

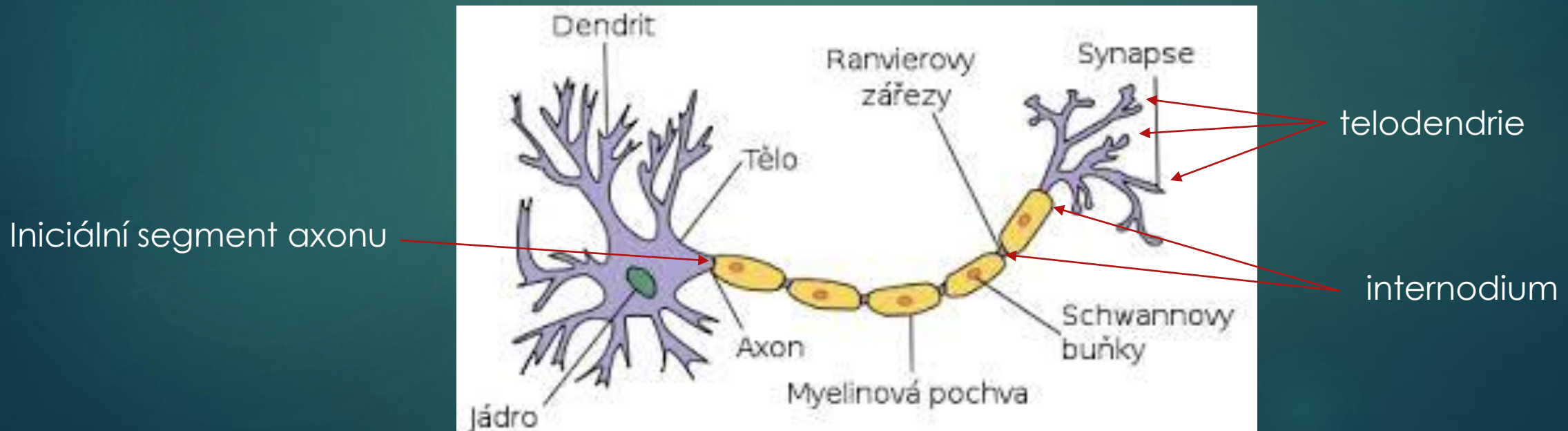
Neurofyziologie a pohybový systém v ontogenezi II

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 α – rychlost vedení 70 – 120 m/s : hluboké čítí a motorika

A β – rychlost 30 – 70 m/s: informace senzitivní o dotyku a tlaku

A γ – rychlost 15 – 30 m/s: γ motoneurony (svalová vřeténka)

A δ – 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 parasympatiku
 - 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

