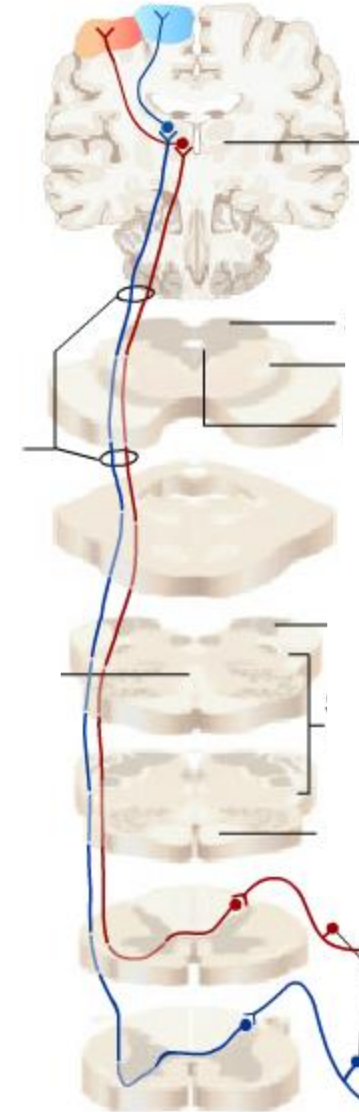
Neospinothalamický systém

- Tr. Spinothalamicus
- Mladší systém primárně napojen na neokortex
- „Vysoká kapacita“



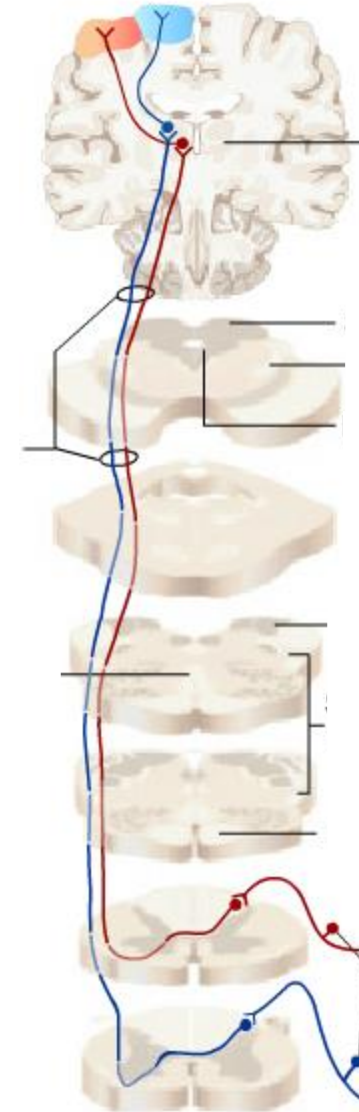
Neospinothalamický systém

- Tr. Spinothalamicus
- Mladší systém primárně napojen na neokortex
- „Vysoká kapacita“
- Detailní informace o bolesti (ostrá, dobře lokalizovaná)
- Informace o teplotě
- Informace o hrubé kožní citlivosti



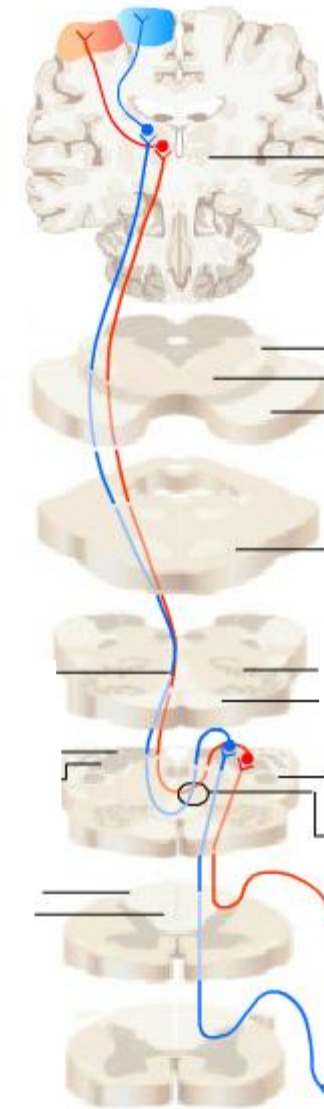
Neospinothalamický systém

- Tr. Spinothalamicus
- Mladší systém primárně napojen na neokortex
- „Vysoká kapacita“
- Detailní informace o bolesti (ostrá, dobře lokalizovaná)
- Informace o teplotě
- Informace o hrubé kožní citlivosti
- Kříží střední rovinu na úrovni vstupního segmentu



