

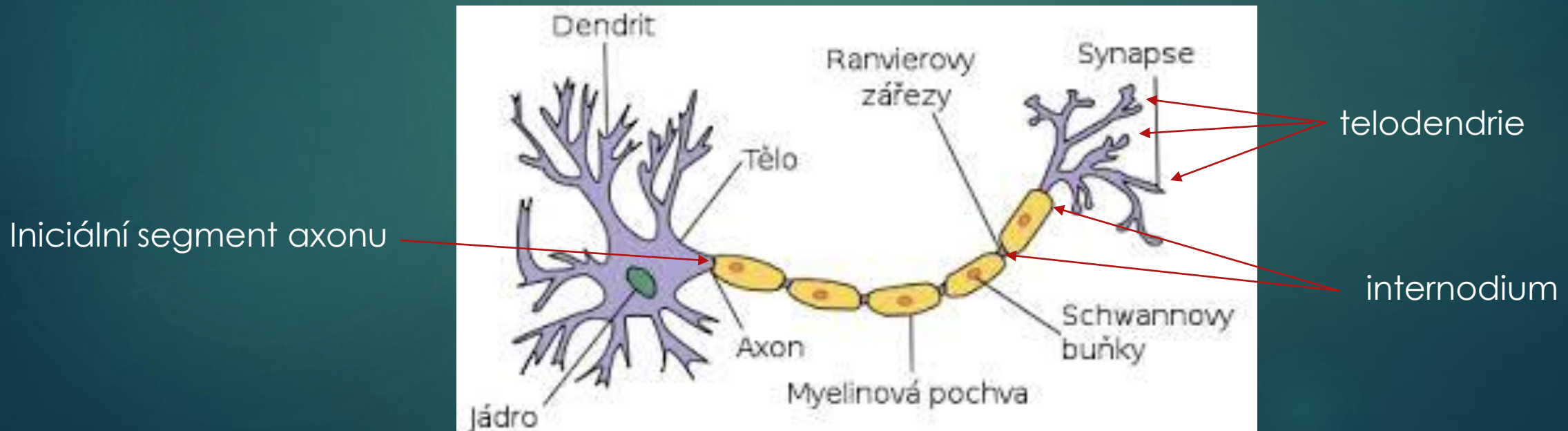
# Neurofyziologie a pohybový systém v ontogenezi II

NEURON

HLAVOVÉ NERVY

# Stavba a funkce neuronu

- ▶ NS – základní stavební jednotka – **neuron**
- ▶ Vysoce specializované bb., celkový počet v řádu trilionů (  $10^{12}$  )
- ▶ Základní funkce : příjem, vedení, přenos a zpracování informací
- ▶ Vysoká látková přeměna – metabolismus ( zdroj glukóza, přísun kyslíku)
- ▶ Neuron obsahuje všechny typické organely



# Rychlost vedení nervovými vlákny

## ▶ Vlákna typu A

myelinizovaná, nejrychlejší

A $\alpha$  – rychlost vedení 70 – 120 m/s : hluboké čítí a motorika

A $\beta$  – rychlost 30 – 70 m/s: informace senzitivní o dotyku a tlaku

A $\gamma$  – rychlost 15 – 30 m/s:  $\gamma$  motoneurony ( svalová vřeténka)

A $\delta$  – rychlost 12 – 30 m/s: senzitivní informace o chladu, dotyku a bolesti

## ▶ Vlákna typu B

myelinizovaná, výběžky pregangliových autonomních neuronů, 3 – 15 m/s

## ▶ Vlákna typu C

nemyelinizovaná, rychlost nepřesahuje 2m/s, postgangliová autonomní vlákna a senzitivní vlákna ( bolest a termické čítí)

Wallerova degenerace x Wallerova regenerace

# Dělení neuronů z funkčního hlediska

- ▶ **Aferentní ( dostředivé) neurony**

Senzitivní a viscerosenzitivní neurony

- ▶ **Eferentní ( odstředivé) neurony**

Motorické a visceromotorické neurony, sekreční neurony

- ▶ **Interneurony**

Propojovací, integrační, asociační a regulační funkce. V mozku, míše nervových uzlinách

# Motorické neurony

- ▶ Zajišťují pohyb ( motoriku – hybnost), informace prostřednictvím motorických drah k příčně pruhovaným svalům
- ▶ Jsou eferentní

**Korové motoneurony:** v mozkové kůře čelního laloku, povely k volní činnosti

**Alfa-motoneurony :** přední rohy míšni, prostřednictvím nervosvalových plotének spojeny s extrafuzálními vlákny kosterních svalů, řízení pohybu svalů

**Gamma-motoneurony:** inervace intrafuzálních svalových vřetének, řídí délku a napětí těchto proprioreceptorů, optimalizují činnost svalů

**Motorická jednotka** = motoneuron + všechna příčně pruhovaná svalovina kterou inervuje

**Malá motorická jednotka**

U svalů zajišťujících jemné pohyby ( okohybné svaly, svaly hlasivek)

**velká motorická jednotka**

Svaly vykonávající hrubé pohyby ( svaly zad, stehna)

# Senzitivní neurony

- ▶ Informace z periferie ( receptory v kůži), smyslových orgánů, ...
- ▶ **Aferentní neurony**
- ▶ Informace zrakové, sluchové, čichové a chuťové – **senzorické neurony**
- ▶ Těla neuronů uložena mimo CNS – v senzitivních nervových uzlinách – **gangliích**
- ▶ Specializované bb ve smyslových orgánech – **receptorové bb** – schopné zachytit různé formy podnětů ( teplo, chlad, světlo, tlak, vibrace ( a převést do elektrické řeči neuronů = **transdukce**, pak tato informace je dále vedena = **transmise** a třetí děj který se děje je **modulace** = soubor dějů, kdy dojde ke změně funkce receptorových buněk ( zvyšuje se nebo snižuje citlivost smyslů)



- ▶ **Nociceptory** = senzitivní neurony schopné rozpoznat reálně nebo potencionálně poškozující podnět ( drážděny mechanicky, chemicky i tepelně), info do CNS = počitek **bolest**. Mozkové analgetické systémy

# Vegetativní neurony

- ▶ Vůlí neřídíme
- ▶ Mohou být **eferentní** ( odstředivé):
  - 1, **sekreční vegetativní neurony** ( řídí produkci žláz – sliny, pankreatické šťávy,..)
  - 2, **visceromotorické vegetativní neurony** ( ovládají činnost hladké a srdeční svaloviny)
- i **aferentní** (dostředivé):
  - 1, **viscerosenzitivní neurony**
- ▶ Z morfologického a funkčního hlediska existuje jiné dělení:
  - 1, neurony sympatiku
  - 2, neurony parasimpatiku
  - 3, neurony enterického nervového systému

Mohou být centrální i periferní.  
Centrální v mozku a míše, periferní v autonomních nervových gangliích

# Zrcadlové neurony

- ▶ Teprve nedávno objevený typ neuronů
- ▶ V mozkové kůře
- ▶ Aktivace pozorováním jiného člověka
- ▶ Různé typy – selektivně pouze při přípravě, v průběhu činnosti nebo výhradně na konci, existují ale i ty které se aktivují po celou dobu činnosti
- ▶ Vytváří celé systémy
- ▶ Do činnosti zasahují i paměťové stopy
- ▶ Význam pro učení a trénink ( sport, hudební nástroj)
- ▶ Při pasivním pozorování činnosti jiného je náš mozek mnohem aktivnější než se předpokládalo
- ▶ Činnost probíhá automaticky, bez našeho vědomí



