



Všeobecná neurofyziológia

NERVOVÝ SYSTÉM

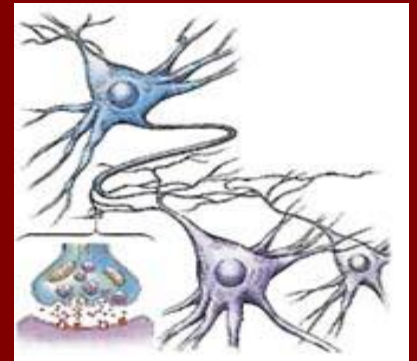
HLAVNÝ RIADIACI A INTEGRUJÚCI SYSTÉM ORGANIZMU

Úlohou nervového systému:

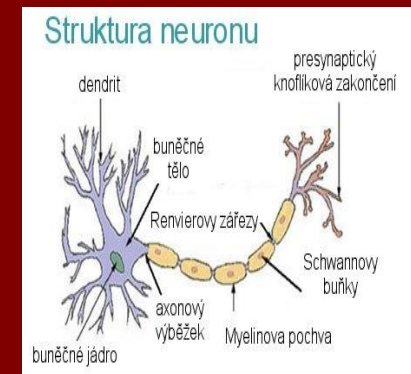
1. rýchle a presné privádzanie informácií z periférie, vznikajúce pri akejkolvek zmene organizmu
2. prijatie informácií a ich transformácia
3. centrálné spracovanie a uloženie informácií
4. vyslanie nových signálov na efektor (sval, žľaza)
5. adekvátna reakcia

Hlavnou funkčnou a anatomickou jednotkou NS - nervová bunka – **NEURÓN** (1835 J. E. Purkyne)

- morfológická jednotka nervového systému
- vysoko dráždivá
- je nositeľom pocitov, pamäti a duševných schopností



STAVBA NEURÓNU



1. Telo neurónu = PERIKARYÓN

- nevyhnutné pre neporušenú štruktúru a fciu
- je zložené z plazmat. membrány a neuroplazmy
- obsahuje jadro a organely, ktoré zodpovedajú za udržiavanie funkčnej integrity celého neurónu
- prebieha tam intenzívna výmena bielkovín

2. Nervové vlákna – jemné cytoplazmatické výbežky

DENDRITY a **NEURITY** – dráhy – vedenie vzruchov

A. DENDRITY - vedenie vzruchu k telu bunky

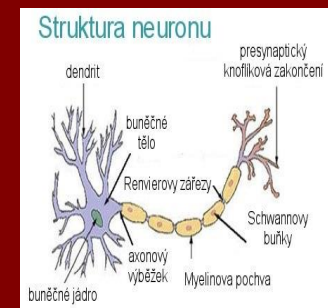
- **hlavná recepčná oblasť neurónu** – (1 telo má väčší počet D)
- aferentné dráhy – prijímajú vzruchy

B. NEURIT = AXÓN - vedenie informácií z bunky

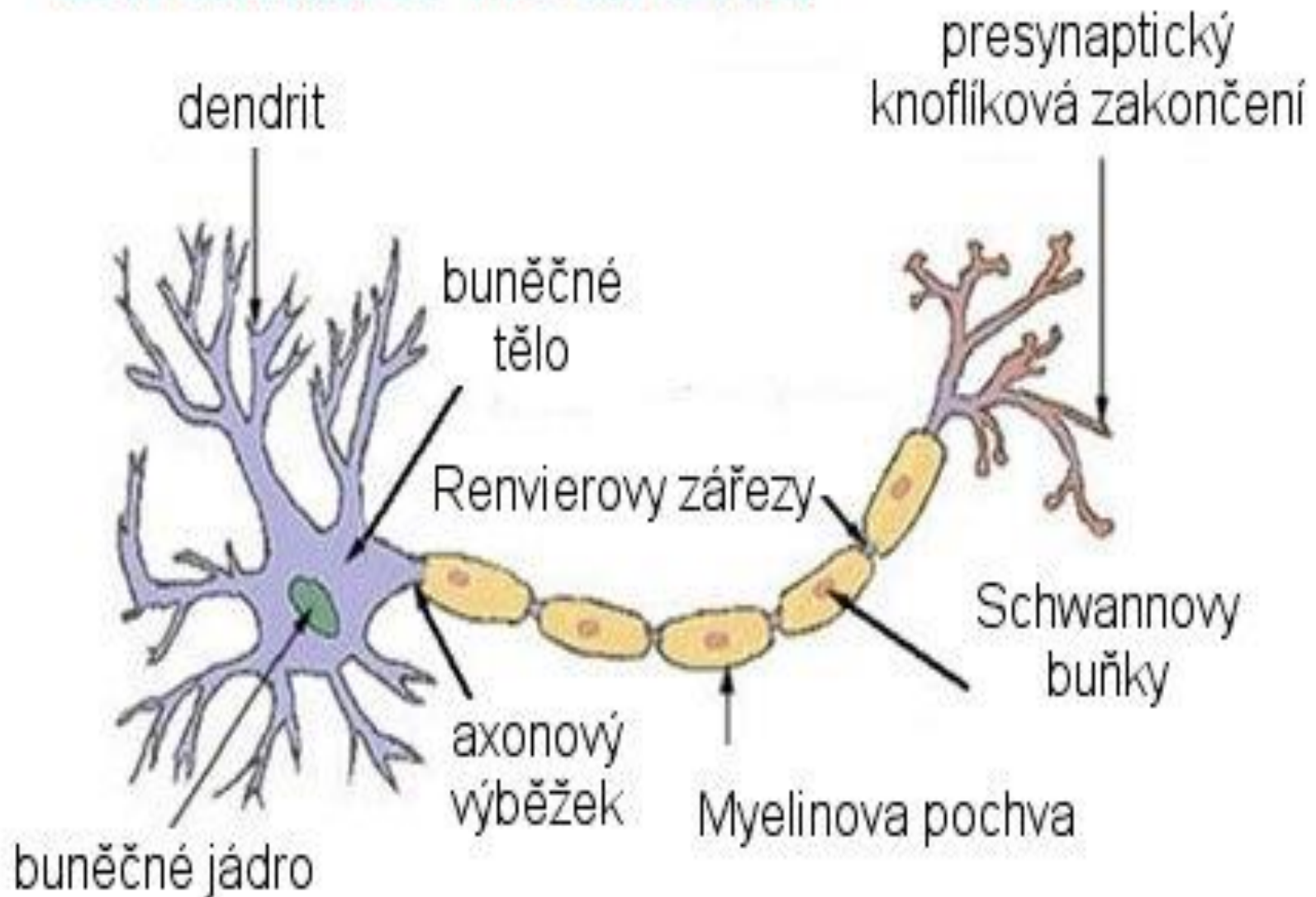
- **vodivý segment neurónu** - špecializovaný pre vedenie vzruchu na dlhú vzdialenosť - odstupuje priamo od tela neurónu z axónového hrbolčeka – (nerv. vlákno, vedúce vzruch je iba jedno)
- proximálna časť axónu – **iniciálny segment**