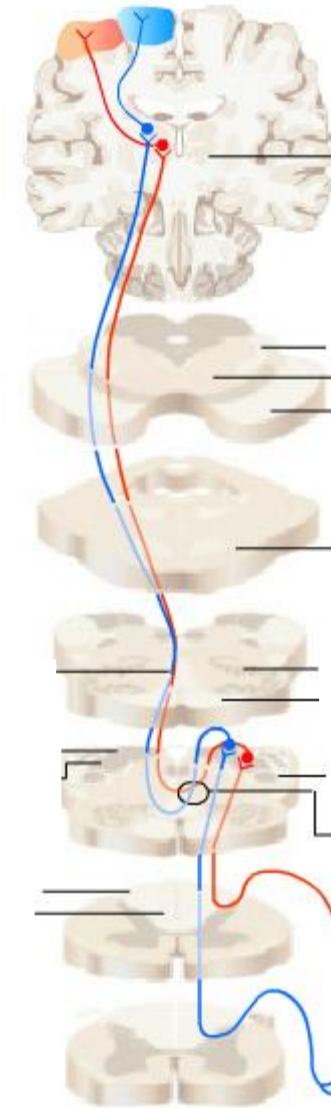
Sytém zadních provazců

- Tr. Spinobulbaris
- Evolučně nejmladší
- Vysoká kapacita – detailní informace



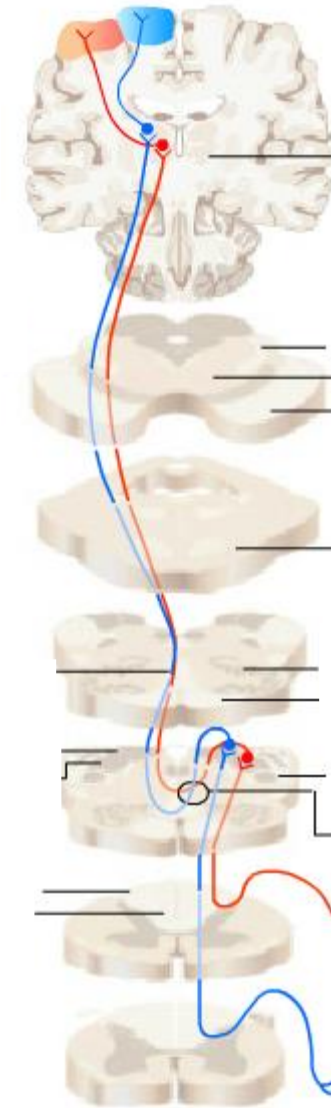
Sytém zadních provazců

- Tr. Spinobulbaris
- Evolučně nejmladší
- Vysoká kapacita – detailní informace
- Taktilní čítí
- Vibrace



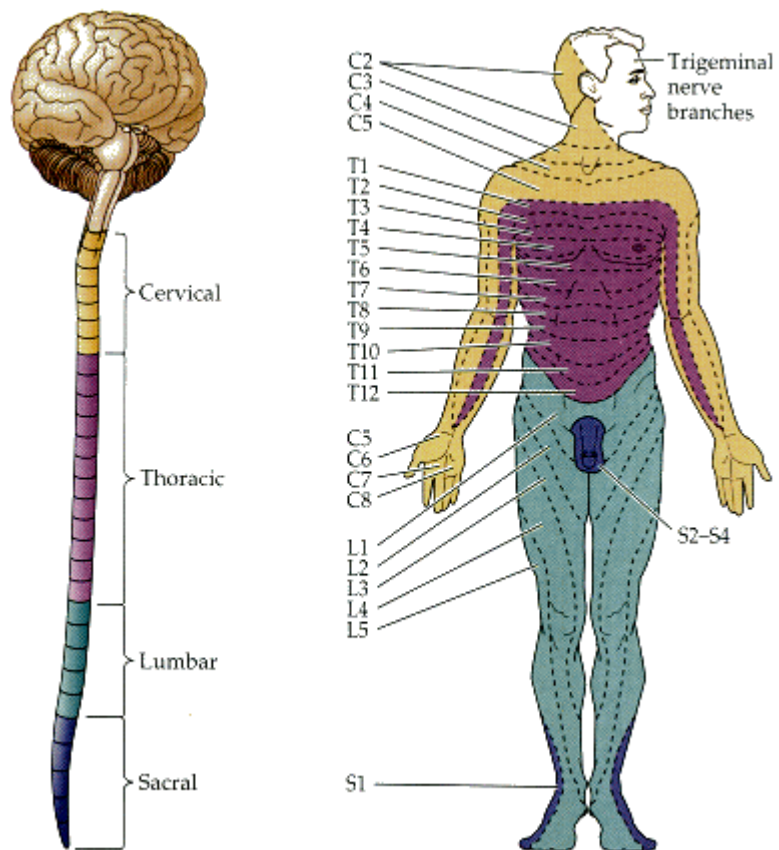
Sytém zadních provazců

- Tr. Spinobulbaris
- Evolučně nejmladší
- Vysoká kapacita – detailní informace
- Taktilní čítí
- Vibrace
- Důležité pro poznávání a jemnou motoriku
- Lepší adaptace v daném prostředí
- Kříží střední roviny na úrovni prodloužené míchy