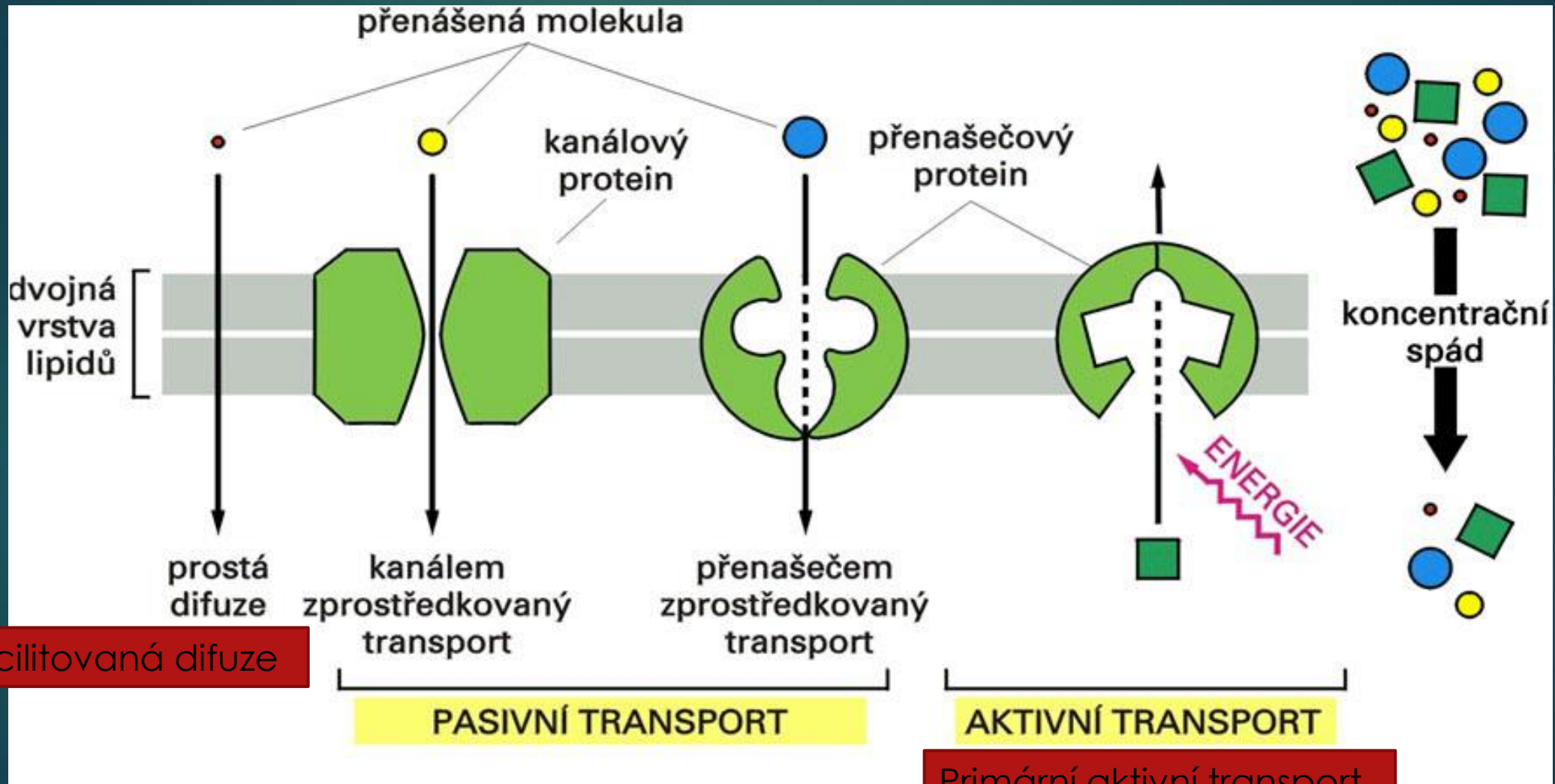
# Neuronální membrána

- ▶ Na povrchu neuronů
- ▶ Vymezuje a odděluje nervovou b. od okolí
- ▶ Zajišťuje a ohraničuje integritu buňky
- ▶ Podílí se na příjmu a výdeji látek
- ▶ Má úlohu při vzniku elektrických potenciálů
- ▶ polopropustná
- ▶ Slouží k rozpoznávání informačních molekul ( mediátorů, růstových faktorů, hormonů)

Plazmatická membrána axonu = axolema  
Cytoplazma axonu = axoplazma

- ▶ Stavba : dvojvrstva fosfolipidů se zanořenými bílkovinami ( transportéry látek, iontové kanály, receptory)

