

Zpracování informace v NS

Senzorická fyziologie

doc. MUDr. Markéta Bébarová, Ph.D.

Fyziologický ústav, Lékařská fakulta, Masarykova univerzita



Tato prezentace obsahuje pouze stručný výtah nejdůležitějších pojmů a faktů. V žádném případě není sama o sobě dostatečným zdrojem pro studium ke zkoušce z Neurověd.

Obrázky a tabulky použity z:

- Principles of Neural Science (5th ed.), Kandel et al. (2013)
- Medical Physiology (2nd ed.), Boron and Boulpaep (2012)
- Neuroscience (4th ed.), Purves et al. (2008)
- Medical Neurobiology (1st ed.), Mason (2011)
- Přehled lékařské fyziologie (20. vyd.), Ganong (2005)
- Textbook of Medical Physiology (11th ed.), Guyton and Hall (2006)
- Atlas fyziologie člověka (6. vyd.), Silbernagl a Despopoulos (2004)

Zpracování informace v NS

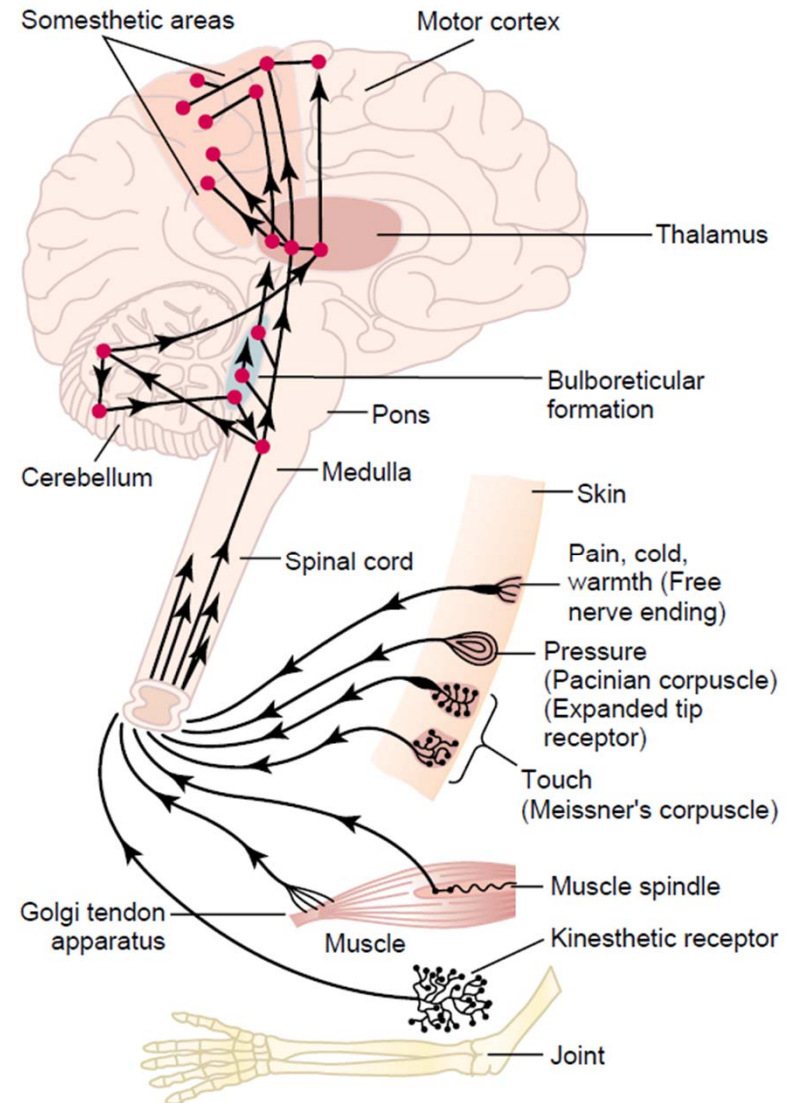
- NS získává obrovské množství informací z různých sensorických orgánů, zpracovává je a integruje tak, aby zajistil adekvátní odpověď organismu.

Zpracování informace v NS

- **Sensorická část NS – Sensorické receptory**
 - **Zpracování informace – Integrační funkce NS**
 - **Motorická část NS - Efektory**
-
- Centrální nervový systém (CNS)
 - Periferní nervový systém (PNS)

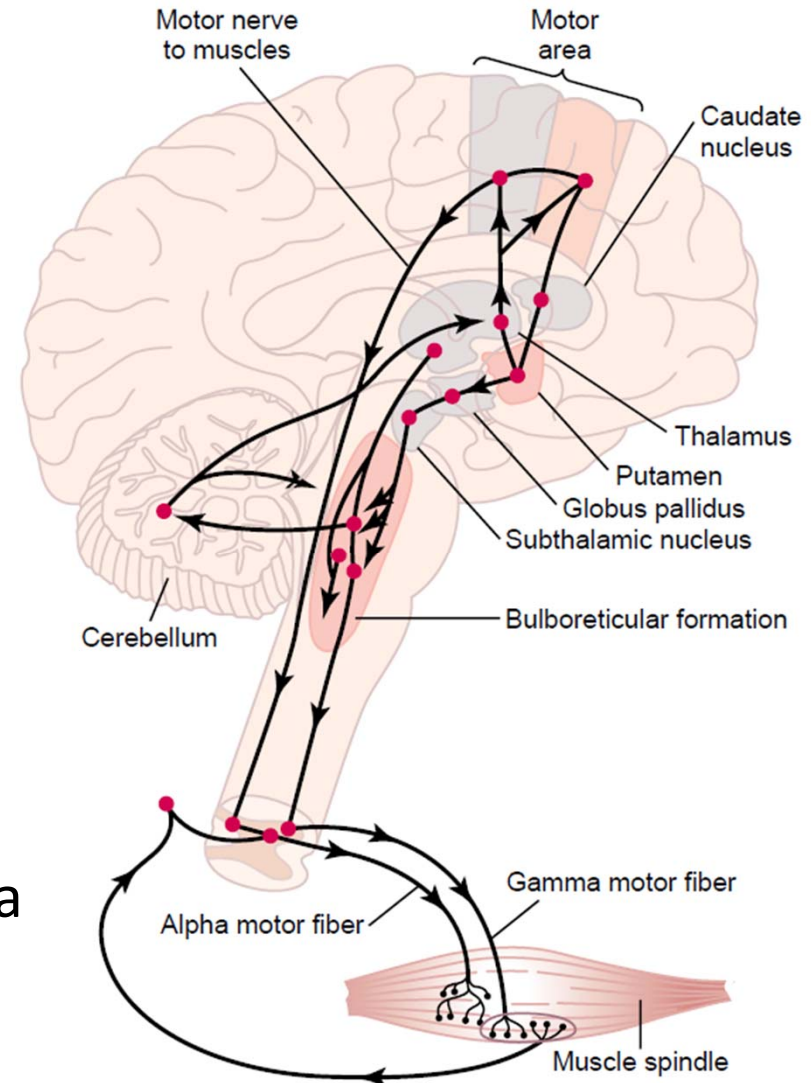
Zpracování informace v NS

- **Sensorická část NS – Sensorické receptory**
- iniciace excitací sensorických receptorů (vizuální, sluchová, taktilní apod.) – periferní nervy – rozmanité sensorické oblasti CNS
- buď vyvolá okamžitou činnost mozku,
- nebo se uloží ve formě vzpomínky a bude spoluurčovat budoucí reakce



Zpracování informace v NS

- **Motorická část NS - Efektory**
- ovládá aktivity organismu:
 - kontrakcí odpovídajících kosterních svalů
 - kontrakcí hladkých svalů vnitřních orgánů
 - sekrecí látek žlázami (endo- a exokrinními)
- „kosterní“ motorická nervová osa
- autonomní nervový systém



Information processing in the NS

- **Zpracování informace – Integrační funkce NS**
- základní funkce mozku
- musí zpracovat přicházející informace tak, aby byla vykonána adekvátní mentální a/nebo motorická odpověď organismu
- **role synapsí**

Zpracování informace v NS

- **Ukládání informací – Paměť**
- mnoho senzorních informací je ukládáno
- probíhá zejména v mozkové kůře, ale i níže, dokonce i v míše (malé množství informací)
- **funkce synapsí - facilitace**
- Vzpomínky se stávají částí mozkových pochodů zpracovávajících informace pro budoucí myšlení.

Zpracování informace v NS

- **Hlavní úrovně funkcí CNS**
 - **Míšňní úroveň**
 - **Subkortikální úroveň**
 - **Kortikální úroveň**

Zpracování informace v NS

- **Hlavní úrovně funkcí CNS**
- **Míšní úroveň**
- vedení signálů
- vysoce organizované funkce

- ovládána vyššími úrovněmi NS

Zpracování informace v NS

- **Hlavní úrovně funkcí CNS**
- **Subkortikální úroveň**
- prodloužená mícha, most, střední mozek, hypotalamus, talamus, mozeček, bazální ganglia
- kontroluje většinu podvědomých činností těla

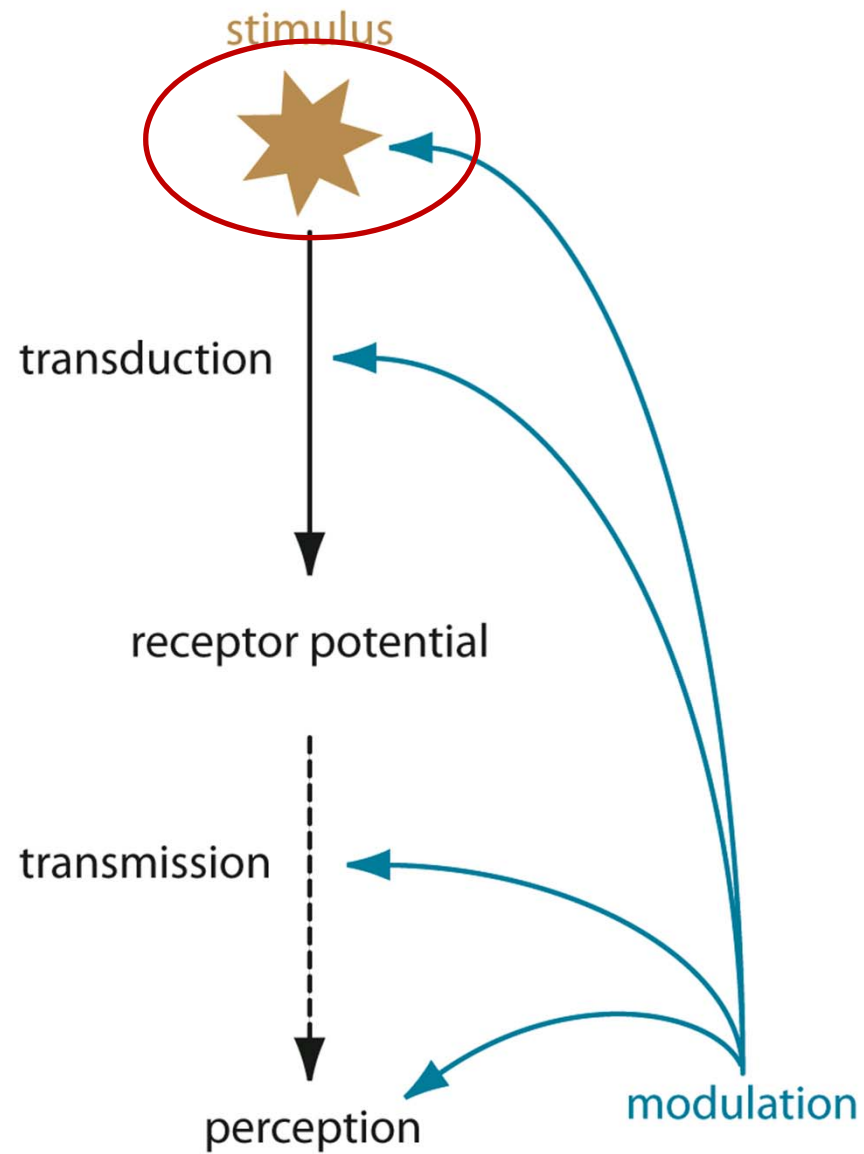
Zpracování informace v NS

- **Hlavní úrovně funkcí CNS**
- **Kortikální úroveň**
- mozková kůra – vždy pracuje ve spojení s nižšími centry
- extrémně rozsáhlé úložiště vzpomínek
- optimalizace a koordinace procesů koordinovaných nižšími centry
- klíčová pro myšlení

Senzorická fyziologie (principy čítí a vnímání)

- **Čítí** - proces přenosu informace o aktuálním stavu vnitřního prostředí a zevního okolí do formy signálů v CNS
- **Vnímání** (percepce) - subjektivní vědomá interpretace těchto signálů na podkladě
- počitek, vjem

Senzorický systém



Podnět (stimulus)

- může být registrovaný pouze v takovém rozsahu, na jaký má nervový systém vybavení
- senzorické orgány směřují podněty k receptorům
- různé změny vnějšího i vnitřního prostředí