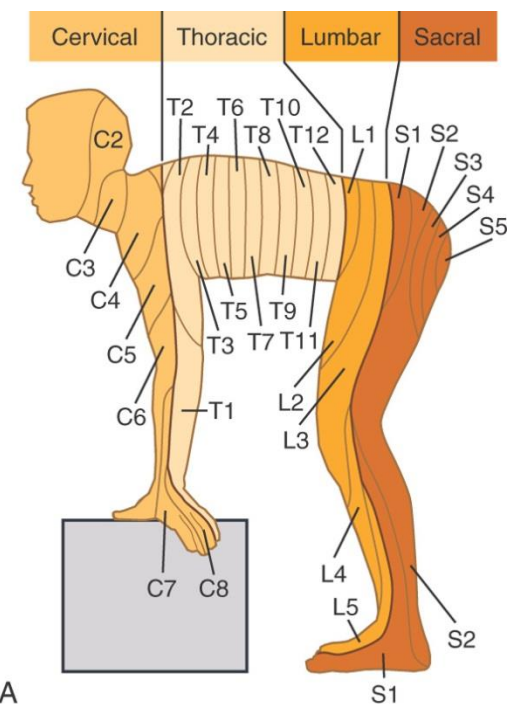


Dermatomy

- Somatotopická organizace somatosenzitivních nervových vláken



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

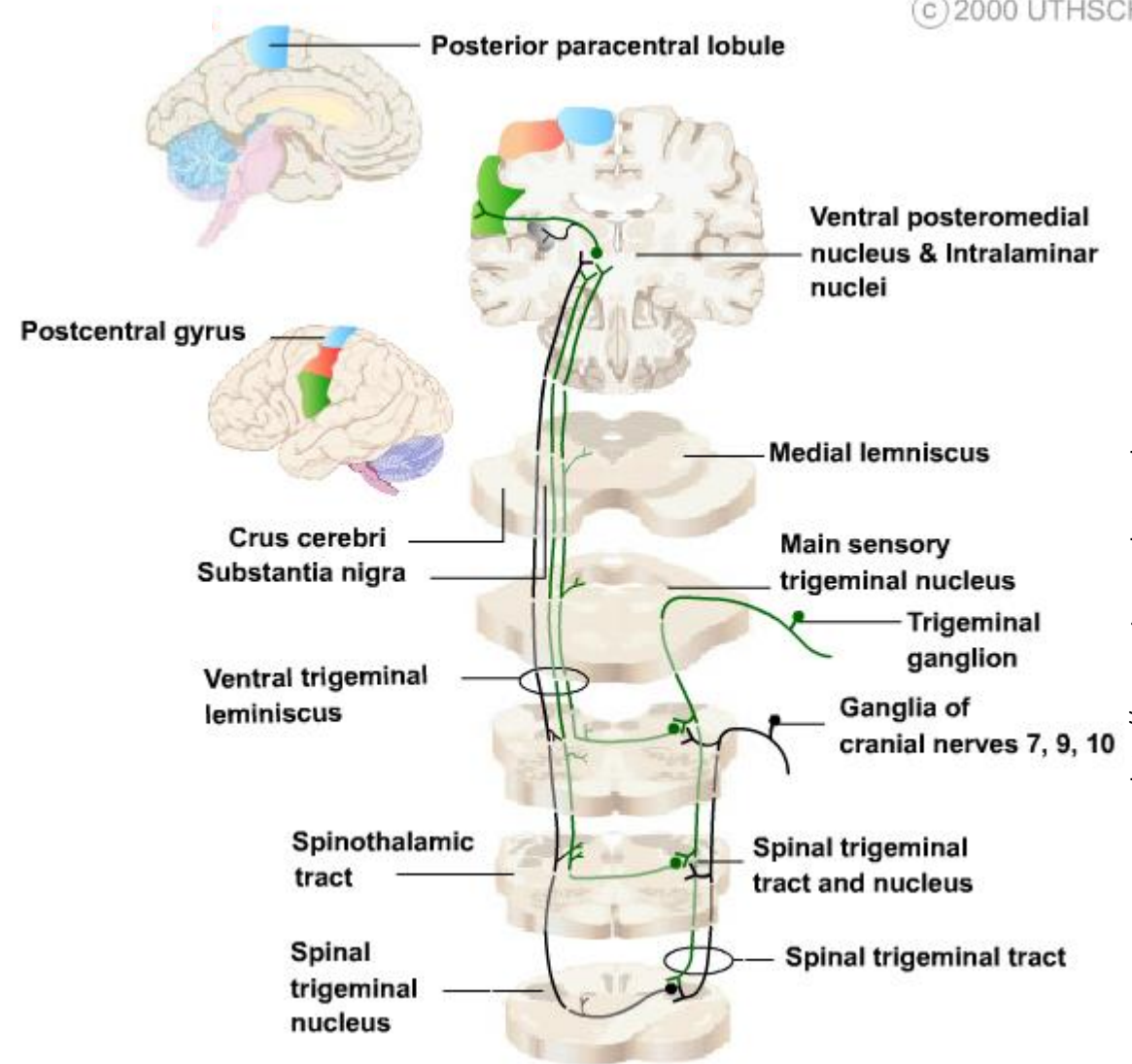
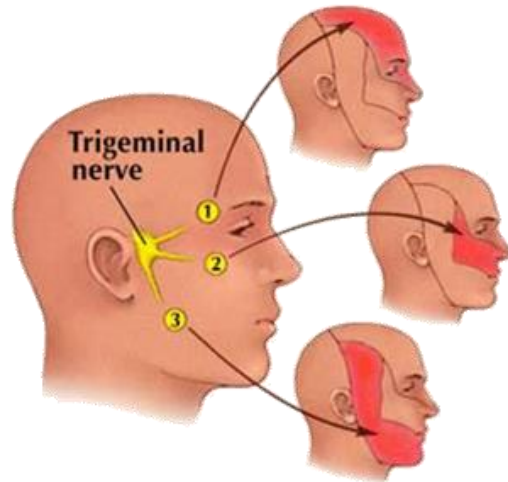
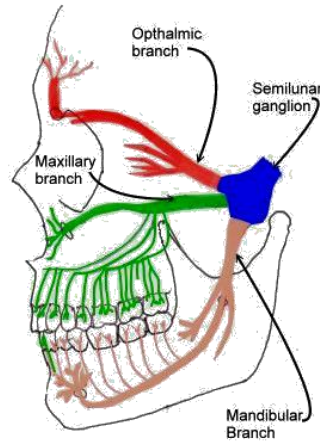


Copyright © 2008, 2004, 1999, 1993, 1988, 1983 by Mosby, Inc., an affiliate of Elsevier Inc.