# Membránové transportní mechanismy



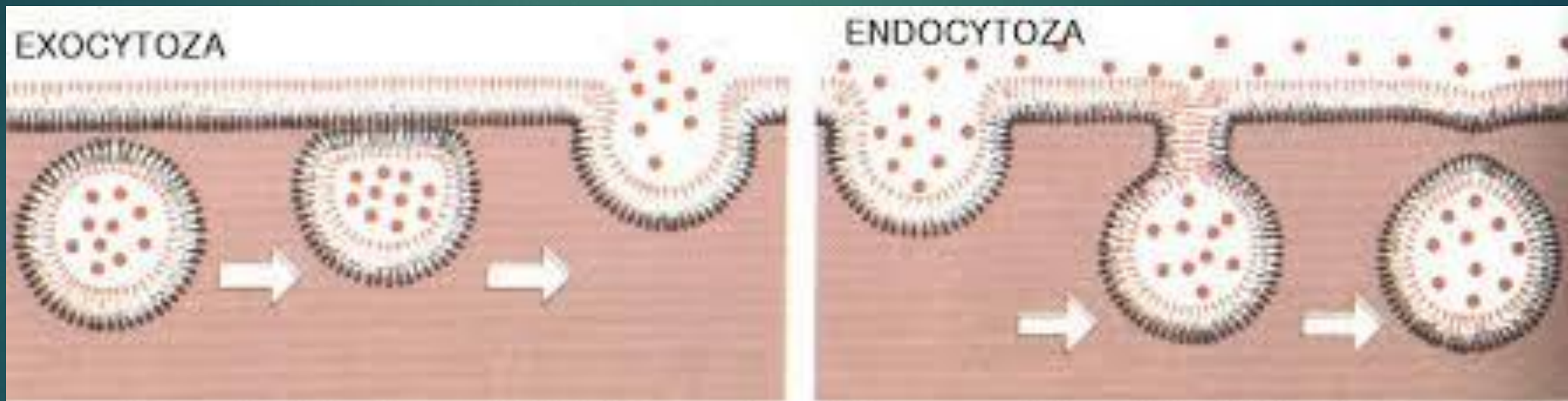
i facilitovaná difuze

Primární aktivní transport

Sekundární aktivní transport

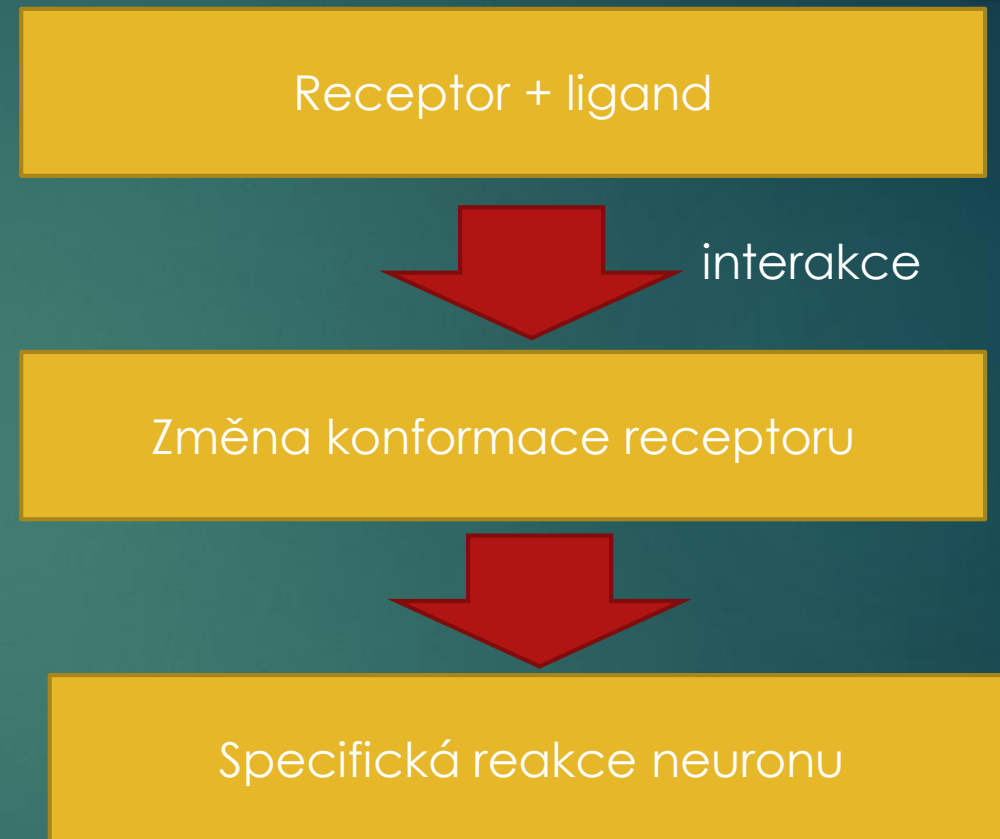
# Endocytóza a exocytóza

- ▶ Pokud nelze využít jiný typ přenosu přes membránu
- ▶ Pokud buňka přijímá části bakterií a buněk nebo celé bakterie – **fagocytóza**
- ▶ Příjem tekutých kapének = **pinocytóza**



# Membránové receptory

- ▶ Schopnost se integrovat s různými chemickými látkami ( **ligandy** )
- ▶ Při spojení dojde ke změně prostorového uspořádání ( **konformace** ) receptoru
- ▶ Spustí se další děje ( probíhá v řádu milisekund )



Existují i cytoplazmatické receptory – dělí se podle chemického složení

# Receptorové skupiny

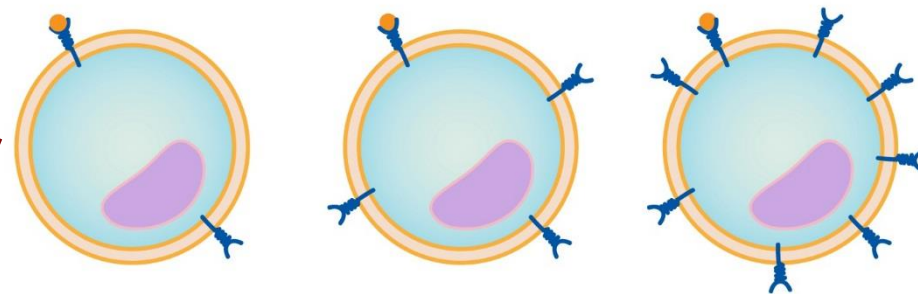
- ▶ Skupina receptorů spojená s iontovými kanály
- ▶ Skupina receptorů spřažená s G-proteinem
- ▶ Skupina receptorů s vlastní enzymatickou aktivitou