axónový hrbolček + iniciálny segment =

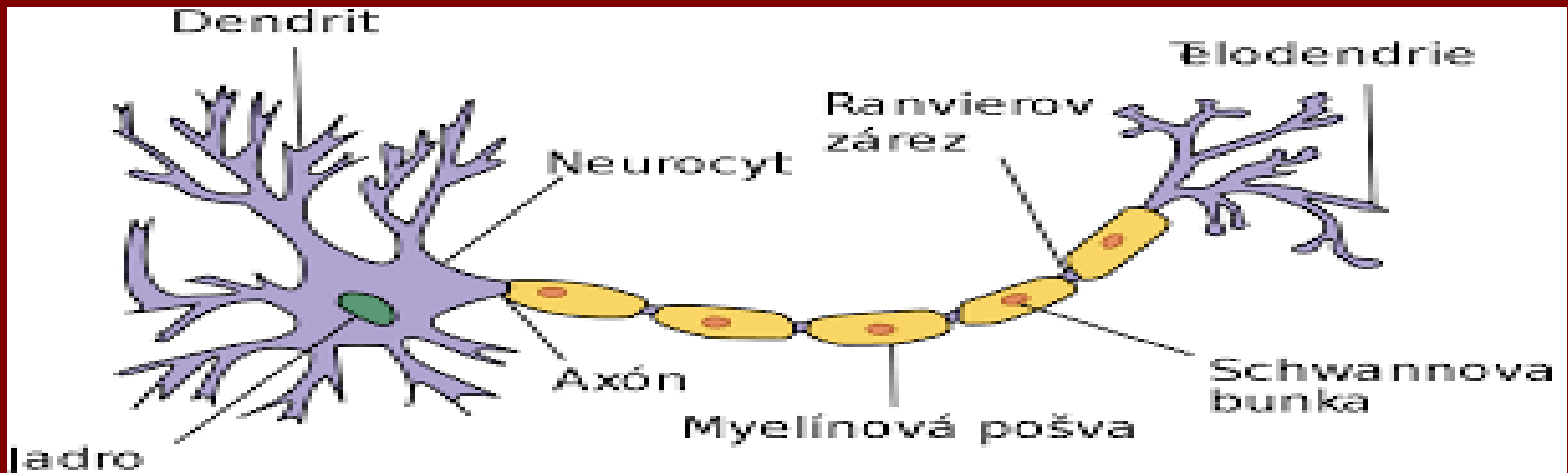
miesto vzniku vzruchovej aktivity, kt. sa šíri axónom



Struktura neuronu

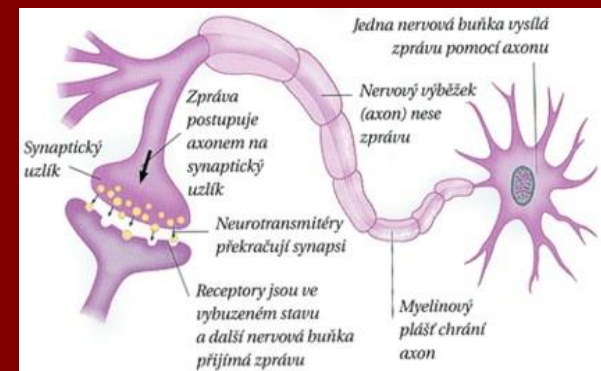


- Neurit môže mať viacero obalov – priamo na osovú vlákno nalieha **myelínová pošva**, ktorá vzniká rotáciou Schwannových buniek