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

Trigeminální systém

- Nucleus tractus spinalis NT
 - Bolest teplota
- Nucleus sensorius principalis NT
 - Dotek, propriocepce



http://neuroscience.uth.tmc.edu

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

Somatosenzitivní systém - dráhy

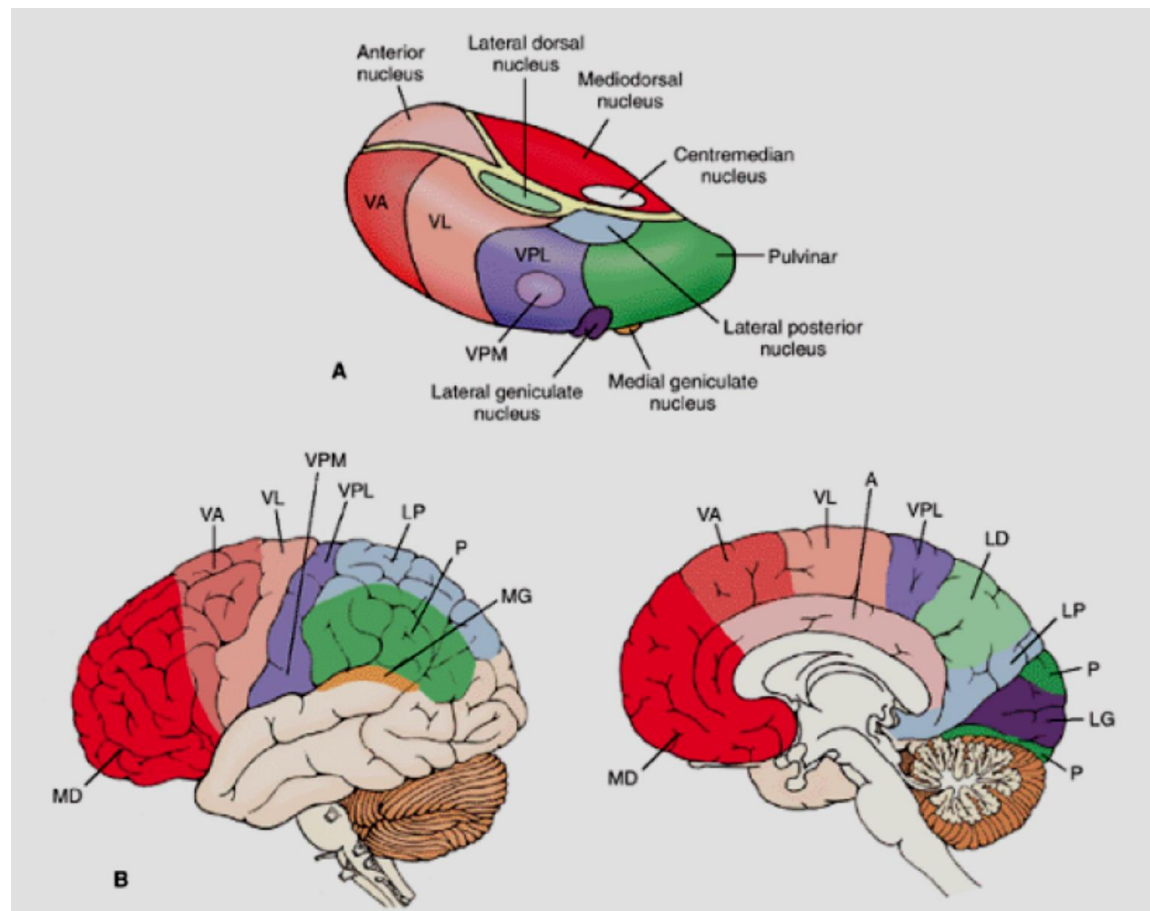
*Table I
The Sensory Modalities Represented by the Somatosensory Systems*

Modality	Sub Modality	Sub-Sub Modality	Somatosensory Pathway (Body)	Somatosensory Pathway (Face)
Pain	sharp cutting pain		Neospinothalamic	Spinal Trigeminal
	dull burning pain		Paleospinothalamic	
	deep aching pain		Archispinothalamic	
Temperature	warm/hot		Paleospinothalamic	
	cool/cold		Neospinothalamic	
Touch	itch/tickle & crude touch		Paleospinothalamic	
	discriminative touch	touch	Tr. spinobulbaris	
		pressure		
		flutter		
Proprioception	Position: Static Forces	muscle length		
		muscle tension		
		joint pressure		
	Movement: Dynamic Forces	muscle length		
		muscle tension		
		joint pressure		
		joint angle	Main Sensory Trigeminal	