Regulace membránových receptorů

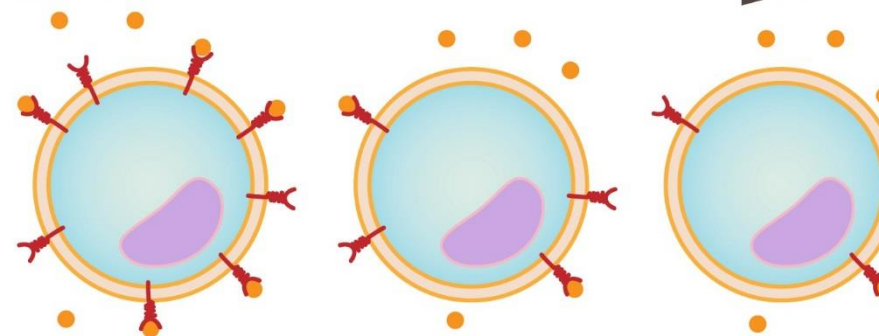
málo ligandu

přebytek ligandu

upregulace



čas

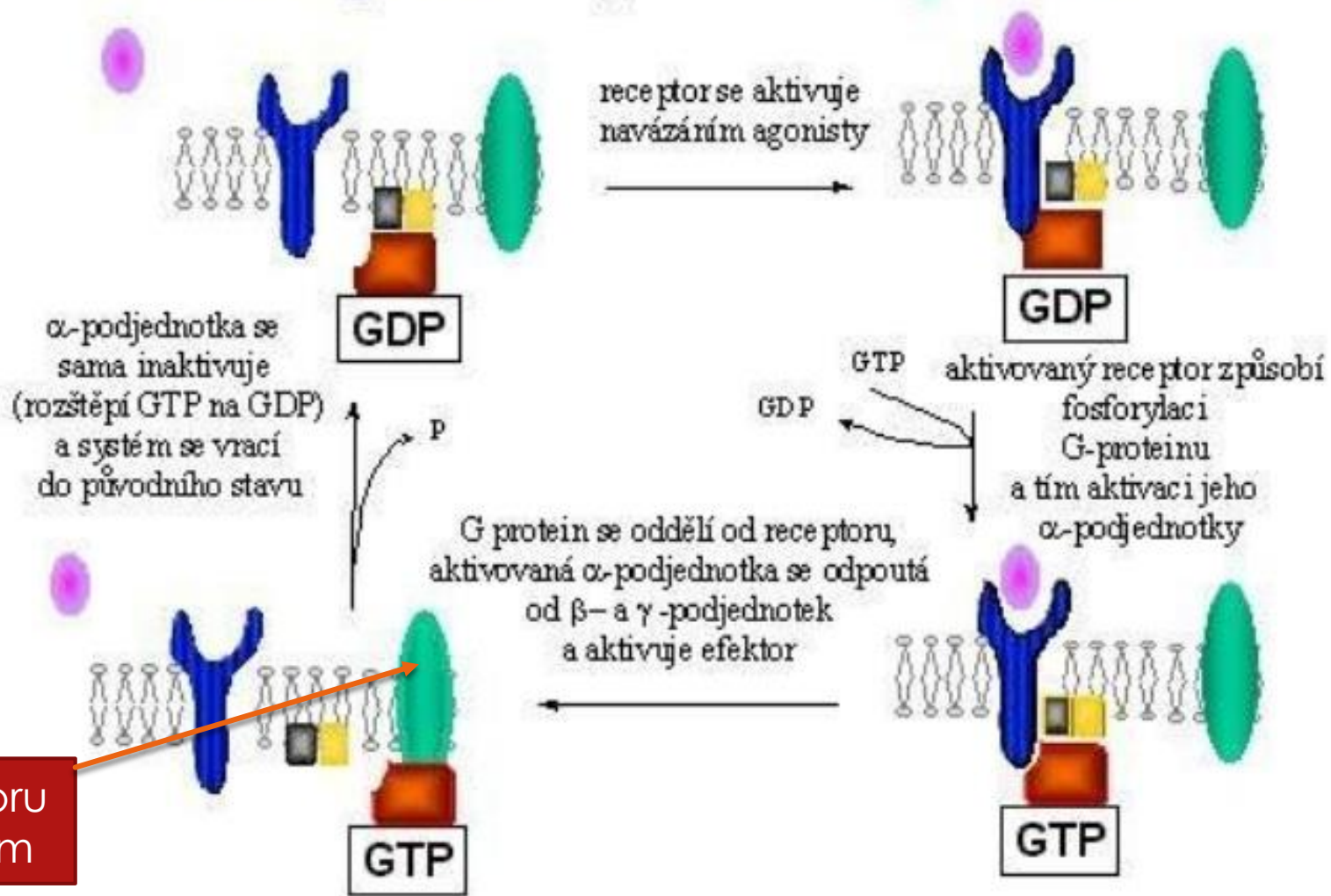


downregulace

# Schéma funkce GPCRů

## Receptor - G protein - efektor

Příklad receptoru spřaženého s G proteinem



Aktivace efektoru  
– bývá to enzym

# Membránové potenciály

- ▶ V každém okamžiku neurony zpracovávají množství informací – pomocí **elektrických impulsů**
- ▶ Existují 3 typy elektrických potenciálů

Hybnou silou je **nerovnoměrné rozložení nabitých částic** uvnitř a vně neuronu = koncentrační gradient mezi vnitřkem a vnějškem nervové buňky

EEG  
záznam  
(měření elektrické  
aktivity)

- ▶ V klidovém stavu je plazmatická membrána neuronů **polarizovaná = klidový membránový potenciál** (převažuje zevně, kladný náboj, uvnitř záporný), hodnota : -60 až -90 mV – má 3 zdroje (K ionty jdoucí z buňky a přináší kladný náboj, proteiny v cytoplazmě, které nemohou unikat a nesou záporný náboj + CL záporné ionty, NA/K ATPáza, která vyměňuje sodné a draselné ionty)
- ▶ Působení elektrického, mechanického nebo chemického podnětu lze vyvolat změnu klidového napětí, změna ale je lokální a nešíří se po membráně = **spojitá stupňovitá odpověď**
- ▶ **Akční potenciál** – představuje jednu jednotku informace, z místa vzniku se šíří po membráně, dochází ke změně propustnosti membrány pro různé ionty až dojde ke zvratu polarizace membrány

# Neurokrinie

Neurony produkují řadu chemických látek

- mediátory uvolňované do synaptických štěrbin
- látky, které jdou přímo do krve- hormonální povahy = **NEUROKRINIE**

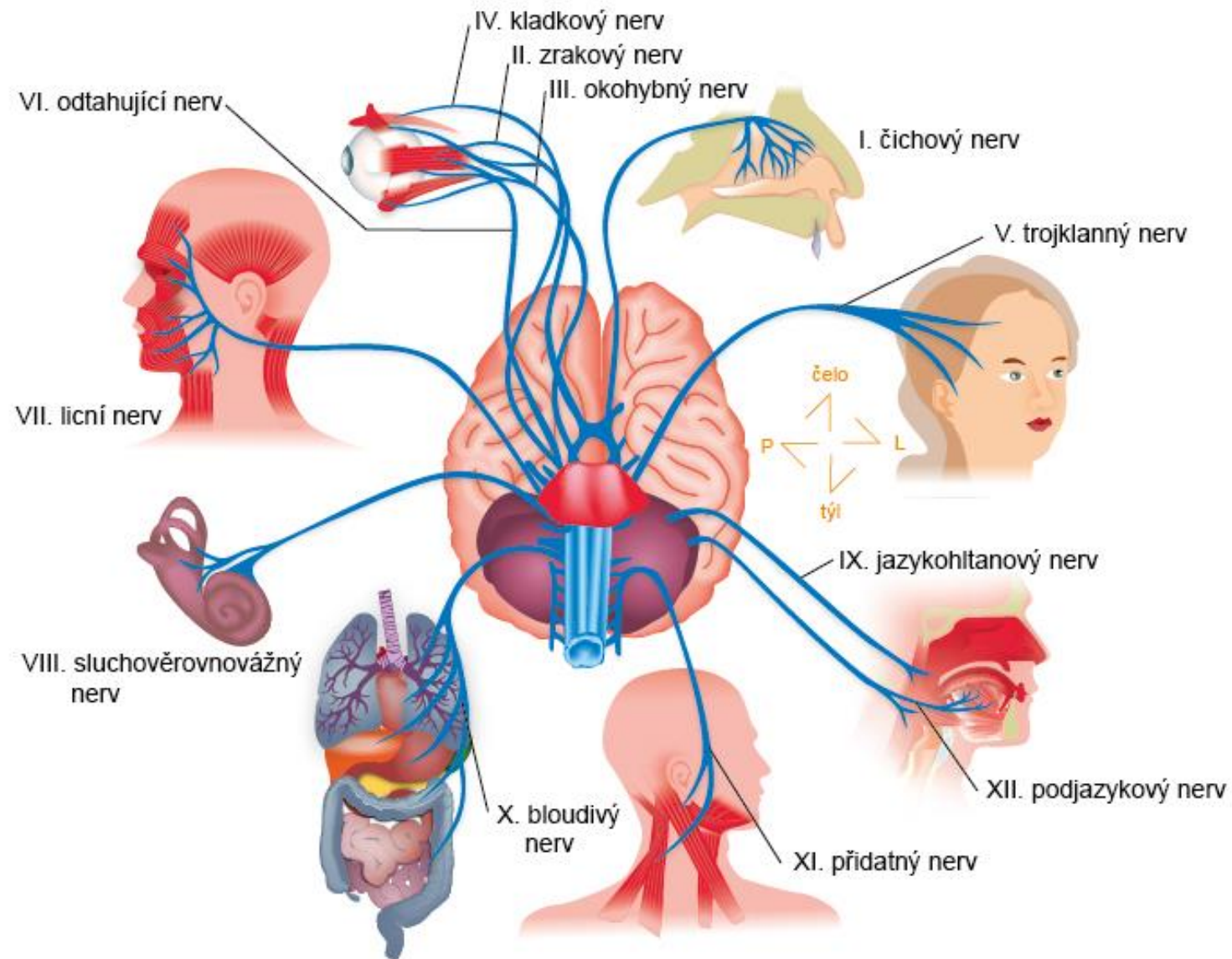
ADH

Oxytoxin

Regulační hormony hypotalamu : liberiny a statiny



# Hlavové nervy



# I. N.olfactorius

- ▶ 1.neuron – neuroepitelová **čichová buňka** epitelu concha nasalis sup. Axony vycházejí přes lamina cribrosa ossis ethmoidalis do **bulbus olfactorius** (na spodině frontálního laloku) – tvoří **primární čichové centrum** →
- ▶ 2. neuron – **mitrální buňka** v bulbus olfactorius. axony pokračují dále cestou **tractus olfactorius** a vede bez přepojení v **thalamu** do **temporálního laloku** a dále vede do corpus amygdaloideum, hypotalamu a hippocampu.