Všechny senzorní systémy

přenášejí 4 základní charakteristiky informace:

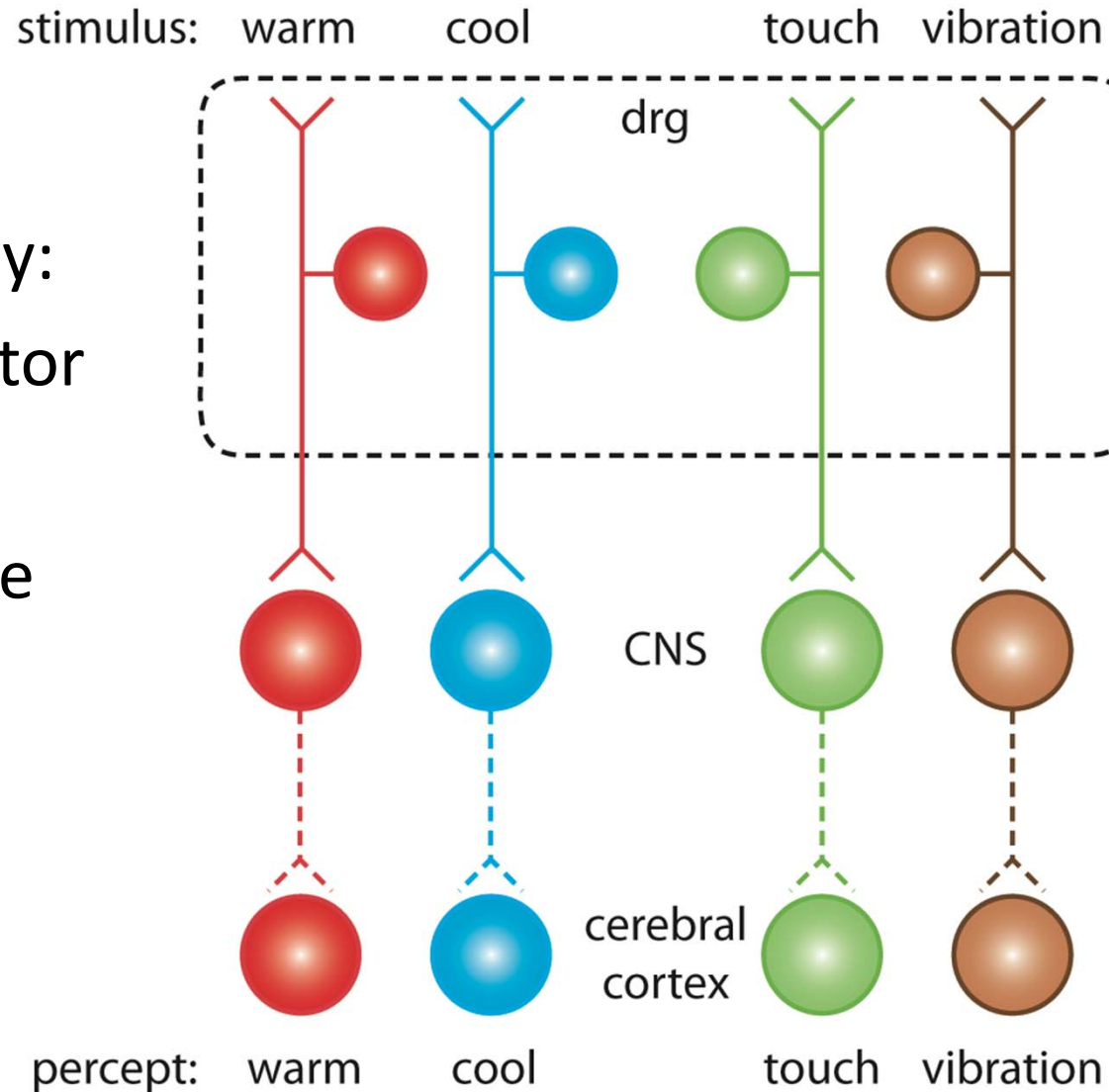
- **modalita - kvalita** (co to je)

- **umístění** (kde)

1 a 2 - kódování „značenou cestou“

Kódování značenou cestou

- Sensorické systémy:
- sensorický receptor
 - aferentní dráha
 - centrální projekce



Modalita podnětu

Müllerova doktrína specifických nervových energií (1826):

je vlastností senzorického neuronu, který je podrážděn specifickým typem podnětu a vytváří spojení s dalšími strukturami CNS, jejichž aktivita je podkladem specifického čítí a vnímání (kódování značenou cestou)

Modalita podnětu je dána charakterem energie podnětu působícího na receptor.

Všechny senzorní systémy

přenášejí 4 základní charakteristiky informace:

- **modalita - kvalita** (co to je)

- **umístění** (kde)

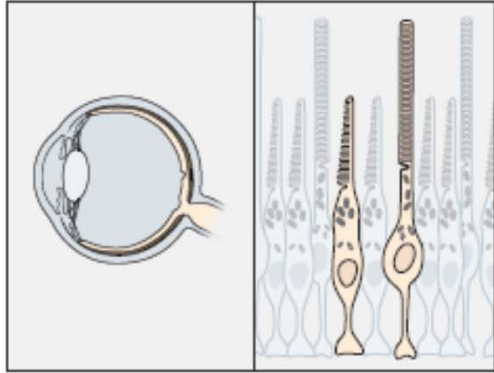
1 a 2 - kódování „značenou cestou“

- **intenzita** (jak moc)

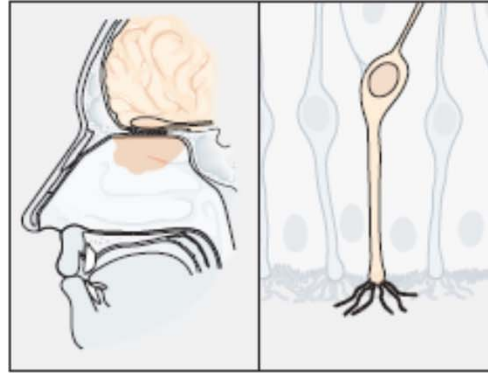
- **trvání** (kdy a jak dlouho)

3 a 4 - kódování frekvencí AP

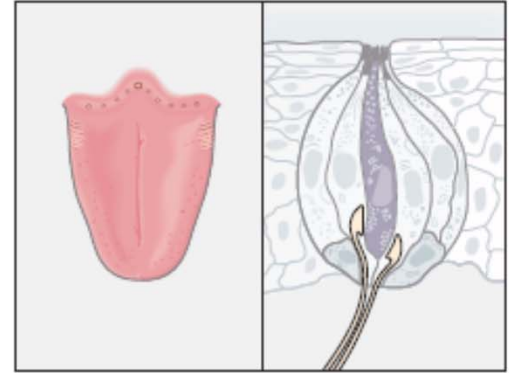
Vision



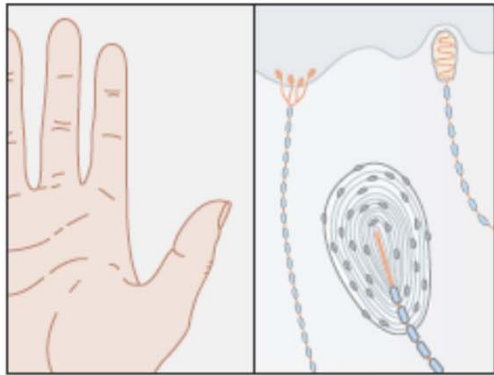
Smell



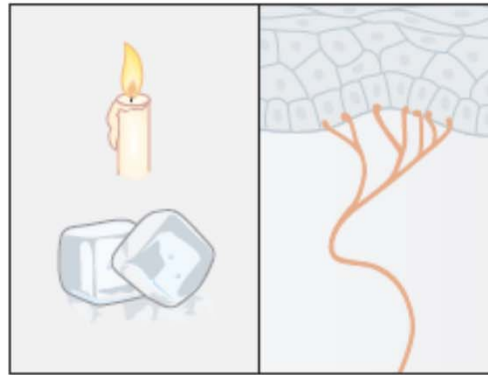
Taste



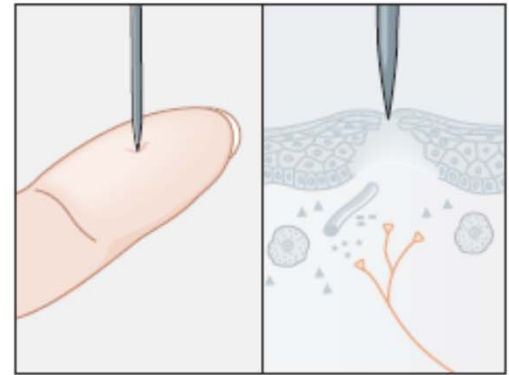
Touch



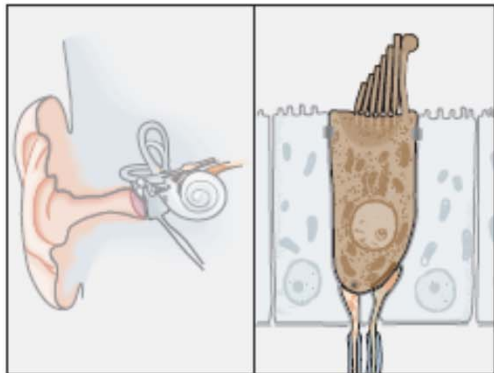
Thermal senses



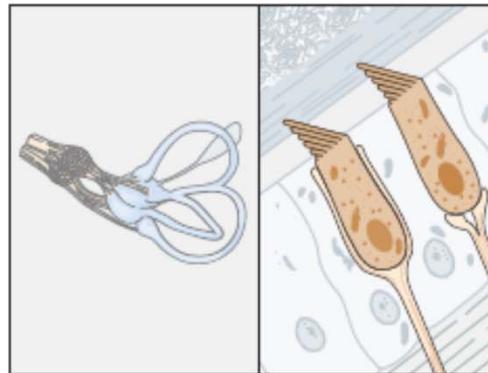
Pain



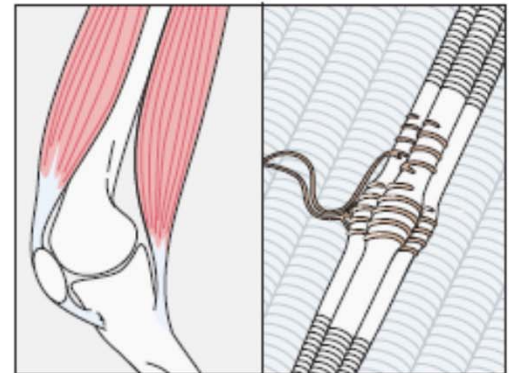
Hearing



Balance



Proprioception



Receptory - dělení podle typu energie

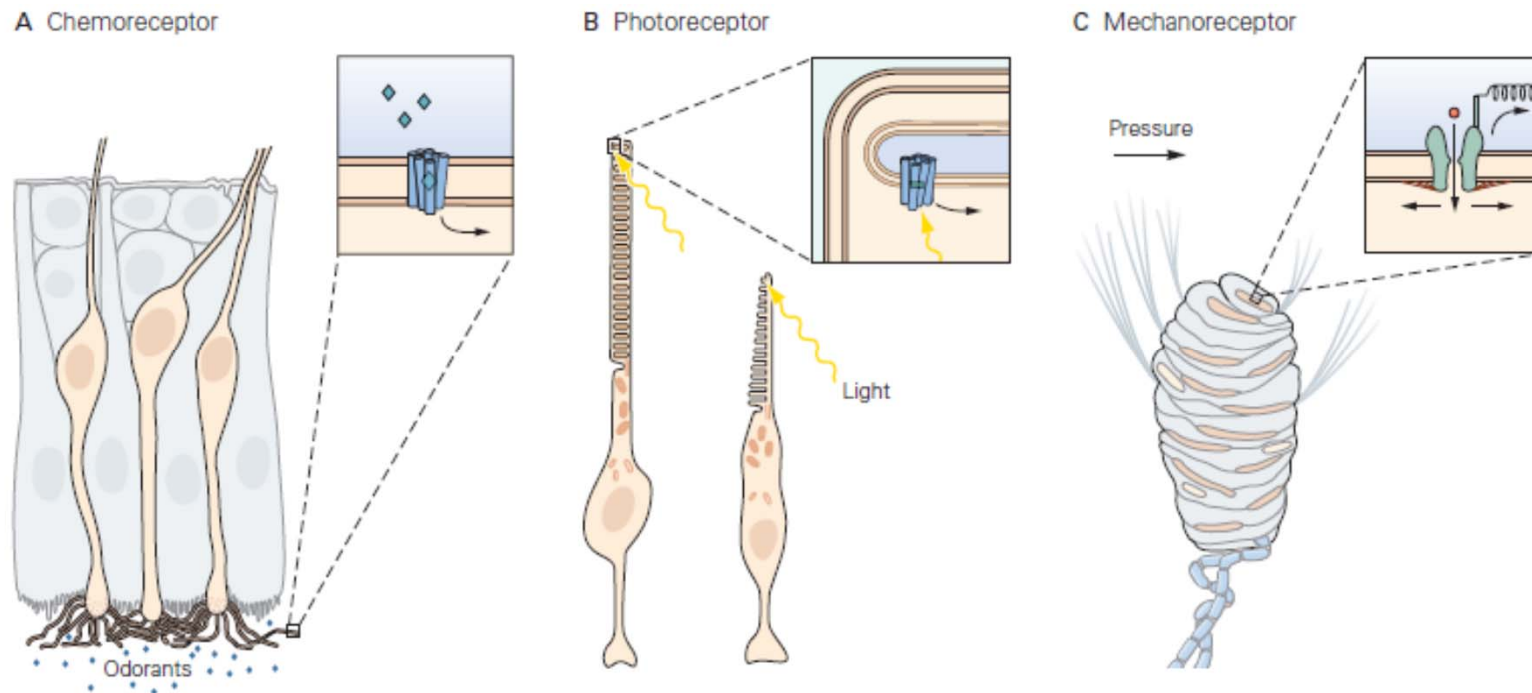
mechanoreceptor - dotyk, tlak, zvuk, délka a napětí svalů ...

