

FIZIOLOGIA SISTEMULUI NERVOS

ORGANIZAREA ȘI FUNCȚIILE SISTEMULUI NERVOS

- ▣ ORGANIZAREA SISTEMULUI NERVOS
- ▣ FUNCȚIILE GENERALE ALE SISTEMULUI NERVÓS
- ▣ COMPONENTELE CELULARE ALE SISTEMULUI NERVOS
- ▣ TRANSMISIA NEURONALĂ A INFORMAȚIEI.
SINAPSA

ORGANIZAREA SISTEMULUI NERVOS

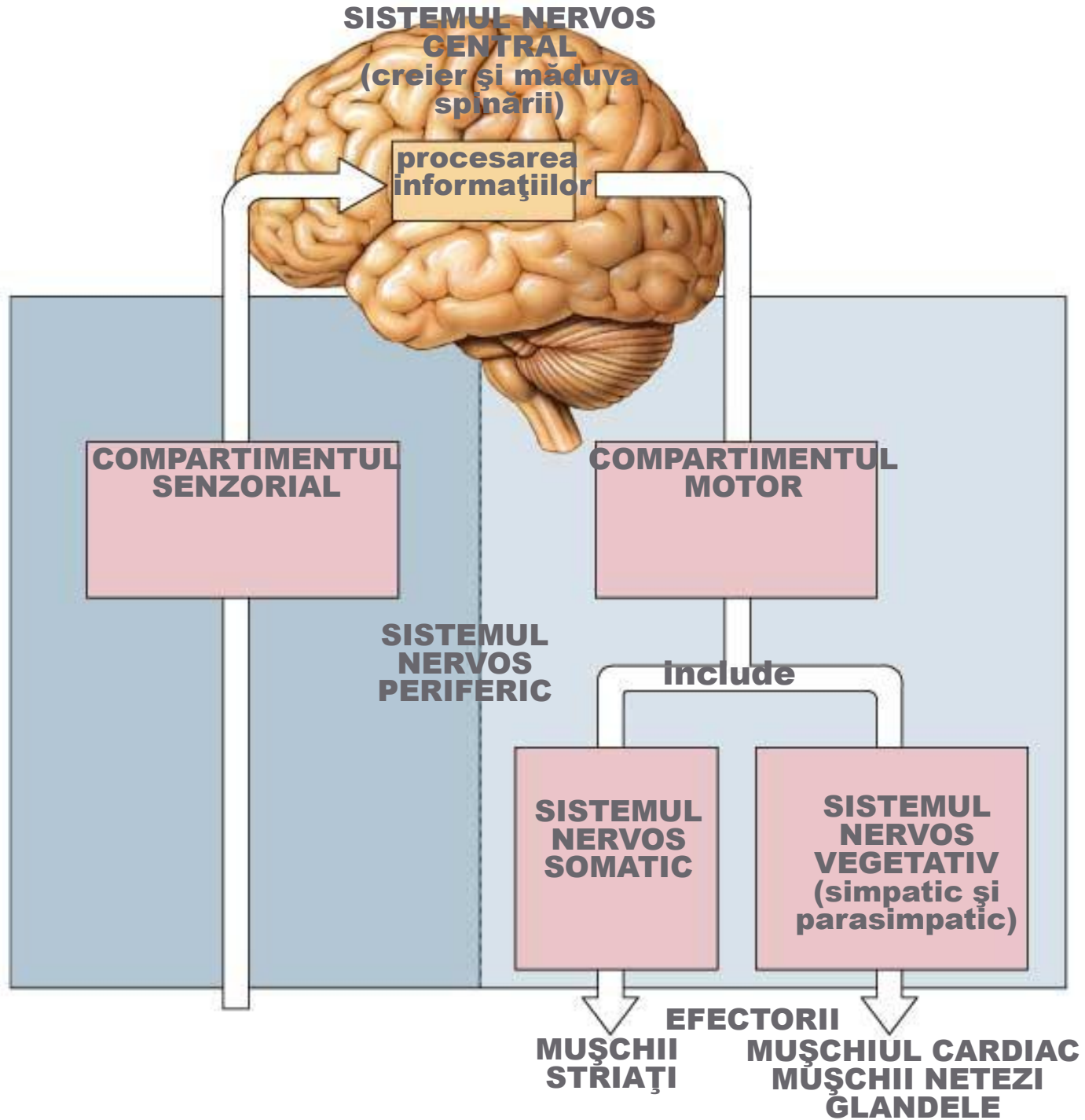
▣ SISTEMUL NERVOS PERIFERIC

- este interfața dintre mediul înconjurător și sistemul nervos central
- include:
 - ➡ *componenta senzorială*
 - reprezentată de:
 - receptorii senzoriali
 - neuronii primari aferenți din - ggl. rădăcinii dorsale
 - ggl. cranieni
 - rol - detectează evenimentele din mediu
 - ➡ *componenta motorie*
 - reprezentată de:
 - neuronii motori somatici localizați în măduva spinării
 - neuronii vegetativi localizați în trunchiul cerebral
 - rol - generează mișcări sau secreții glandulare

ORGANIZAREA SISTEMULUI NERVOS

▣ SISTEMUL NERVOS CENTRAL (SNC)

- funcții: - primește și procesează informațiile din mediu
 - organizează răspunsuri reflexe și comportamentale
 - planifică și execută mișcările voluntare
 - sediul funcțiilor înalt cognitive, vorbirii, gândirii, memoriei
- compus din:
 - ➡ *măduva spinării* - organizare segmentară, metamerică
 - conectată cu rec. și ef. prin nervii spinali
 - ➡ *creier* - subdivizat în 5 reg. - mielencefal (bulb)
 - metencefal (punte, cerebel)
 - mezencefal
 - diencefal (talamus, hipotalamus)
 - telencefal
 - (ggl. baz., cortex cerebral)



FUNCȚIILE GENERALE ALE SISTEMULUI NERVOS

▣ DETECȚIA SENZORIALĂ

- procesul prin care neuronii traduc diverse forme de energie în semnale neuronale

▣ PROCESAREA INFORMAȚIILOR

- transmisia informației în rețeaua neuronală
- transf. semnalelor prin combinarea acestora cu alte semnale = integrare neuronală
- stocarea informației = memoria
- utilizarea informației senzoriale pentru percepție
- procesele de gândire
- învățarea
- planificarea și implementarea comenzilor motorii
- emoțiile

▣ COMPORTAMENTUL

- totalitatea răspunsurilor organismului față de mediul său
- poate fi: - un act intern (cunoașterea)
- un act motor (motilitatea sau răspunsul SNV)

COMPONENTELE CELULARE ALE SISTEMULUI NERVOS

▣ NEURONII

- celulele înalt diferențiate, excitabile
 - nu au capacitate de diviziune
 - rol în: - recepționarea
 - generarea
 - transmiterea
- } impulsului nervos

▣ CELULELE GLIALE

- rol: - trofic
 - de susținere
 - de protecție
- } pentru neuroni

NEURONUL

DEFINIȚIE

- este unitatea celulară structurală și funcțională a sistemului nervos

STRUCTURĂ

- corpul celular - nucleul cu un nucleol

- citoplasma - citosol (organite cel. comune și
specif.)

- citoschelet

- prelungirile:

➡ dendritele - prelungirile scurte

- rol în recepționarea impulsurilor nervoase

- conducere celulipetă

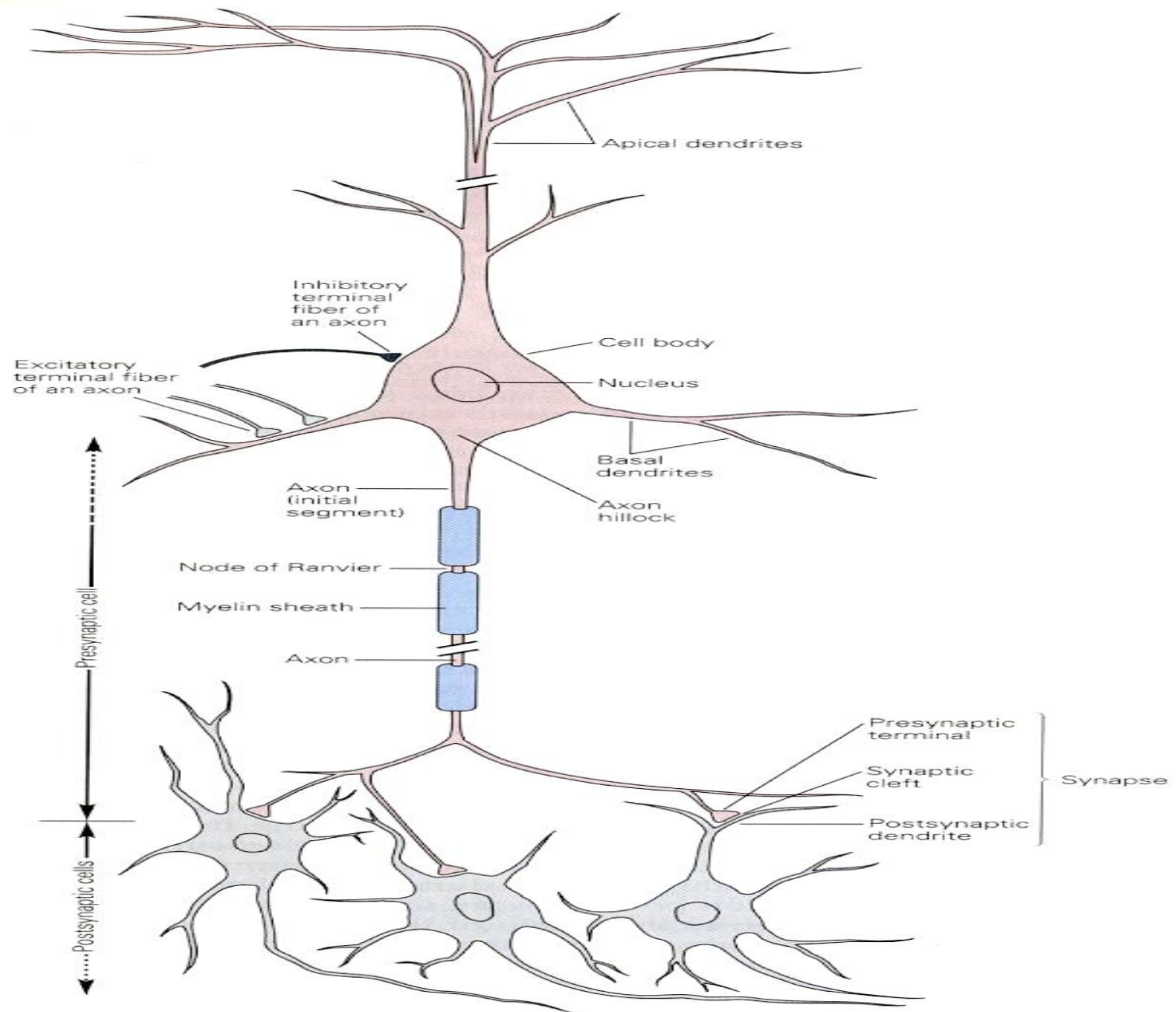
➡ axonul - prelungirea unică a neuronului

- conul axonal → ia naștere PA

- conducerea impulsului este celulifugă

- transportul materialului citosolic - anterograd

- retrograd

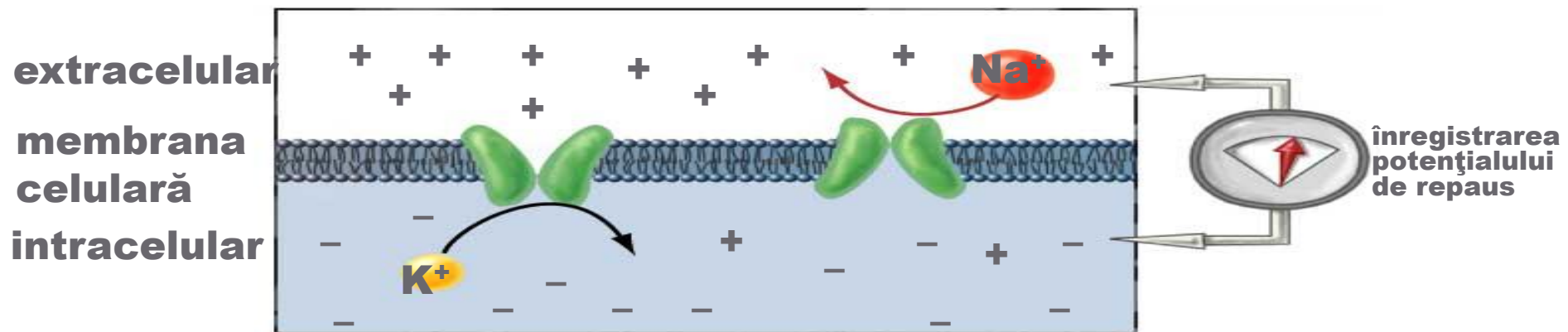


NEURONUL

▣ POTENȚIALUL DE REPAUS (PR)

- reprezintă diferența de potențial între suprafața internă (electric negativă) și suprafața externă (electric pozitivă) a membranei neuronale în condiții de repaus funcțional
- valoarea $-60 \text{ mV} \rightarrow -90 \text{ mV}$
- cauza $\rightarrow$ repartiția neuniformă a ionilor de o parte și de alta a membr.
 - permeabilitatea selectivă a membr. ($K^+ > Na^+$)
 - prezența ATP-azei Na^+ / K^+

POTENȚIALUL DE REPAUS

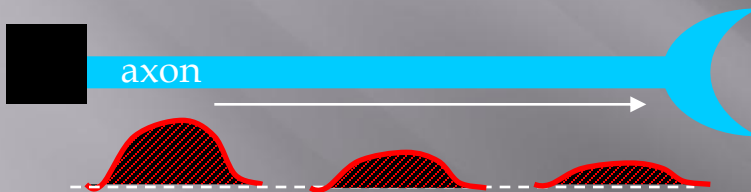
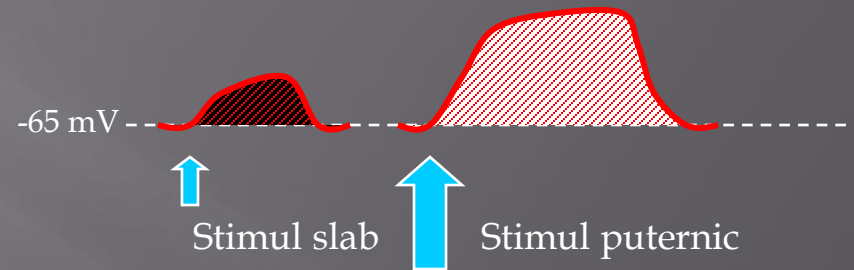


NEURONUL

▣ POTENȚIALUL LOCAL

- se realizează prin stimularea unei zone limitate a membranei celulare
- se manifestă prin:
 - ➡ *depolarizare* - influx de ioni de Na^+ sau Ca^{2+}
 - ➡ *hiperpolarizare* - creșterea efluxului de K^+
- influx de Cl^-
- caracteristici:
 - sunt gradate - stimuli mai puternici determină o depol. mai mare
 - se însumează temporo-spațial
 - dacă prin însumare ating un nivel critic (prag) → la nivelul conului axonal va fi generat un potențial de acțiune propagat

POTENȚIALUL LOCAL



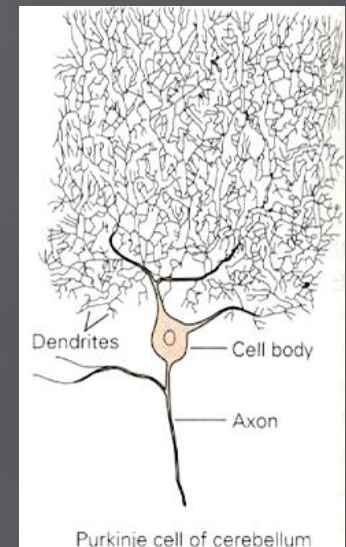
Potențialul de acțiune: se propagă la distanță prin axon, fără decrement și respectă legea "totul sau nimic"

1. Legea "totul sau nimic": dacă stimulul depolarizant atinge intensitatea prag se

declanșază potențialul de acțiune

Stimul prag = intensitatea minimă a unui stimul care produce un potențial de acțiune

* Toate potențialele de acțiune au amplitudine constantă dependentă de proprietățile membranei celulare



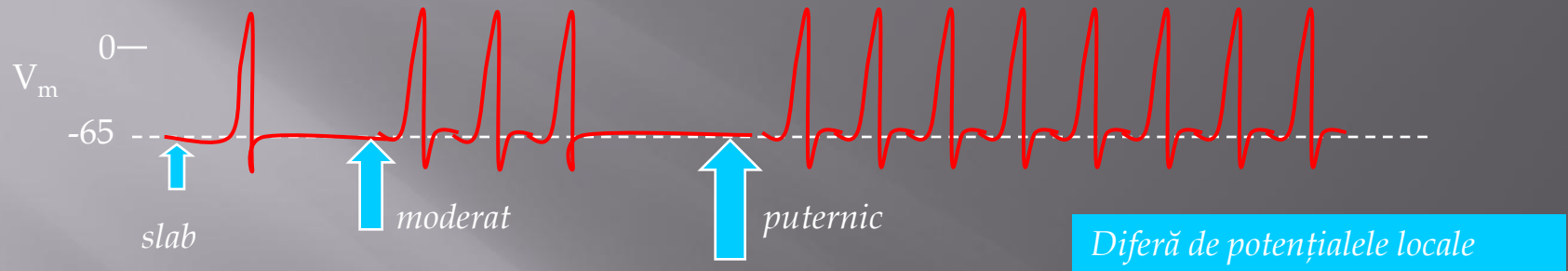
NEURONUL

▣ POTENȚIALUL DE ACȚIUNE NEURONAL (PA)