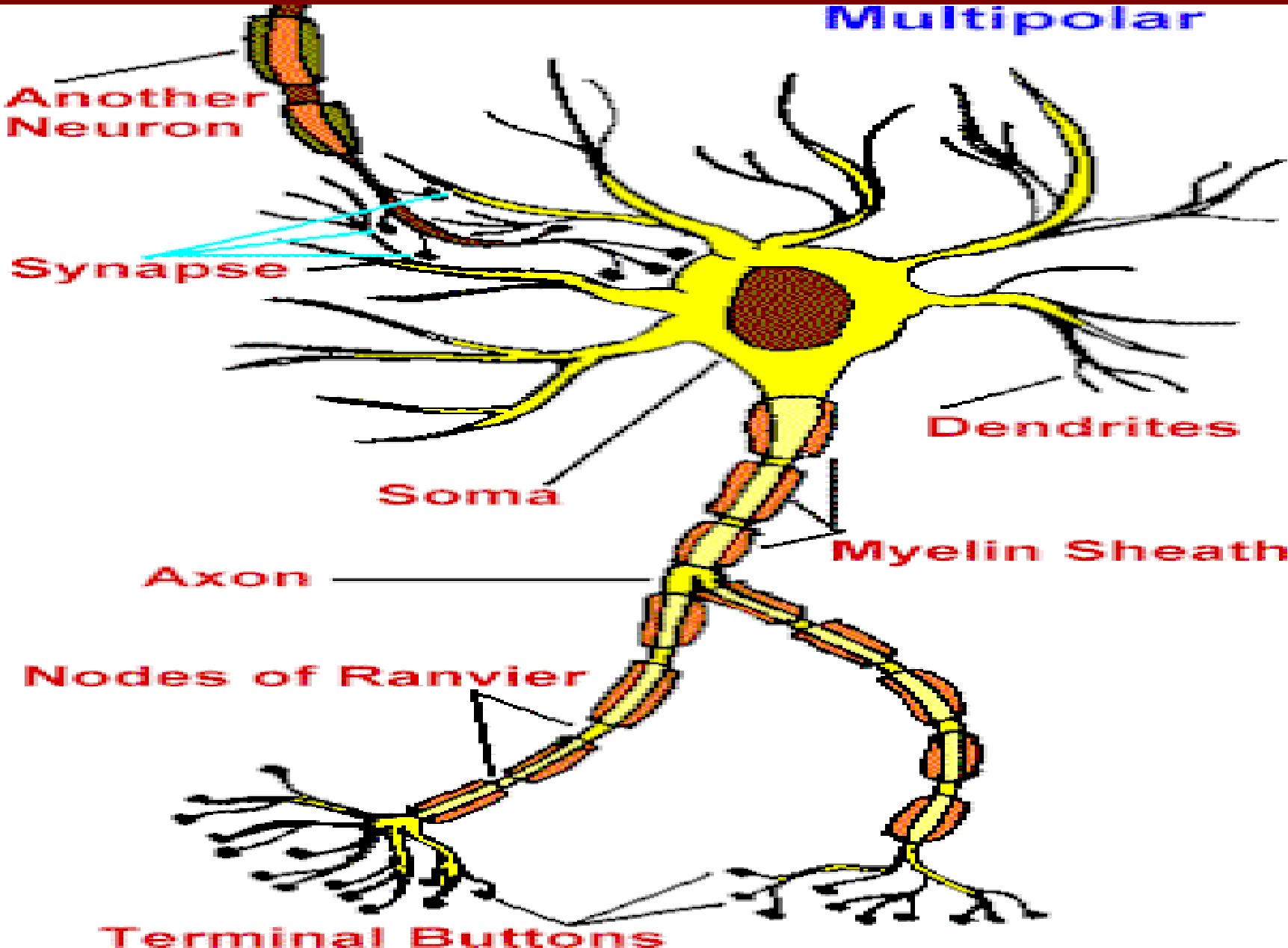


- Na axóne netvorí myelínová pošva súvislý obal, prerušujú ju približne na každom 1 mm **Ranvierove zárezy** – rozdeľujú axón na **internódia** - urýchľujú prenos vzruchov

- Eferentnými zakončeniami neuritu sú **telodendróny** – preterminály, ktoré sa vetvia a terminály, ktoré obsahujú mediátor alebo sekrečný materiál
- Konečným útvarom telodendrónu je malé zdurenie – presynaptická časť synapsie – **presynaptický element**



Multipolar



ROZDELENIE NEURÓNŮV

- tvaru buniek – pyramídové, košíčkové, hviezdicovité
- počtu výbežkov – unipolárne, bipolárne, multipolárne
- funkcie – senzorické, motoneuróny, interneuróny
- uvoľnenia mediátorov - cholinergné, adrenergné

ZÁKLADNÉ VLASTNOSTI NEURÓNU

- 1. DRÁŽDIVOSŤ – (excitabilita)** – schopnosť reagovať na rozličné podnety zmenou pokojového membránového potenciálu – vznik akčného potenciálu
- 2. VODIVOSŤ** – schopnosť viesť podráždenie – akčný potenciál k cieľovej štruktúre - vznik **AP** sa riadi zákonom **všetko alebo nič**
- 3. AKOMODÁCIA** – prispôsobenie sa zmene intenzity podnetu – podnet prahovej intenzity vyvolá vznik AP, len keď zmena intenzity podnetu má určitú strmosť, pri podnete s pomaly vzrastajúcou intenzitou vzruch nevzniká – nerv sa prispôobil
- 4. NEUNAVITEĽNOSŤ** – nerv je relatívne neunaviteľný
- 5. REGENERÁCIA** – po prerušení nervového vlákna – centrálna časť nerv.vlákna sa regeneruje a periférna časť degeneruje

VZRUCH

Funkčný prejav činnosti neurónu

Reflex - funkčná jednotka NS

- zákonitá odpoveď organizmu na podráždenie
- rýchla, presná, cielená

REFLEX

Je determinovaný:

- zmenami vonkajšieho a vnútorného prostredia, kt. pôsobia ako podnety
- usporiadaním spojov medzi receptormi, CNS a efektormi – tzv. reflexným oblúkom
- procesmi podráždenia a útlmu

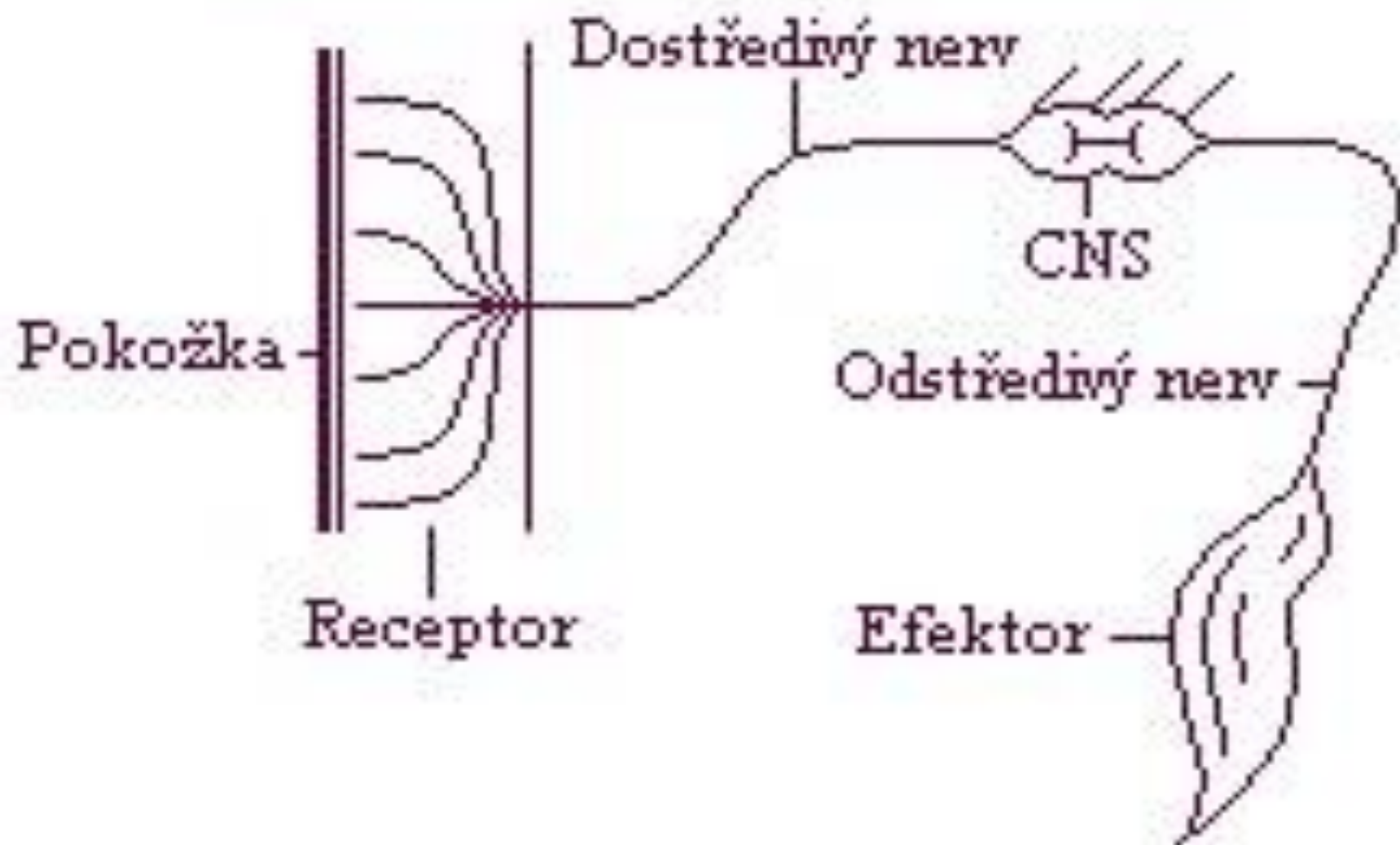
REFLEX

**Reflexný
oblúk:**

- receptor
- aferentná dráha
- **centrum**
- eferentná dráha
- efektor
- **spätná väzba !**

