

I.2. NIVELURI DE ORGANIZARE

CELULE, ȚESUTURI, ORGANE, SISTEME DE ORGANE, ORGANISM

A. CELULA

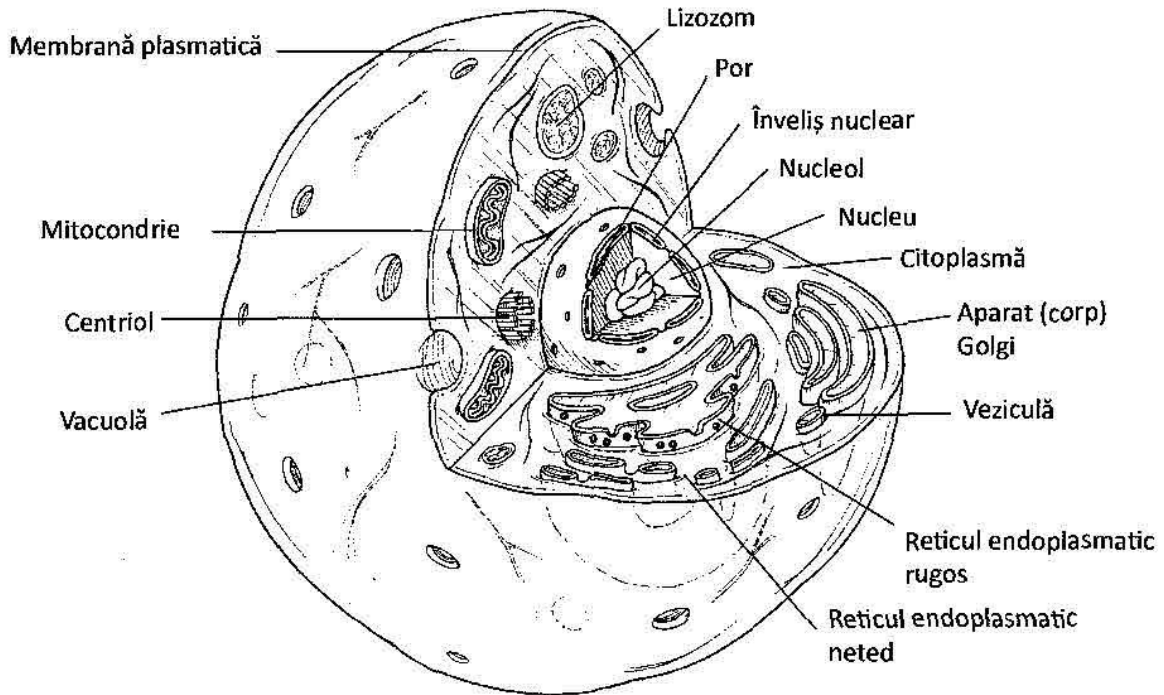


Fig. I.3. Celula umană¹

COMPONENTE PRINCIPALE

Membrana celulară (plasmalema): un bistrat de FOSFOLIPIDE și proteine (trilaminată)

- **FOSFO** = capul, hidrofil, orientat pentru *stratul extern* în exteriorul celulei iar pentru *stratul intern* spre interiorul ei

- **LIPID** = coada, orientată spre interiorul membranei, formând miezul hidrofob

Între cozi se găsește **colesterol** care scade fluiditatea membranei (crește rigiditatea).

Lipidele intră în constituția tuturor sistemelor de citomembrane (ex. **lecitina**)²;

Pe fața *externă* se găsesc **glucide** (glicolipide, glicoproteine), încărcate *negativ*.

