

1.2. CELULA

Celula = **unitatea morfo-funcțională și genetică** de bază a organizării materiei vii. Poate exista singură sau în grup, constituind diferite țesuturi.

Forma:

- depinde de funcția celei
- inițial, toate celulele au **formă globuloasă**
- ulterior, pot deveni: fusiforme, stelate, cubice, cilindrice etc
- rămân permanent globuloase: ovulul / zigotul, celulele sanguine, celulele adipoase, celulele cartilaginoase

Dimensiunile:

- variază în funcție de:
 - ☑ specializare
 - ☑ starea fiziologică a organismului
 - ☑ condițiile mediului extern
 - ☑ vârstă
- **medie = 20-30 microni**
- celule cu dimensiuni mici → hematia = 7,5 microni
- celule cu dimensiuni mari → ovulul = 150-200 microni; fibra musculară striată = 5-15 cm

STRUCTURA CELULEI – 3 părți componente principale

A. **membrana celulară = membrana plasmatică = plasmalema:**

- este alcătuită, în principal, din **fosfolipide** și **proteine** → este un **bistrat fosfolipidic** în care sunt inserate proteine
- are o **structură trilaminară: 2 zone hidrofile + o zonă hidrofoabă** (fosfolipidele sunt astfel dispuse, încât porțiunea lor hidrofilă formează un bistrat în interiorul căruia se află porțiunea lor hidrofoabă)
- elementele componente:
 - 1) **proteinele:**
 - componenta proteică e cea care realizează funcțiile specializate ale membranei și mecanismele de transport transmembranar
 - se pot situa:
 - ⇒ transmembranar
 - ⇒ pe fața externă a membranei
 - ⇒ pe fața internă a membranei
 - deoarece proteinele nu sunt uniform distribuite în cadrul structurii lipidice, acest model structural a fost denumit „**modelul mozaicului fluid**”
 - 2) **glucidele** (glicoproteine și glicolipide):
 - sunt atașate pe fața externă a membranei
 - sunt puternic încărcate negativ
 - 3) **lipide:** **colesterolul** (nu este iubitor de H₂O), fosfolipide (**lecitina**)

- roluri:
 - ☑ înconjoară celula, conferindu-i forma
 - ☑ separă structurile interne ale celulei de mediul extracelular
 - ☑ prin zona hidrofobă restricționează pasajul transmembranar al moleculelor hidrosolubile și al ionilor
 - ☑ unele celule prezintă **prelungiri** acoperite de membrană:
 - a. temporare și neordonate: pseudopodele de la leucocite
 - b. permanente:
 - microvili din epitelii mucoasei intestinale și epitelii tubilor renali
 - cili din epitelii mucoasei traheei
 - desmozomii = corpusculii de legătură care solidarizează celulele epiteliale

B. citoplasma:

- are o structură complexă, la nivelul ei desfășurându-se principalele funcții vitale
- este un sistem coloidal format din:
 - a) apă = mediu de dispersie
 - b) ansamblu de miceli coloidale în mișcare browniană = faza dispersată
- funcțional, are **2 componente**:
 1. o parte nestructurată = **hialoplasma**
 2. o parte structurată = **organitele celulare**, care pot fi:
 - a. comune tuturor celulelor
 - b. specifice, prezente numai în anumite celule, unde îndeplinesc funcții speciale
- **organitele comune**:
 - 1) **reticulul endoplasmatic = RE**:
 - este un sistem canalicular
 - localizare: leagă plasmalema de stratul extern al membranei nucleare
 - REN = reticulul endoplasmatic neted = rețea de citomembrane cu aspect diferit, în funcție de activitatea celulară
 - RER = reticulul endoplasmatic rugos = ergastoplasma = formă diferențiată a RE, ce prezintă ribozomi pe suprafața externă a peretelui membranos
 - funcții:
 - ☑ sistem circulator intracitoplasmatic
 - ☑ REN – rol important în metabolismul glicogenului
 - ☑ RER – rol în sinteza de proteine
 - 2) **ribozomii = corpusculii lui Palade**:
 - sunt organite bogate în ribonucleoproteine, fără membrană
 - au forma unor granule ovale sau rotunde (150-250 Å)
 - localizare:
 - a) liberi în matricea citoplasmatică
 - b) asociați RE neted, formând RER (ergastoplasma)
 - c) pe foița externă a membranei nucleare
 - funcție: reprezintă sediul sintezei proteice
 - 3) **aparatul Golgi = dictiozomii**:
 - = sistem membranar format din micro- și macrovezicule și din cisterne alungite
 - localizare: în apropierea nucleului (în zona cea mai activă a citoplasmei)
 - funcție: excreția unor substanțe celulare