## Poruchy čichového nervu

- ▶ **hyposmie** – částečná ztráta čichu
- ▶ **anosmie** – úplná ztráta čichu
- ▶ **hyperosmie** – nadměrná citlivost
- ▶ **parosmie** – kvalitativní porucha<sup>[1]</sup>



# II. N.opticus

**První neurony** - speciální **světločivé buňky (fotoreceptory)** : **tyčinky a čípky**.

**Druhé neurony** se společně označují jako **ganglion retinae**.

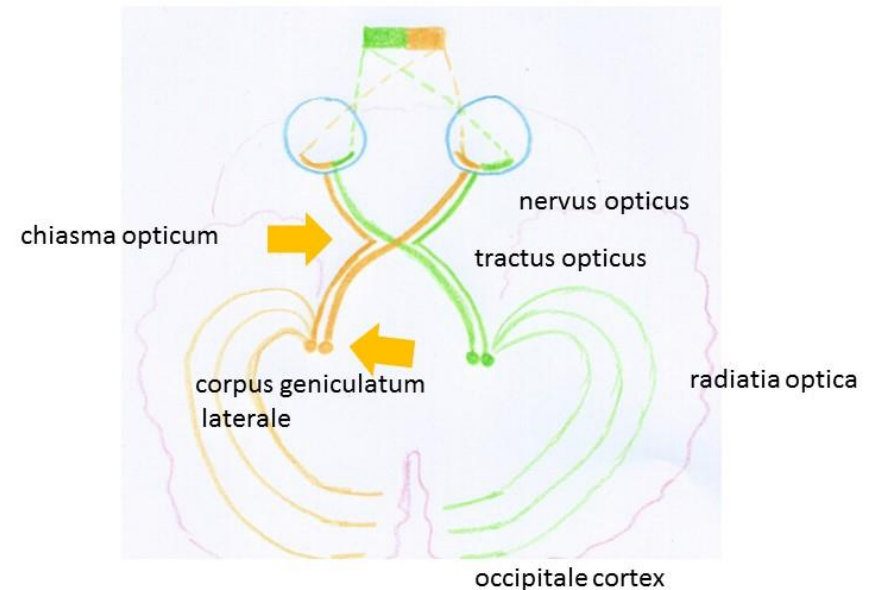
**Třetí neurony** se společně označují jako **ganglion opticum**, mají dlouhé axony, které probíhají skrz **nervus opticus** a dále až do **corpus geniculatum laterale thalamu**.

**Čtvrté neurony** se nacházejí v **corpus geniculatum laterale** a jejich axony končí v kůře **okcipitálního laloku**.

**Hlavní funkce zrakové dráhy**

- převod obrazu vnějšího světa, zachyceného světločivými buňkami, do mozkové kůry
- odbočky ze zrakové dráhy umožňují řízení reflexů (miosa a mydriasa a různých okohybných pohybů i motoriky celého těla)
- odbočka do hypothalamu ovlivňuje vegetativní funkce a řízení cirkadiánních rytmů.

## Nervus opticus



Kinderneurologie.eu

### Poruchy zrakového nervu

**Amaurosis** = jednostranná slepota

**Bitemporální heteronymní hemianopsie**

**Kontralaterální homonymní hemianopsie**

# Odbočky ze zrakové dráhy

## Pupilární reflex

Miosa - zúžení zornice

Mydriasa- rozšíření zornice

pokračuje do parasympatického *nucleus oculomotorius accesorius* (Edingerovo-Westphalovo jádro) – n. III- ganglion ciliare v očnici – m. sfincter pupilae

Pokračuje do RF mezencefala – retikulospinální dráhy do míchy – C8- horní krční sympatické ganglion – m. dilatator pupilae

## Akomodace

= proces, který zvětšuje zakřivení čočky

- k zaostření blízkých předmětů na sítnici oka

( kontrakce m. ciliaris)

- ze zrakové dráhy v *nucleus interstitialis*

(Cajalovo jádro) – n.III – m.ciliaris

## Konvergence očí

Odbočuje na na jádra okohybných nervů



# III. N .okulomotorius IV. N.trochlearis VI. N. abducens

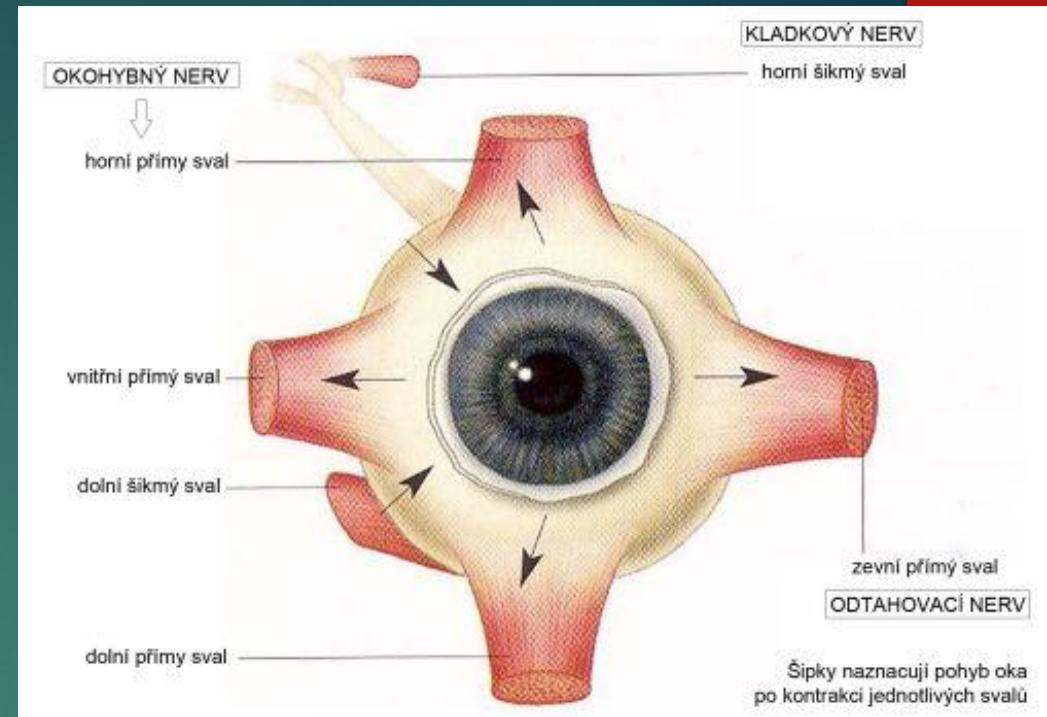
- ▶ Okohybné nervy
- ▶ Pohyb je buď volní nebo mimovolní