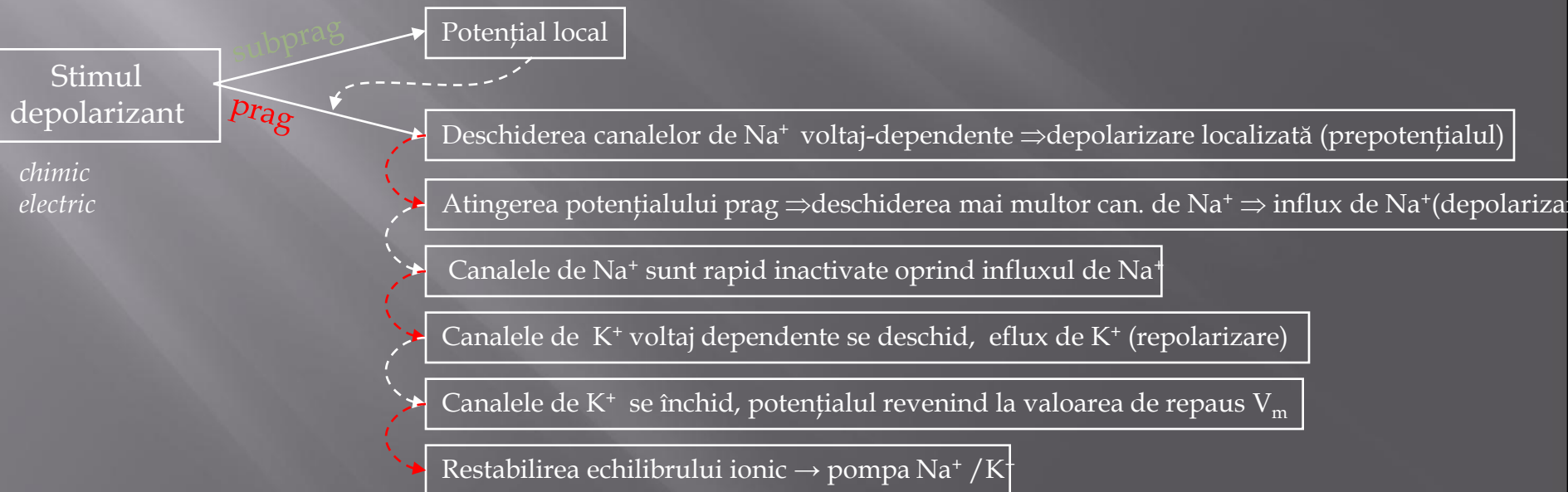
- reprezintă inversarea rapidă și complet reversibilă a polarității membranei neuronale, care devine electric pozitivă la interior și electric negativă la exterior
- fazele:
 - ➡ *perioada de latență* = 0,1 ms
 - ➡ *depolarizarea* - până la +30 mV
 - influx de Na^+ → canale rapide voltaj depend.
 - ➡ *repolarizarea* - revenire la valoarea potențialului de repaus
 - sistarea influxului ionilor de Na^+
 - efluxul ionilor de K^+
 - ➡ *postpotențialul pozitiv* - ATP - aza Na^+/K^+
 - restabilirea echilibrului ionic

POTENȚIALUL DE ACȚIUNE

Intensitatea stimulului este codificată în funcție de frecvența potențialelor de acțiune



Generarea potențialului de acțiune:



NEURONUL

▣ PERIOADELE EXCITABILITĂȚII NEURONULUI

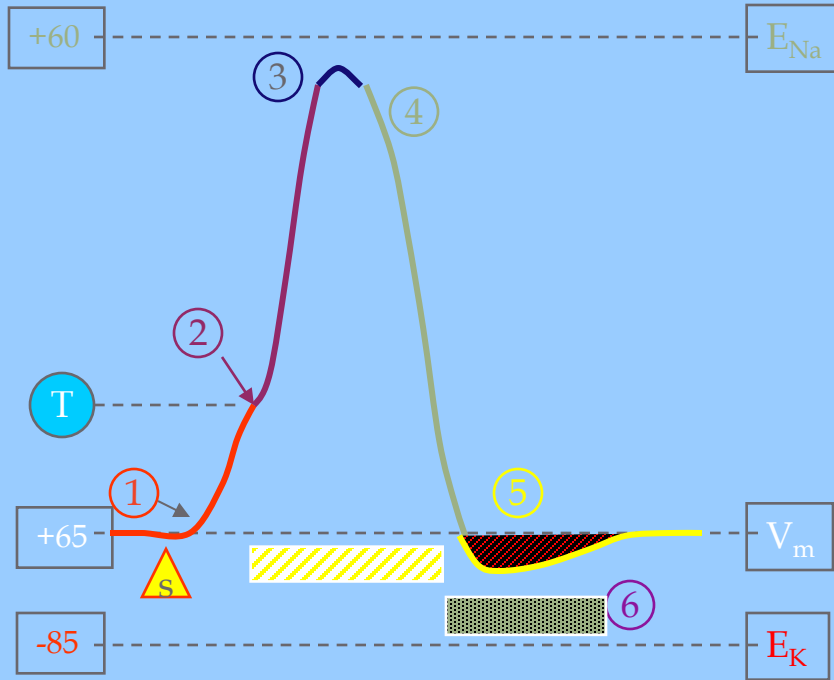
➤ *Perioada refractară absolută*

- cuprinde faza de depolarizare și o parte din repolarizare
- neuronul nu răspunde la alți stimuli
- importanță funcțională → fixează un maxim de frecvență a impulsului nervos