Proteinele:

- pe fața externă
- pe fața internă
- transmembranar (proteinele canal)

¹ Pag.51 Anatomie și fiziologie umană pentru admitere la facultățile de medicină BARRON'S Barbara Krumhardt, I. Edward Alcamo

² Manual Clasa a XI-a, Dan Cristescu Carmen Sălăvăstru, Bogdan Voiculescu, Cezar Niculescu, Radu Cărmăciuc pag. 110, editura Corint

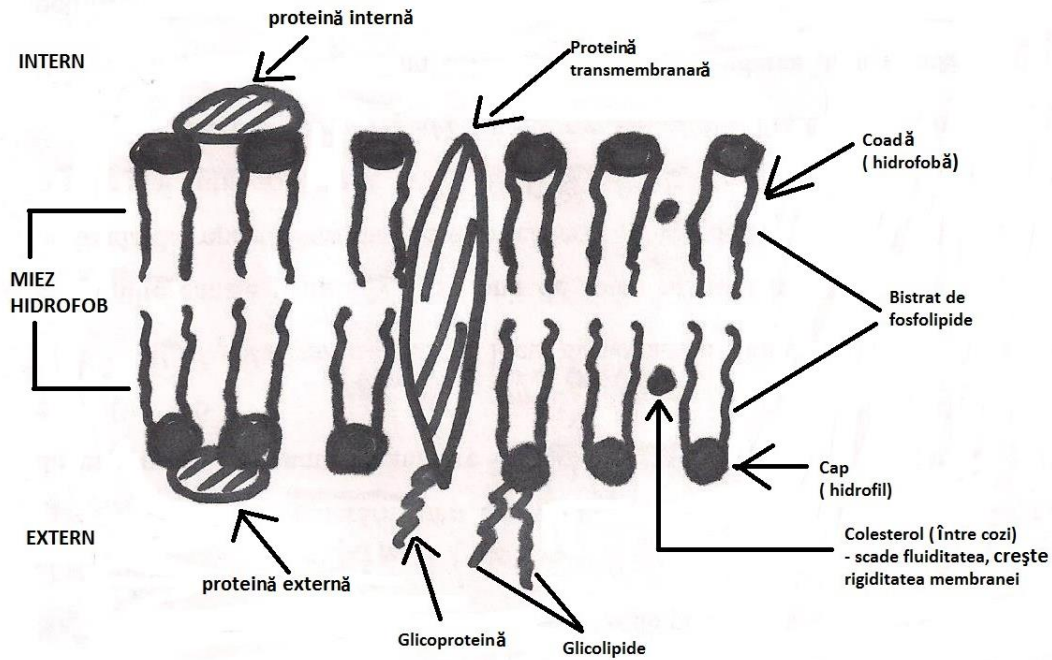


Fig. I.4. Organizarea structurală a membranei celulare

Citoplasma:

- fundamentală: hialoplasma
- structurată (granuloplasma): organite celulare

Nucleul:

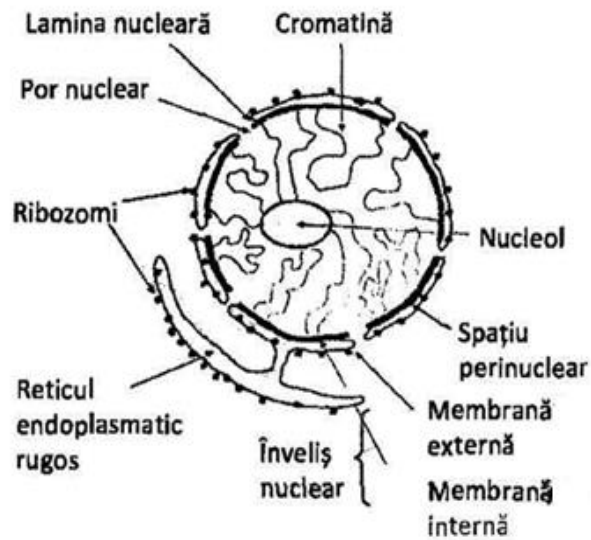


Fig. I.5. Nucleul³

PROPRIETĂȚILE CELULEI

I. Proprietăți generale

1. Sinteza proteică
2. Reproducerea celulară
3. Metabolismul celular
4. Transportul transmembranar
5. Potențialul de membrană