4) mitocondriile:

- au o formă ovală sau rotundă
- lipsesc în eritrocite
- peretele prezintă structură trilaminară (lipoproteică):
 - a. membrana externă = învelișul extern
 - b. interspațiul
 - c. membrana internă – plicaturată, formând creste mitocondriale
- în interior se găsește matricea mitocondrială, în care se află sistemele enzimatice ce realizează fosforilarea oxidativă (sinteza de ATP)
- funcție: reprezintă sediul fosforilării oxidative, cu eliberare de energie

5) lizozomii:

- sunt corpusculi sferici, ce conțin enzime hidrolitice, cu rol important în celulele fagocitare (leucocite – neutrofile și limfocite; macrofage; microglie)
- localizare: răspândiți în întreaga hialoplasmă
- funcție: digerarea substanțelor și particulelor care pătrund în celulă, precum și a fragmentelor de celule sau țesuturi

6) centrozomul:

- se manifestă în timpul diviziunii celulare
- lipsește în neuroni
- este format din:
 - a. 2 centrioli cilindrici – perpendiculari unul pe celălalt
 - b. centrosferă = citoplasmă vâscoasă, ce înconjoară centriolii
- localizare: în apropierea nucleului
- funcție: în diviziunea celulară

○ organitele specifice:

- 1) **miofibrilele** = elemente contractile din sarcoplasma fibrelor musculare
- 2) **neurofibrilele** = rețea ce se întinde în citoplasma neuronului, în axoplasmă și în dendrite
- 3) **corpii Nissl = corpii tigroizi** = echivalenți ai RER pentru neuron

○ citoplasma mai conține și incluziuni citoplasmatic (au caracter temporar):

- ⇒ granule de substanțe de rezervă
- ⇒ produși de secreție
- ⇒ pigmenti

C. **nucleul**:

○ **roluri** – coordonează procesele biologice fundamentale:

- ☒ conține material genetic
- ☒ controlează metabolismul celular
- ☒ transmite informația genetică

○ **forma** celulei (de obicei)

○ **dimensiunile**:

- ⇒ 3-20 micrometri, corespunzător ciclului funcțional al celulei
- ⇒ în raport de 1/3 – 1/4 cu citoplasma

○ **poziția**:

- centrală

- excentrică (celule adipoase, celule mucoase (inclusiv Brunner), celula musculară scheletică, celula Schwann, majoritatea neuronilor vegetativi, celulele din țesuturile epiteliale pseudounistratificate – mucoasa olfactivă, epitelii traheal)
- **număr:**
 - unu → celula mononucleată (majoritatea celulelor: celula nervoasă senzitivă / motorie / de asociație, celula adipoasă, leucocitul, enterocitul, celula urotelială, **fibra musculară netedă**)
 - doi → celula binucleată (hepatocitul, neuronul vegetativ)
 - mai mulți → celula polinucleată (**fibra musculară striată**, neuronul vegetativ)
 - niciunul → celula anucleată (hematia adultă)
- **structura:**
 1. membrana nucleară:
 - este poroasă
 - este dublă, cu structură trilaminară:
 - a) o foiță externă – spre matricea citoplasmatică, ce prezintă ribozomi și se continuă cu citomembranele RE
 - b) spațiul perinuclear – între cele 2 foițe
 - c) o foiță internă – aderentă miezului nuclear, ce NU prezintă ribozomi
 2. carioplasma:
 - = o soluție coloidală cu aspect omogen
 - la nivelul ei există o rețea de filamente subțiri, formate din granulații fine de cromatină din care, la începutul diviziunii celulare, se formează cromozomii
 - cromozomii sunt alcătuiți din:
 - ☑ ADN și ARN cromozomal
 - ☑ proteine histonice și non-histonice
 - ☑ cantități mici de lipide
 - ☑ ioni de Ca și Mg
 3. unul sau mai mulți nucleoli