chemoreceptor - chuťové, čichové, osmoreceptory ...

thermoreceptor - tepelné a chladové

fotoreceptor - zrak

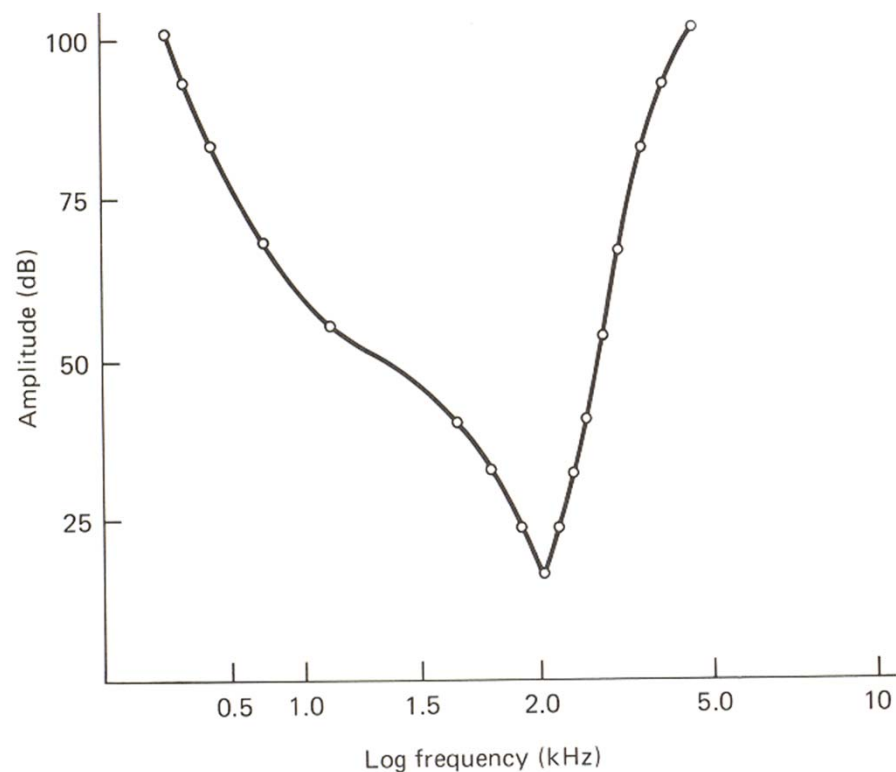
nociceptory - bolest

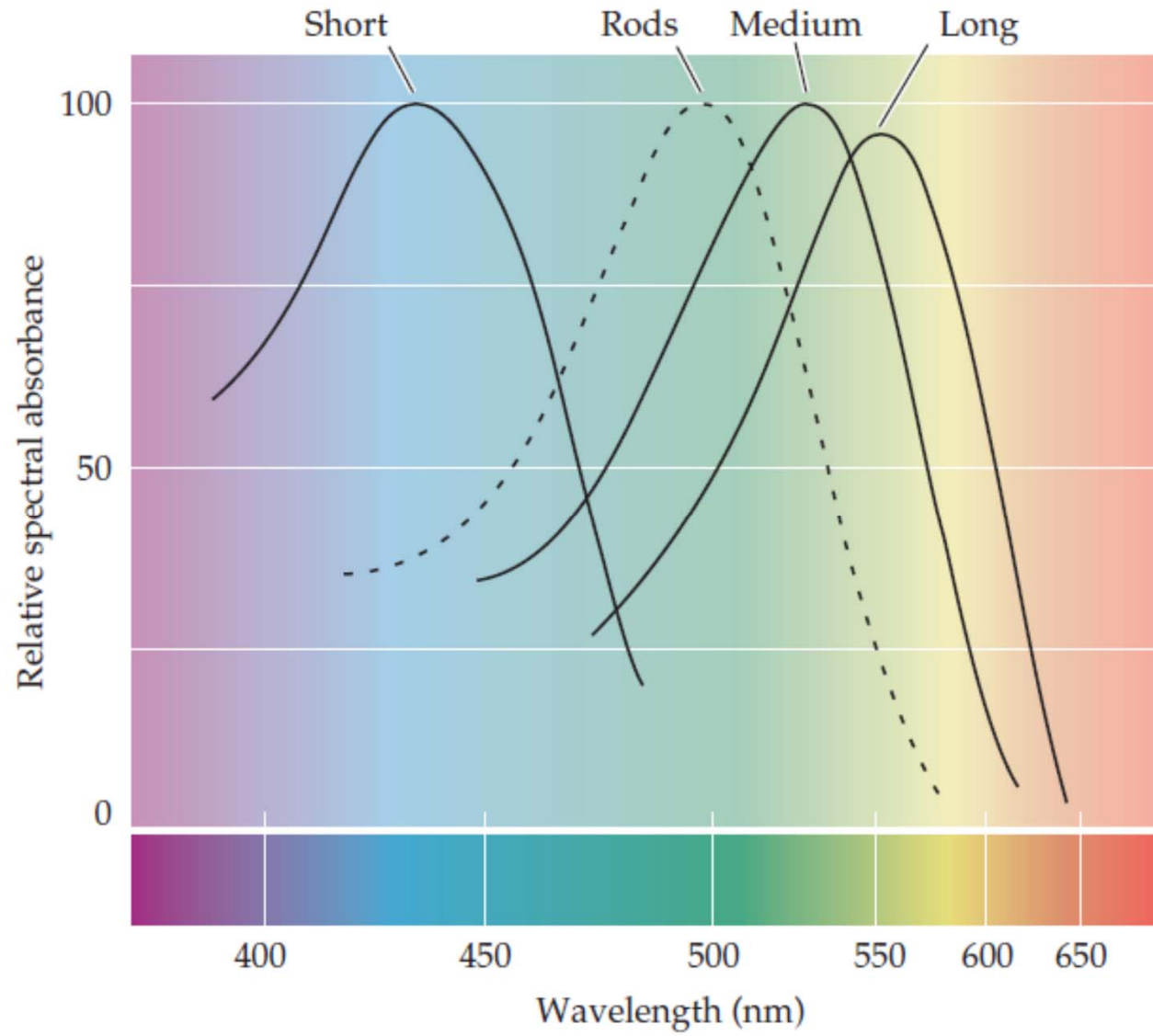


Receptory

se chovají jako filtr úzkého rozsahu specifické energie (jsou vyladěny na adekvátní podnět).

Na určitý rozsah podnětu odpovídají pravděpodobnostním způsobem.



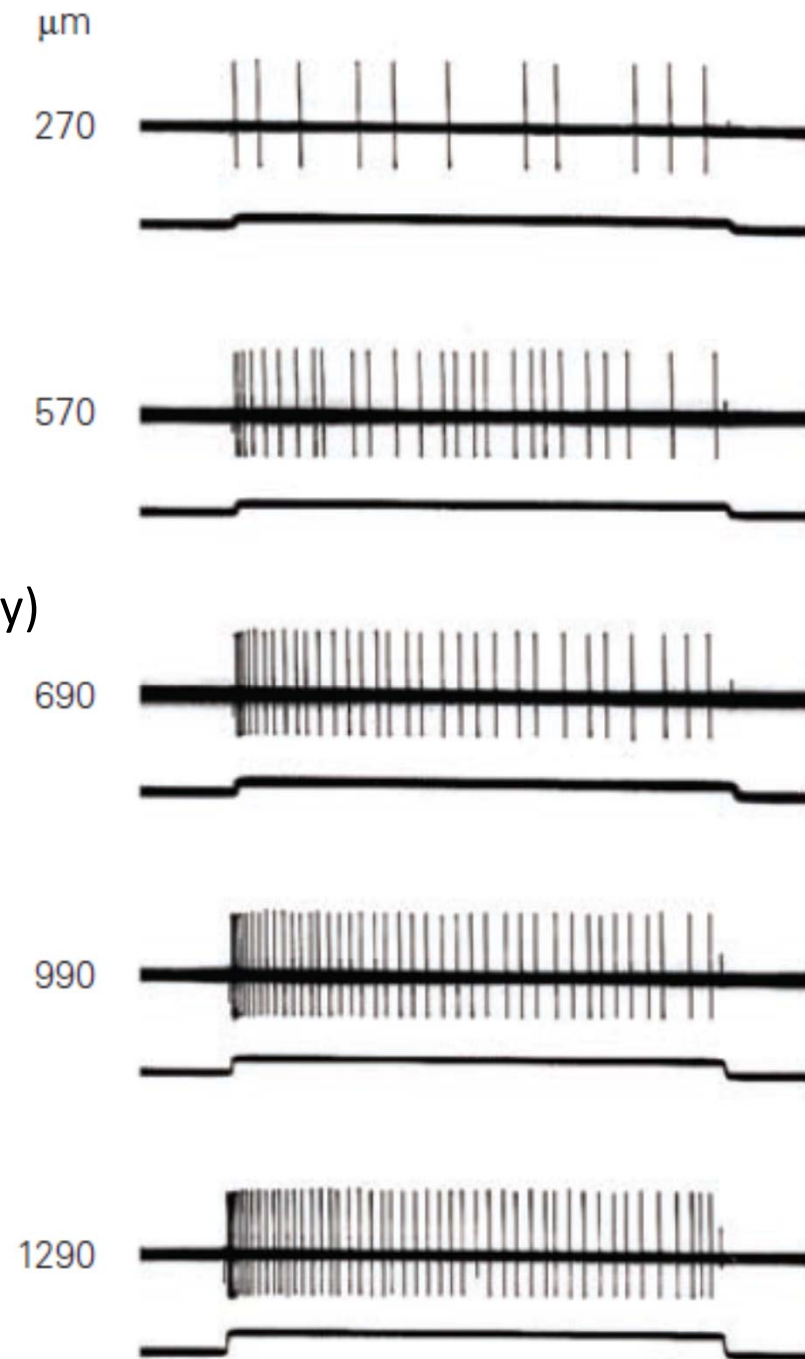


Receptory – dělení dle místa působení podnětu

- telereceptory
- exteroceptory
- interoceptory:
 - proprioceptory
 - visceroreceptory
- s nízkým prahem
- s vysokým prahem

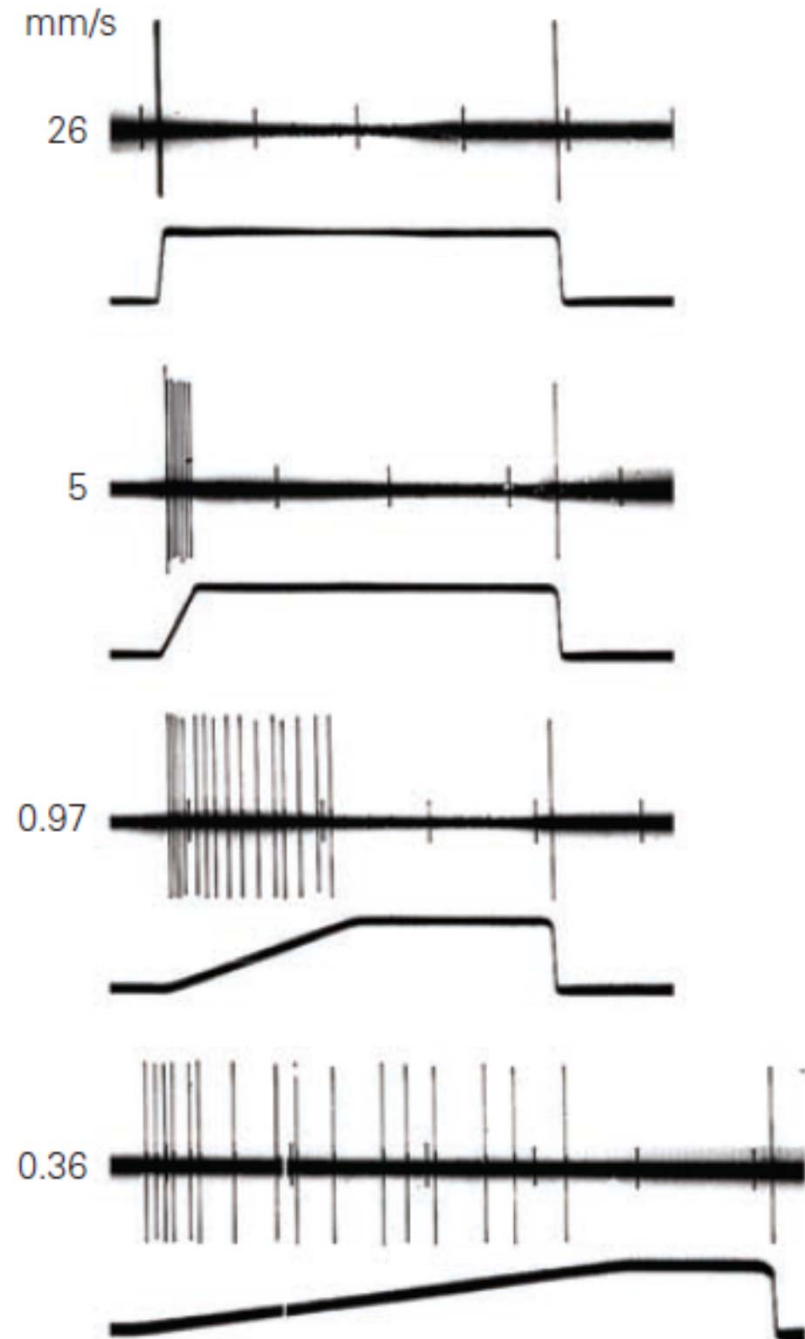
Receptory - dle adaptace

- **pomalou se adaptující - tonické**
 - receptory pro bolest (nociceptory)
 - baroreceptory
 - chemoreceptory
 - receptory makuly vestibulárního aparátu
 - svalová vřeténka
 - Golgiho aparáty