<http://neuroscience.uth.tmc.edu/s2/chapter02.html>

Thalamus a neokortex

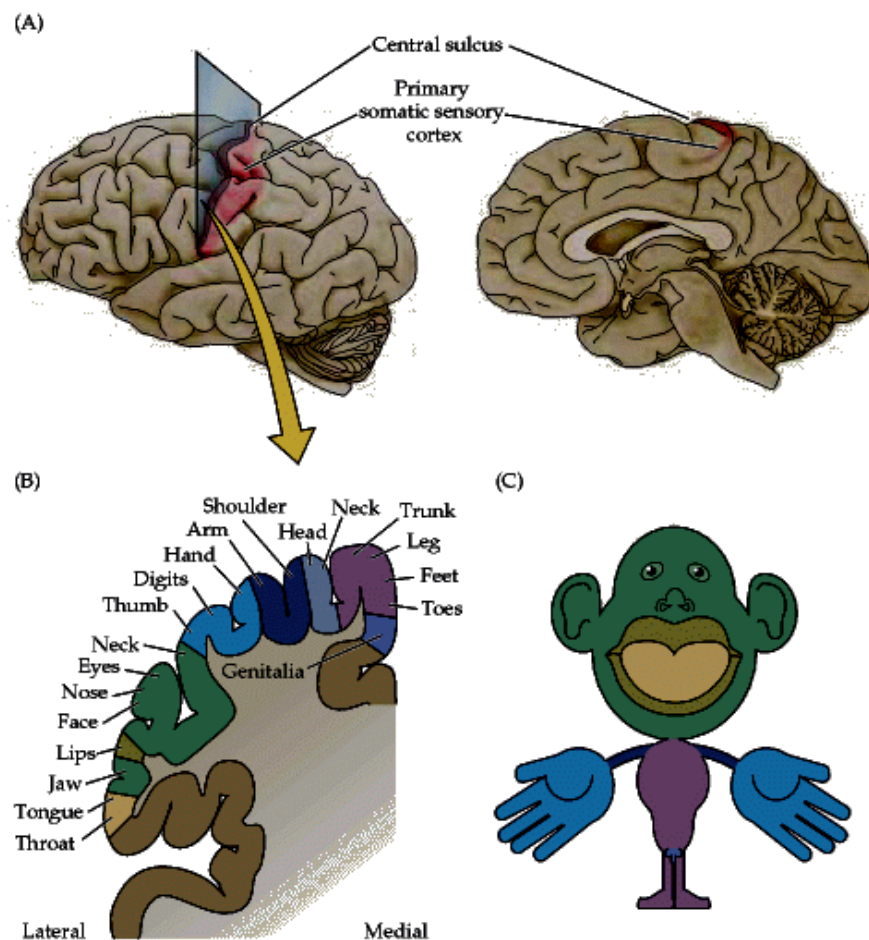
- Téměř všechny aferentní informace se přepojují v thalamu
- Výjimka - čich
- Spoje thalamu a kůry jsou obousměrné



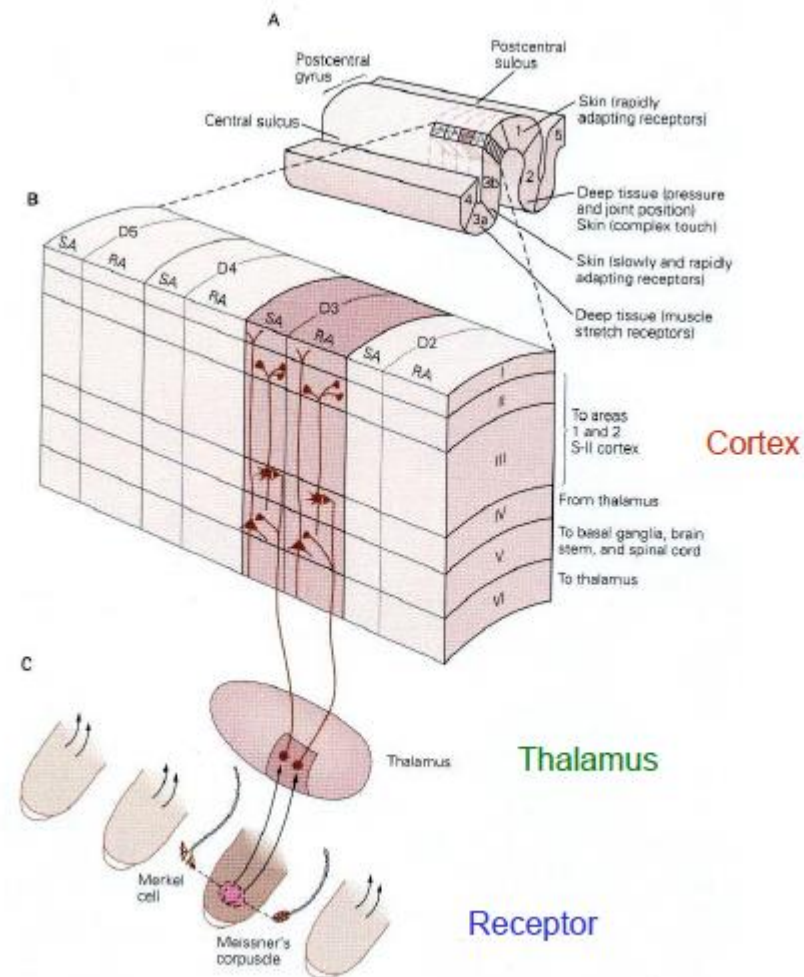
<http://www.slideshare.net/drpsdeb/presentations>