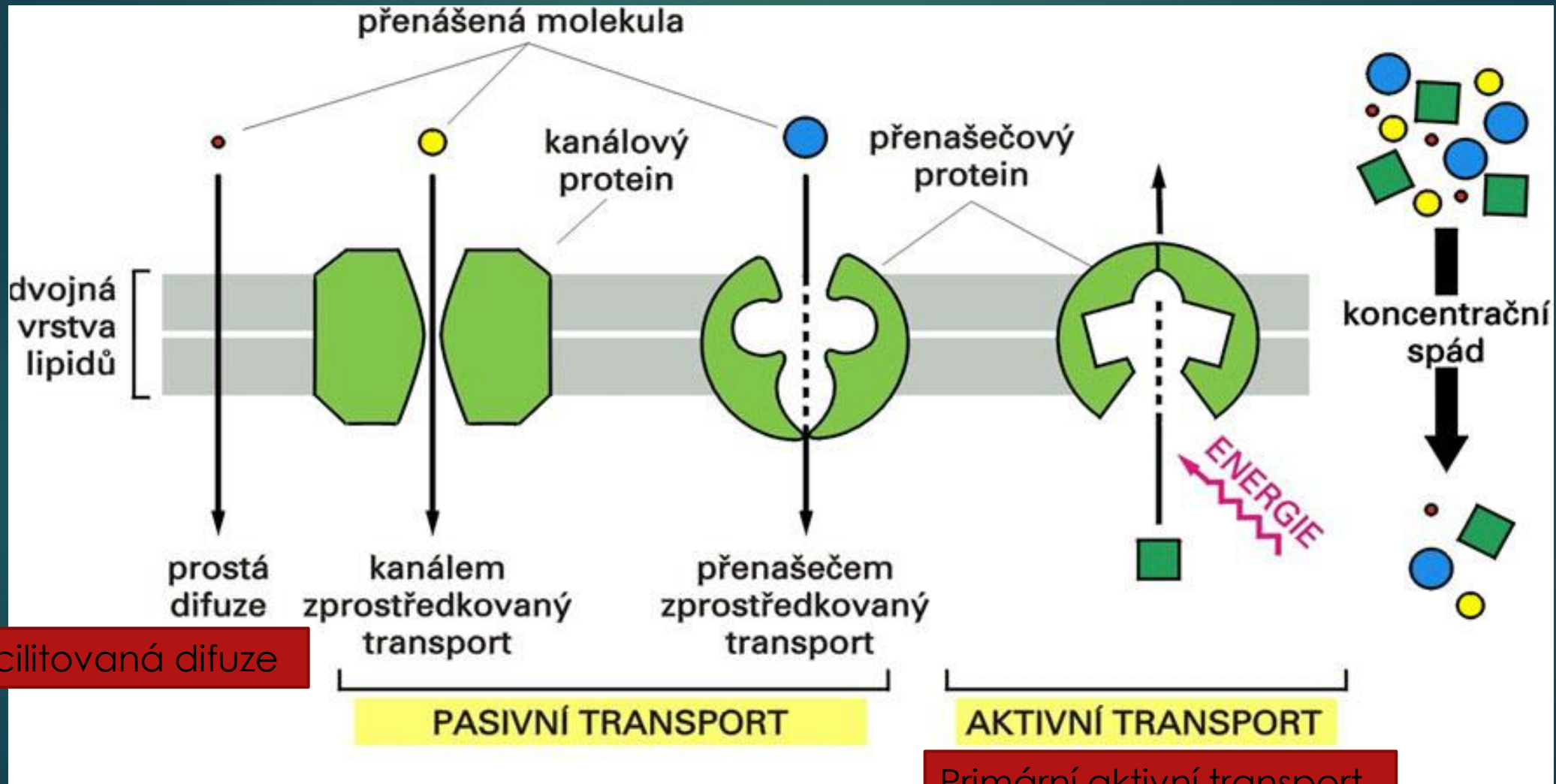
Neuronální membrána

- ▶ 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



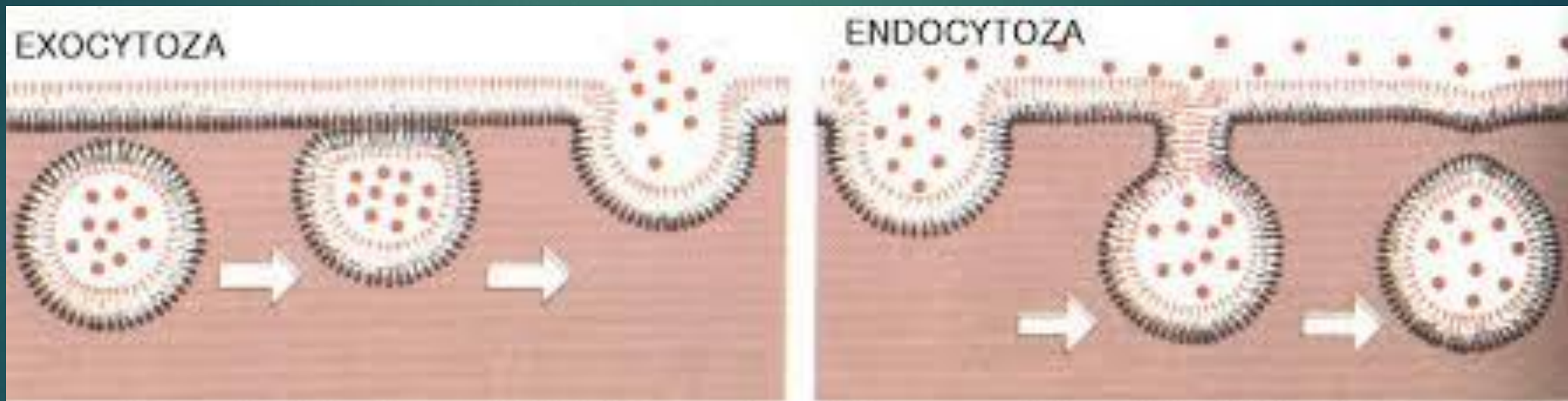
i facilitovaná difuze

Primární aktivní transport

Sekundární aktivní transport

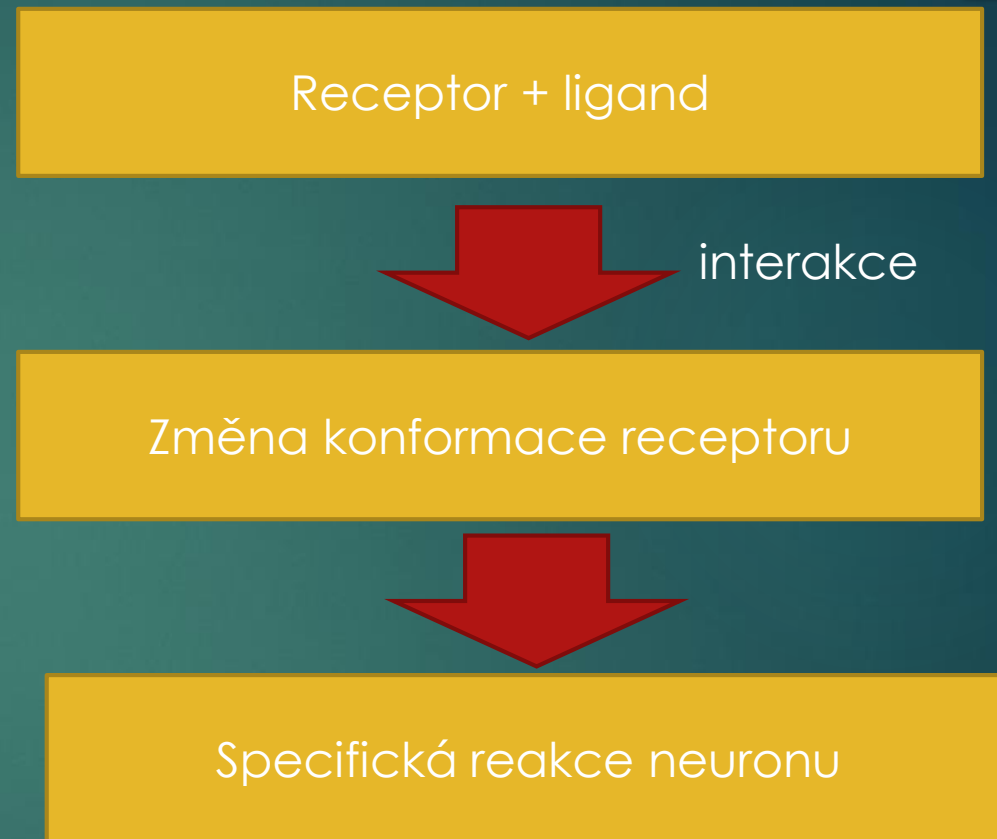
Endocytóza a exocytóza

- ▶ 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

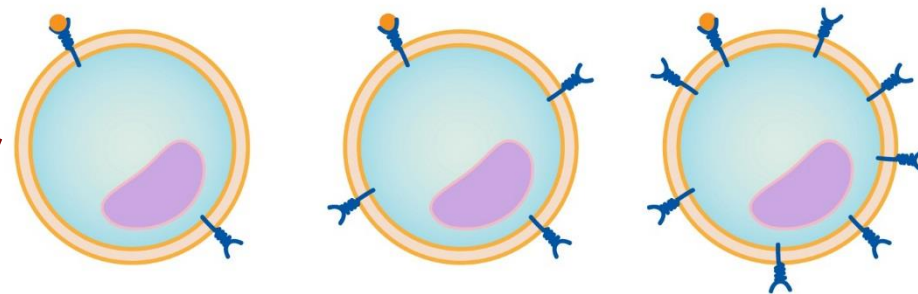
- ▶ Skupina receptorů spojená s iontovými kanály
- ▶ Skupina receptorů spřažená s G-proteinem
- ▶ Skupina receptorů s vlastní enzymatickou aktivitou