³ pag. 37 Biologie IX-X pentru grupele de excelență Cluj-Napoca 2010

II. *Proprietăți speciale*

1. Contractilitatea
2. Activitatea secretorie

Proprietăți importante:

a. Potențialul de membrană

Potențialul membranelor de repaus

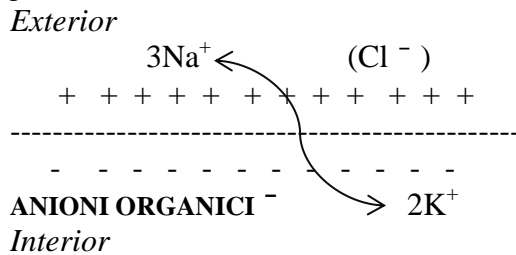
În repaus membrana celulară este polarizată electric, (+) la exterior și (-) la interior. Membrana polarizată = un potențial diferit de 0.

Hiperpolarizare= trecerea la o stare mai polarizată (cu interiorul membranei mai electronegativ și exteriorul mai electropozitiv).

Depolarizare= trecerea la o stare mai puțin polarizată (mai aproape de 0 mV).

În neuroni, majoritatea sarcinilor negative din interiorul celulei sunt consecința acumulării la acest nivel a moleculelor organice, mai ales *anioni proteici*, care datorită dimensiunilor mari nu pot străbate membranele celulare. Ioni de Cl⁻ nu sunt responsabili de acest lucru, ei dominând în repaus la exterior deoarece sunt respinși de anionii organici din interior.

Datorită activității pompei de Na⁺/K⁺, acest potențial de repaus este menținut cu consum de energie.



Distribuția celor mai importanți ioni de o parte și de alta a membranei plasmatice⁴:

Ionul	Concentrația (mmol/l)	
	<u>Extracelular</u>	<u>Intracelular</u>
K ⁺	5	150
Na ⁺	150	15
Cl ⁻	110	10

Potențialul de acțiune

PRAGUL DE EXCITABILITATE:

Nu orice depolarizare declanșează mecanismul de formare al PA deoarece membrana celulară trebuie să fie suficient de depolarizată, adică să fie deschise suficiente canale pentru Na⁺ astfel încât intrarea acestuia în celulă să excedă ieșirea K⁺, iar potențialul membranelor caracteristic acestui moment de inversare a fluxului net de sarcini pozitive, se numește potențial prag, iar stimulii care sunt exact atât de puternici încât să depolarizeze membrana până la acest nivel au fost numiți *stimuli prag*.

⁴ ARDELEAN, G., ROȘIORU, C., 1996: Integrarea și coordonarea organismului animal – curs de fiziologie, Ed. Univ. Baia Mare.

Pragul de excitabilitate adică mărimea depolarizării inițiale necesare pentru declanșarea PA, este pentru majoritatea membranelor excitabile de 15mV. (ex: pentru un neuron cu PMR de -70mV potențialul prag va fi $(-70) + 15 = 55\text{mV}$).

În timpul generării unui PA și apoi a revenirii la polaritatea de repaus a membranei, distingem două evenimente majore:

- depolarizarea
- repolarizarea

!!! Iese pompa de Na^+/K^+ din funcție

1. Depolarizarea lentă: la locul de acțiune a stimulului, în membrana celulei se deschid mai multe canale pentru Na^+ și ionii de Na^+ pătrund în celulă în număr mai mare decât în perioada de repaus $\Rightarrow \downarrow$ PMR $(-70 \rightarrow -55\text{mV}/-80 \rightarrow -65\text{mV})$

Excitabilitatea membranelor crește ușor peste normal (*hiperexcitabilitate*), fenomen datorat, în unele cazuri, sumăției mai multor stimuli subliminari iar în unele cazuri unui singur stimul de valoare prag sau peste prag.

2. Depolarizarea rapidă: Inversarea polarității: Printr-un mecanism de feed-back pozitiv, pătrunderea Na^+ în celulă determină deschiderea unui număr și mai mare de canale pentru Na^+ , permeabilitatea membranei pentru acest ion crescând de sute de ori $\Rightarrow \downarrow$ Polaritatea membranei atingându-se punctului izoelectric (numărul sarcinilor negative și pozitive de o parte și de alta a membranei se neutralizează reciproc).

