

Biofizică

CURS 6

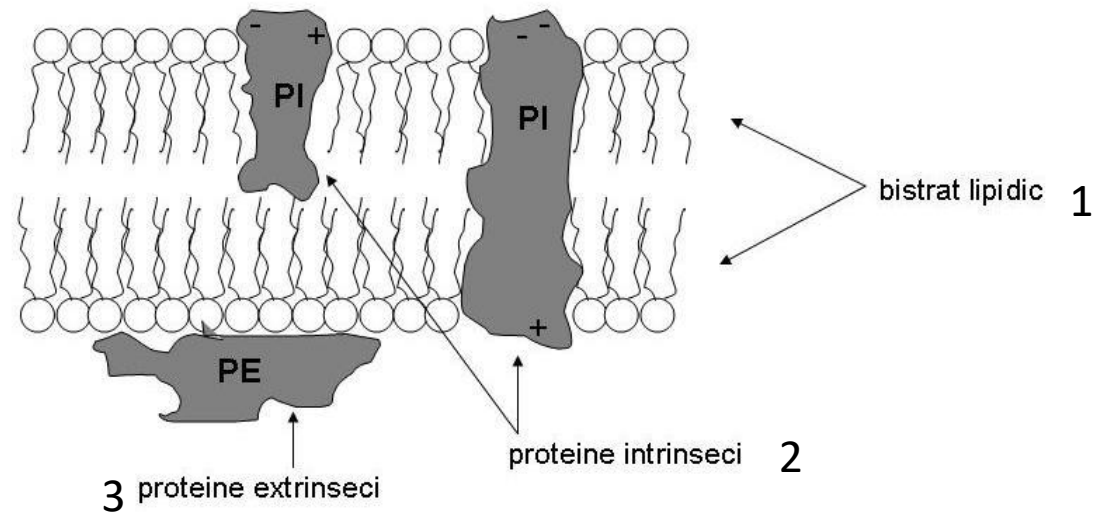
Membrana celulară (organizare și funcții, compoziție, modele membranare, mecanisme și sisteme de comunicare intercelulară, fenomene de transport prin membrană)

Membrana celulară

- Alcătuire
- Funcții
- Fenomene membranare

Membrana celulară

Alcătuirea membranei



1 lipide

2 proteine intrinseci

3 proteine extrinseci

Molecule de apă/ioni

Membrana celulară

Funcțiile membranei

- structurală: matricea funcțiilor celulare de bază (bistratul lipidic)
- funcțională: barieră cu permeabilitate selectivă (proteine intrinseci)
- informațională: receptor de mesaje intercelulare (proteine extrinseci)

Membrana celulară

Transportul membranar

- **Sisteme de macrotransfer**

(prin vezicule): **Endocitoza** (*spre interior*)

Exocitoza (*spre exterior*)

Transcitoza (prin celulele
endoteliului capilar)

- **Sisteme de microtransfer**

- transportul pasiv (fără consum de energie): **difuzia/difuzia
facilitată/osmoza**

- transportul activ (cu consum de energie): **primar** și **secundar**

Membrana celulară

Transportul pasiv (fără consum de energie): în sensul forțelor motrice: gradienti de concentrație, gradienti de presiune osmotică

- *difuzia*
- *difuzia facilitată*
- *osmoza*

Membrana celulară

Difuzia simplă

Mișcarea (amestecul) unor particule (molecule, atomi, ioni, proteine etc.) dintr-o zonă cu concentrație mare spre o zonă cu concentrație mică, pe baza agitației termice

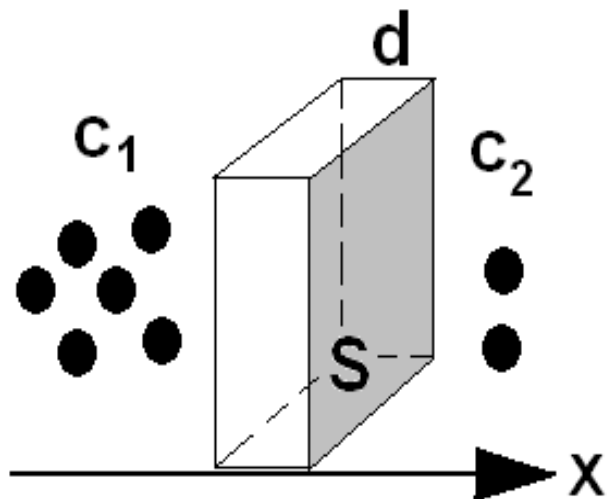
Difuzia va continua ca proces până când diferențele de concentrație dintre cele două zone dispar – deci gradientul este eliminat.