efektor: priečne pruhov. sval
srdcový sval
hladký sval
žľaza : exokrinná, endokrinná

REFLEXNÍ OBLOUK



REFLEX

1. Podľa receptora - exteroceptívne, interoceptívne, propioceptívne
2. Podľa centra - extracentrálne : axónové, gangliové
centrálne : miechové, mozgové
3. Podľa efektora – somatické, autonómne
4. Podľa podmienok a pevnosti spojenia
 - nepodmienené (vrodené)
 - podmienené (získané)

PODNET

Každá zmena vonkajšieho a vnútorného prostredia

- rozličná forma energie
- pôsobením podnetu - stimulujeme a dráždime bunkovú membránu → PODRÁŽDENIE

→ dôsledok, fyziologický proces,
zmena pokojového membránového potenciálu

PODNET

Podnetom sú rôzne formy energie, ktoré vyvolávajú fyzikálno-chemické zmeny v bunkovej membráne, charakterizované zmenou dráždivosti, vznikom nervového vzruchu.

1. KVALITA PODNETU

Pôsobiaci energia:

- mechanická** - tlak, ťah, chvenie
- tepelná** - zmena teploty
- elektrická** – vznik miestneho podráždenia – **dráždivej (nevodivej) BM**
 - vznik akčného potenciálu - pôsobenie prahového podnetu - **podráždenie vzrušivej (vodivej) BM**
- chemická** – zmeny tlaku, spotreba kyslíka, mediátory

Niektoré neuróny sa počas vývoja stali citlivými na určité formy energie – **ADEKVÁTNY PODNET**

- -**tyčinky a čapíky sietnice** reagujú na elektromagnetické svetelné vlny
- -**chemoreceptory** na pO_2 , pCO_2

2. KVANTITA PODNETU

Podnet vyvolá vzruch, len keď dosiahne určitú **minimálnu intenzitu – PRAH**

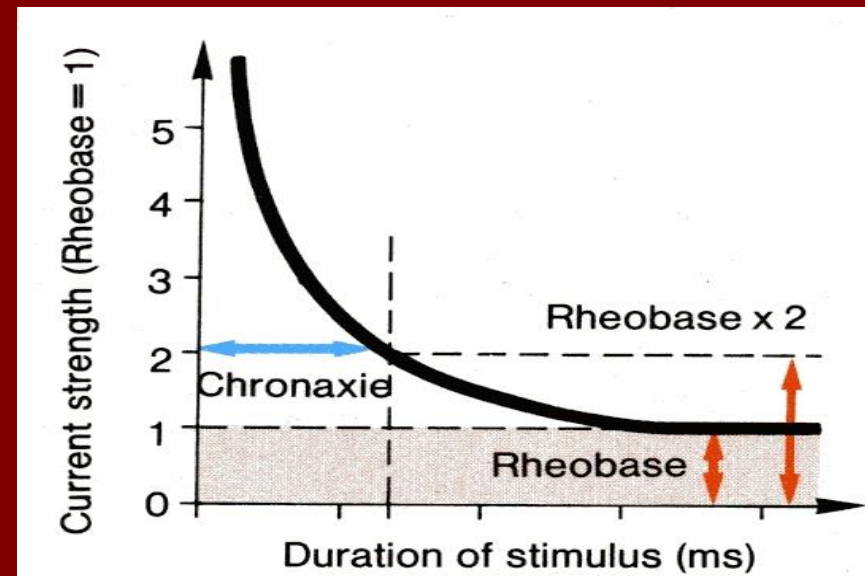
PRAHOVÝ PODNET – AKČNÝ POTENCIÁL

Neurón na prahový podnet odpovedá zákonom **všetko alebo nič**

Nízka intenzita – **PODPRAHOVÝ PODNET** –
vyvolá len **miestne podráždenie**

3. TRVANIE PODNETU

- Čím je nižšia intenzita podnetu – **dlhšie musí pôsobiť**
- **Minimálna intenzita podnetu = REOBÁZA**
- **CHRONAXIA** – minimálna doba pre vznik AP, počas kt. musí pôsobiť sila podnetu = dvojnásobku reobázy = **Hoorweg- Weisova krivka** (závislosť intenzity prah. podnetu na dobe jeho trvania)



4. RÝCHLOST' ZMENY INTENZITY

Pozvoľné zvyšovanie intenzity **nevyvolá
vzruch**

Na vybavenie vzruchu má veľký vplyv
**rýchlosť' zmeny – Du Bois–Reynoldovo
pravidlo**

Pokožový membránový potenciál (PMP)

IÓN	Koncentrácia (mmol/l)	
	ECT	ICT
Na ⁺	150	15
Cl ⁻	125	9
K ⁺	5,5	150

PMP nervovej bunky je asi -70 mV

Zmena dráždivosti – zmena PMP: - 70mV

- Depolarizácia - zníženie PMP (v porovnaní s PMP je menej negatívny) , zvyšuje dráždivosť!, vzniká zmenou priepustnosti pre Na^+
- Hyperpolarizácia – PMP zvyšuje (negativita je vyššia ako -70 mV) , klesá dráždivosť!
- Repolarizácia – návrat na úroveň PMP, vzniká zmenou priepustnosti pre K^+

Všeobecná neurofyziológia - vedenie vzruchu

V mieste vybavenia vzruchu sa selektívne mení priepustnosť membrány, dochádza k presunom iónov medzi vonkajším a vnútorným prostredím a v okamžiku depolarizácie vzniká miestny **elektrický prúd**, ktorý dráždi susedný vodivý úsek vodivého segmentu a tým sa začne vzruch šíriť.