➤ *Perioada refractară relativă*

➤ *Perioada receptivă optimală*

POTENȚIALUL DE ACȚIUNE



T POTENȚIALUL PRAG

S STIMULUL

 PERIOADA REFRACTARĂ ABSOLUTĂ

 PERIOADA REFRACTARĂ RELATIVĂ

① PREPOTENȚIALUL

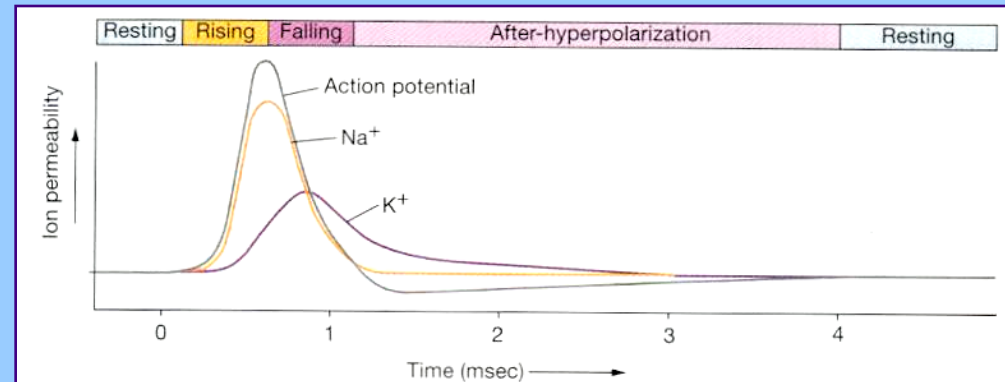
② DEPOLARIZAREA

③ SPIKE

④ REPOLARIZAREA

⑤ POSTPOTENȚIAL POZITIV

⑥ POTENȚIALUL DE REPAUS



NEURONUL

▣ CONDUCTEREA POTENȚIALULUI DE ACȚIUNE ÎN FIBRELE NERVOASE

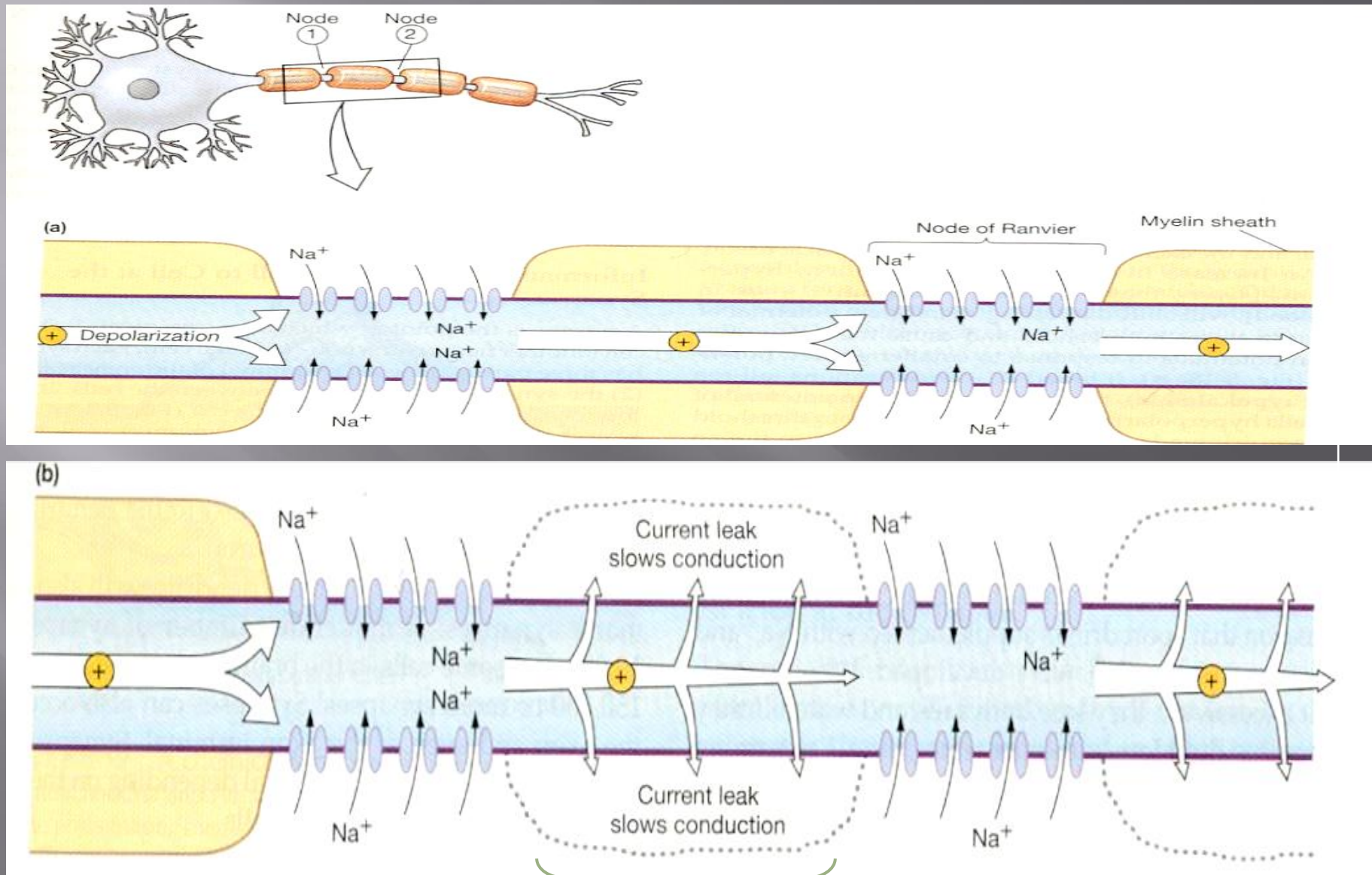
➤ *În fibrele nervoase amielinice*

- depolarizarea unei zone membranare produce activarea canalelor de Na^+ adiacente
- PA se propagă - secvențial
 - din aproape în aproape
 - cu viteză mică

➤ *În fibrele nervoase mielinice*

- conducerea este *saltatorie* de la un nod Ranvier la altul
- explicația - densitatea foarte mare a canalelor de Na^+ la nivelul nodurilor Ranvier
 - teaca de mielină $\Rightarrow$ permeab. $\downarrow$ a membr. internodale
- viteza de conducere depinde de:
 - grosimea fibrei nervoase
 - distanța dintre nodurile Ranvier

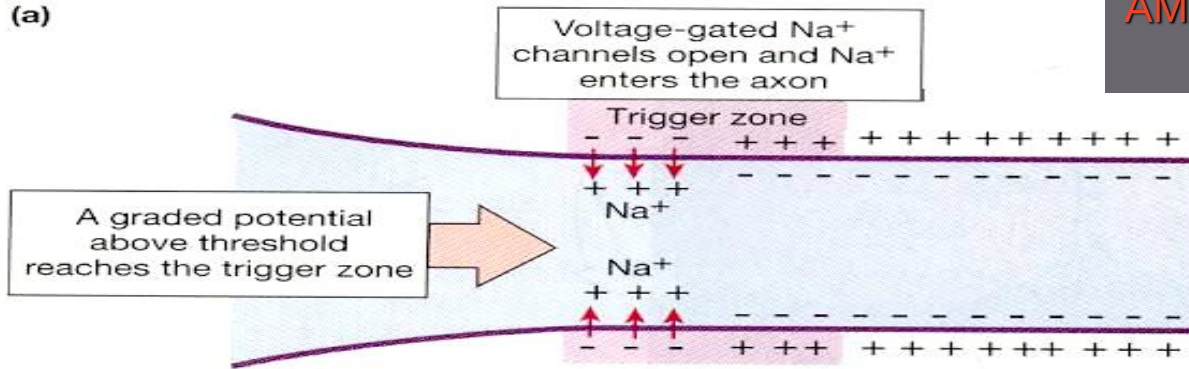
CONDUCEREA IMPULSULUI PRIN FIBRELE NERVOASE MIELINICE



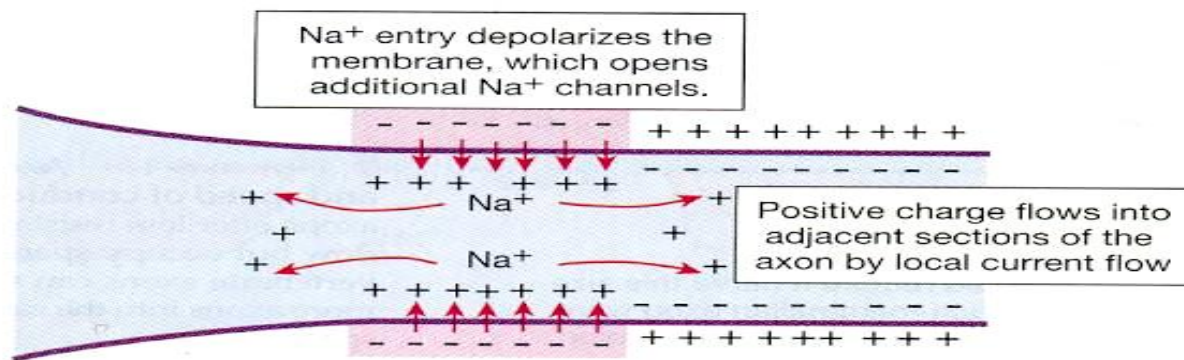
contains few or no Na^+ channels

CONDUCTAREA IMPULSULUI PRIN FIBRELE NERVOASE AMIELINICE

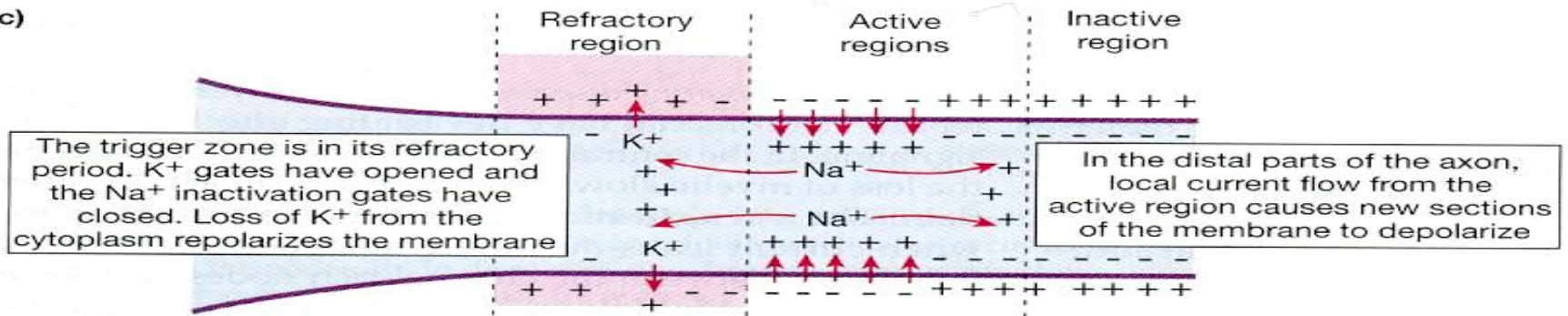
(a)



(b)



(c)



TRANSMITEREA SINAPTICĂ

▣ DEFINIȚIE:

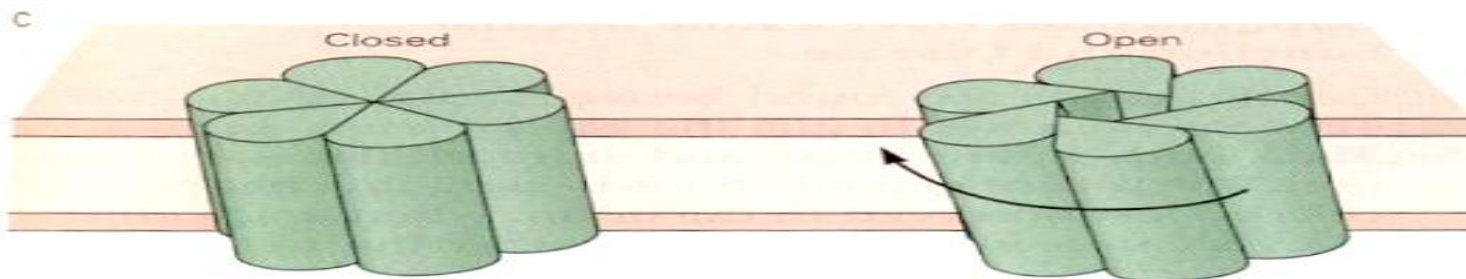
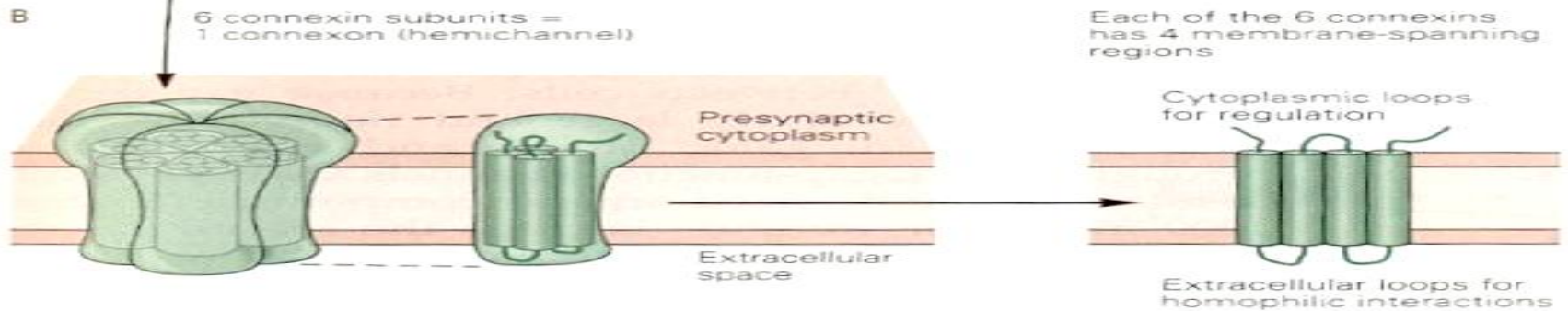
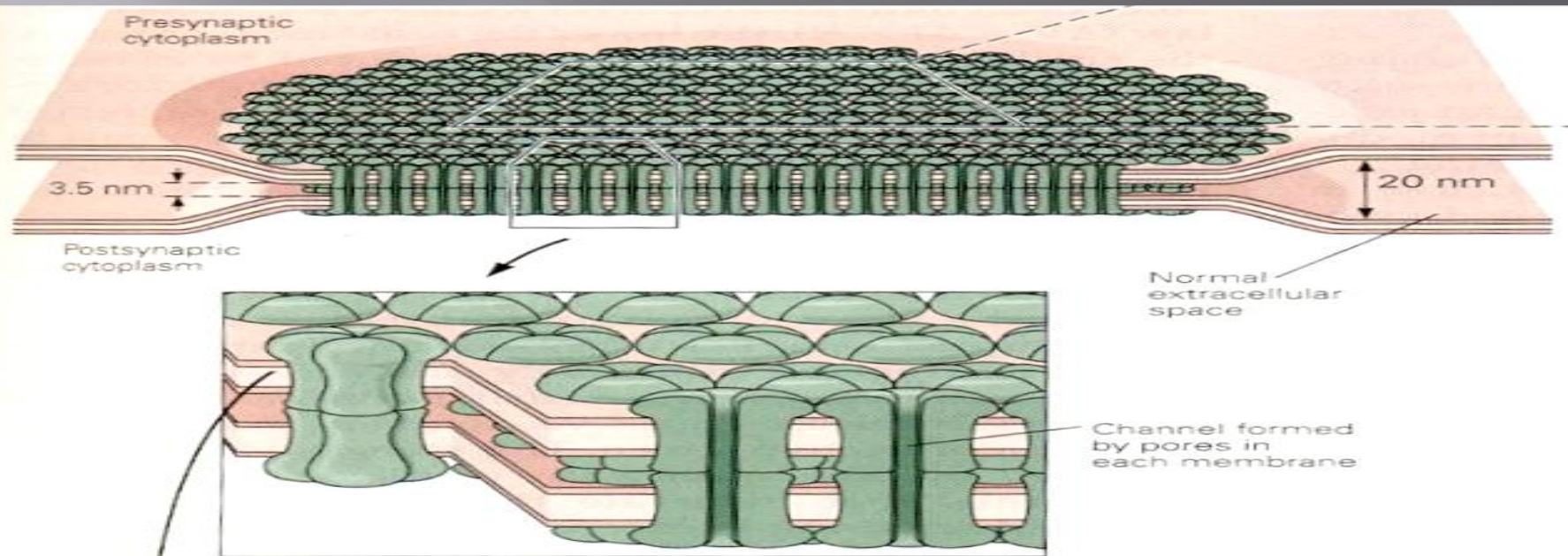
- ▣ procesul prin care cel. nervoase comunică între ele sau cu efectorii (mușchiul, glandele)

▣ CLASIFICAREA SINAPSELOR:

➡ electrice

- conducerea directă a curentului de la o celulă la alta prin joncțiuni specializate „gap junctions”
- canalul unei celule se unește cu canalul altei celule ⇒ molec. mici și ioni trec de la o celulă la alta
- curentul electric poate trece la nivelul „joncțiunii gap” în ambele direcții
- se găsesc în retină și bulbul olfactiv

SINAPSA ELECTRICĂ



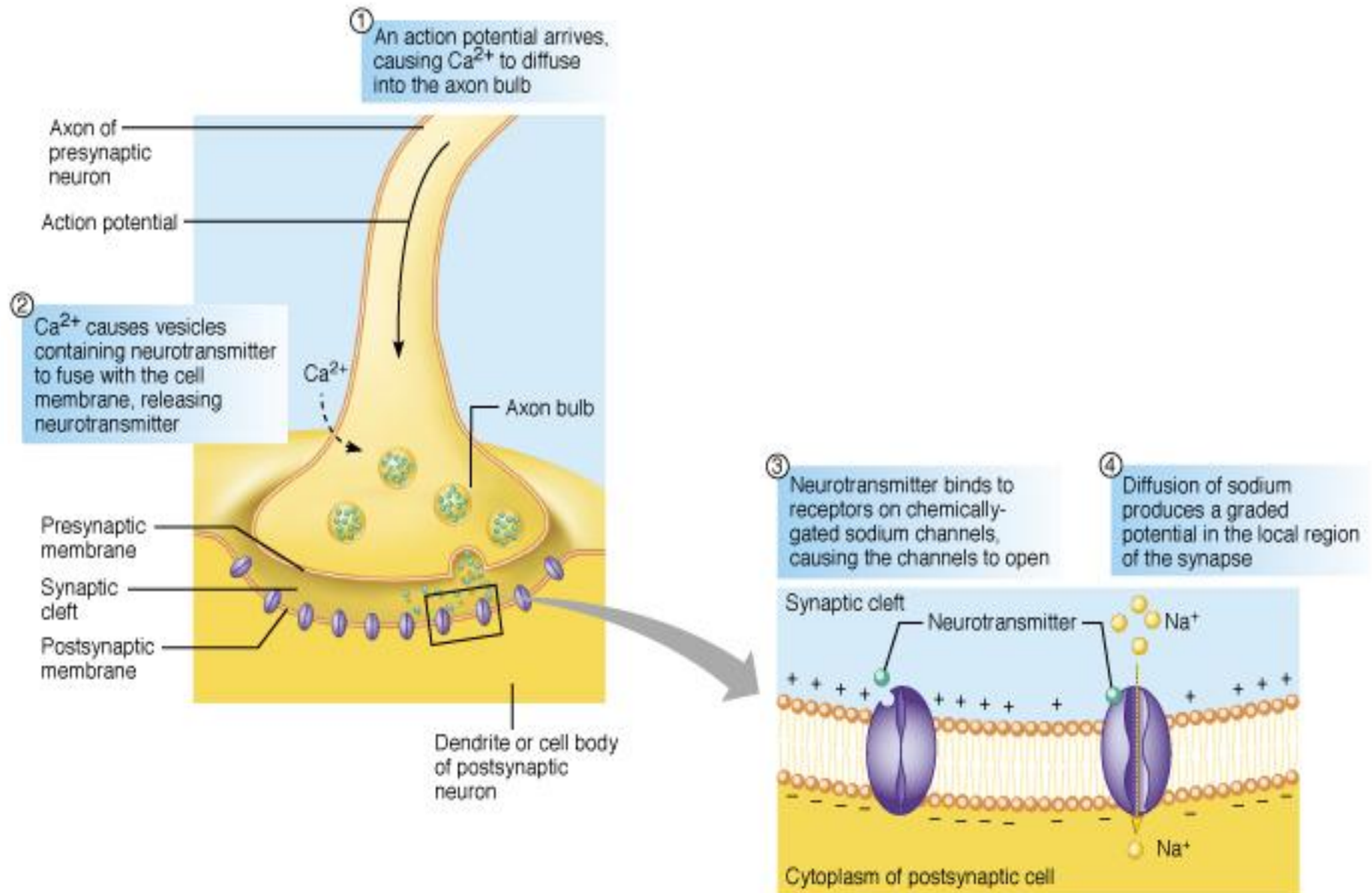
TRANSMITEREA SINAPTICĂ

▣ CLASIFICAREA SINAPSELOR:

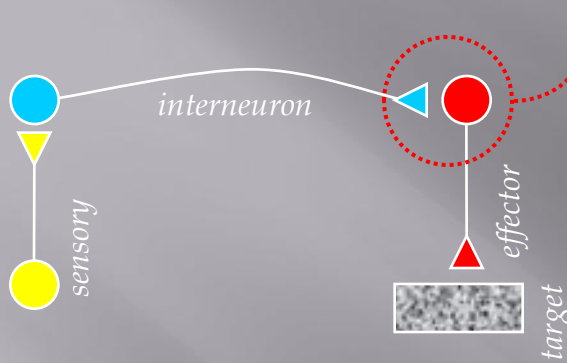
➡ chimice

- structura - componenta presinaptică
 - fanta sinaptică
 - componenta postsinaptică
- secvența fenomenelor transiterii sinaptice:
 - invazia butonului sinaptic de către influxul nervos
 - eliberarea mediatorului în fanta sinaptică
 - propagarea transsinaptică a influxului nervos
 - difuziune mediatorului chimic
 - acțiunea med. chimic asupra membranei postsinaptice
 - inactivarea mediatorului chimic

SINAPSA CHIMICĂ



Cell-to-cell communication



How is information passed from one cell to another at synapses?

Type of Synapse	Distance between pre- & post-synaptic membranes	Cytoplasmic continuity between pre- & post-synaptic membranes	Structural components	Agent of transmission	Synaptic delay	Direction of transmission
Electrical	3.5 nm	Yes	Gap-junctional channels	Ion current	Virtually none	Usually bidirectional
Chemical	20-40 nm	No	Presynaptic vesicles & active zones; postsynaptic receptors	Chemical transmitter	Significant; at least 0.3 ms, usually 1-5 ms or longer	Uni-directional

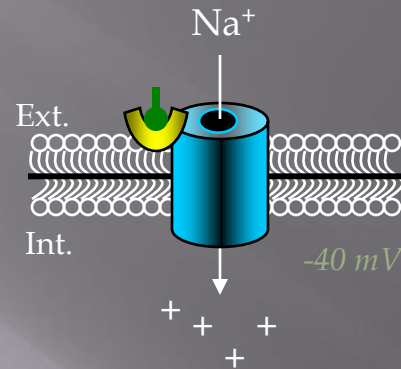
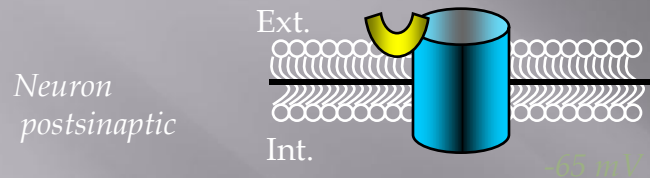
TRANSMITEREA SINAPTICĂ

▣ TIPURI DE RĂSPUNSURI SINAPTICE

- *Potențialul postsinaptic excitator* se poate realiza prin:
 - deschiderea canalelor de Na^+ ce permit unui număr mare de sarcini electrice pozitive să pătrundă în celulele postsinaptice
 - reducerea conductanței canalelor de Cl^- sau K^+ sau ambele
 - activarea metabolismului intern celular va crește numărul receptorilor membranari excitatori sau va scădea numărul celor inhibitori
- *Potențialul postsinaptic inhibitor* se poate produce prin:
 - deschiderea canalelor de Cl^- ce va induce o negativare rapidă a interiorului celulei
 - creșterea conductanței ionilor de K^+ spre exterior, cu efect hiperpolarizant
 - activarea unor enzime ce inhibă funcții metabolice celulare sau cresc numărul de receptori sinaptici inhibitori
- *Potențialul de inhibiție presinaptică*
 - se manifestă la nivelul sinapselor axo-axonice de tip excitator
 - mediator GABA

POTENȚIALUL POSTSINAPTIC EXCITATOR ȘI INHIBITOR

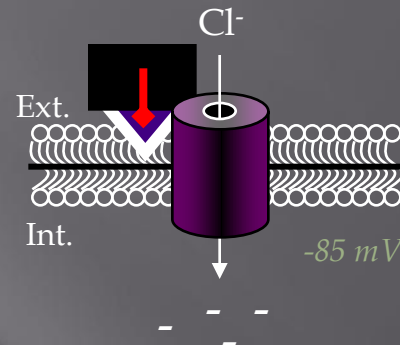
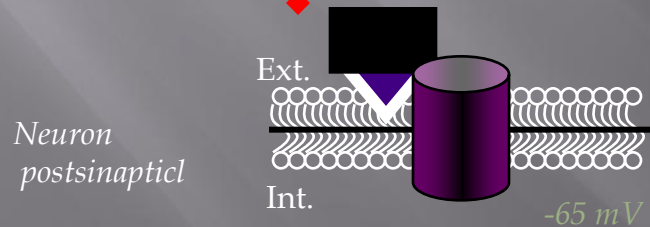
Neuron presinaptic → Neurotransmițător excitator



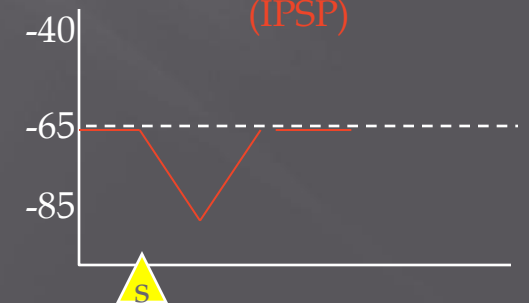
Potențialul postsinaptic excitator
(EPSP)



Neuron presinaptic → Neurotransmițător inhibitor



Potențialul postsinaptic inhibitor
(IPSP)



TRANSMISIA SINAPTICĂ

▣ *SUMAȚIA*

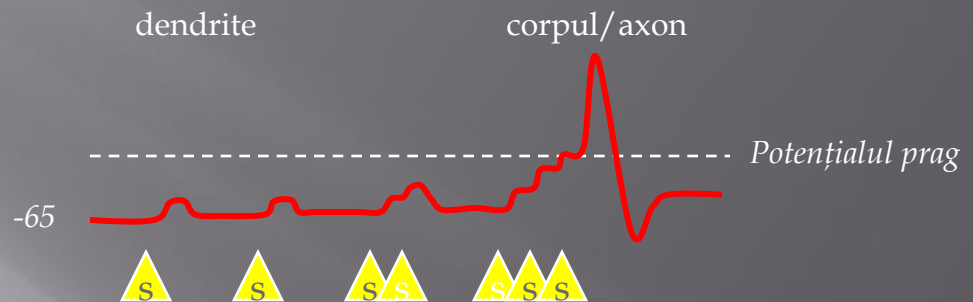
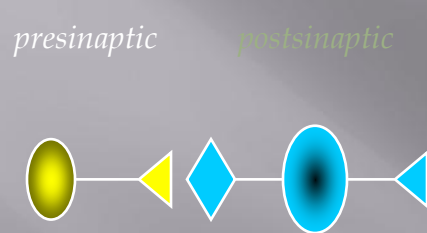
- *sumația temporală*

apare când PA invadează terminațiile nervoase după ce primul potențial postsinaptic a dispărut