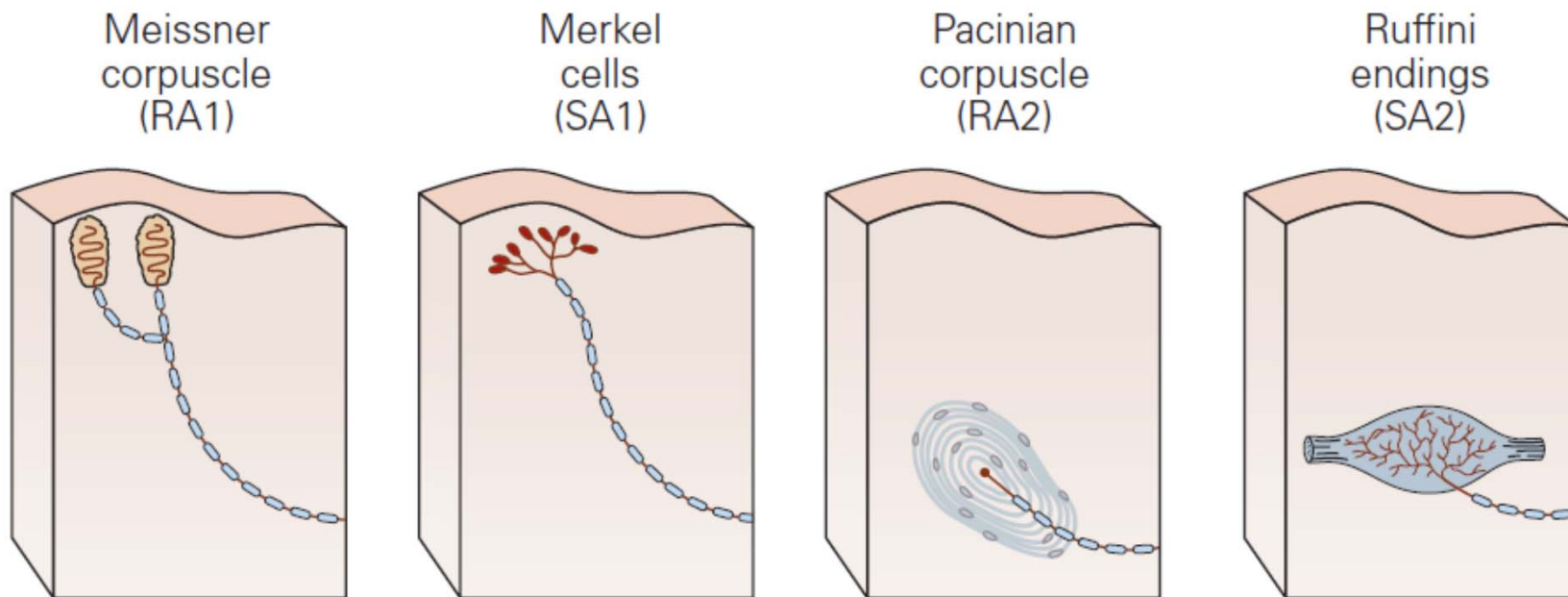
Receptory - dle adaptace

- **rychle se adaptující - fázické**
(čípky, svalová vřeténka I. typu, čichové buňky
- čípky v sítnici
- čichové buňky
- Paciniho tělísko, *etc.*
- prediktivní funkce



Receptory - podle struktury

- buněčná opouzdřená tělíska - dotyk, tlak..



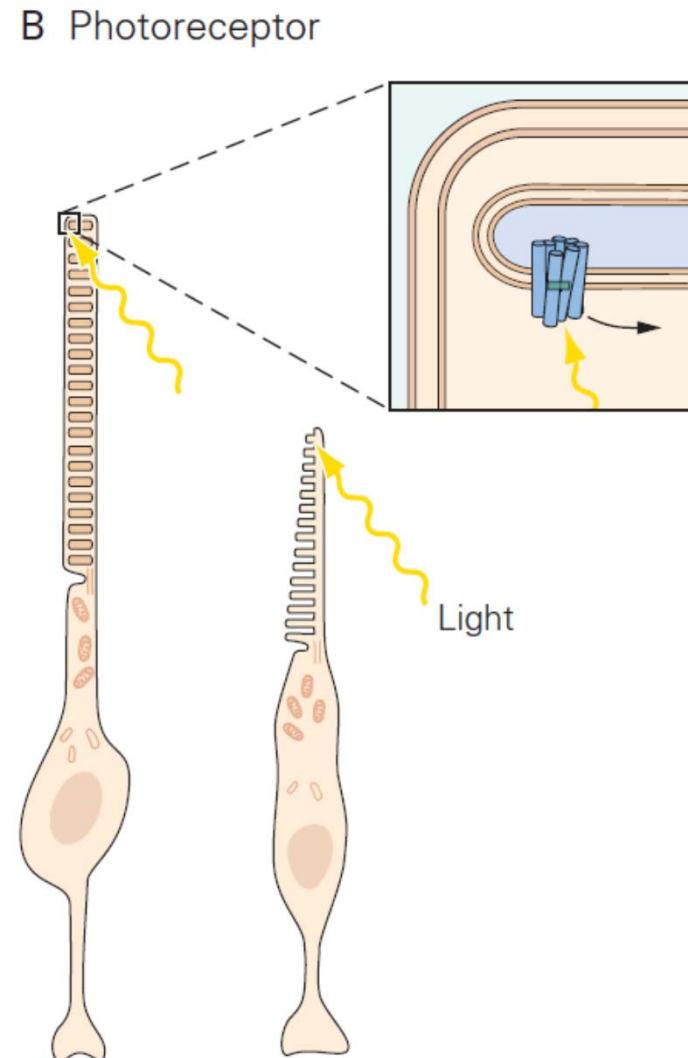
Receptory - podle struktury

- volná nervová zakončení – myelinizovaná a nemyelinizovaná – nociceptory, termoreceptory

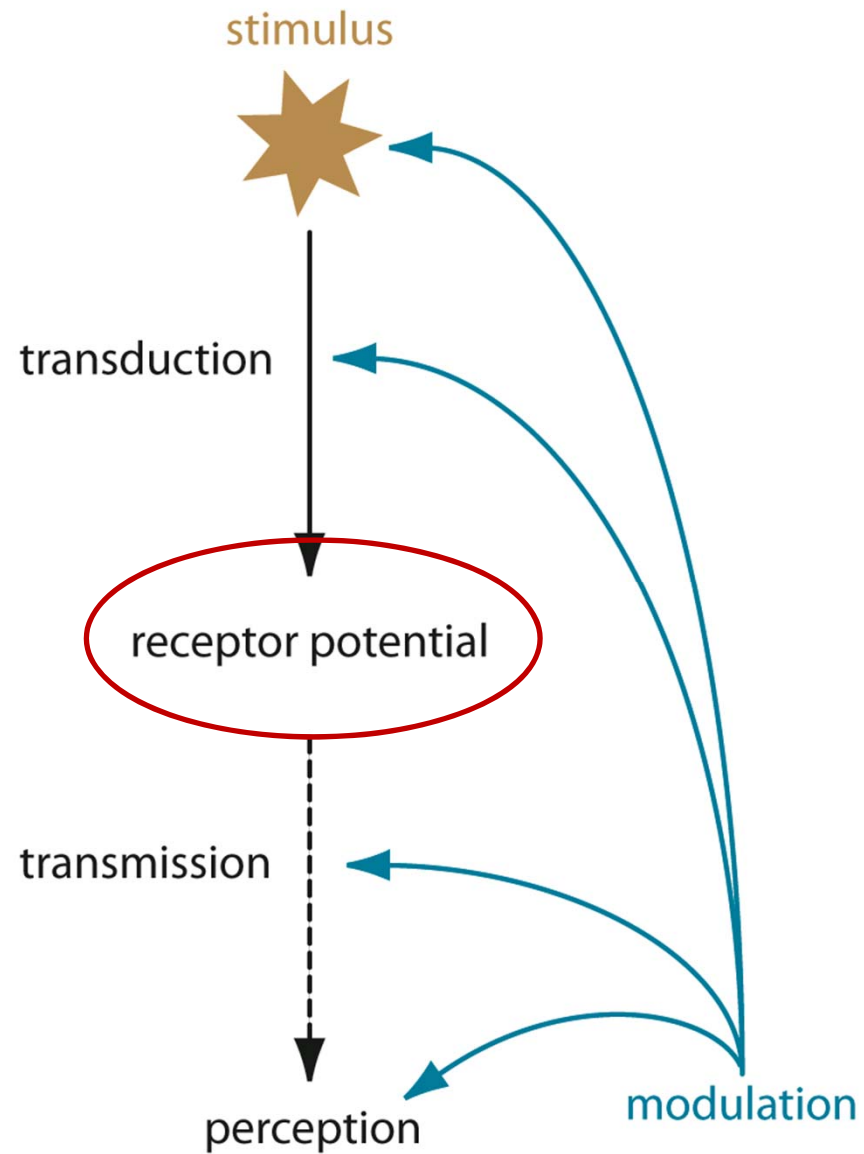


Receptory - podle struktury

- spřažené s G proteiny,
s mechanicky řízenými
iontovými kanály



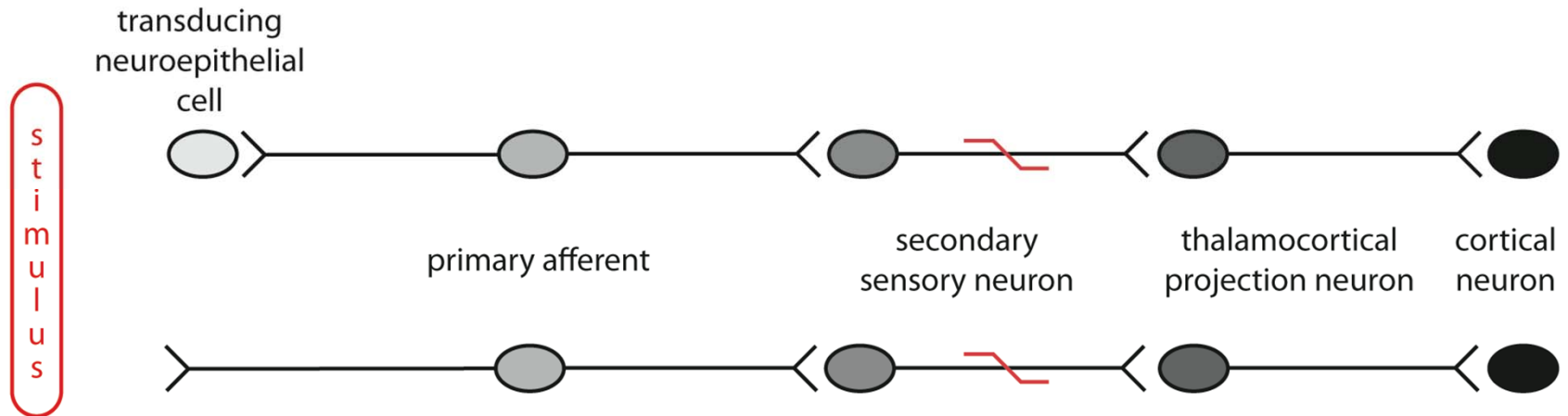
Senzorický systém



Zpracování podnětu

- Receptory převádějí energii podnětu na změnu membránového napětí.