Regulace membránových receptorů

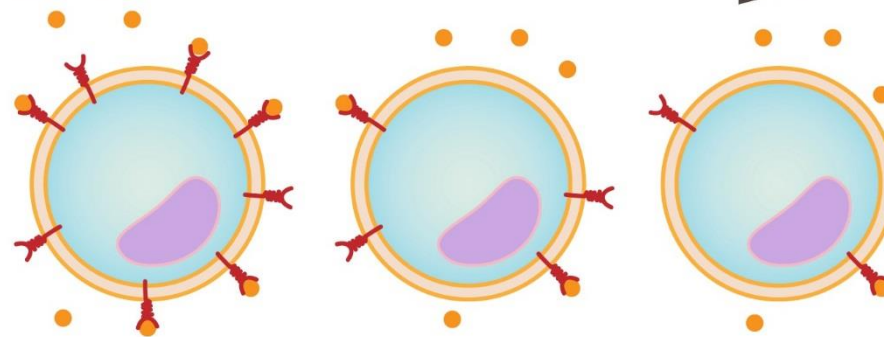
málo ligandu

přebytek ligandu

upregulace



čas

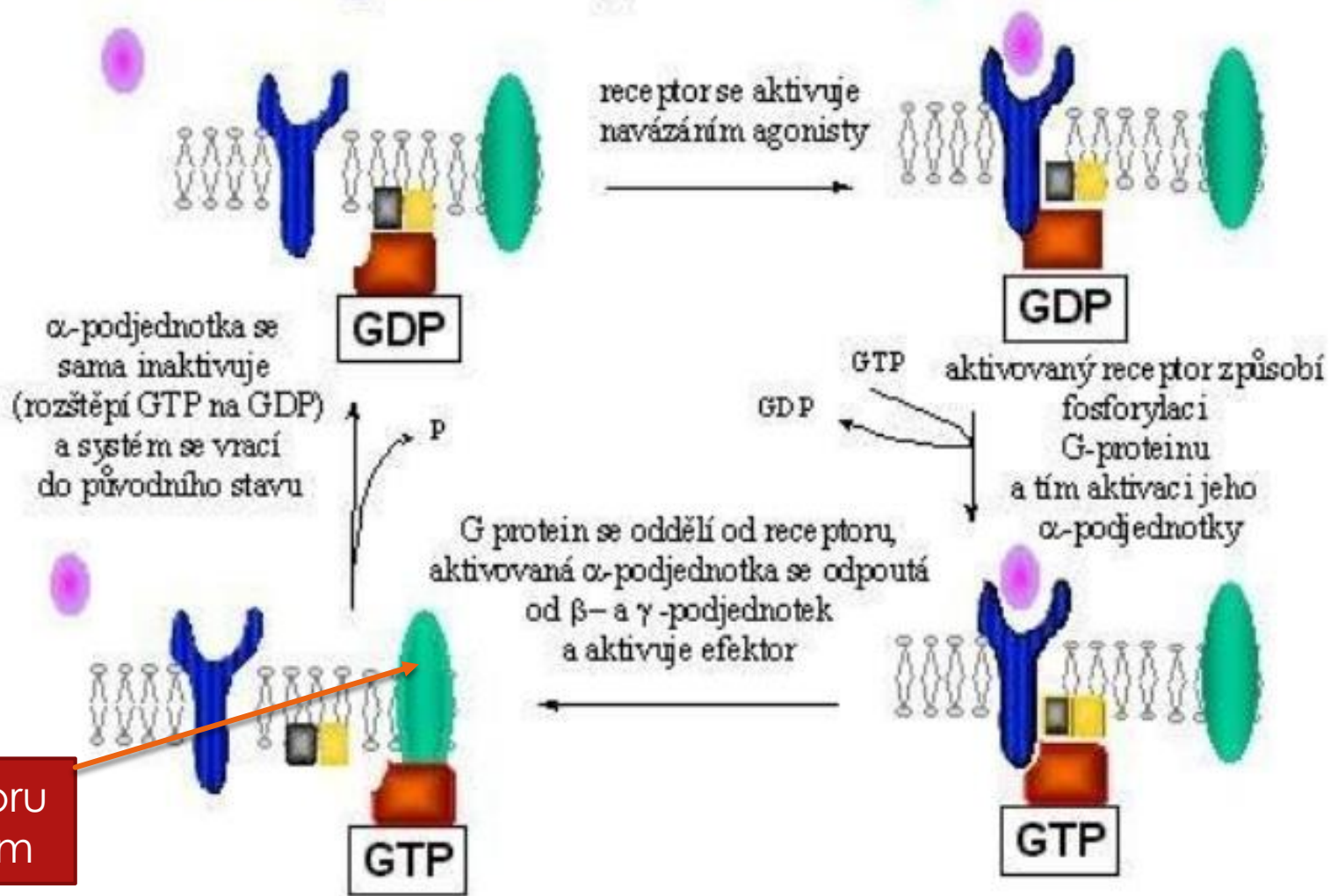


downregulace