Neokortex

- Somatotopická organizace
- Kortikální zvětšení



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

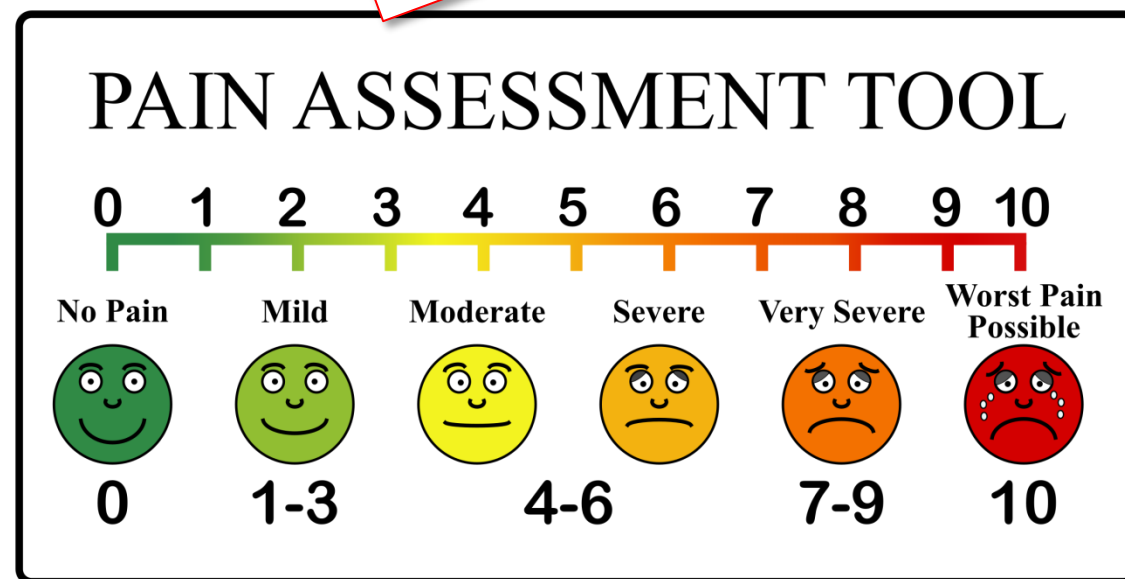


http://www.shadmehrlab.org/Courses/physfound_files/wang_5.pdf

Bolest

- Nepříjemný smyslový a pocitový zážitek spojený s reálným nebo potenciálním poškozením organismu
- Senzorická x psychologická komponenta
- ✓ Fyziologická bolest (aktivace nociceptoru)
- ✓ Patologická bolest (vzniká mimo nociceptor)
- ✓ Akutní (do 6 měsíců) – „aktivační“
- ✓ Chronická (nad 6 měsíců) – „devastující“