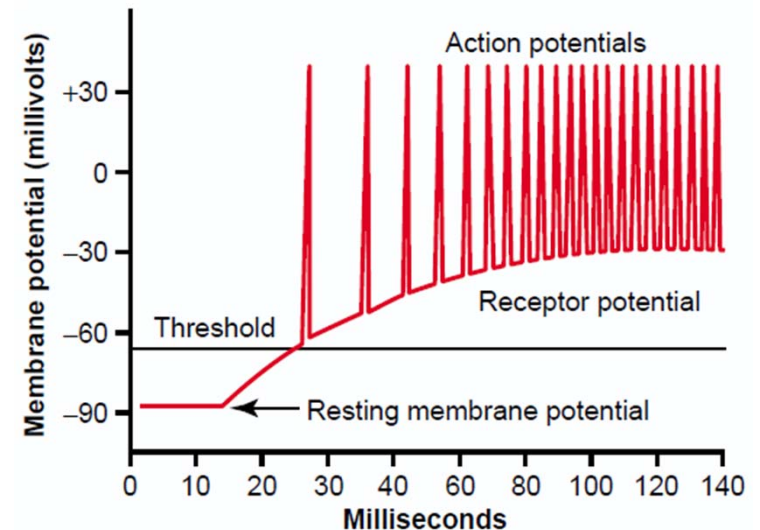
A. Canonical sensory pathway



Zpracování podnětu

Generátorový (receptorový) potenciál

- receptory mohou být drážděny:
 - 1) mechanickou deformací
 - 2) chemickými látkami
 - 3) změnou teploty
 - 4) elektromagnetickým zářením



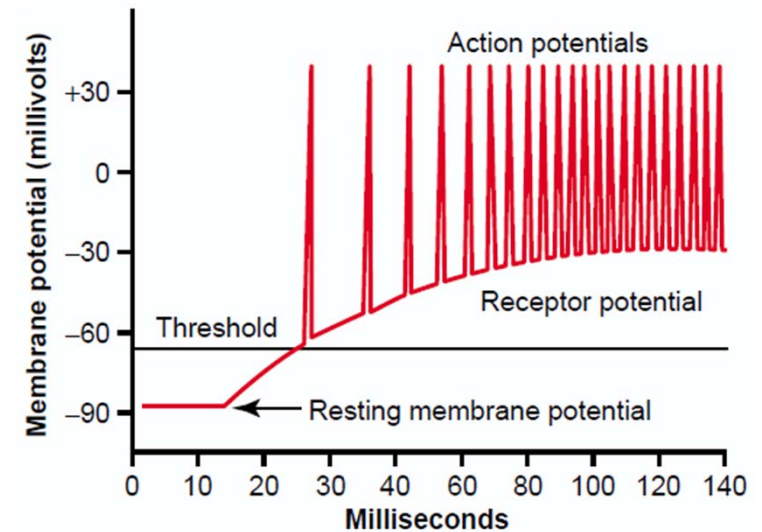
- podráždění způsobí otevření specifických iontových kanálů → změna membránového napětí
- receptorový potenciál nad prahem → akční napětí (frekvence úměrná velikosti receptorového potenciálu)

Zpracování podnětu

Generátorový (receptorový) potenciál

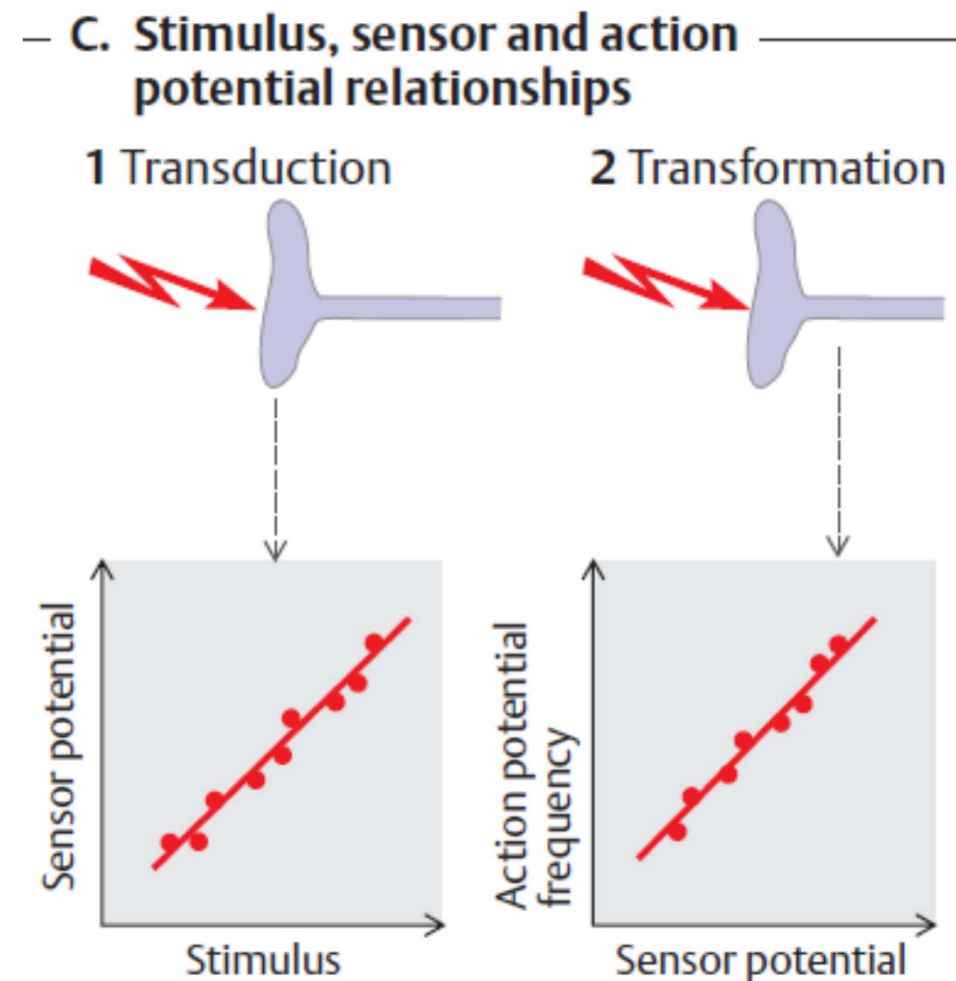
= změna membránového napětí díky stimulaci

- **depolarizace**: zejména influx Na^+ nebo Ca^{2+} ($\downarrow \text{K}^+$)
- **hyperpolarizing**: např. \downarrow influxu Na^+ ($\uparrow \text{K}^+$)



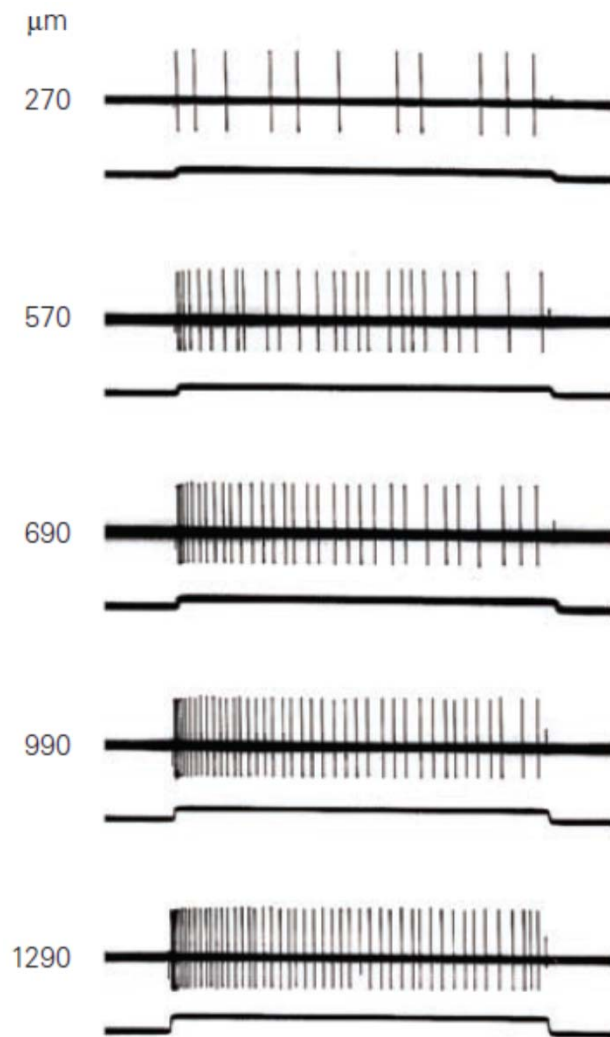
Zpracování podnětu

- transdukce –
přeměna energie
podnětu na
receptorový potenciál
- transformace –
přeměna
receptorového
potenciálu na akční
potenciály