Inversarea polarității: importul de sarcini pozitive în celulă excede exportul de sarcini pozitive datorat ieșirii K^+ . În această fază se dezvoltă vârful (spike-ul) PA, care ajunge în celula nervoasă la $+30\text{mV}/+40\text{mV}$, aproape de valoarea potențialului de echilibru al Na^+ ($+60\text{mV}$).

În celula nervoasă PA durează aproximativ 1 ms dar pot fi mult mai lungi în anumite tipuri de celule musculare.

Excitabilitatea membranei scade brusc la 0, acum sunt deschise canalele voltaj dependente pentru Na^+ , există un influx masiv de Na^+ , astfel încât membrana nu mai are resurse pentru a răspunde la un nou stimul care ar acționa în această perioadă. (este **PRA** = *perioada refractară absolută*).

PRA este importantă pentru că determină numărul de PA care pot fi generate în unitatea de timp într-o membrană excitabilă (**labilitatea**). Cu cât PRA este mai scurtă, labilitatea neuronului crește.

3. Repolarizarea rapidă, datorită:

- închiderii canalelor pentru Na^+ care au fost deschise în timpul depolarizării rapide $\Rightarrow \text{Na}^+$ pătruns în etapa precedentă rămâne blocat în celulă;
- deschiderea canalelor voltaj-dependente pentru K^+ \Rightarrow difuzia K^+ din celulă spre exterior reface rapid încărcătura electrică mai electropozitivă a feței externe a membranei comparativ cu cea internă.

În această fază excitabilitatea membranei crește treptat pe măsură ce repolarizarea avansează. Canalele pentru Na^+ s-au închis în totalitate în momentul de vârf al PA, au stat închise pentru un foarte scurt interval de timp, iar acum sunt disponibile pentru a genera un nou PA. Așadar este perioada refractară relativă (**PRA**). Acum permeabilitatea membranei pentru K^+ este maximă (eflux maxim al acestui ion), dar un stimul supraliminar poate deschide mai multe canale pentru Na^+ astfel încât influxul de Na^+ să depășească efluxul de K^+ și să permită depolarizarea respectiv formarea unui nou PA.

4. Repolarizarea lentă: o întârziere a repolarizării datorită excesului de sarcini pozitive ale ionilor de Na^+ sechestrați în celulă (2-3ms). Datorită acestui exces de sarcini pozitive din celulă, chiar un stimul aflat cu puțin sub pragul de excitabilitate poate produce PA. Așadar membrana are o excitabilitate ușor crescută peste normal, *hiperexcitabilitate*.

5. Posthiperpolarizarea: creșterea diferenței de potențial transmembranar peste valoarea PMR (-80mV/-90mV), deoarece canalele de Na^+ continuă să fie închise, și o parte a canalelor pentru K^+ sunt deschise, și REINTRĂ în funcție POMPA DE Na^+/K^+ care scoate activ Na^+ din celulă iar K^+ difuzat prin canale la exterior este reintrodus în celulă de pompă în timp ce Na^+ nu poate pătrunde în celulă, este doar scos \Rightarrow hiperpolarizarea membranei pentru o durată de câteva zeci de ms ceea ce va determina o *hipoexcitabilitate* a membranei.