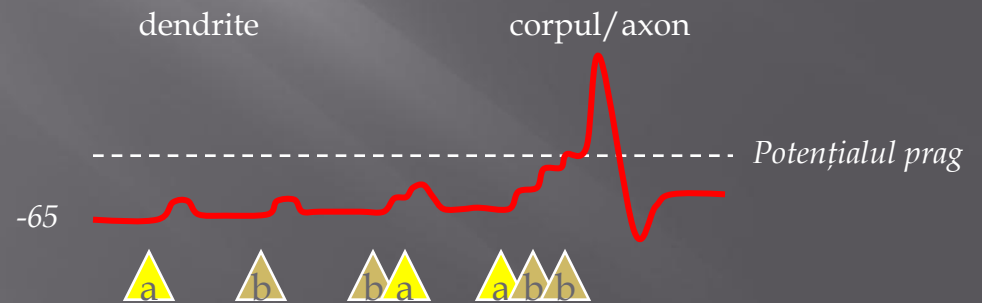
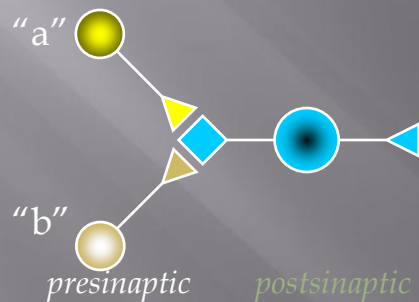
- *sumația spațială*

apare când terminațiile nervoase sunt stimulate aproximativ în același timp

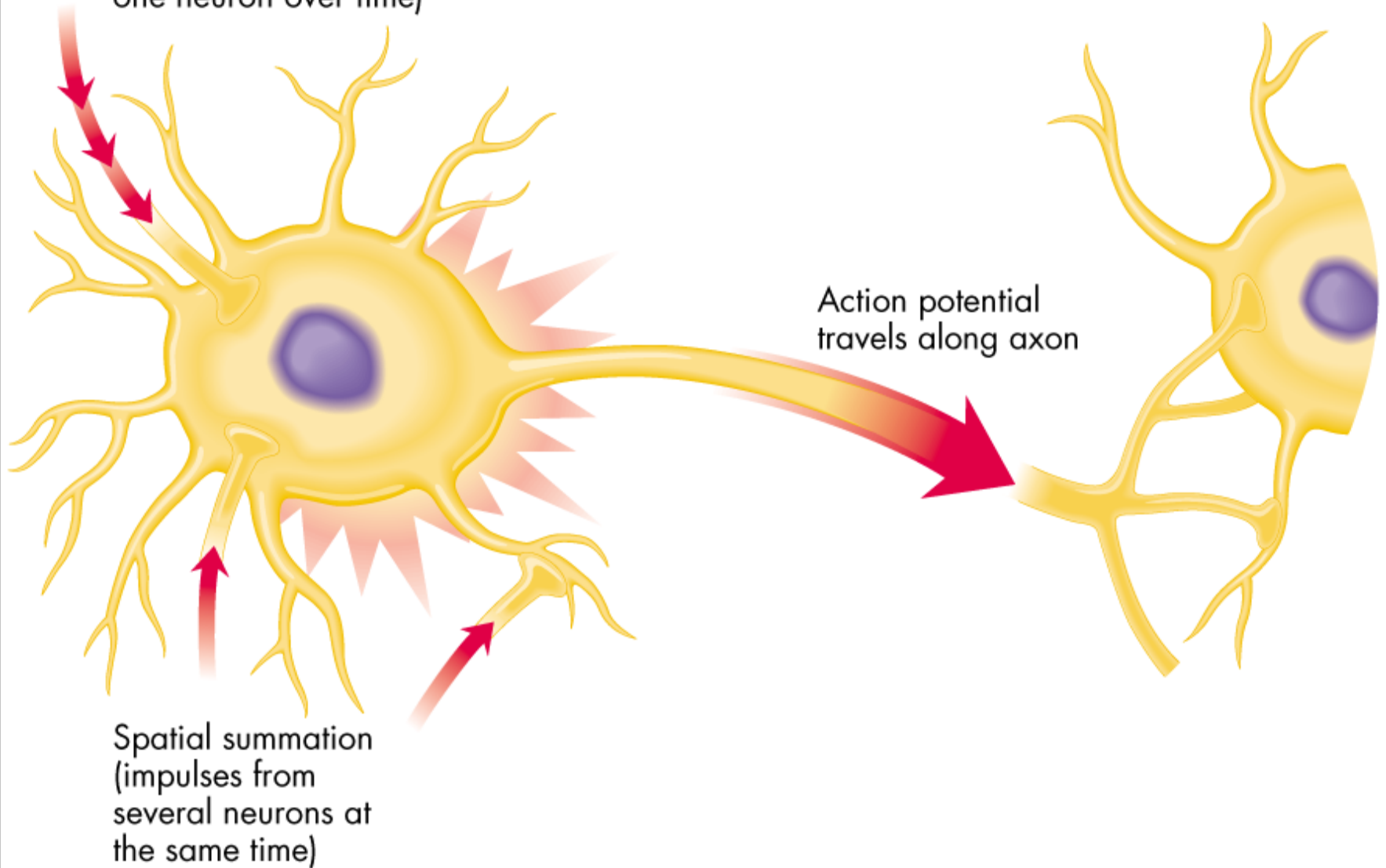
1. SUMAȚIA TEMPORALĂ



2. SUMAȚIA SPAȚIALĂ



Temporal summation
(several impulses from
one neuron over time)



TRANSMIȚĂTORII SINAPTICI

- ▣ TRANSMIȚĂTORI CU ACȚIUNE RAPIDĂ
- ▣ *NEUROPEPTIDE*
(*TRANSMIȚĂTORI CU ACȚIUNE LENTĂ*)

TRANSMIȚĂTORII CU ACȚIUNE RAPIDĂ

- ▣ sunt sintetizați în citosolul terminațiilor presinaptice
- ▣ sunt stocați în vezicule
- ▣ cuplarea cu receptorii postsinaptici determină:
 - $\uparrow$ conductanței pt. $\text{Na}^+ \Rightarrow$ excit.
 - $\uparrow$ conductanței pt. $\text{K}^+/\text{Cl}^- \Rightarrow$ inhib.
- ▣ rol:
 - transmiterea semnalelor senzoriale la creier
 - transmiterea semnalelor motoare la mușchi

Clasa I	Acetilcolina
Clasa II: Amine	Noradrenalina Dopamina Serotonina Histamina
Clasa III: Aminoacizi	Acid gama-aminobutiric (GABA) Glicina Glutamat Aspartat
Clasa IV	Oxidul nitric (NO)

NEUROPEPTIDELE (TRANSMIȚĂTORII CU ACȚIUNE LENTĂ)

- ▣ se sintetizează în cantitate mică, numai la nivelul corpului celular neuronal
- ▣ sunt stocați în vezicule
- ▣ sunt transportați în fluxul axonal cu viteză mică
- ▣ au acțiuni mai prelungite:
 - schimbări pe termen lung a numărului de receptori neuronali
 - deschiderea sau închiderea pe termen lung a canalelor pentru anumiți ioni
 - schimbarea numărului de sinapse sau a dimensiunii sinapselor

Hormoni de eliberare hipotalamici	TRH (Thyrotropin-releasing hormone) LRH (Luteinising-releasing hormone) Somatostatina
Peptide hipofizare	ACTH (Adrenocorticotropic hormone) β-Endorfina Prolactina Hormon luteinizant Tirotropina STH (Growth hormone) Vasopresina Oxitocina
Peptide care acționează pe intestin și creier	Enkefalina Substanța P Gastrina Colecistokina Polipeptidul intestinal vasoactiv (VIP) Factor de creștere nervoasă Neurotensină Insulina Glucagon

NEUROMODULATORI

- ▣ sunt substanțe neuroactive neimplicate direct în procesul transmiterii sinaptice
- ▣ pot acționa presinaptic modificând cantitatea și durata eliberării neurotransmițătorilor
- ▣ la nivel postsinaptic modifică sensibilitatea receptorilor pentru mediator
- ▣ pot avea efecte moderatoare sau facilitatoare în funcție de receptorul asupra căruia acționează
- ▣ acțiunile neuromodulatorilor cresc complexitatea procesării informației la nivelul fiecărui neuron
- ▣ între neurotransmițător și neuromodulator nu există o distincție netă → rolul lor este dependent de tipul de receptor asupra căruia acționează