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

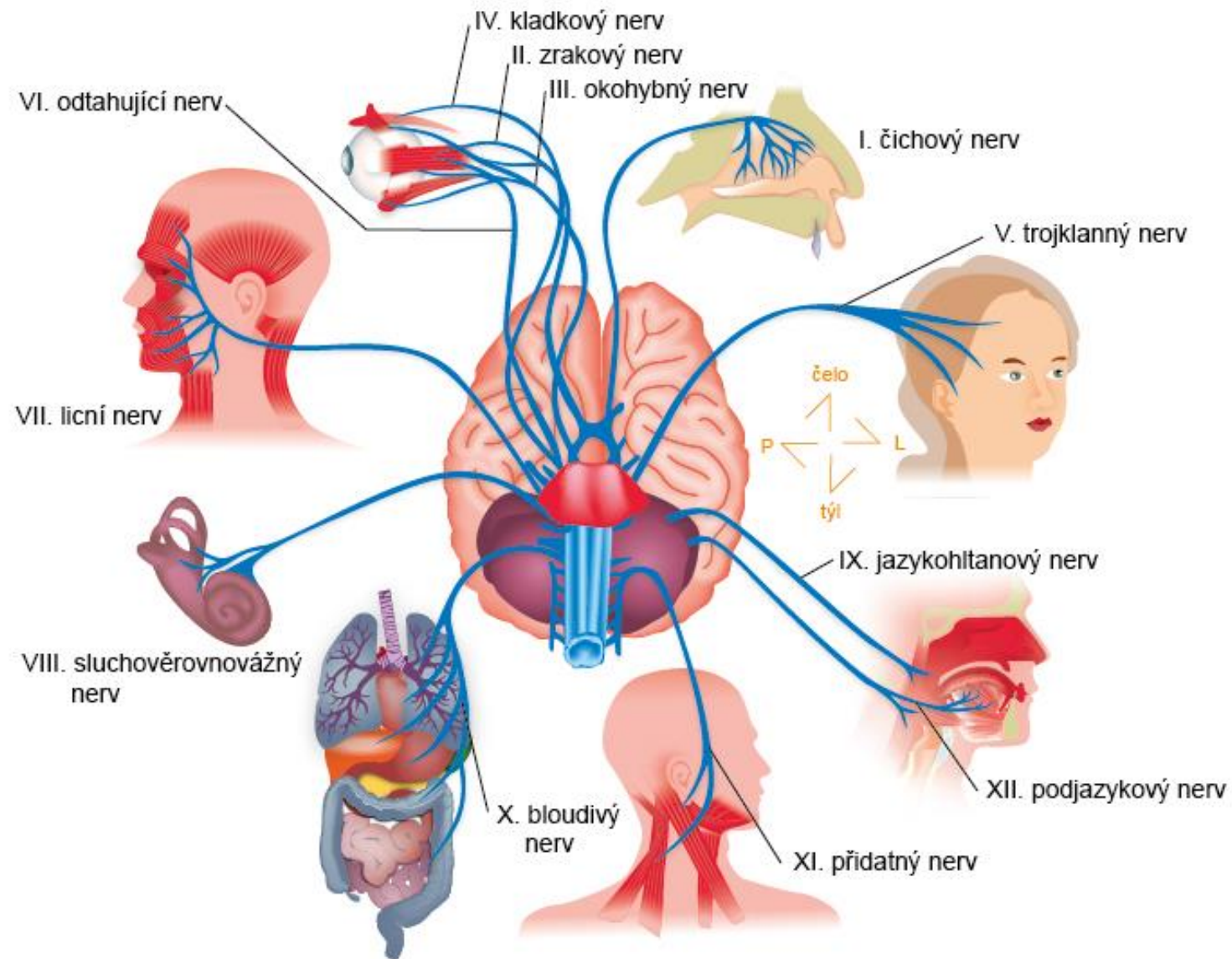
- mediátory uvolňované do synaptických štěrbin
- látky, které jdou přímo do krve- hormonální povahy = **NEUROKRINIE**