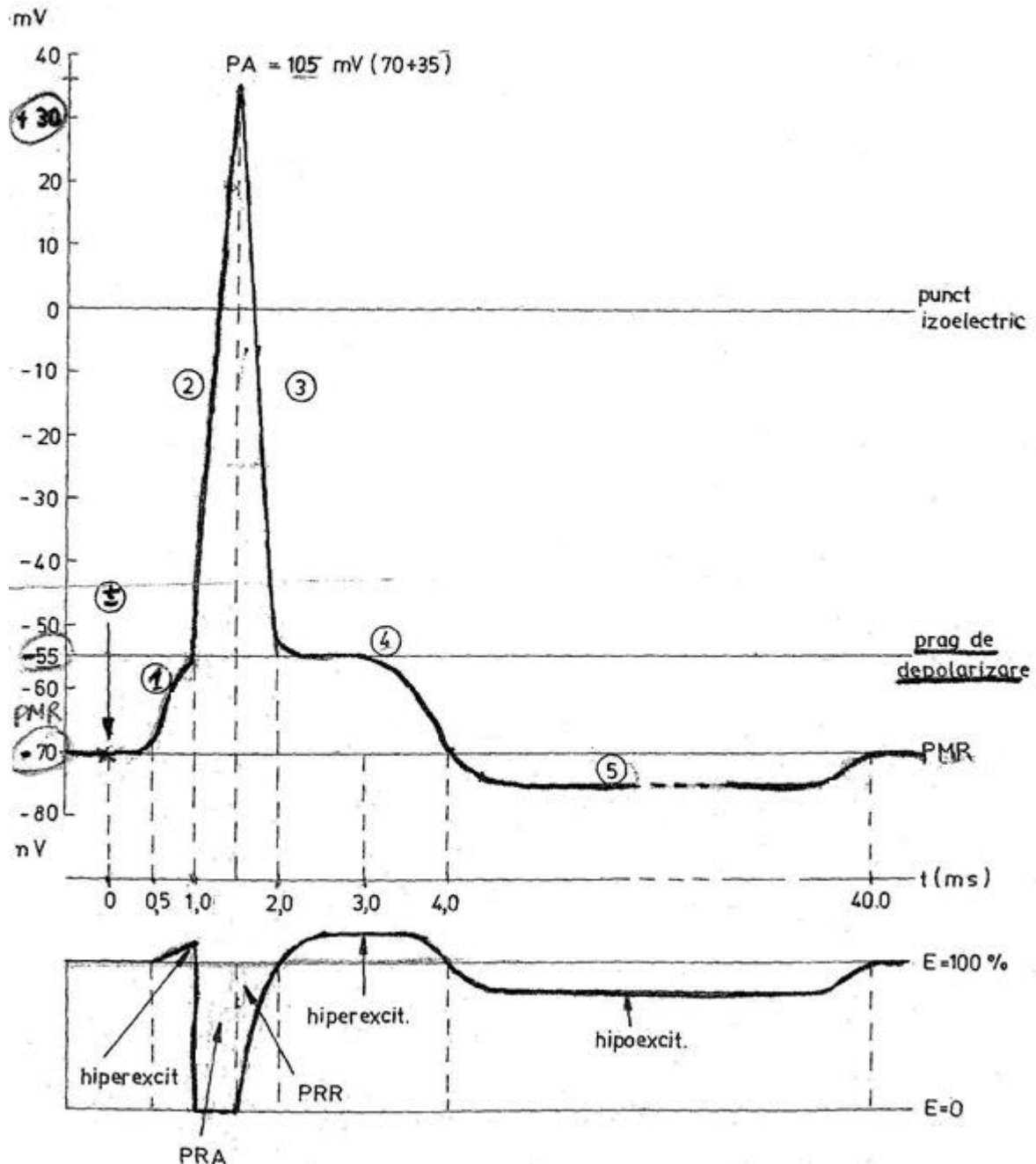


Fig. I.6. Potențialul de acțiune al neuronului și modificările de excitabilitate membranară care-l însoțesc⁵

⁵ ARDELEAN, G., ROȘIORU, C., 1996: Integrarea și coordonarea organismului animal – curs de fiziologie, Ed. Univ. Baia Mare.

b. Transportul transmembranar

În funcție de consumul energetic se disting două tipuri de transport:

- **pasiv** (fără consum de energie): substanțele se deplasează în sensul gradientului de concentrație respectiv în sensul gradientului electrochimic;

Ex.

Difuziunea simplă

- substanțe nepolarizate (liposolubile): O₂, hormonii steroizi (derivați din colesterol);
- molecule organice cu legături covalente polare dar neîncărcate electric (CO₂, etanolul, ureea);

Difuziunea facilitată: - molecule polarizate mari: glucoza, aminoacizii;

Osmoza

- **activ** (cu consum de energie): se realizează împotriva gradientului electrochimic

- primar: pompa de Ca²⁺
- secundar (cotransport): pompa de Na⁺/K⁺

TRANSPORTUL VEZICULAR (CITOZA):

O categorie specială de transport care necesită energie.