- **directă** (prin bistratul lipidic)
- **mediată** de peptide (ionofori):
 - transportori (cărăuși)
 - canale ionice

Membrana celulară

Difuzia simplă

Legea Fick (I):



$$\frac{\Delta m}{S \cdot \Delta t} = -D \frac{\Delta c}{\Delta x}$$

Gradient de concentrație

flux

Constantă de difuzie

$$J = -D \frac{dc}{dx}$$

Membrana celulară

Constanta de difuziune (difuzie) D

- depinde de:
 - temperatură
 - raza moleculei
 - vâscozitate

$$D = \frac{kT}{6\pi r \eta}$$

Relația lui Einstein între constanta de difuzie și vâscozitate
(considerând legea lui Stoke validă)

Membrana celulară

Difuzia ionilor

- Diferența de concentrație creează o diferență de potențial electric V
- Apare un flux de deplasare datorat forțelor electrice:

$$F_e = q \frac{V}{d} = qE$$

Membrana celulară

Mobilitatea ionică

Forțele electrice sunt echilibrate
de forțele de frecare:

$$qE = 6\pi \eta r v$$

(considerând legea lui Stoke validă)

Mobilitatea ionului depinde de:

- sarcina electrica (q)
- raza (r)
- viscozitate (η)

$$\frac{v}{E} = \frac{q}{6\pi r \eta}$$

Membrana celulară

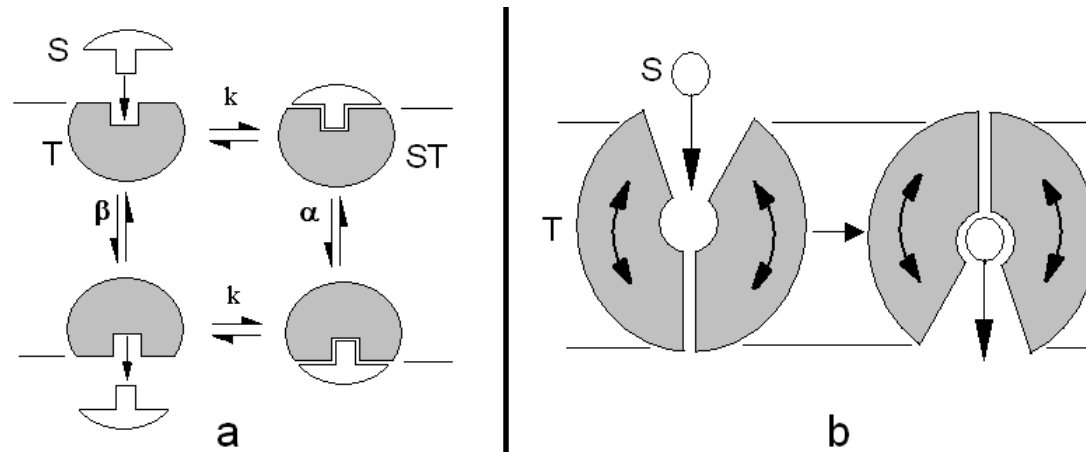
Caracteristicile difuziei facilitate

- viteza mai mare decât în cazul difuziei simple
- se saturează la concentrații mari
- inhibată de analogii structurali ai solvitului transportat