Poznáme 2 typy šírenia sa vzruchu:

- **saltatórne** - z jedného internódia na druhé
- **nesaltatórne** - u nemyelinizovaných vlákien

Všeobecná neurofyziológia - zmeny dráždivosti vyvolané vzruchom

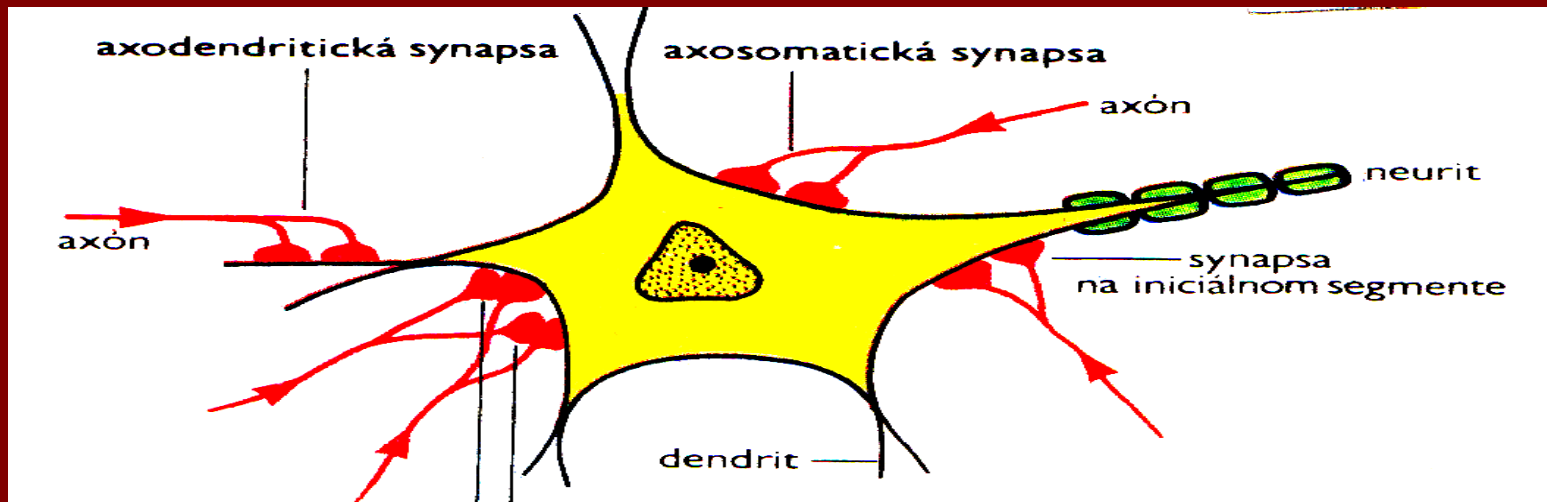
Absolútna refraktérna fáza - vlákno je nedráždivé
a nie je možné vyvolať ďalší vzruch

Relatívna refraktérna fáza - dráždivosť sa
obnovuje, no vzruch vznikne iba pri pôsobení
nadprahového podnetu

Synaptický prenos

Prenos informácií medzi nervovými bunkami sa uskutočňuje prostredníctvom **synáps**

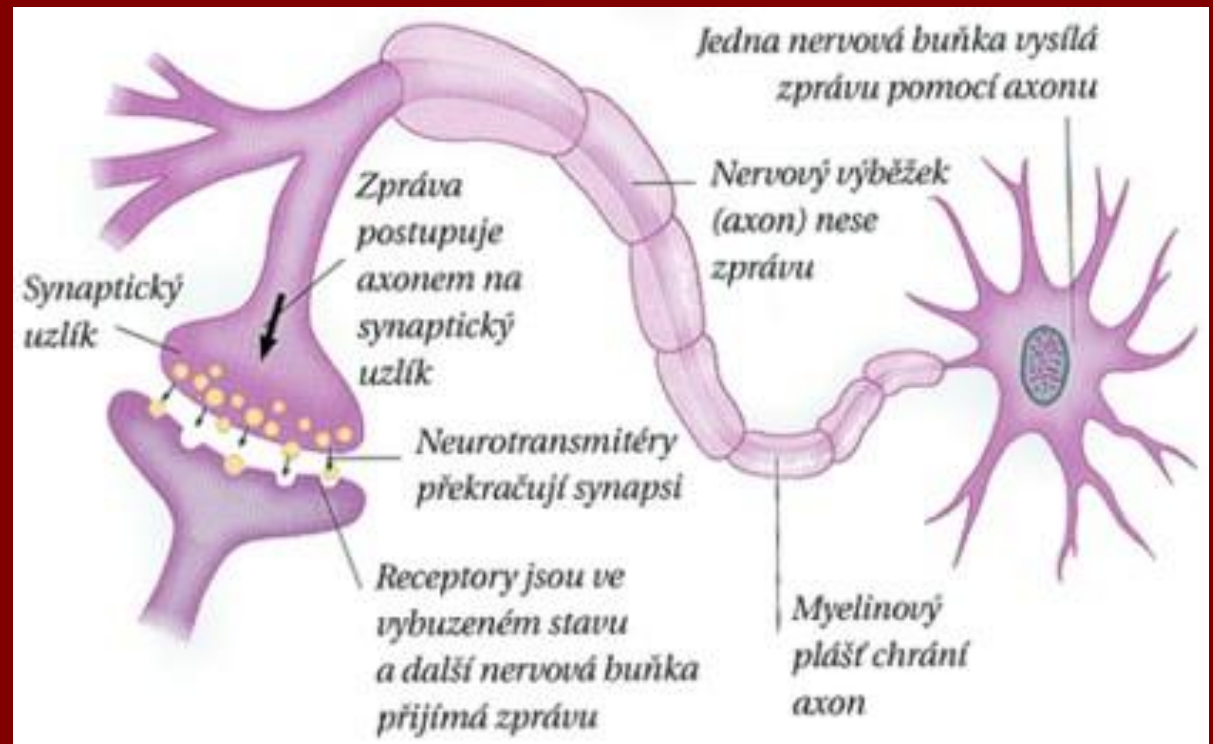
- Synapsy - sú to funkčné spojenia medzi membránami dvoch buniek, z ktorých je aspoň jedna neurón
- tesné spojenia - je to v podstate fúzia dvoch susedných membrán
 - axo – somatická, axo – dentritická, axo - axonálna



Synapsa

Podľa charakteru prenosu vzruchu rozdeľujeme synapsy na:

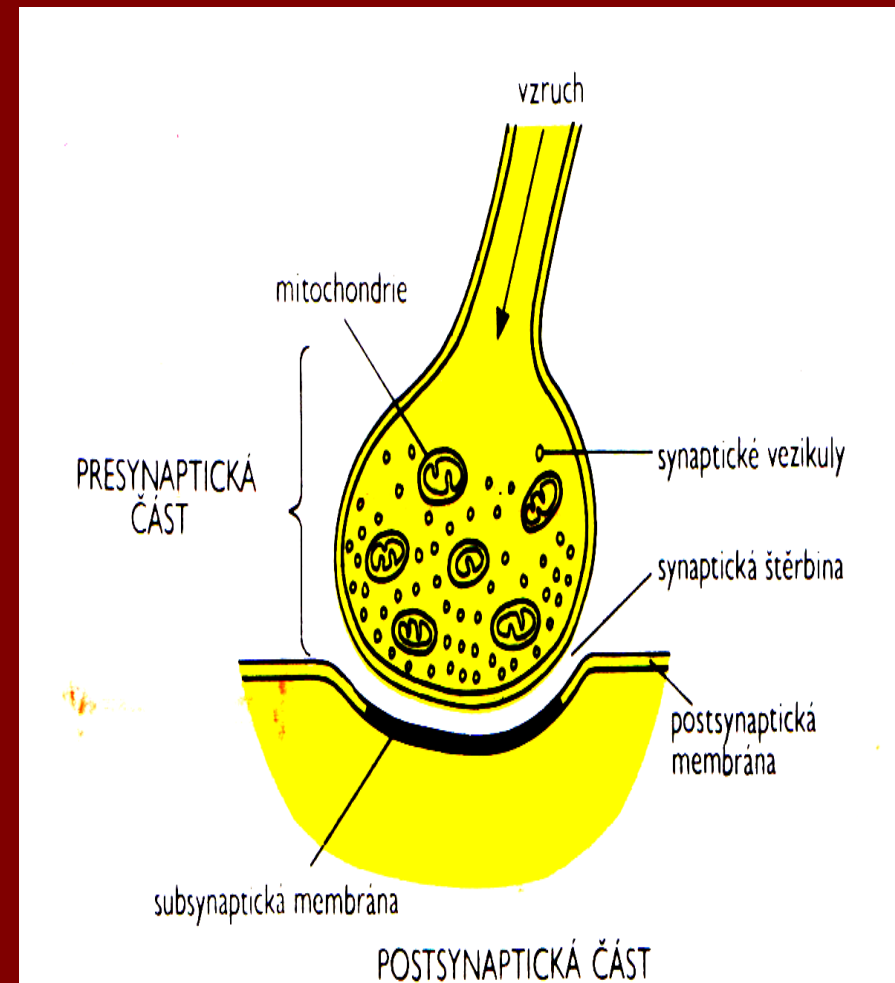
- Chemické
- Elektrické



Stavba chemickej synapsy

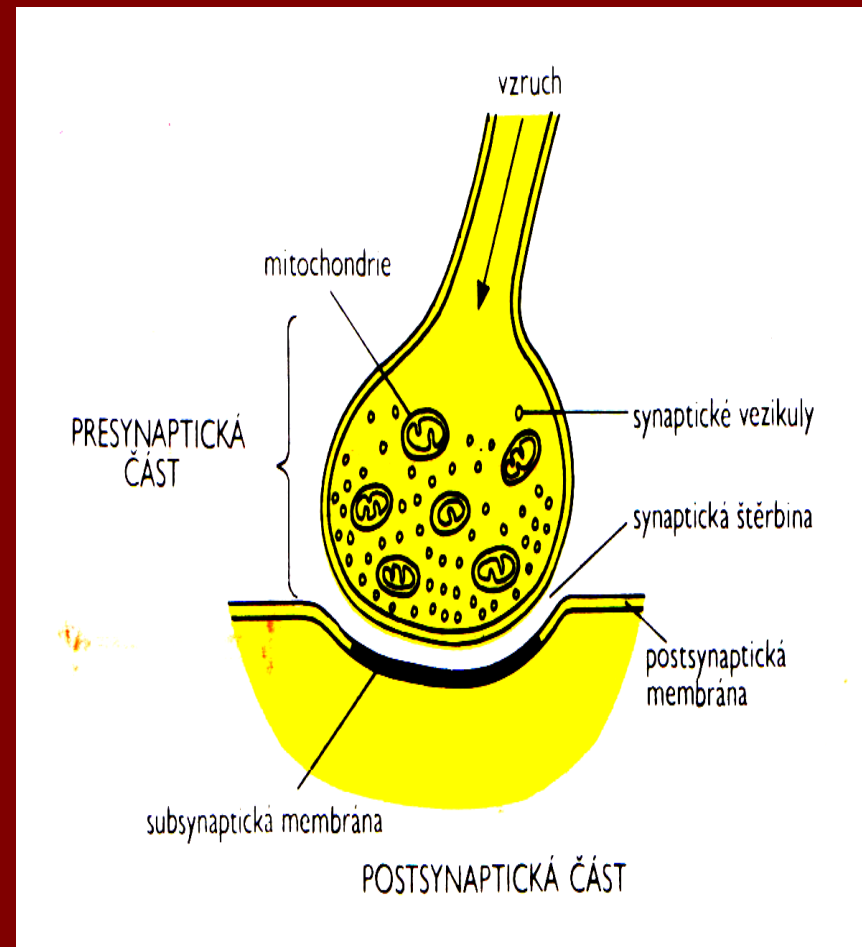
Na každej synapse rozlišujeme

- **presynaptickú** (zakońčenie axónu-synaptický gombík) a **postsynaptickú časť** (tvorenú príľahlou BM napojeného neurónu)
- Časť BM pod postsynaptickou membránou sa nazýva **subsynaptická membrána**
- Medzi oboma časťami synapsy je **synaptická štrbina**