## Volní pohyb:

Parietální mozková kůra propojená s prefrontální oblastí čelního laloku – střední mozek a most-jádra okohybných nervů

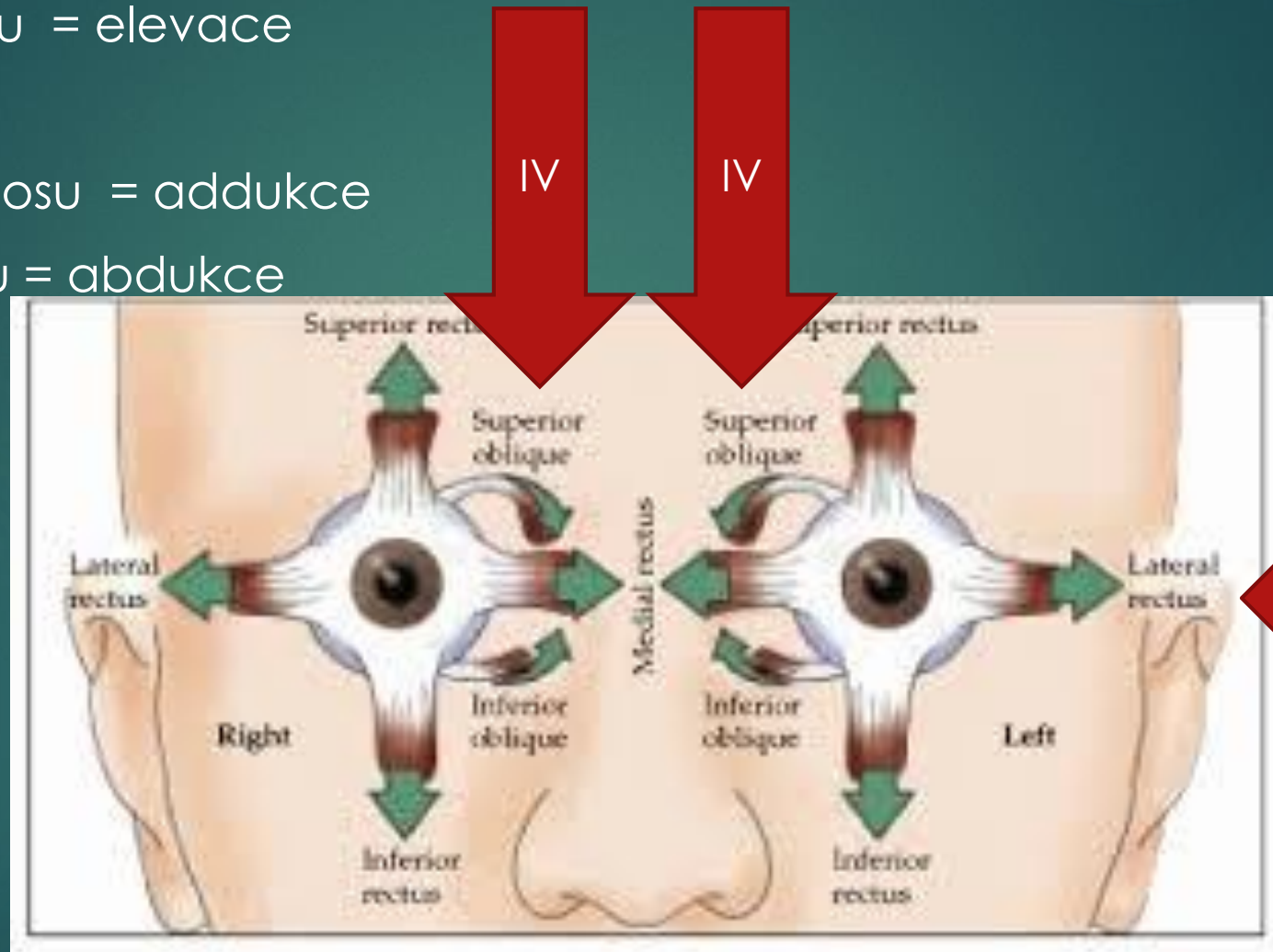
## Mimovolní pohyb

rychlé pohyby, které po proběhlé sakádě umožňují neustále zaměřovat pohybující se objekt tak, aby se jeho obraz neustále promítal na místo nejostřejšího vidění - **nystagmus**



# Pohyby očí

- Pohyb bulvy vzhůru = elevace
- dolů = deprese
- otáčení bulvy k nosu = addukce
- směrem ke spánku = abdukce



- rotace kolem předozadní osy oka = distorze (pohyb po kruhové dráze – koulení očima)

# Poruchy okohybných nervů

- ▶ Základním projevem okohybné poruchy - **diplopie** (dvojité vidění).
- ▶ Pokud přijde pacient s diplopií, pak je **nejdůležitější zjistit zda se jedná o izolované postižení okohybného nervu nebo kombinované** (případně i s poruchami dalších hlavových nervů)

## Paréza n. III

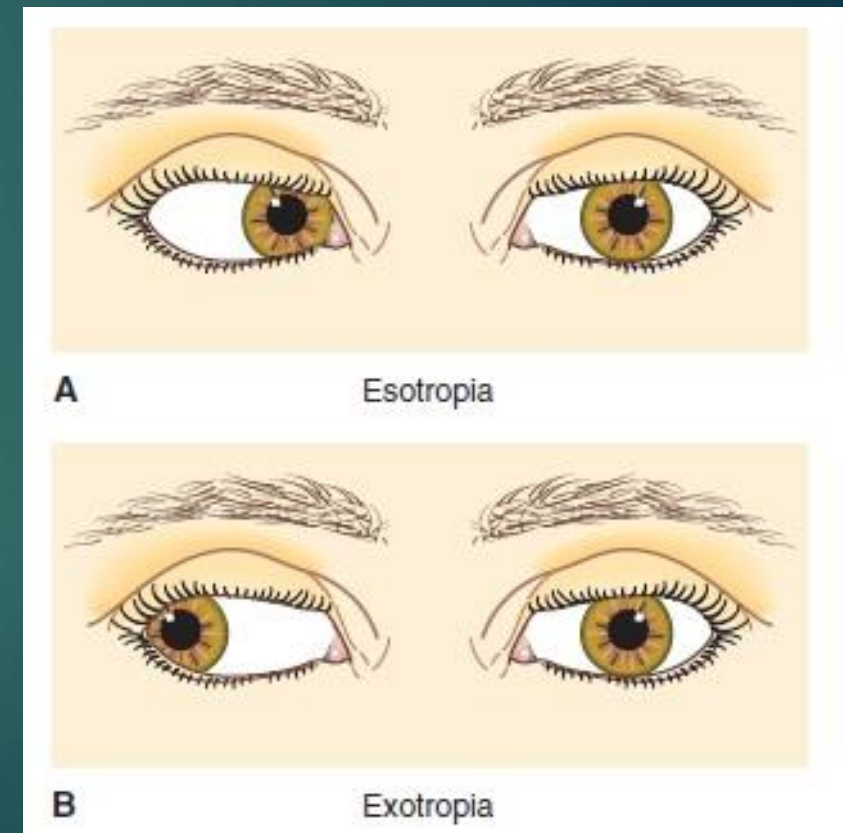
- ▶ přítomna **ptóza**
- ▶ **divergentní strabismus** (přetažení ve směru n.VI.)
- ▶ **omezení hybnosti** bulbu především nazálně a vzhůru,
- ▶ **diplopie** při pohledu ve směru postižených svalů
- ▶ **mydriasa**