PROPRIETĂȚILE CELULEI

Se împart în:

A. proprietăți generale:

1. reproducerea celulară
2. sinteza proteică
3. metabolismul celular
4. transportul transmembranar
5. potențialul de membrană

B. proprietăți speciale:

1. activitatea secretorie: fiecare celulă sintetizează substanțele proteice și lipidice proprii, necesare pentru refacerea structurilor, pentru creștere și înmulțire; unele celule s-au specializat în producerea de substanțe pe care le „exportă” în mediul intern (secreție endocrină) sau în mediul extern / în lumenul unor cavități (secreție exocrină)
2. contractilitatea = proprietatea celulelor musculare de a transforma energia chimică a unor compuși în energie mecanică

Transportul transmembranar:

- membrana celulară:
 - ☑ prezintă permeabilitate selectivă pentru anumite molecule și majoritatea ionilor
 - ☑ permite un schimb bidirecțional de substanțe nutritive și produși ai catabolismului celular
 - ☑ permite un transfer ionic, care determină apariția curenților electrice
- **mecanismele implicate** în transportul transmembranar pot fi grupate în 2 categorii principale:
 1. **mecanisme care nu necesită prezența unor proteine membranare transportoare (cărași):**
 - a. **difuziunea (simplă)**
 - b. **osmoza**
 2. **mecanisme care necesită prezența unor proteine membranare transportoare:**
 - a. **difuziunea facilitată**
 - b. **transportul activ**
 - au nevoie de proteine transportoare membranare pentru a traversa membrana celulară:
 - ☑ moleculele organice polarizate
 - ☑ moleculele cu greutate moleculară mare
exemple: aminoacizi, glucoză, proteine, glucide
 - sunt un transport specific, saturabil → fiecare proteină transportoare se poate combina doar cu anumite substanțe și va exista un transport maxim pentru o fiecare substanță
 - pentru același transportor poate apărea competiția între moleculele de transportat
- **clasificarea transportului transmembranar după consumul energetic necesar:**
 1. **transport pasiv** (moleculele se deplasează conform gradientului lor de concentrație → nu necesită energie pentru a se desfășura): difuziunea (simplă), osmoza și difuziunea facilitată
 2. **transport activ** (moleculele se deplasează împotriva gradientului lor de concentrație → necesită cheltuială energetică – ATP, pentru a se desfășura)
- **difuziunea (simplă):**
 - moleculele unui gaz + moleculele și ionii aflați într-o soluție se găsesc într-o mișcare dezordonată permanent, rezultat al energiei lor
 - difuziunea determină răspândirea uniformă a moleculelor într-un volum dat, de gaz sau de soluție (deși e o mișcare dezordonată, duce la o răspândire uniformă)
 - ori de câte ori există o diferență de concentrație (un gradient) între 2 componente ale unei soluții, mișcarea moleculară tinde să elimine această diferență și să distribuie moleculele uniform
 - **pot trece** prin difuziune prin membrana celulară (datorită structurii ei):
 - ☑ moleculele nepolarizate (liposolubile):
 - ⇒ O₂
 - ⇒ **hormonii steroizi (mineralocorticoizi, glucocorticoizi, sexosteroizi)**
 - ☑ moleculele organice cu legături covalente polare, dar care nu sunt încărcate electric:
 - ⇒ CO₂
 - ⇒ **etanolul**
 - ⇒ **ureea**