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^[1]



II. N.opticus

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

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

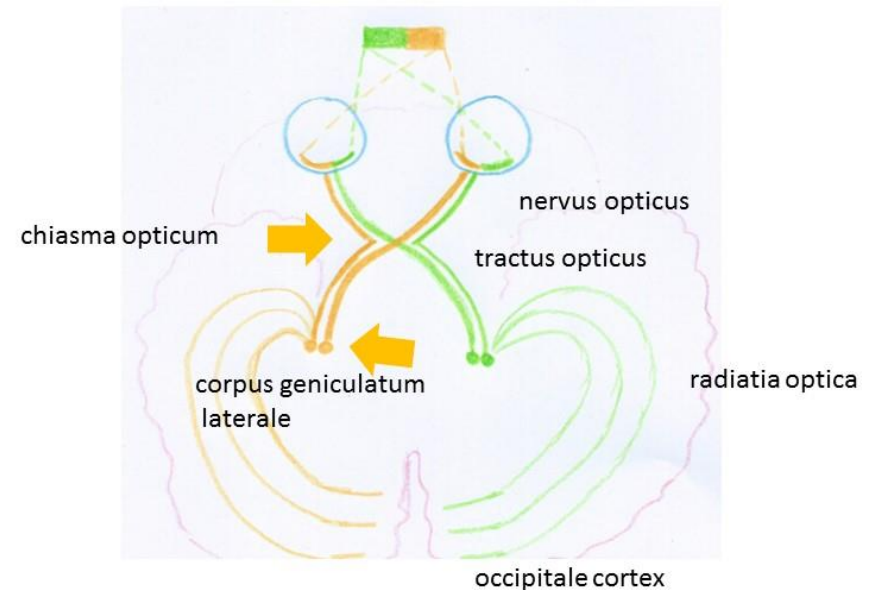
Třetí neurony se společně označují jako **ganglion opticum**, mají dlouhé axony, které probíhají skrz **nervus opticus** a dále až do **corpus geniculatum laterale thalamu**.

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 (miosy a mydriasy 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

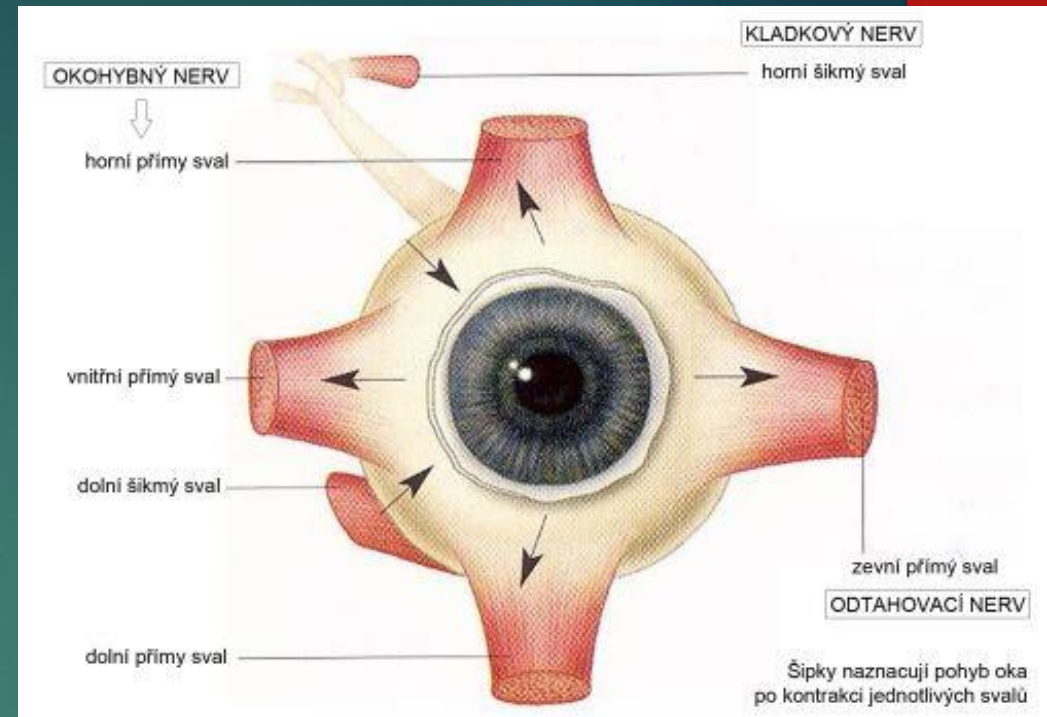
- ▶ Okohybné nervy
- ▶ Pohyb je buď volní nebo mimovolní