## Paréza n. IV

- ▶ Není přítomen výrazný strabismus
- ▶ **diplopie a paréza při pohledu dolů a dovnitř**

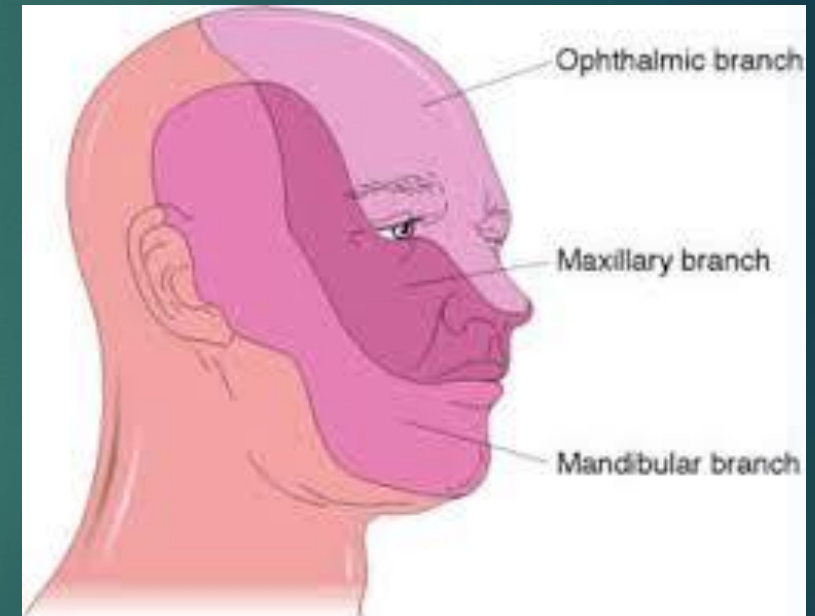
## Paréza n. VI

- ▶ **konvergentní strabismus** (vzhledem k zachované inervaci n. III)
- ▶ **omezený pohyb bulbu zevně**, kde je i **diplopie**.



# V. N. TRIGEMINUS

- ▶ jak **senzitivní**( 3. větve), tak i **motorická** složka
- ▶ aferentní součástí důležitých reflexů (např. maseťerový, rohovkový)
- ▶ **Senzitivní inervace** : celý obličej, dutina ústní: tvrdé a měkké patro , přední dvě třetiny jazyka, zuby a nosní dutinu, orbita, většinu dura mater, část ušního boltce
- ▶ **Motorická inervace**: žvýkácí svaly



## Poruchy n . Trigemini

- **neuralgie n. trigeminus** ( úporné bolesti )
- Hypestézie (necitlivost), dysestézie (změněná citlivost), hyperestézie (zvýšená), parestézie (brnění)
- **Paréza žvýkáčích svalů**



# VII. N. FACIALIS - smíšený

- ▶ **Motorická vlákna** : mimické svaly
- ▶ **Parasympatická vlákna**: podjazyková žláza ( g. Sublingualis), podčelistní žláza ( g. Submandibularis), žlázy jazyka, žlázy patra, slzná žláza, žlázy nosohltanu
- ▶ **Sensitivní a senzorická vlákna** : malý kožní okrsek boltce a zevního zvukovodu, chuťové receptory předních dvou třetin jazyka

## Poruchy n . Facialis

- Obrna ( centrální nebo periferní) – Bellova obrna ( horní i dolní větve)



# VIII. N. VESTIBULOCOCHLEARIS

- ▶ 2 samostatné nervy (n. vestibularis – rovnovážný, n. cochlearis – sluchový)

## N. vestibularis

- ▶ přivádí informace z receptorového orgánu – labyrintu do několika oblastí CNS
- ▶ vede informace o pohybu organismu vzhledem k vektoru gravitační síly
- ▶ díky vestibulárnímu aparátu vnímáme **změnu směru a rychlosti pohybu hlavy** a celého těla v prostoru při pohybu přímočarém i kruhovém

**Příznaky poškození vestibulárního systému : vertigo, nystagmus, nausea, vestibulární ataxie**

### ▶ Periferní vestibulární syndrom

postižen N. vestibularis a labyrint (Méniéřova choroba, neuronitis vestibularis, zoster oticus, toxické poškození)

### ▶ Centrální vestibulární syndrom

postižena **vestibulární jádra** nebo **drahy**

## n. Cochlearis

- ▶ 1. neurony - v ganglion spirale cochlae a jde z něj nervus cochlearis a končí v **nucleus cochlearis anterior et posterior mozkového kmene( 2. neuron)** – jdou jako **lemniskus lateralis** do colliculus inferior thalamu( 3.neuron) a do corpus geniculatum mediale ( 3. neuron) – primární sluchová kůra ( Heschlovy závity)- temporální lalok ( 4.neuron)

## Poruchy sluchu

- ▶ **hypacusis** = nedoslýchavost
- ▶ **anacusis** = ztráta sluchu
- ▶ **tinnitus**– vnímání neexistujícího zvuku (šumění, pískání,...), způsobeno iritací N. cochlearis, nebo Cortiho orgánu
- ▶ **nedoslýchavost**
  - ▶ **převodní** – potíže je v zevním zvukovodu (např. cerumen, cizí těleso)
  - ▶ **percepční** – způsobena lézí kochley nebo lézí **ncl. cochlearis**
  - ▶ **neurální** – postižení N.VIII. a centrálních afferentních drah

# IX. N: GLOSOPHARYNGEUS

- ▶ **Motoricky** : svaly patra, faryngu
- ▶ **Parasympaticky** : sliznice středoušní dutiny a ganglion oticum, gl. parotis ( příušní žláza)
- ▶ **Senzitivně** : středoušní dutinu, farynx, tonsily, zadní třetinu jazyka
- ▶ **Senzoricky**: zadní třetinu jazyka pro chuťový vjem

## Poruchy

- ▶ **poruchy polykání** (= mírná dysfagie), **poruchy dávení** (chybí aferentace dávícího reflexu), **poruchy senzitivity**, snížené vnímání chuti a žlázek - nevýrazné
- ▶ **Neuralgie glossopharyngeu** - iritační bolesti v oblastech inervovaných senzitivními vlákny (ucho, tonsilla palatina)

# X. N VAGUS – smíšený nerv

- ▶ inervuje oblast krku a břišní a hrudní dutiny
- ▶ obsahuje vlákna visceromotorická, somatomotorická, somatosenzitivní, viscerosenzitivní a vlákna chuťová

**Motorická inervace** : svaly měkkého patra, hltanu a hrtanu

## Parasympatická inervace:

- ▶ hladké svalstvo dýchacích cest
- ▶ hladké svalstvo většiny trávicí trubice
- ▶ žlázy dýchacích cest
- ▶ srdce
- ▶ velké cévy