- **nu pot trece** prin difuziune prin membrana celulară, având nevoie de cărauși:
 - ☒ **moleculele polarizate mari:** glucoza
 - ☒ **ionii** → **membrana nu permite pasajul ionic liber**, acesta având loc doar la nivelul pompelor și canalelor ionice cu structură proteică (formațiuni membranare cu dimensiuni atât de mici încât nu pot fi vizualizate cu microscopul electronic)
- **osmoza:**
 - = difuziunea **apei** (solventului) dintr-o soluție
 - condiție: membrana care separă cele 2 compartimente trebuie să fie **semipermeabilă** (să fie mai permeabilă pentru moleculele de solvent decât pentru moleculele de solvit)
 - apa va trece din compartimentul în care concentrația ei este mai mare (soluția mai diluată) în cel cu concentrație mai mică (soluție mai concentrată)
 - **presiunea osmotică:**
 - = forța care trebuie aplicată pentru a preveni osmoza
 - e direct proporțională doar cu numărul de particule dizolvate în soluție, nu cu mărimea, forma sau masa lor
- **difuziunea facilitată:**
 - moleculele se deplasează prin transport pasiv, conform gradientului de concentrație, cu ajutorul proteinelor transportoare
 - se realizează cu ajutorul:
 - a) **proteinelor „cărauș”**
 - b) **canalelor membranare** (ex: canalele de Na^+ și K^+ – cu rol în potențialul de acțiune; canalele GLUT care transportă glucoza)
- **transportul activ:**
 - asigură deplasarea moleculelor și a ionilor împotriva gradientelor lor de concentrație
 - se desfășoară cu consum de energie furnizată de ATP – doar transportul activ primar
 - proteinele transportoare se vor numi **pompe**
 - este de 2 feluri:
 - a) **primar:**
 - pentru funcționarea proteinei transportoare pentru deplasarea unei substanțe împotriva gradientului ei de concentrație se utilizează energia rezultată din hidroliza directă a ATP-ului → se desfășoară cu consum de energie furnizată de ATP
 - exemplu: pompa de Na^+/K^+ (cu rol în potențialul de repaus); pompa de Ca^{2+} (scoate Ca^{2+} din celulă; prezintă un loc de conexiune)
 - b) **secundar (co-transport):**
 - pentru transportul unei molecule sau ion împotriva gradientului său de concentrație se utilizează energia rezultată din transportul altei substanțe în sensul gradientului ei → se desfășoară cu consum de energie furnizată prin transportul unei substanțe în sensul gradientului ei de concentrație
 - exemplu: pompa de $\text{Na}^+/\text{glucoză}$
- **transportul vezicular:**
 - reprezintă o categorie specială de transport activ
 - este de 2 feluri:
 1. **exocitoză** = materialul intracelular este captat în vezicule care vor fuziona cu membrana celulară, iar conținutul lor va fi eliminat în exteriorul celulei

2. **endocitoză** = materialul extracelular este captat în vezicule formate prin invaginarea membranei celulare și transferat intracelular; forme particulare:
- fagocitoză = înglobare de particule solide
 - pinocitoză = înglobare de picături

Potențialul de membrană:

- **potențialul membranar de repaus:**

- = potențialul de membrană atunci când la nivelul acesteia nu se produc impulsuri electrice
- distribuția inegală a sarcinilor de-o parte și de alta a membranei celulare este creată de:
 - ☑ permeabilitatea selectivă a membranei
 - ☑ prezența intracelulară a moleculelor nedifuzibile, încărcate negativ
 - ☑ activitatea pompei Na^+/K^+
- → această diferență de potențial = potențialul de membrană
- are o valoare medie de **-65 mV până la -85 mV** (apropiată de a potențialului de echilibru pentru K^+)
- depinde de permeabilitatea membranei pentru diferitele tipuri de ioni
- valoarea lui se datorează pompei de Na^+/K^+ , care reintroduce în celulă K^+ difuzat la exterior și expulzează Na^+ pătruns în celulă, într-un raport de 2 K^+ la 3 Na^+
- pompa de Na^+/K^+ este un tip de transport activ primar care folosește energia rezultată din hidroliza ATP-ului pentru a scoate din celulă 3 ioni de Na^+ la schimb cu 2 ioni de K^+ , pe care îi introduce în celulă
- → astfel, o celulă își menține relativ constantă concentrația intracelulară a ionilor de Na^+ și K^+ și un potențial membranar constant, în absența unui stimul