Volní pohyb:

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

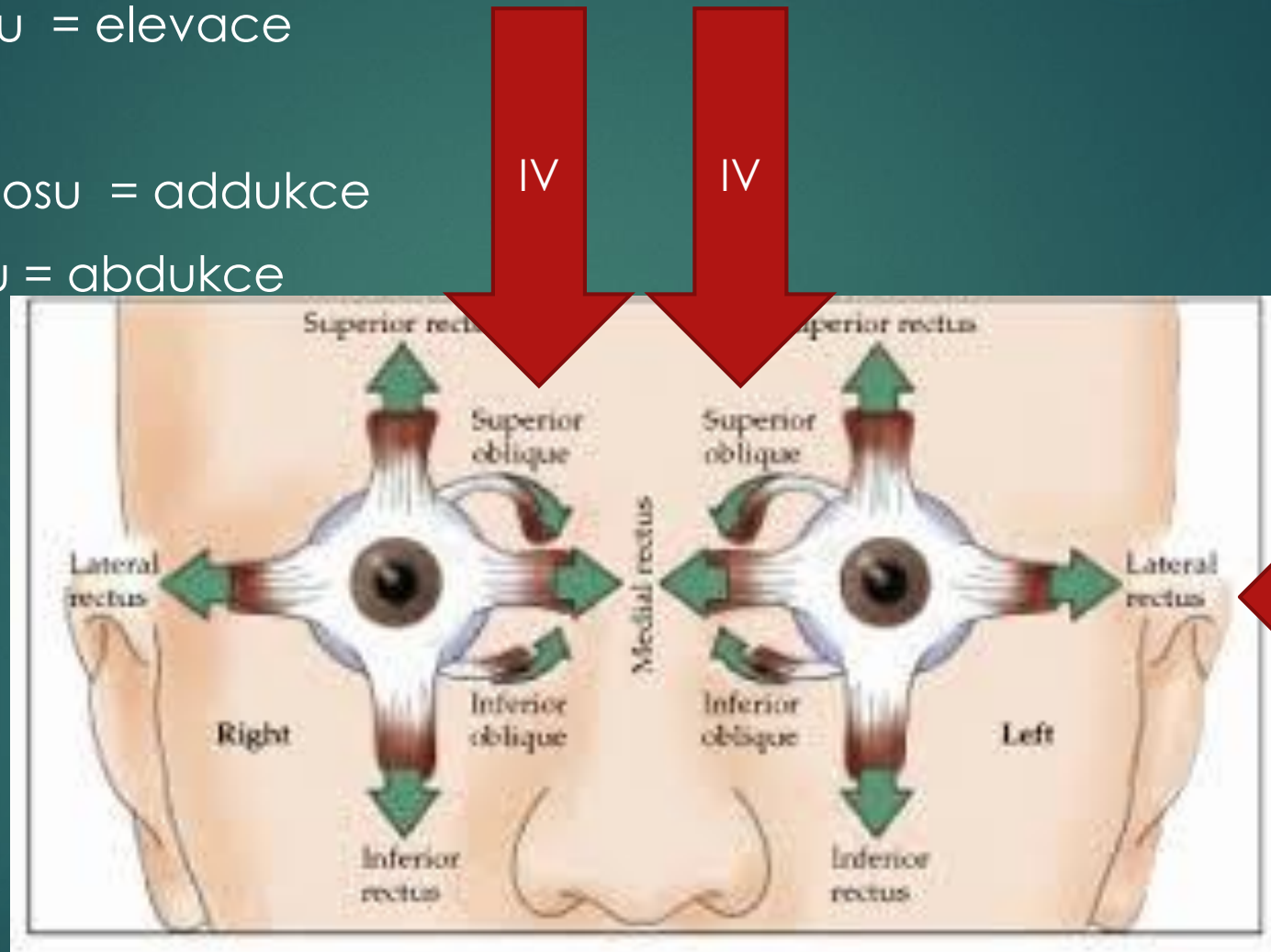
Mimovolní pohyb

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

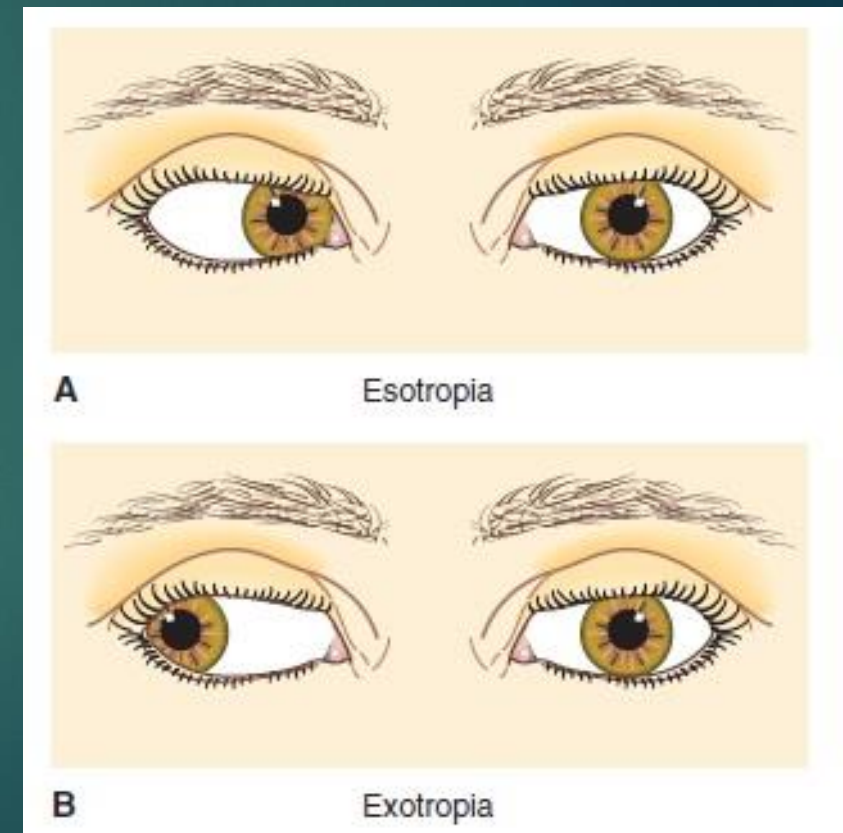
- ▶ přítomna **ptóza**
- ▶ **divergentní strabismus** (přetažení ve směru n.VI.)
- ▶ **omezení hybnosti** bulbu především nazálně a vzhůru,
- ▶ **diplopie** při pohledu ve směru postižených svalů
- ▶ **mydriasa**

Paréza n. IV

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

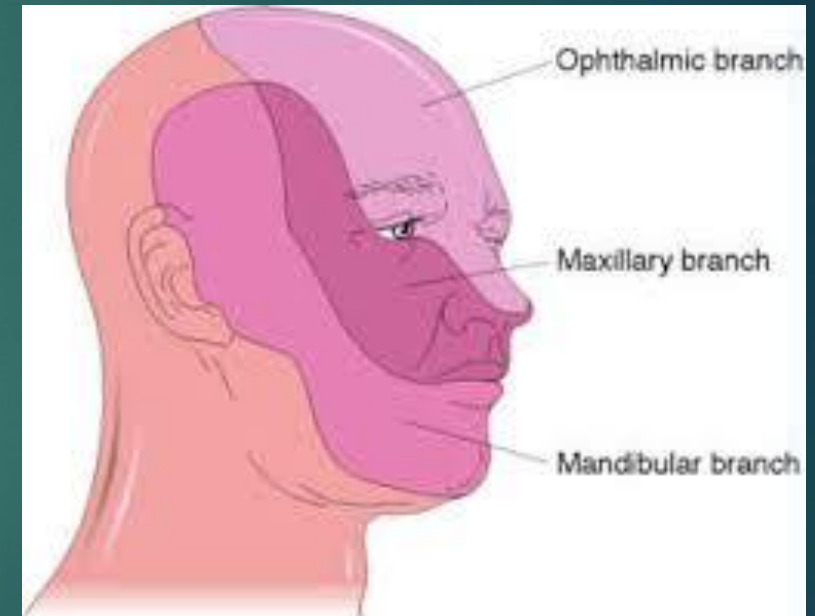
Paréza n. VI

- ▶ **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 . Trigeminus

- **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 sensorická 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