## Viscerosenzitivní inervace

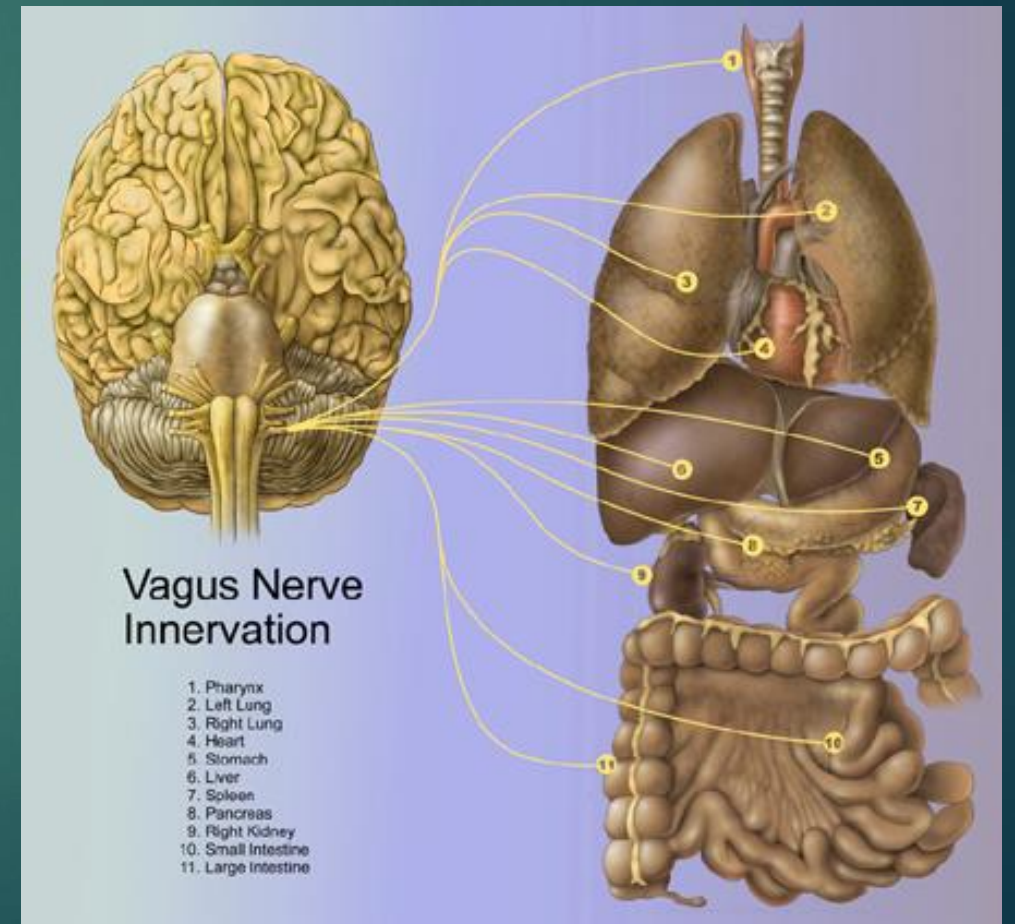
- ▶ z inervačních oblastí n. X (orgány dutiny břišní)
- ▶ komplexní signály – hlad , nauzea

## Somatosenzitivní inervace:

- ▶ z oblasti inervace n. auricularis

## Chuťová vlákna:

- ▶ signály z epiglottis a okrsků za kořenem jazyka



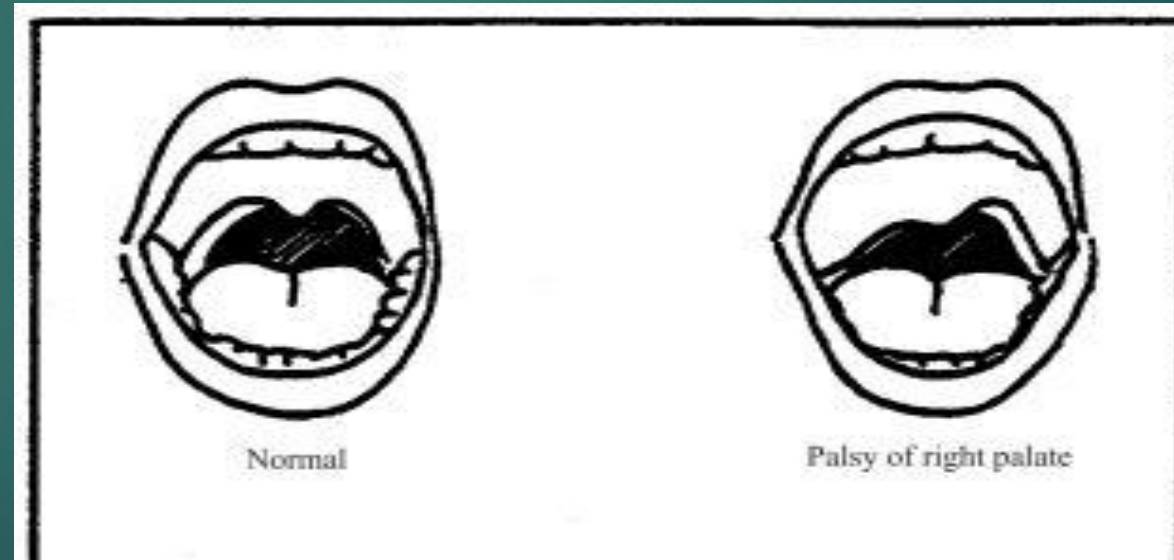
# X. - N. vagus - obrna

- jednostranná

▶ poruchy polykání (= dysfagie), chraptění, změny krevní tlaku, uchylování uvuly

- oboustranná

▶ rinolalie (= řeč nosem), poruchy řeči (= dysartrie), hypertenze, příp. zástava dechu



## Iritace n. vagus

▶ bradykardie, spazmy trávicí trubice (laryngospasmus, oesophagospasmus, pylorospasmus)

# Bulbární syndrom

- ▶ N IX, X a XI mají společné jádro v oblasti prodloužené míchy ( často s nimi poškozen XII) – často společné poškození = **bulbární syndrom**
- ▶ **Projevy** : dysartrie, dysfagie, pokles měkkého patra (příznak opony), snížený nebo vyhaslý dávivý reflex, atrofie jazyka, fascikulace jazyka
- ▶ Pseudobulbární syndrom: postiženy dráhy nad jádry těchto nervů (přítomný dávivý reflex a postižení jazyka je malé)
- ▶ Oba u ALS



*Bulbární, pseudobulbární syndrom*

# XI. N: ACCESORIUS

- ▶ **Motorický** : m. trapéz, m. sternocleidomastoideus , hltan, hrtan, měkké patro

## Poškození

jednostranná

- ▶ porucha měkkého patra (pokleslé patrové oblouky, pokleslá uvula, porucha polykání a řeči)
- ▶ pokleslé rameno, nemožnost abdukce nad horizontálu, porucha rotace hlavy, odstávající lopatka (= scapula alata)
- ▶ obrna celého nervu
  - ▶ velmi vzácná!





# XII. N: HYPOGLOSSUS

- ▶ **Motorický** : svaly jazyka

## Poškození

- ▶ Při **jednostranné lézi**:

- ▶ **hemiglosoplegie** (obrně poloviny jazyka)
- ▶ postižená strana jazyka je **atrofická**, někdy se objevují **fascikulace**
- ▶ v klidu se jazyk stáčí na zdravou stranu a při plazení se stáčí opačně, tedy na postiženou stranu

- ▶ Při **oboustranné lézi**:

- ▶ dochází k ochrnutí obou polovin jazyka (**glossoplegie**) – nelze vypláznout, je narušená řeč (dysartrie)