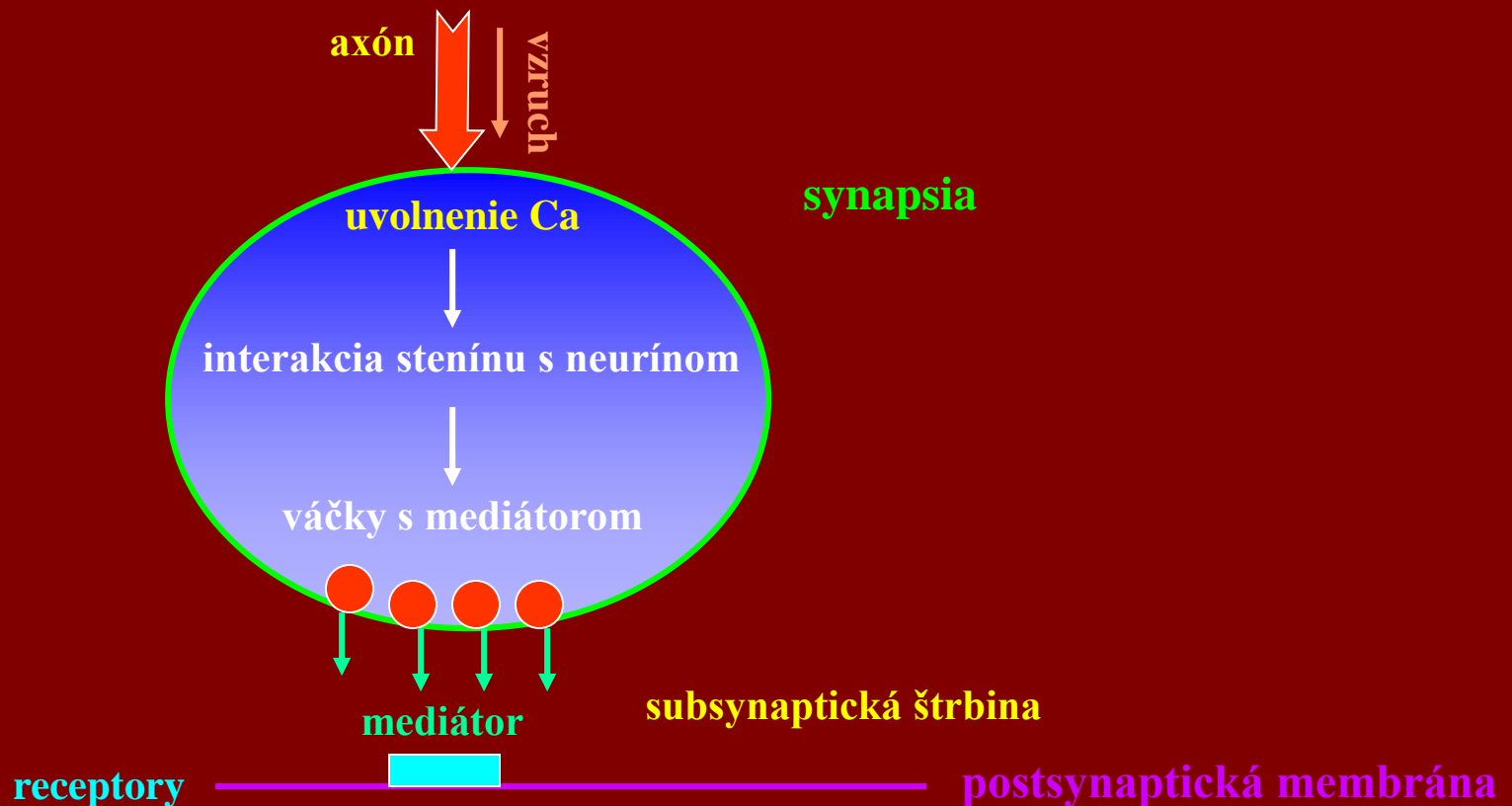
Stavba chemickej synapsy

- Presynaptické zakončenie má veľa mitochondrií a synaptických vezikúl, ktoré obsahujú mediátor
- Nachádzajú sa tu aj kontraktilné bielkoviny stenín a neurín



Všeobecná neurofyziológia – chemická synapsa

Prenos vzruchu v chemickej synapse



Všeobecná neurofyziológia - prenos vzruchu v chemickej synapsii

- Spojenie mediátora s receptormi vyvoláva na subsynaptickej membráne excitačnej synapsy otvorenie iónových kanálov, kt. sú priepustné pre Na^+ a K^+
- za depolarizačný potenciál postsynaptickej membrány zodpovedá hlavne vtok Na^+
- Depolarizačná odpoveď postsynaptickej membrány sa označuje ako **excitačný postsynaptický potenciál**

VZŤAHY MEDZI NEURÓNMI

KONVERGENCIA A DIVERGENCIA

- **DIVERGENCIA** - jeden presynaptický neurón môže vytvárať synapsy s mnohými postsynaptickými bunkami
- **KONVERGENCIA** - jeden postsynaptický neurón môže mať niekoľko tisíc synáps z rozličných presynaptických neurónov

PODRÁŽDENIE A ÚTLM

- základné procesy v činnosti nervovej sústavy

RECEPTORY

RECEPTORY - periférny analyzátor

- najperiférnejšia časť senzorického systému
- voľné nervové zakončenia
- vysoko citlivé na fyzikálne a chemické vplyvy
- detektory – zachytávajú rôzne energie podnetu a menia ich na vzruchovú aktivitu (transformujú podnety na AP)

RECEPTORY

FUNKCIE:

- informujú NS o zmenách
- sú zdrojom pocitov a vnemov
- iniciujú reflexné reakcie
- !!!! HOMEOSTÁZA !!!!

KLASIFIKÁCIA RECEPTOROV

- 1. MECHANORECEPTORY** – registrácia dotyku a tlaku
 - polohy a pohybu tela
 - zmeny tlaku krvi – baroreceptory
 - zmena dĺžky sval. vlákien – proprioceptory
 - registrácia zvukovej energie
- 2. FOTORECEPTORY** – reagujú na pôsobenie svetla – sietnicové receptory
- 3. TERMORECEPTORY** - zachytávajú zmenu teploty – tepelné a chladové
- 4. CHEMORECEPTORY** – rec. dráždené chemickými substanciami
 - chuťové a čuchové receptory
- 5. RECEPTORY PRE BOLESTĽ** – reagujú na pôsobenie podnetov narušujúcich integritu tkaniva – nociceptory, algoreceptory

KLASIFIKÁCIA RECEPTOROV

Podľa toho, ako receptory reagujú na dlhodobé pôsobenie konšt. podnetov:

- 1. RÝCHLO SA ADAPTUJÚCE** – „fázické“ - reagujú len na začiatku pôsobenia podnetu a potom prestávajú odpovedať (Paciniho teliesko)
- 2. POMALY SA ADAPTUJÚCE** – „tonické“ - generujú vzruchy po celý čas pôs. podnetu (svalové a šľachové proprioreceptory, baroreceptory)

KLASIFIKÁCIA RECEPTOROV

Podľa zachytávania vzručov:

1. EXTERORECEPTORY – zachytávajú podnety z vonkajšieho prostredia

kontaktné receptory: uložené v koži a slizn.: **HMAT, CHUŤ**
telereceptory: **ZRAK, ČUCH, SLUCH**