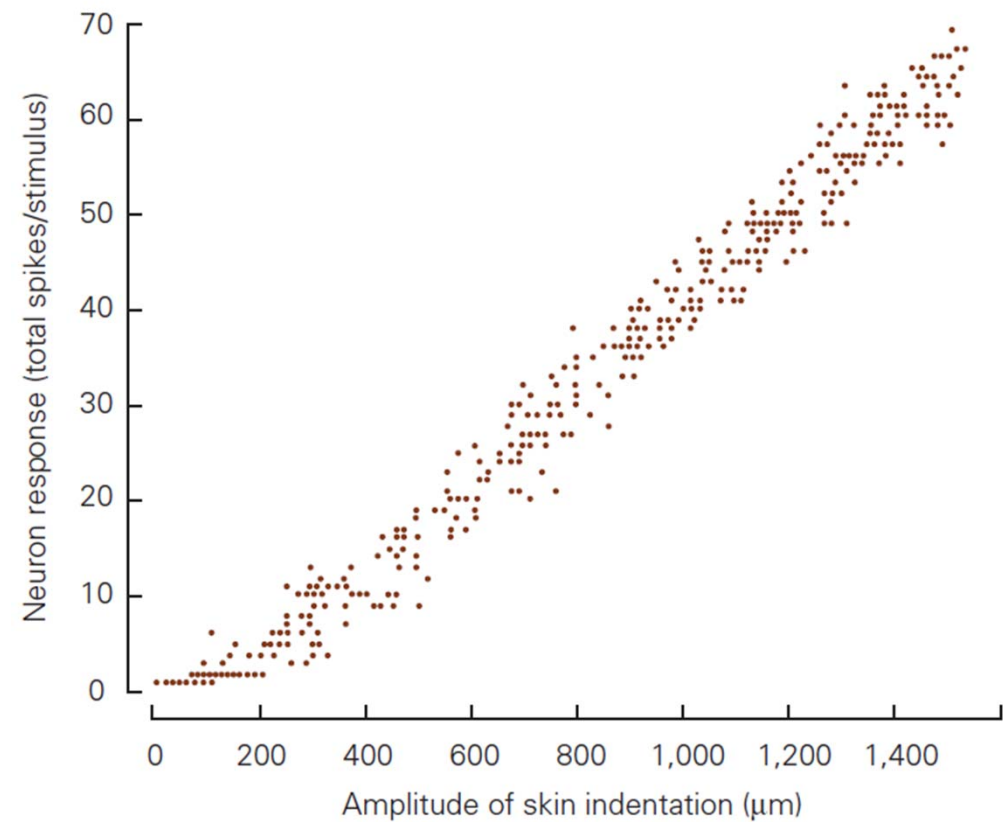


Zpracování podnětu

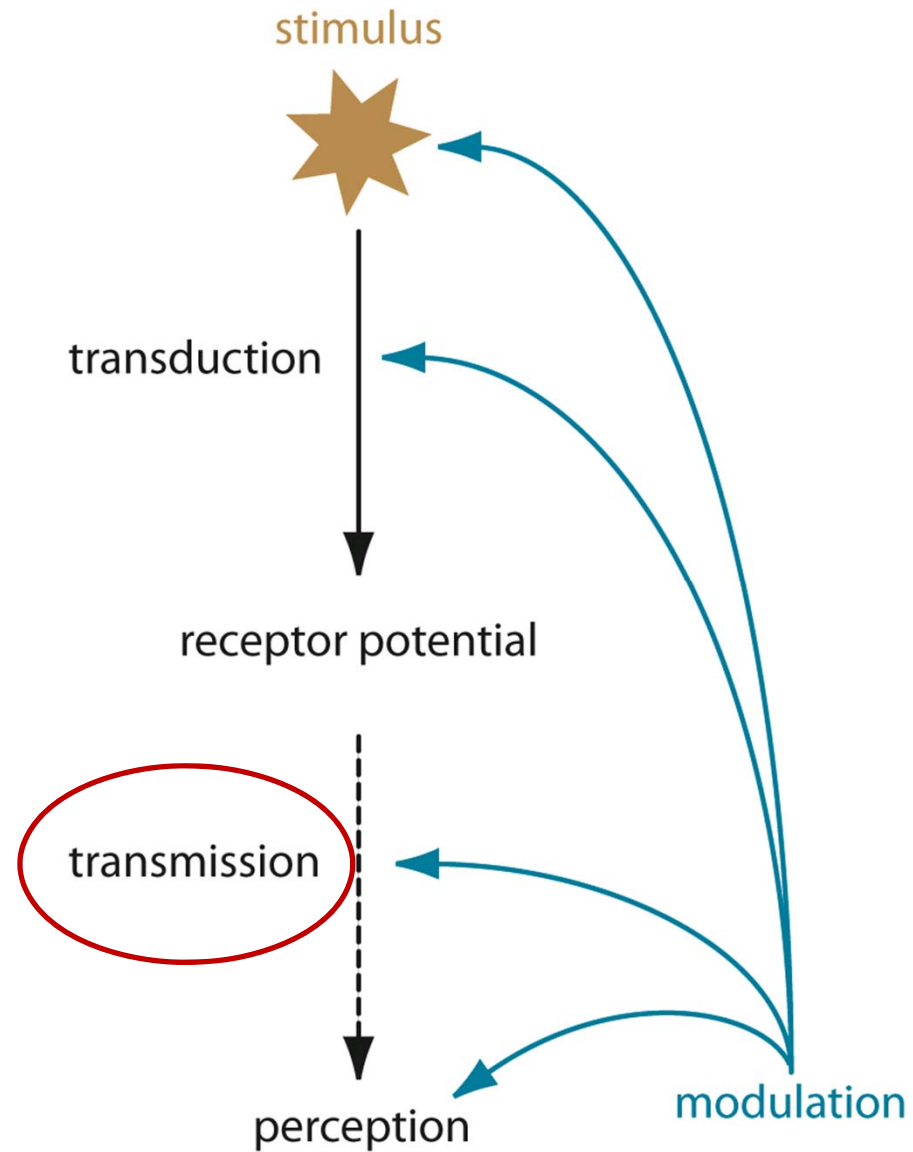
Kódování intenzity podnětu



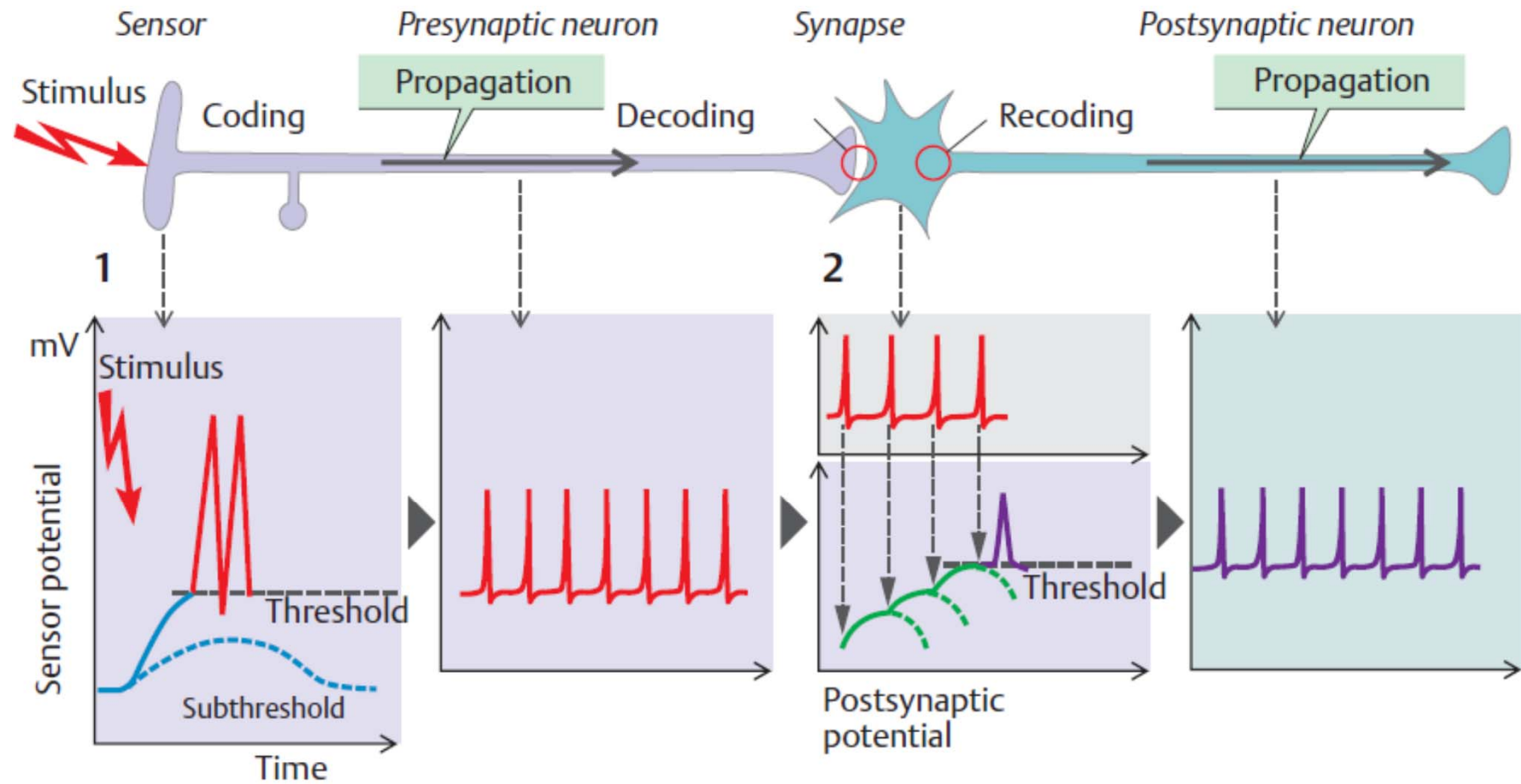
A Neural code of stimulus magnitude



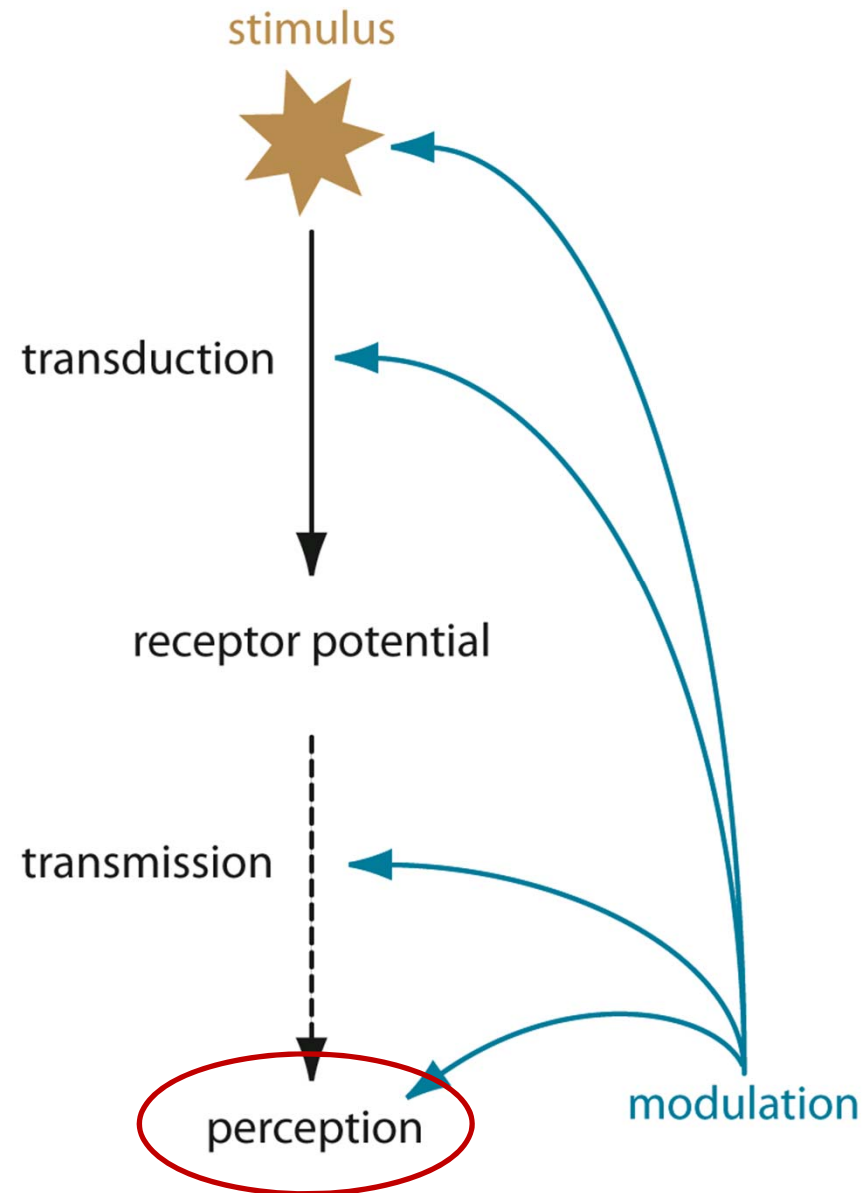
Senzorický systém



B. Stimulus processing and information coding

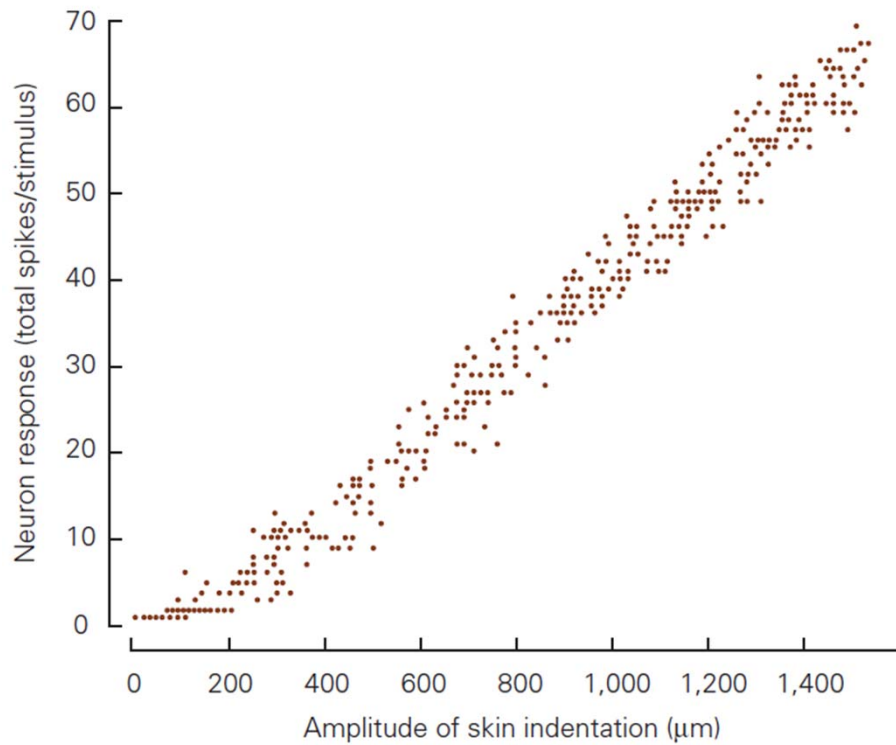


Senzorický systém

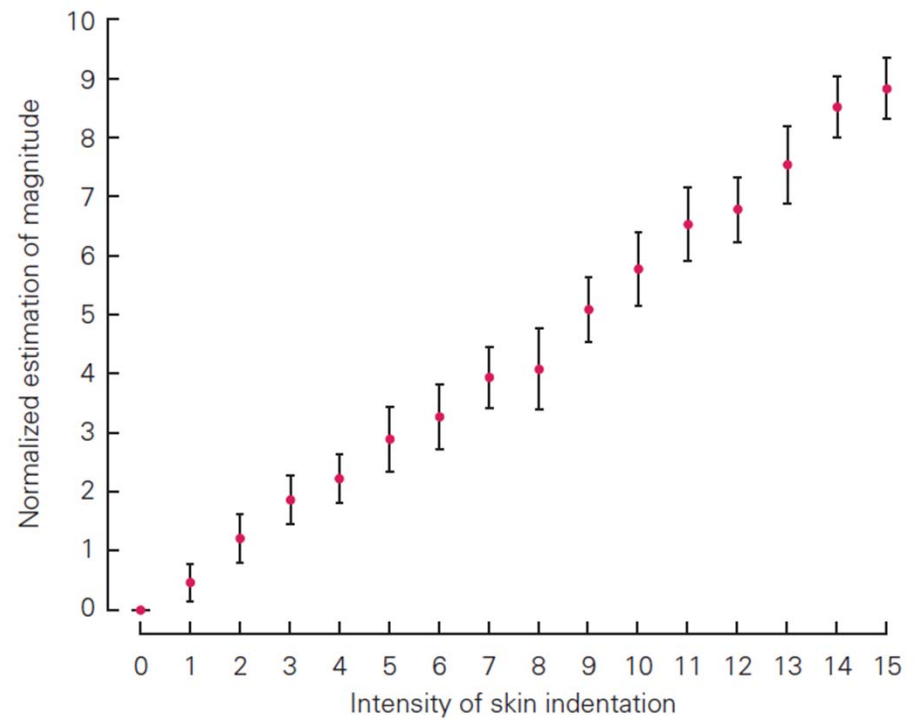


Kódování intenzity podnětu

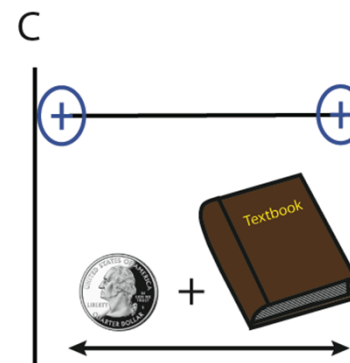
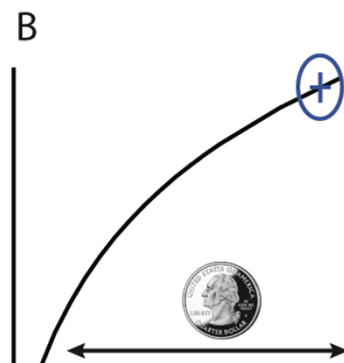