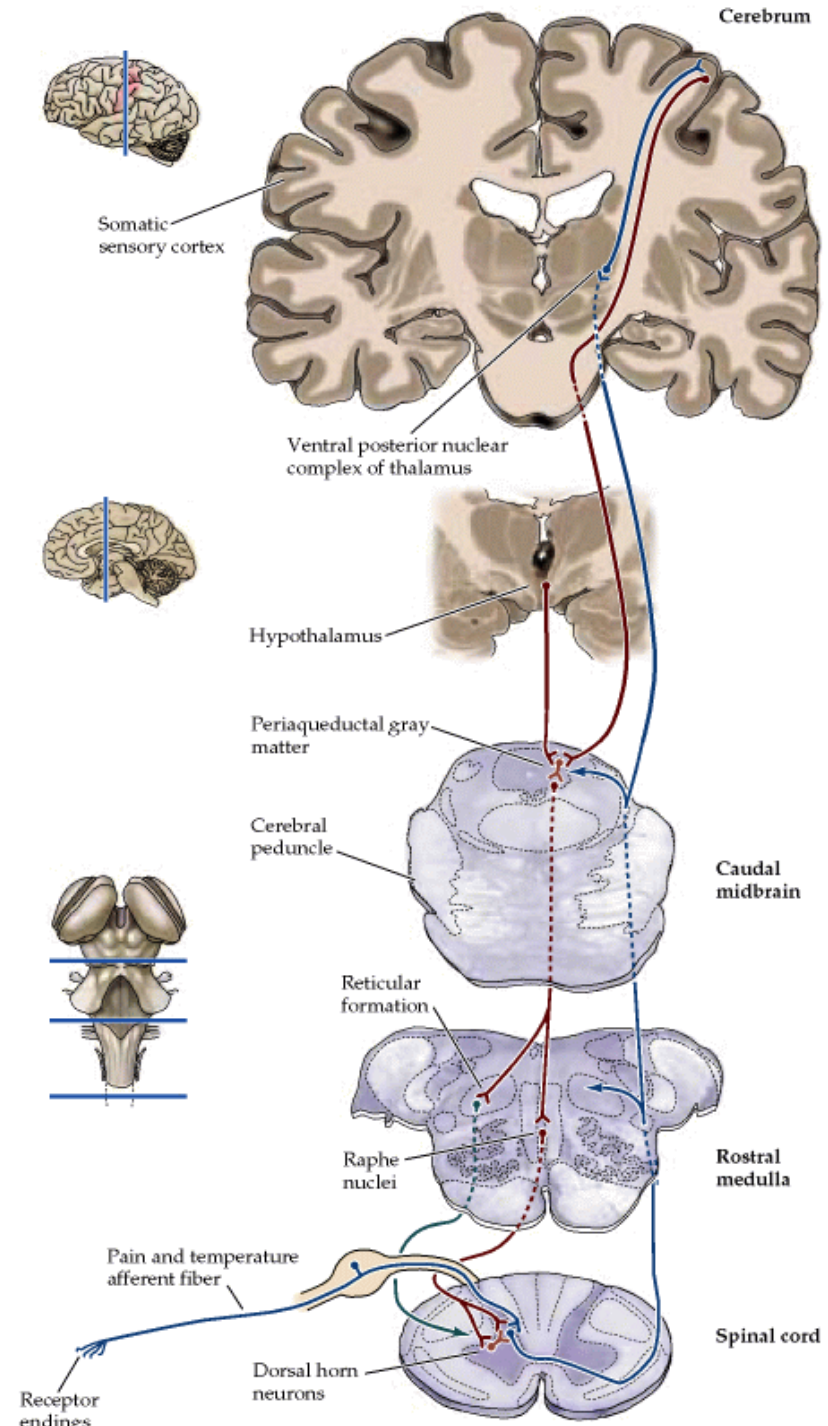
**Subjektivní
charakter**



https://www.cheatography.com/uploads/davidpol_1460561912_Pain_Scale__Arvin61r58.png