2. INTERORECEPTORY – informujú o zmenách vo vnút. prostredí organizmu

proprioreceptory - **svalové vretienka, Golgiho šľachové telieska**

Vlastnosti receptorov

1. Dráždivosť – schopnosť reagovať na podnety – generovať vzruchovú aktivitu

2. Špecificita – každý typ receptora je citlivý na špecifický druh energie

ADEKVÁTNE PODNETY sú podnety, na ktoré je daný receptor najcitlivejší

INADEKVÁTNE PODNETY – dráždia zmyslové bunky až pri omnoho vyššej energii

3. Adaptácia – ak na receptor trvalo pôsobí podnet konštantnej intenzity, frekvencia vzruchov v jeho afer. vlákne sa postupne znižuje

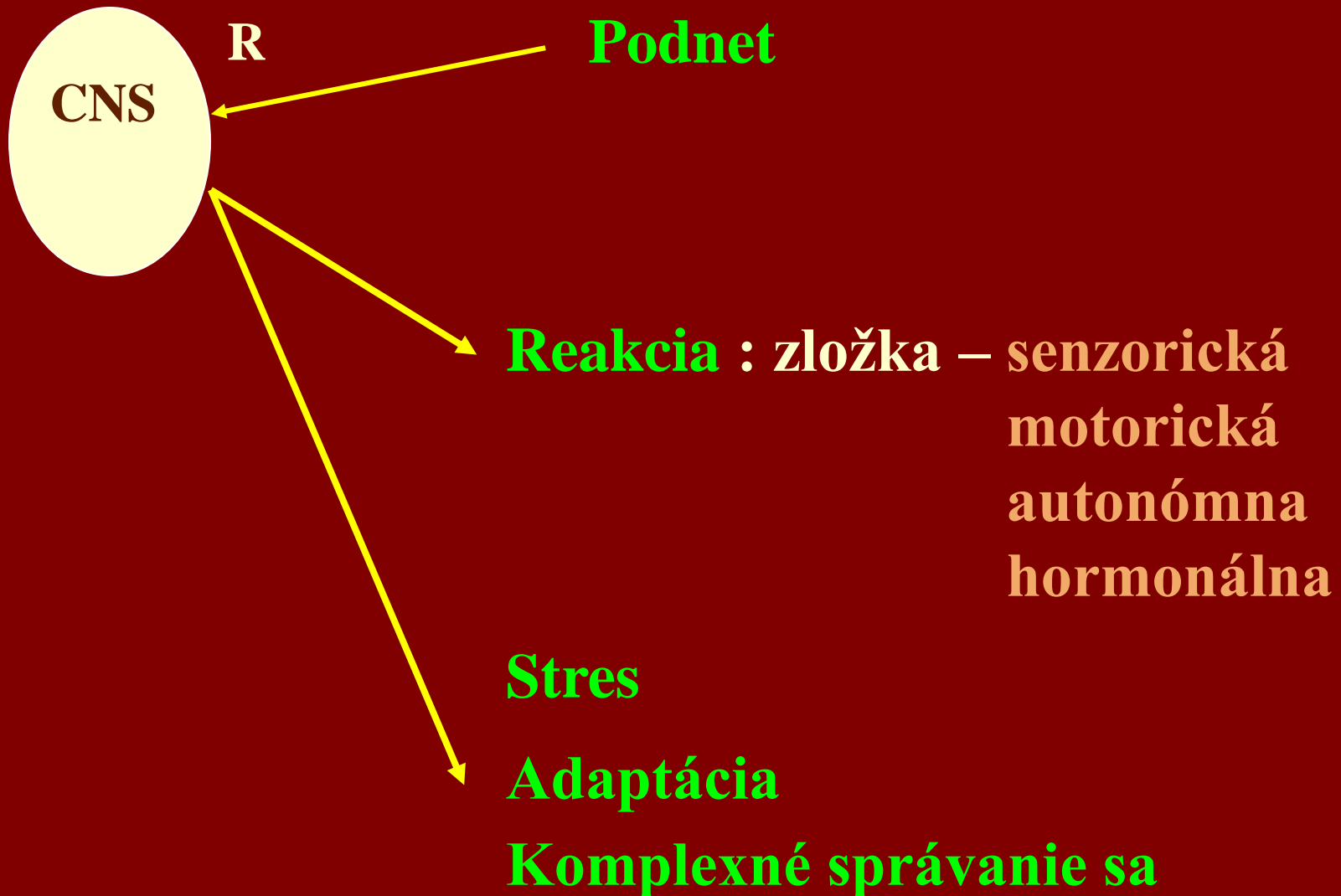
-tlak a čuchové rec. - dosahujú úplnu adaptáciu veľmi rýchlo

-proprioreceptory (svalové vretienka) – adaptácia je pomalá

-nociceptory, receptory sinus caroticus, pľúcne mechanoreceptory-

adaptácia takmer celkom chýba

FUNKCIE NERVOVÉHO SYSTÉMU



Senzorická zložka reakcie

- **pocit**
- **vnem**
- **nešpecifická zložka**
- **subjektívna zložka**

POCIT

- **jednoduchý subjektívny odraz (jednotl. kvalít) objektívnej reality v našom vedomí**
- **ZÁKLAD VNEMU**
- **odraz v špecifickej senzorickej oblasti mozgovej kôry**

VNEM

- **Identifikácia objektu, rozpoznanie**
- **Komplexný odraz predmetov a javov okolitého sveta v našom vedomí**
- **Zmyslový proces vyššieho rádu vypracovaný z pocitov a spracovaný činnosťou mozgovej kôry - účasť asociačných oblastí mozg. kôry**

ILÚZIA

- Neprimerané vnímanie skutočnosti v zmysle čiastočnej deformácie skutočnosti (optické klamy)
- Skreslený obraz objektívnej reality

HALUCINÁCIA

- **subjektívny zmyslový vnem bez existencie skutočného vonkajšieho podnetu – (vnem bez objektívnej reality)**
- **patolog. stav – schizofrénia – zrakové a sluchové halucinácie)**

- **ZMYSLOVÝ ZÁŽITOK** - všetko čo vnímame má:
 - časovú podobu,
 - priestorovú lokalizáciu v okolitom svete,
 - má nezameniteľnú kvalitu a určitý stupeň intenzity
- **Nešpecifická** difúzna aktivácia mozgovej kôry cestou FR - formatio reticularis- sieťovitý útvar
- **Subjektívna zložka** : príjemná, nepríjemná
(hypot., limb. syst.)

ZMYSLY

Zrak

Sluch

Hmat

Čuch

Chut'