ACTIVITATEA REFLEXĂ A SISTEMULUI NERVOS CENTRAL

■ ARCUL REFLEX ELEMENTAR SOMATIC

1. STRUCTURA ARCULUI REFLEX ELEMENTAR SOMATIC
2. TIPURI DE REFLEXE SOMATICE

■ ARCUL REFLEX ELEMENTAR VEGETATIV

1. STRUCTURA ARCULUI REFLEX ELEMENTAR VEGETATIV
2. MEDIATORII CHIMICI EXTRANEVRAXIALI AI SISTEMULUI NERVOS VEGETATIV

ARCUL REFLEX ELEMENTAR SOMATIC

■ STRUCTURA ARCULUI REFLEX ELEMENTAR SOMATIC

1. Receptorii
2. Calea aferentă
3. Centrii nervoși
4. Calea eferentă
5. Organele efectoare

calea aferentă

receptor

sinapsa
**MĂDUVA
SPINĂRII**

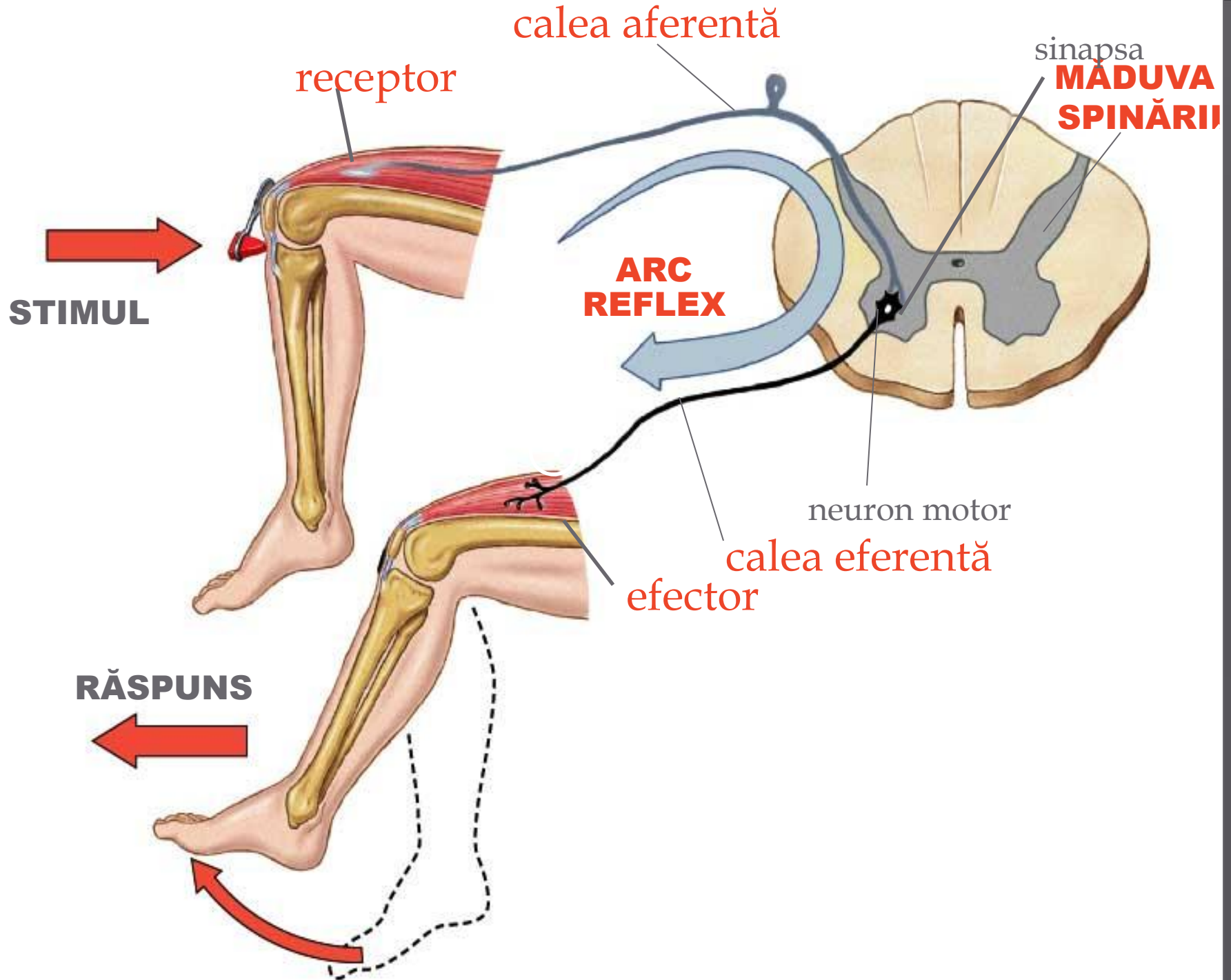
**ARC
REFLEX**

neuron motor

calea eferentă
efector

STIMUL

RĂSPUNS



RECEPTORII

▣ **DEFINIȚIE:**

- sunt celule diferențiate pentru detectarea și recepționarea variațiilor energetice din int. sau din ext. organismului → transformă în impuls nervos
 - prag de excitabilitate diferit în funcție de:
 - aspectul structural
 - extinderea suprafeței
 - intensitatea și durata
- receptoare
- stimulului

▣ **CLASIFICARE** (în fct. de natura excitantului):

- mecanoreceptori
- termoreceptori
- fotoreceptori
- chemoreceptori
- interoceptori (visceroceptori)
- proprioceptori (corpusculii tendinoși Golgi, fusurile neuromusculare)

RECEPTORII

- ▣ **TRANSFORMAREA INFORMAȚIILOR SPECIFICE ÎN IMPULS NERVOS:**
- **producer unui potențial generator:**
 - efectul mecanic sau chimic al stimulului asupra terminației nervoase libere $\Rightarrow$ modif. permeab. membr. celulare pentru diferiți ioni $\Rightarrow$ depolarizarea membr. care se propagă până la primul nod Ranvier $\rightarrow$ generează PA
- **producerea unui potențial de receptor**
 - prin fenomene electrice și chimice de depolarizare membranară
 - se comportă ca un electrod de stimul. $\Rightarrow$ excit. termin. nerv. senzitive din jur
 - amplitudinea potențialului este direct proporțională cu intensitatea stimulului
 - durata relativ mare $\Rightarrow$ apariția unor PA repetate la nivelul terminației nervoase

CALEA AFERENTĂ

- ▣ prelungiri dendritice și axonice ale neuronilor senzitivi → asigură conducerea ascendentă a informațiilor de la nivelul receptorilor specifici spre centrii nervoși reflecși
- ▣ fibrele spinale au prelungiri axonale:
 - scurte → închid arc. reflex la niv. medular
 - lungi, de asociație, ascendente sau descendente → realiz. cordoanele de conducere spino-talamo-corticale
- ▣ transmiterea impulsului nervos spre centrii reflecși se realizează prin:
 - fibrele mielinice - saltatoriu, cu viteză mare de conducere
 - fibrele amielinice - din aproape în aproape, cu viteză ↓ de cond.
- ▣ stimulii subliminari - pot atinge pragul de excitație prin fenomene de sumație temporo-spațială
- ▣ la nivelul sinapselor interneuronale → fenomene de inhibare, filtrare și amplificare a aferențelor senzitivo-senzoriale cauzate de:
 - modalitățile de articulare a terminațiilor presinaptice cu cele postsinaptice (convergență, divergență, fen. de reverberație)
 - eliberarea de med. chim. cu efect excit./inhib. în fanta sinaptică

CENTRUL REFLEX

- ▣ **localizare** → intranevral:
 - măduva spinării
 - trunchiul cerebral
 - centrii nervoși superiori
- ▣ **rol:** - prelucrarea, integrarea și stocarea informațiile primite pe căile aferente
 - elaborarea de reacții adecvate
- ▣ **clasif. arcurilor reflexe** (în fct. de numărul neuronilor intercalari)
 - arcuri reflexe directe, monosinaptice
 - arcuri reflexe difuze, polisinaptice (segmentare și intersegmentare)

CENTRUL REFLEX

- ▣ **procesul de prelucrare al informațiilor la nivel sinaptic:**
 - o parte foarte mică din multitudinea de informații specifice sosite la nivelul centrului reflex este utilizată la generarea reacției reflexe
 - restul de informație este depozitat la nivelul releelor sinaptice ale arcului reflex
 - înlesnit de repetarea stimulării senzitivo- senzoriale → după un număr de impulsuri ajunse la nivel sinaptic ⇒ sinapsele reacționează mult mai intens sau chiar spontan la stimulare (centrii nervoși superiori → activitatea poate fi stim./inhib. și pe cale reflex-condiționată)

CALEA EFERENTĂ

- ▣ fibre motorii care asigură contracția mușch. scheletici
- ▣ constituită dintr-un singur neuron → coarnele anterioare ale măduvei spinării → mediator chimic acetilcolina (placa motorie)
- ▣ fibre mielinice A-alfa → viteză mare de conducere
- ▣ fibre gama-motorii = „bucă gama” → rol:
 - contractil asupra extremităților fibrei intrafusale
 - adaptarea tonusului muscular bazal la necesitățile variabile ale activității motorii a organismului
 - stimulează indirect motoneuronul A-alfa ⇒ declanșează reflex contracția

ORGANELE EFECTOARE

- ▣ reprezentate de musculatura striată scheletică
- ▣ răspunsul acestora depinde de tipul și densitatea receptorilor specifici de la nivelul membranelor celulare
- ▣ la nivelul fibrelor musculare scheletice se găsesc numai receptori colinergici, predominant nicotinici