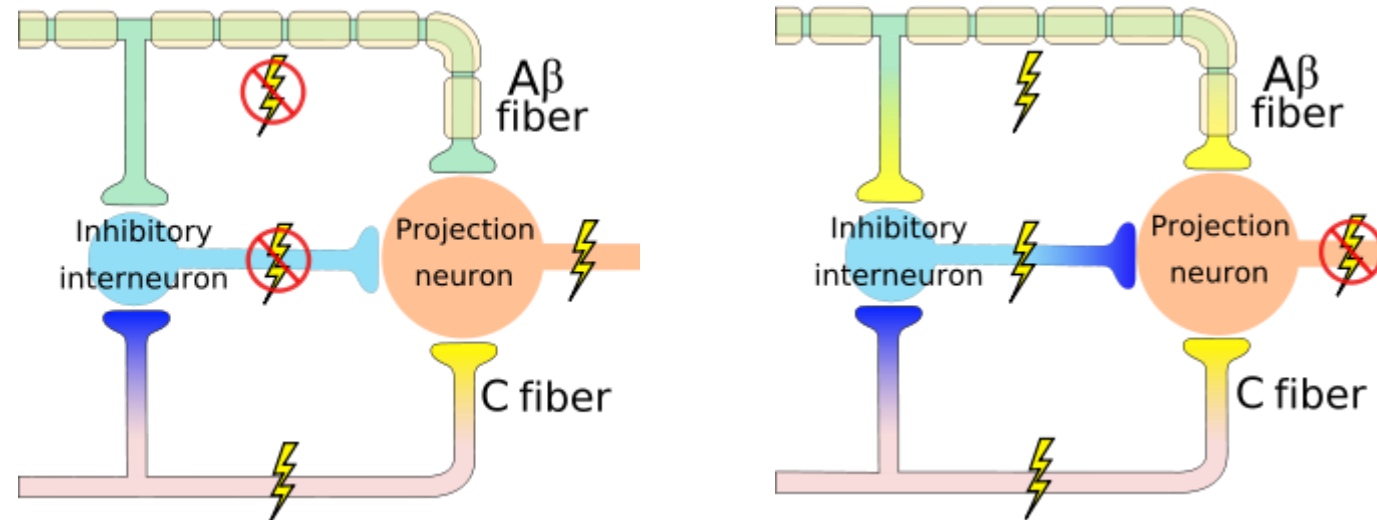
Descendentní dráhy moduluující bolest

- Somatosenzorický kortex
- Hypotalamus
- Periaquaeduktální šed'
- Nuclei raphe



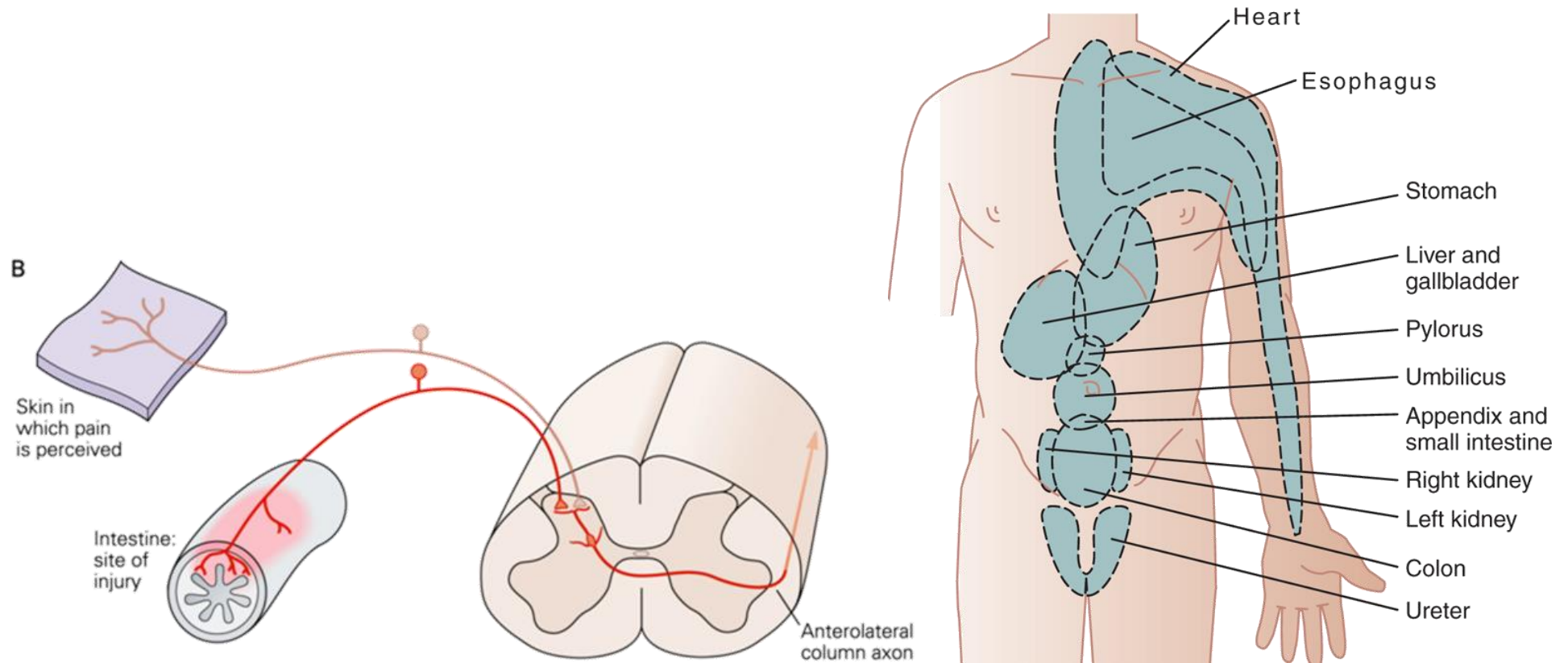
Modulace bolesti na spinální úrovni

Vrátkování bolesti



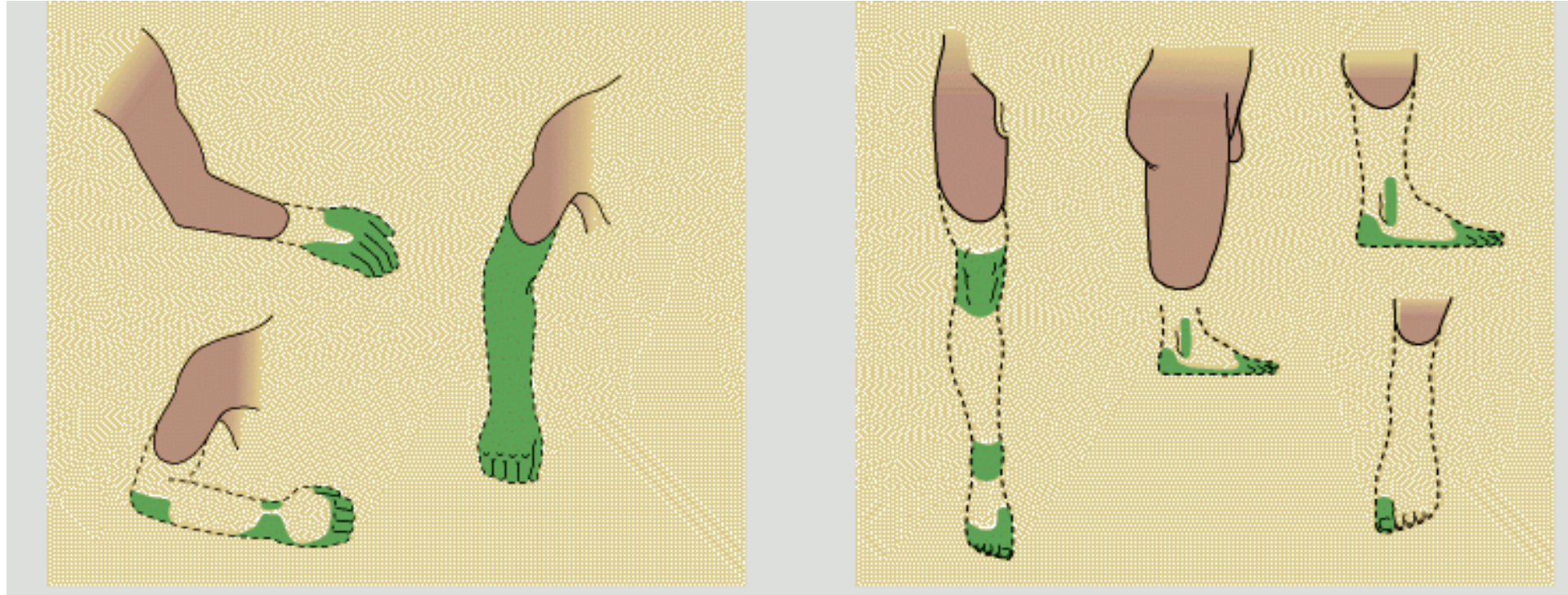
https://en.wikipedia.org/wiki/Gate_control_theory

Přenesená bolest



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

Fantomová bolest



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

M U N I

M E D