- Endocitoza - pinocitoza (pentru substanțe lichide)

- fagocitoza (pentru substanțe solide)

- Exocitoza

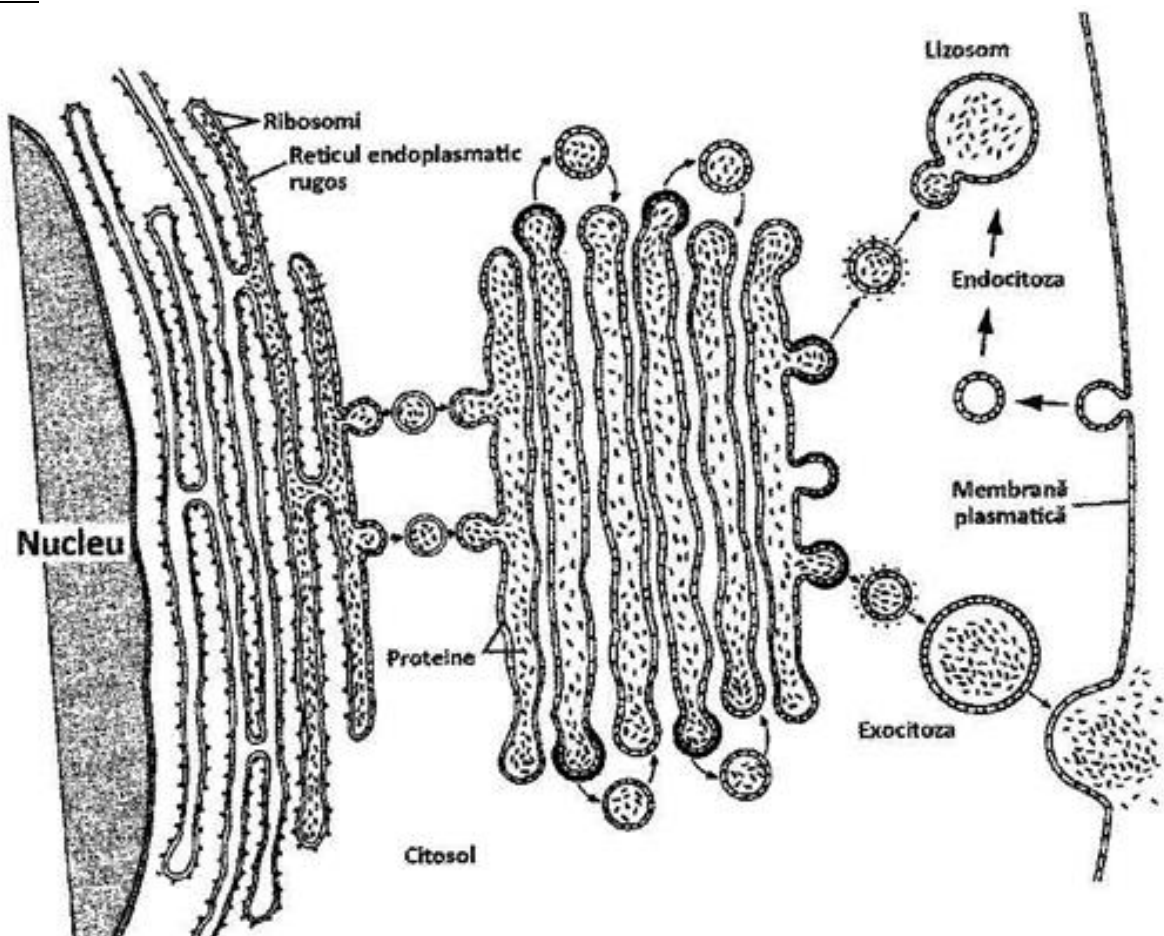


Fig. I.6. Endocitoza și exocitoza⁶

⁶ pag. 19 Biologie clasele XI-XII pentru grupele de excelență Cluj-Napoca 2010