- **potențialul de acțiune (PA):**

- = modificarea temporară a potențialului de membrană
- celulele stimulate electric generează PA prin modificarea potențialului de membrană
- **fazele potențialului de acțiune** (ex: pentru neuron):
 - 1) **pragul:**
 - celulele excitabile se depolarizează rapid, dacă valoarea potențialului de membrană este redusă la un nivel critic (**potențialul prag**)
 - odată acest prag atins, depolarizarea este **spontană**
 - potențialul de acțiune este un răspuns de tipul „**tot sau nimic**”: stimulii subliminali (cu o intensitate inferioară pragului) nu provoacă depolarizarea și declanșarea unui impuls, iar stimulii supraliminali (cu o intensitate superioară pragului) nu determină o reacție mai amplă decât stimulul prag
 - 2) **panta ascendentă = depolarizarea:**
 - apare după atingerea potențialului prag
 - se datorează creșterii permeabilității membranei pentru Na^+
 - Na^+ va intra în celulă (prin transport pasiv) prin canale voltaj-dependente speciale pentru el, care se deschid atunci când potențialul de membrană atinge valoarea prag
 - potențialul de membrană variază de la -65 mV la +40 mV
 - 3) **panta descendentă = repolarizarea:**
 - potențialul revine către valoarea de repaus
 - K^+ va ieși din celulă (prin transport pasiv) prin canale voltaj-dependente speciale pentru el, care se deschid de asemenea în prezența stimulului
 - potențialul de membrană revine la -65 mV

- în funcție de tipul de celulă, sunt diferite:
 - a. **mecanismele de producere a PA**
 - b. **aspectul PA**
 - c. **amplitudinea PA:**
 - ⇒ pentru neuron → 120 mV (de la -80 mV la + 40 mV)
 - ⇒ pentru celula miocardică ventriculară → puțin peste 80 mV (de la -80 mV la puțin peste 0 mV)
 - ⇒ pentru fibra musculară netedă de la nivelul antrului gastric → puțin sub 80 mV (de la -80 mV la sub 0 mV)
 - d. **durata PA:**
 - ⇒ pentru neuron → 2 ms
 - ⇒ pentru celula miocardică ventriculară → puțin peste 200 ms
 - ⇒ pentru fibra musculară netedă de la nivelul antrului gastric → 5 ms
 - e. **durata perioadei refractare absolute:** celula miocardică ventriculară > fibra musculară netedă de la nivelul antrului gastric > neuronul
- dar principiul de bază este același: modificarea potențialului de membrană se datorează unor curenți electrici care apar la trecerea ionilor prin canalele membranare specifice, ce se închid sau se deschid în funcție de valoarea potențialului de membrană
- potențialul de acțiune, odată generat în orice punct al unei membrane excitabile, va stimula la rândul lui zonele adiacente ale acesteia, propagându-se în ambele sensuri, până la completa depolarizare a membranei
- **perioada refractară:**
 - ❖ = intervalul de timp pe parcursul căruia este difficil de obținut un potențial de acțiune
 - ❖ se împarte în:
 1. **perioadă refractară absolută:**
 - nu se poate obține un nou PA, indiferent de intensitatea stimulului
 - cuprinde panta ascendentă a PA (depolarizarea) + o porțiune din panta descendentă (o porțiune din repolarizare)
 - se datorează inactivării canalelor de Na⁺
 2. **perioadă refractară relativă:**
 - se poate iniția un al doilea PA, dacă stimulul este suficient de puternic
 - cuprinde restul din panta descendentă (restul din repolarizare)
 - PA astfel obținut are o viteză de apariție a pantei ascendente mai mică și o amplitudine mai redusă decât în mod normal
- **impulsul nervos sau muscular** = transmiterea depolarizării de-a lungul unei fibre nervoase sau musculare