Membrana celulară

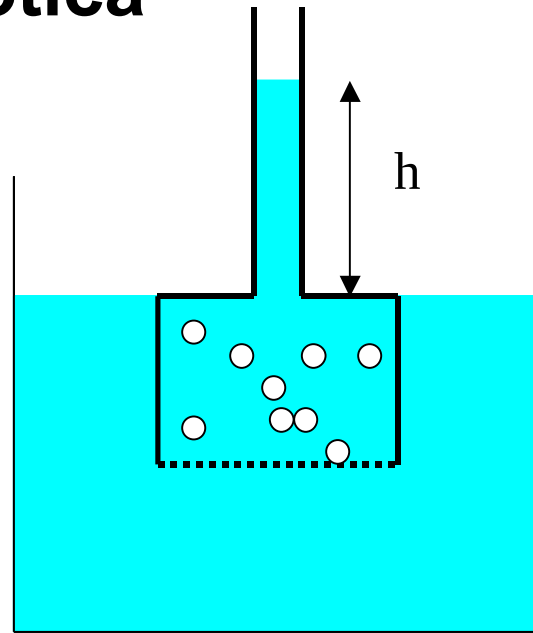
Mecanisme de difuzie facilitată

- a) **cheie-lacat**: translocarea proteinelor extrinseci
- b) **ping-pong**: tranziții conformaționale ale proteinelor intrinseci



Membrana celulară

Presiunea osmotică



$$pV = \nu \cdot R \cdot T$$

$$\Pi = \frac{\nu}{V} \cdot R \cdot T$$

$$\Pi = R \cdot C \cdot T$$

Legea lui van't Hoff

Membrana celulară

Osmolaritatea

Soluție osmolară: conține un număr de particule egal cu numărul lui *Avogadro*

Osmolaritatea [osM]: numărul de particule dizolvate într-un litru de soluție raportat la numărul lui *Avogadro*

Membrana celulară

Serul fiziologic

Soluție izotonă NaCl 0,9%

$$m_{\text{Na}} = 23\text{g/mol}$$

$$m_{\text{Cl}} = 35,45\text{g/mol}$$

$$\rightarrow m_{\text{NaCl}} = 58,45\text{g/mol}$$

$$c_{\text{NaCl}} = 0,9\% = 9\text{g/litru}$$

$$\rightarrow 9\text{g NaCl contin:}$$

$$9/58,45 = 0,154\text{moli}$$

sau

$$0,154N_A \text{ molecule}$$

$$(N_A = 6,023 \times 10^{23} \text{ molecule/mol})$$

gradul de disociere
100%

$$\rightarrow p = 0,154 \times 2 = 0,31 \text{ osM}$$

Membrana celulară

Pentru gradul de disociere $\alpha \neq 1$

$$\Pi = \frac{\nu}{V} \cdot R \cdot T$$

$$\nu = \frac{N}{N_A}$$

Grad de disociere α

$$\alpha = \frac{N_D}{N_I}$$

$$N_D = \alpha \cdot N_I$$

$$N = N_I - \alpha \cdot N_I + \alpha \cdot i \cdot N_I = N_I (1 - \alpha + \alpha \cdot i)$$

i este numărul de parti in care disociaza molecula/compusul

N_I este numărul inițial de particule

N_D este numărul de particule disociate

$$\Pi = \frac{\nu}{V} \cdot (1 - \alpha + \alpha \cdot i) \cdot R \cdot T$$

Membrana celulară

Lucrul osmotic

$$L = \nu RT \ln \frac{\pi_i}{\pi_f}$$

$\pi_i > \pi_f$: osmoză directă

solventul efectuează lucru mecanic (travaliu osmotic)

$\pi_i < \pi_f$: osmoză inversă

solventul primește lucru mecanic

Membrana celulară

Aplicații ale legii osmozei

1. Criogenia (congelarea soluțiilor)
2. Implicații fiziologice:
 - Izotonia
 - Tonicitatea
 - Ultrafiltrarea și reabsorbția
 - Rinichiul artificial

Membrana celulară

Izotonia

Echilibrul molecular între soluții separate de membrană

Membrana celulară

Tonicitatea

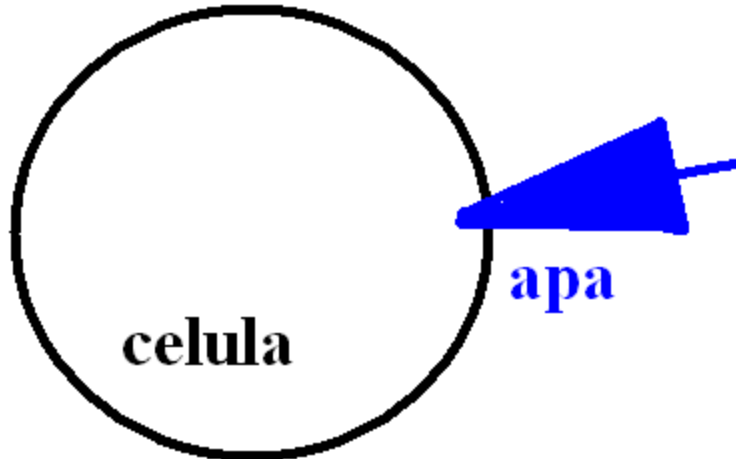
Reglarea arhitecturii celulare

- Starea tegumentelor:

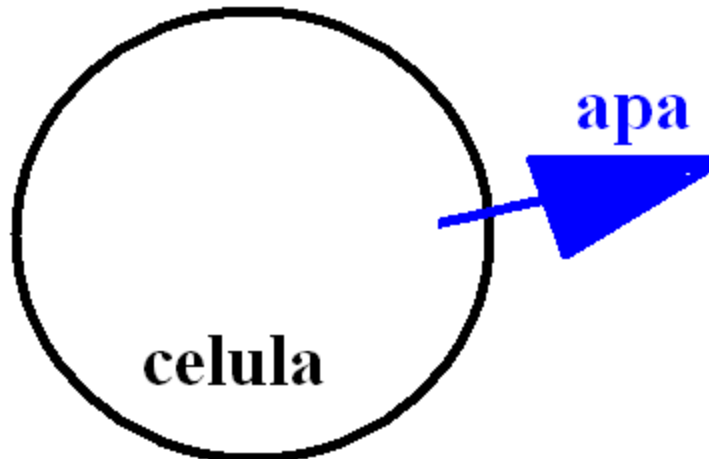
umflare

ratatinare

mediu hipotonic



mediu hipertonic



Membrana celulară

Ultrafiltrarea și reabsorbția

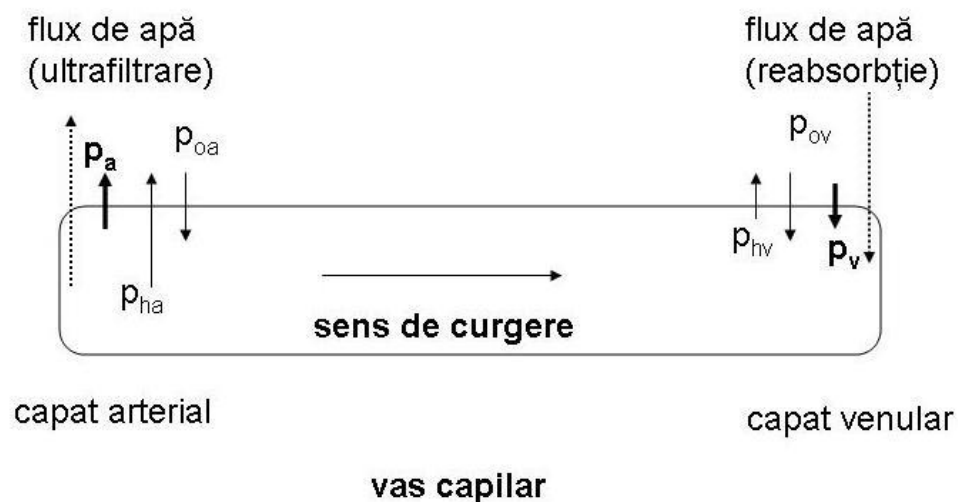
- Presiunea hidrostatică a sângelui: ~ 32 mm Hg (capilare arteriale) ~ 12 mm Hg (capilare venoase)
- Presiunea osmotică plasmatică: ~ 28 mm Hg

$$p_h - p_o > 0$$

Ultrafiltrare

$$p_h - p_o < 0$$

Reabsorbție



Membrana celulară

Distrugerea echilibrului U/R duce la invadarea țesuturilor de către apa (**edeme**):

Cauze:

- Presiune hidrostatică ridicată în capilar (insuficiență cardiacă)
- Reducere a presiunii osmotice din cauza reducerii concentrației de proteinele plasmatică (afecțiuni ale ficatului; creșterea permeabilității membranei nefronilor-sindrom nefrotic)
- Creștere în permeabilitatea peretelui capilar raportat la proteine (*răniri mecanice, arsuri, infecții superficiale, inflamații*)