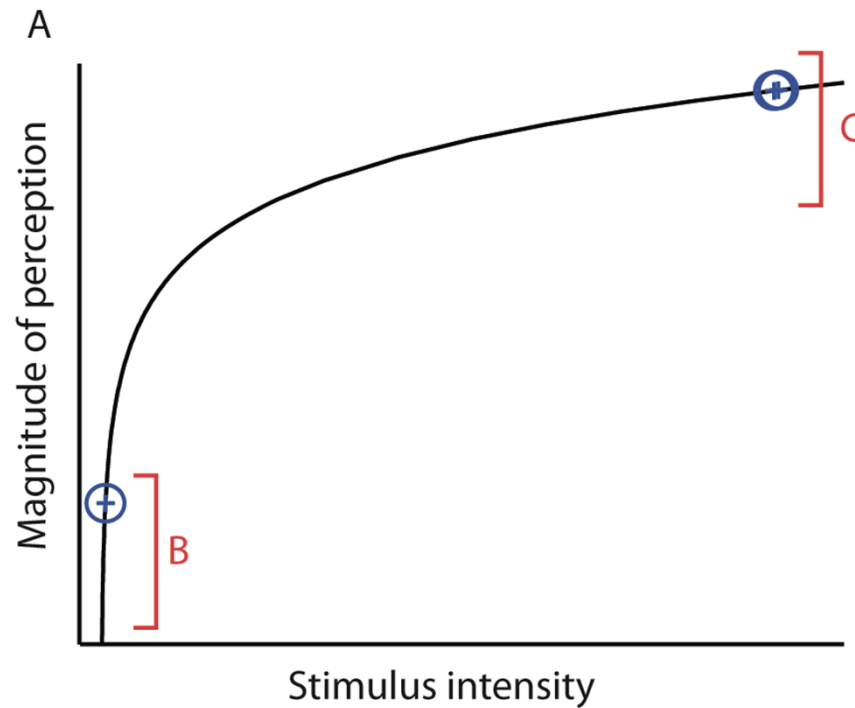
A Neural code of stimulus magnitude



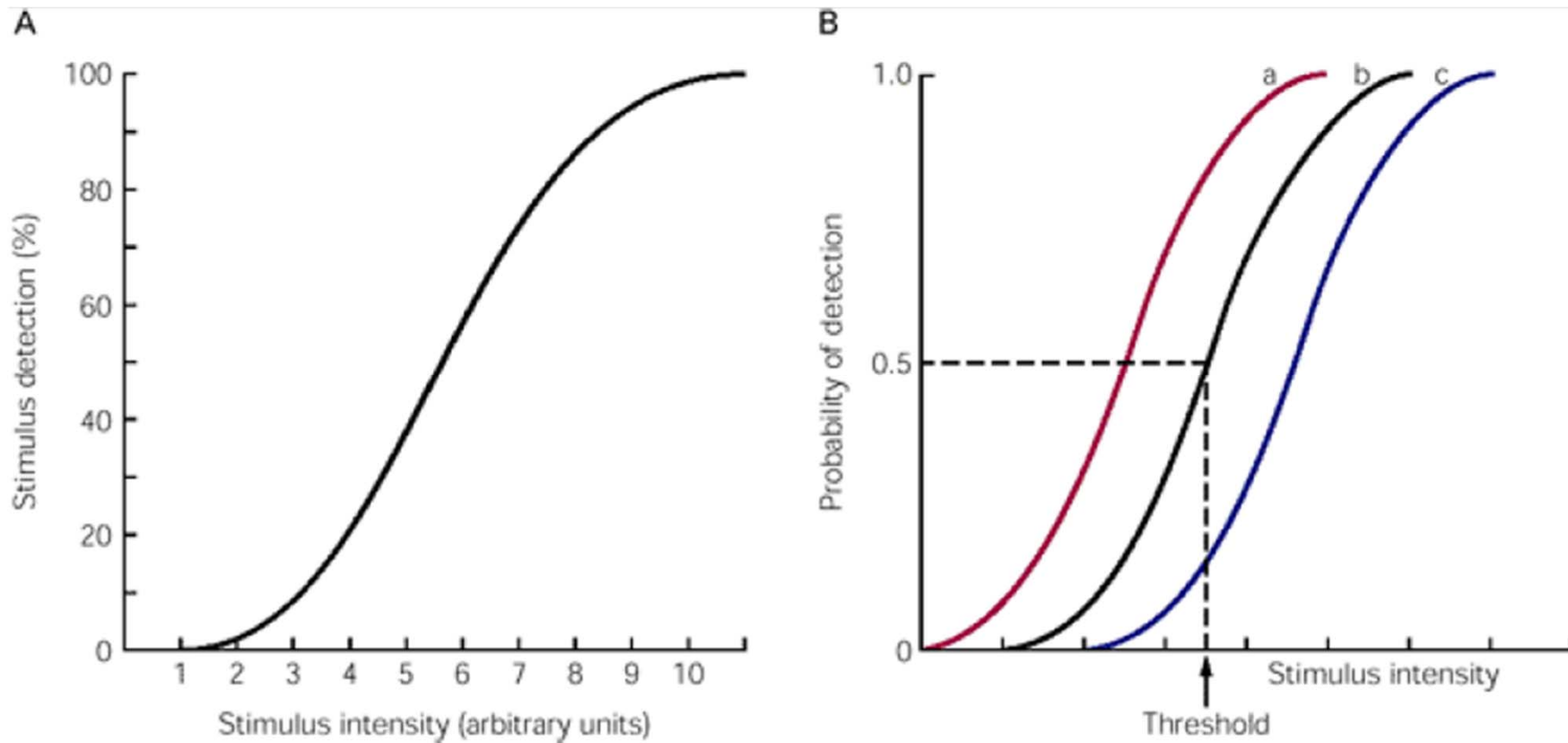
B Perceived sensation intensity



Vztah mezi počítkem a intenzitou podnětu

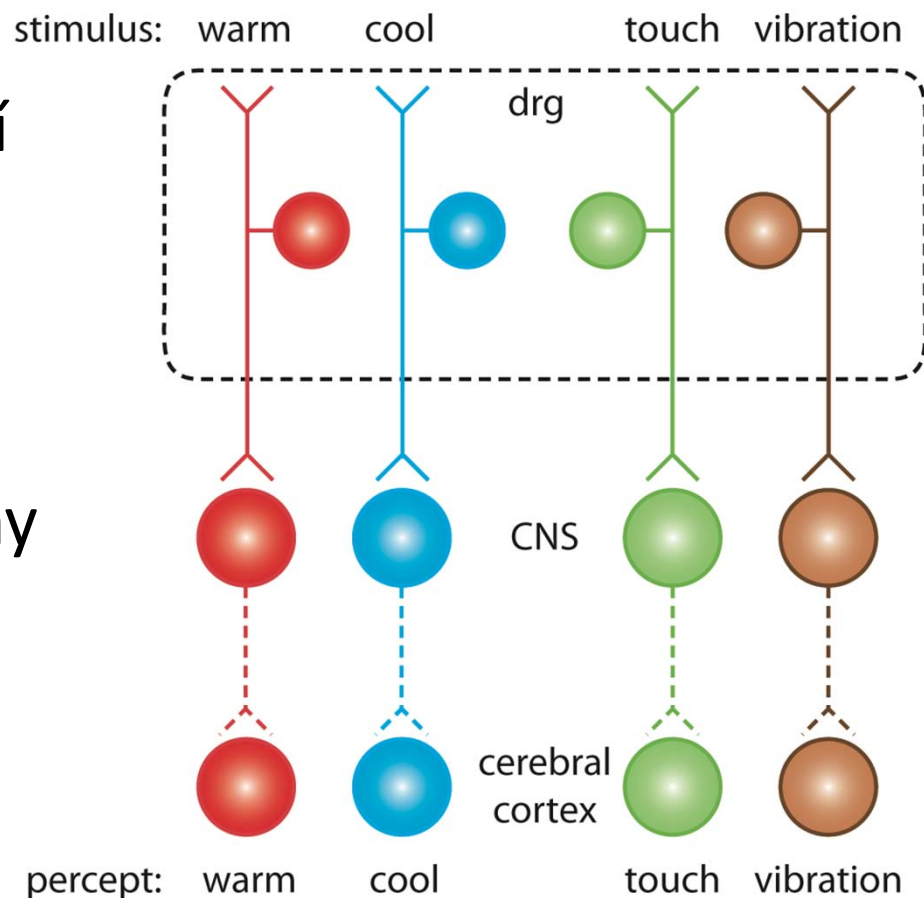


Absolutní práh - minimum perceptibile



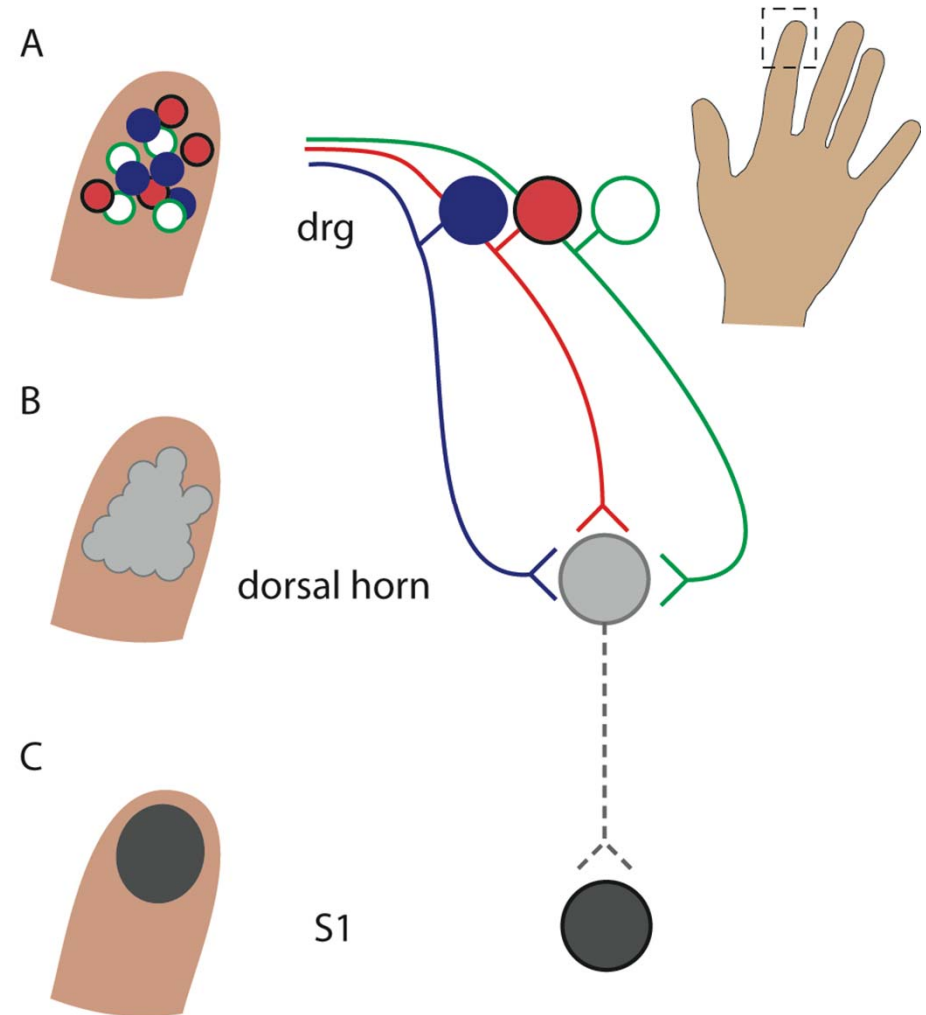
Prostorové uspořádání senzoričkých neuronů - lokalizace podnětů

1. **receptivní pole** (kožní, hluboké a viscerální čití + zrak)
2. sluch, chuť, čich - receptory jsou rozloženy v prostoru dle energetického spektra smyslové modality