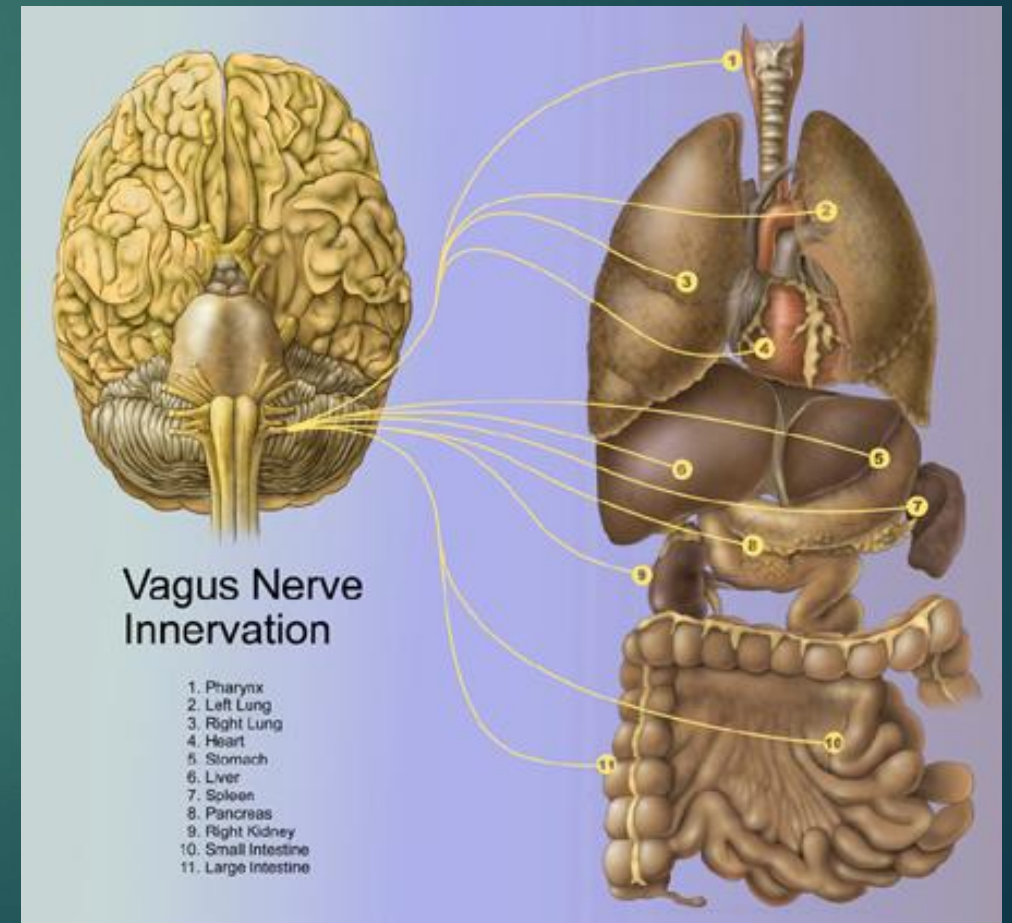
- ▶ z inervačních oblastí n. X (orgány dutiny břišní)
- ▶ komplexní signály – hlad , nauzea

Somatosenzitivní inervace:

- ▶ z oblasti inervace n. auricularis

Chuťová vlákna:

- ▶ signály z epiglotis a okrsků za kořenem jazyka



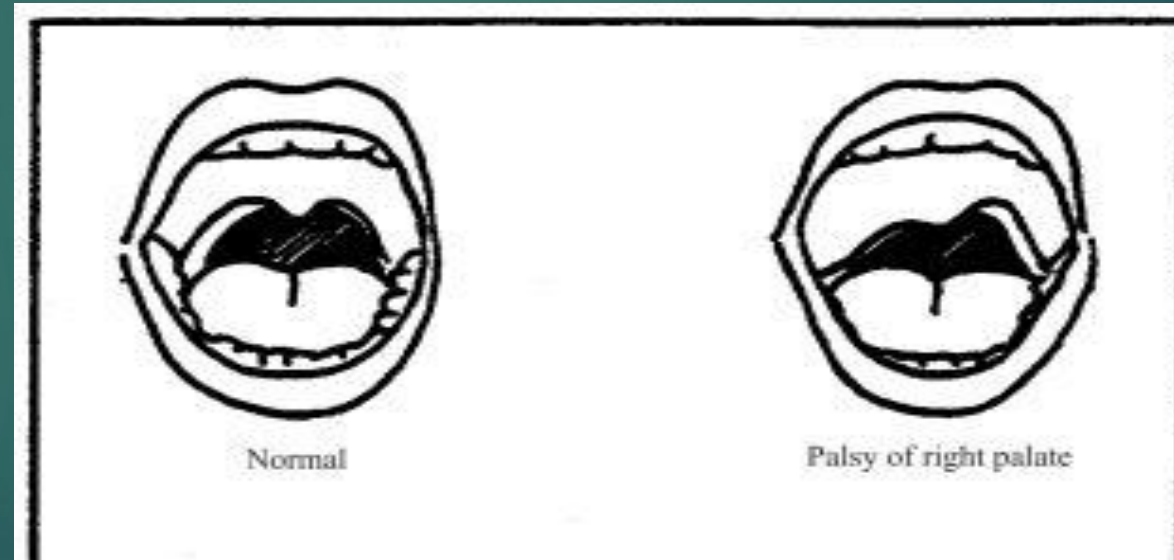
X. - N. vagus - obrna

- jednostranná

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

- oboustranná

▶ rhinolalie (= 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)