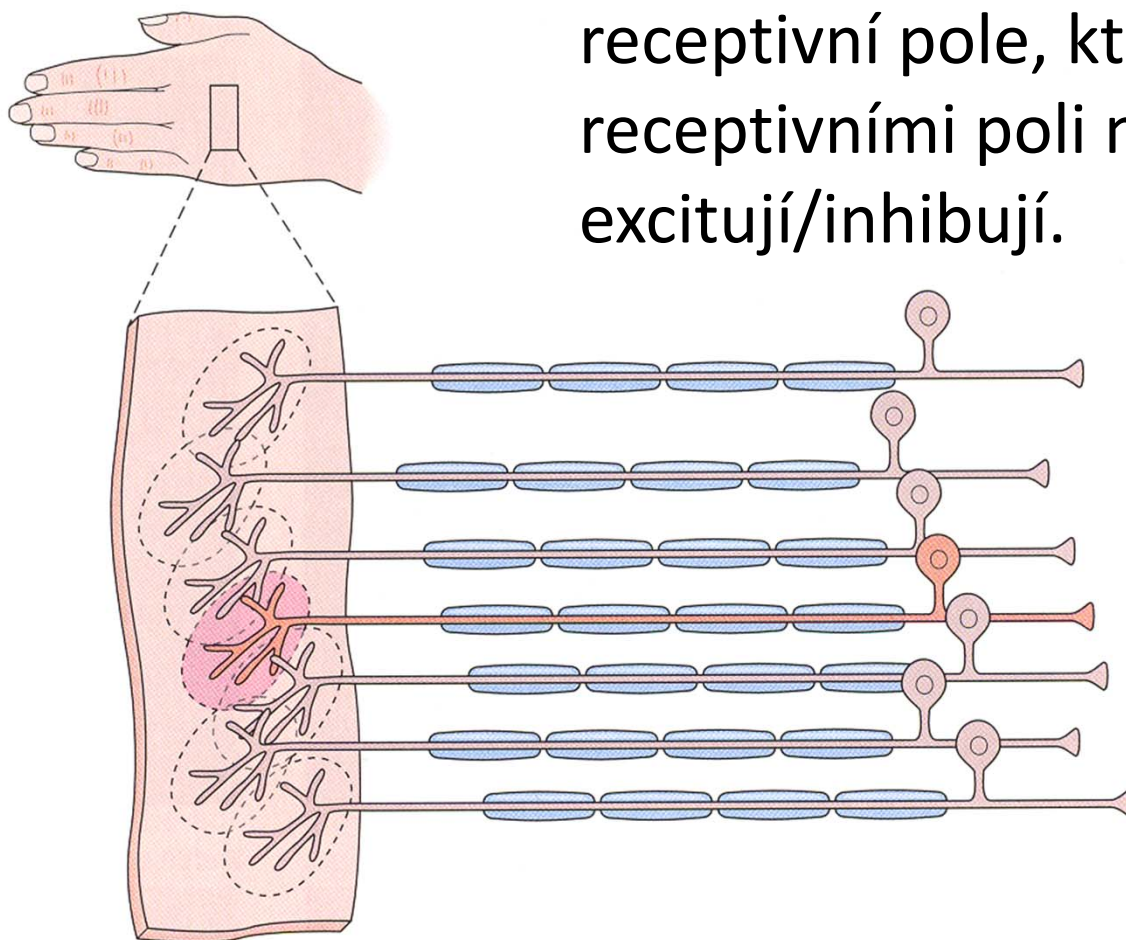
Receptivní pole

- rozsah oblasti, jejíž stimulace vyvolá podráždění senzorického receptoru



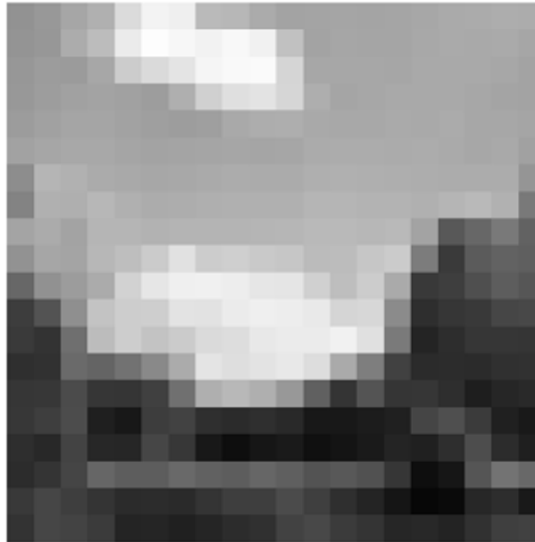
Receptivní pole

- velikost receptivního pole
- Centrální neuron má také své receptivní pole, které je dáno receptivními poli neuronů, které ho excitují/inhibují.



Prostorové rozlišení je úměrné celkovému počtu receptorových neuronů a plochou jejich jednotlivých receptivních polí.

A 400 receptors



B 3,600 receptors



C 14,400 receptors

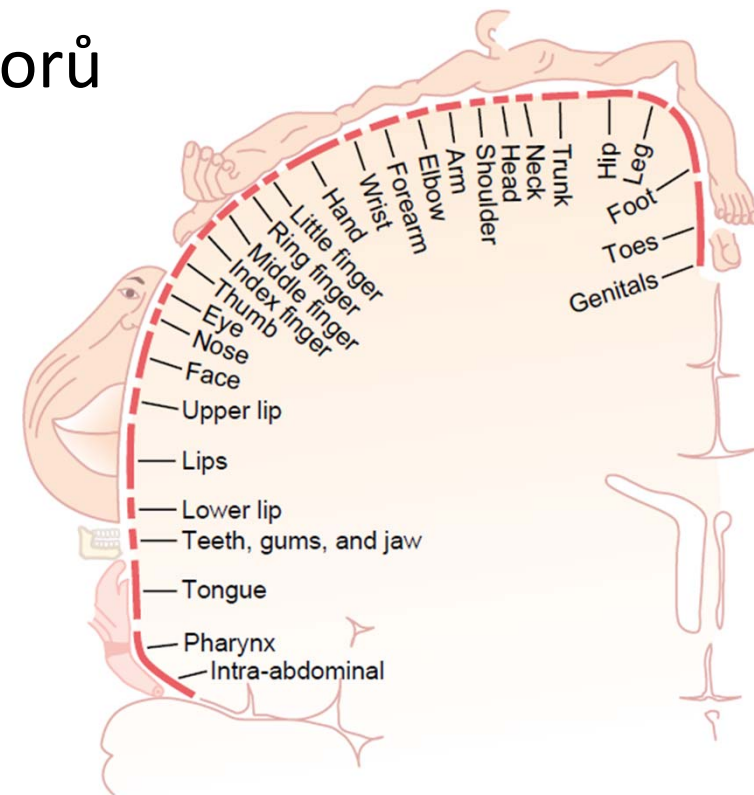


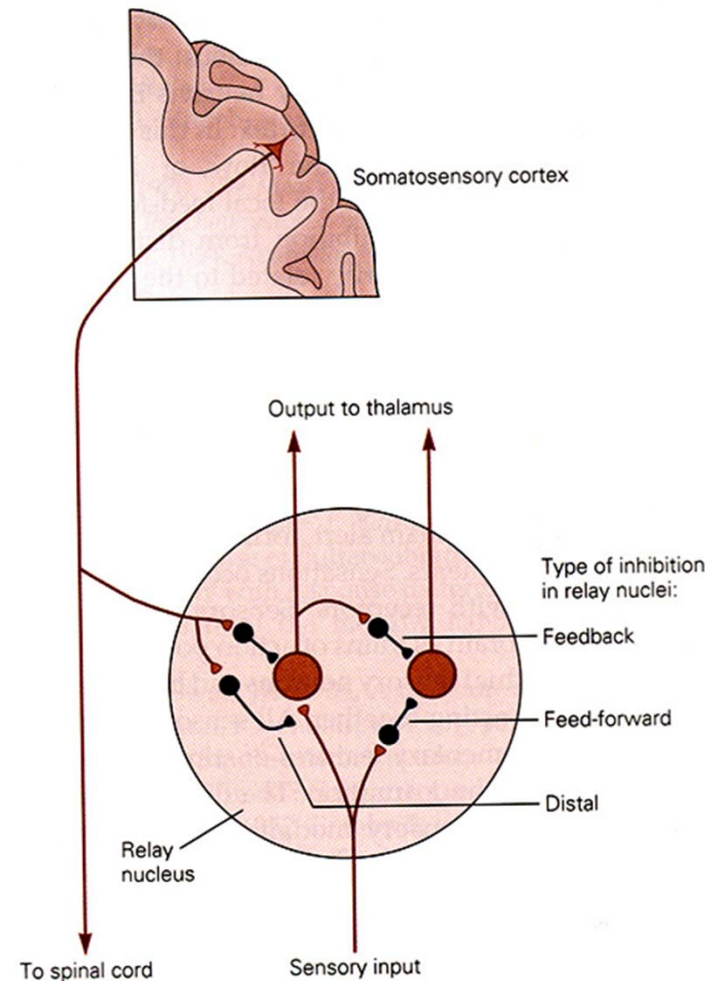
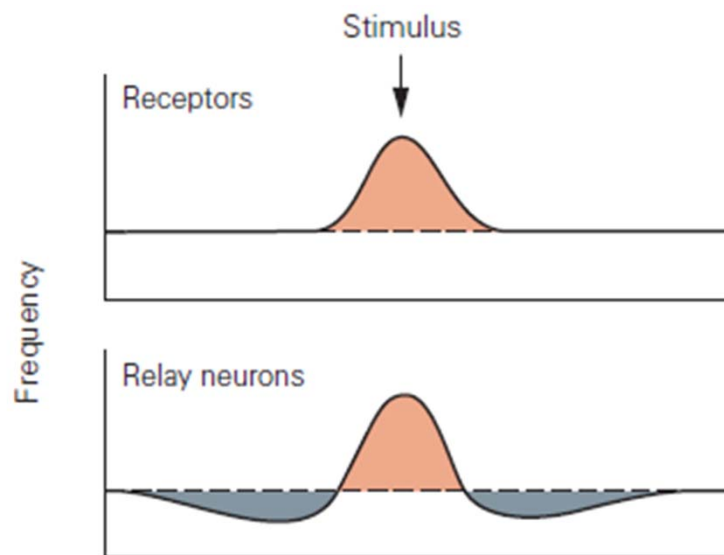
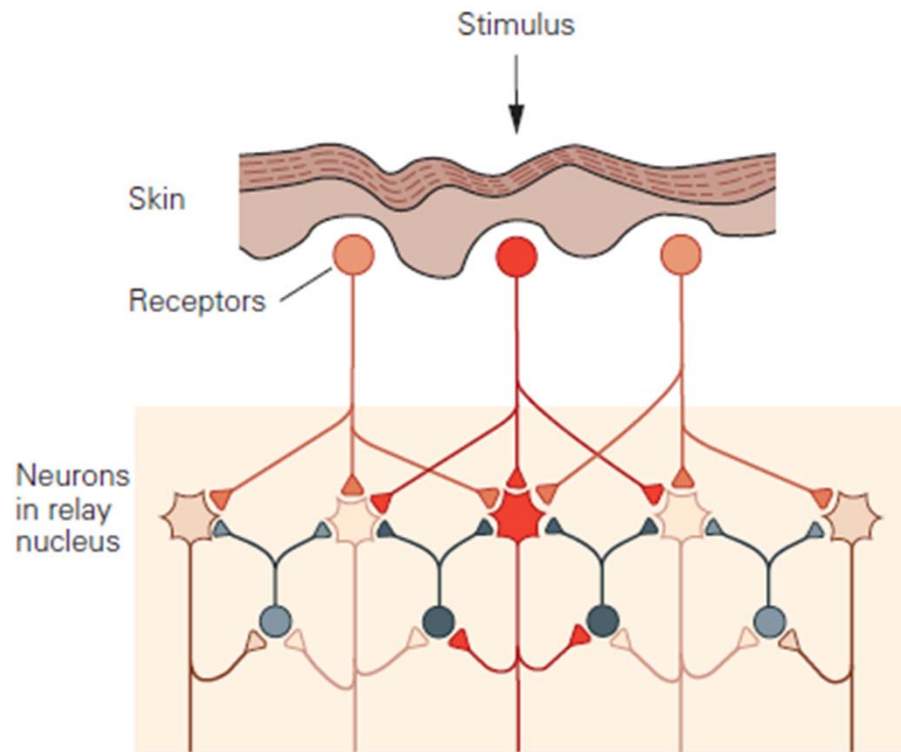
D 160,000 receptors



Senzorické systémy sdílí společný plán

- **podnět je nejdříve rozdělen** na komponenty a pak zpět **poskládán** neuronálními sítěmi mozku do vnitřní představy objektu
- každá třída senzorických receptorů je spojena se strukturami CNS určenými jedné modalitě + somatotopické uspořádání
- hierarchie: talamus – kortex (zpětná vazba)
- paralelní a sériové zpracování informace





Inhibiční interneurony
 zesilují kontrast
 mezi podněty různými typy
 inhibice

Laterální inhibice

