

***TRASPORTI***

## Trasporti in forma libera

Diffusione  
semplice

Migrazione  
attraverso  
canali membran.

## Trasporti mediati

Diffusione  
facilitata

Trasporto  
attivo primario

Trasporto  
attivo secondario

---

**Passivi (equilibranti)**

---

**Attivi (non equilibranti)**

# Composizione ionica della cellula eucariota

	CITOPLASMA (mM)	LIQUIDO EXTRACELLULARE (mM)
CATIONI:		
<b>Na<sup>+</sup></b>	12	145
<b>K<sup>+</sup></b>	150	4
<b>Ca<sup>2+</sup></b>	10 <sup>-4</sup>	2
ANIONI:		
<b>Cl<sup>-</sup></b>	4	118
<b>A<sup>-</sup></b>	146	1

# Trasporto attivo: necessita dell'energia fornita dall'ATP

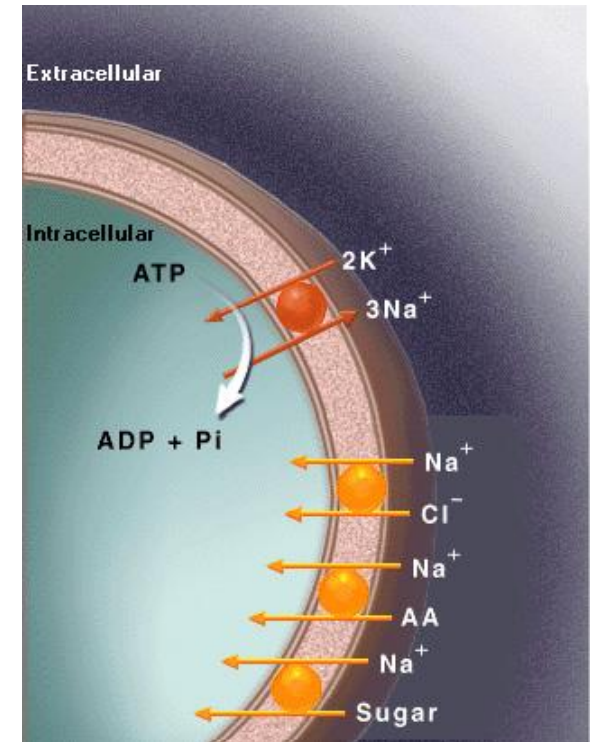
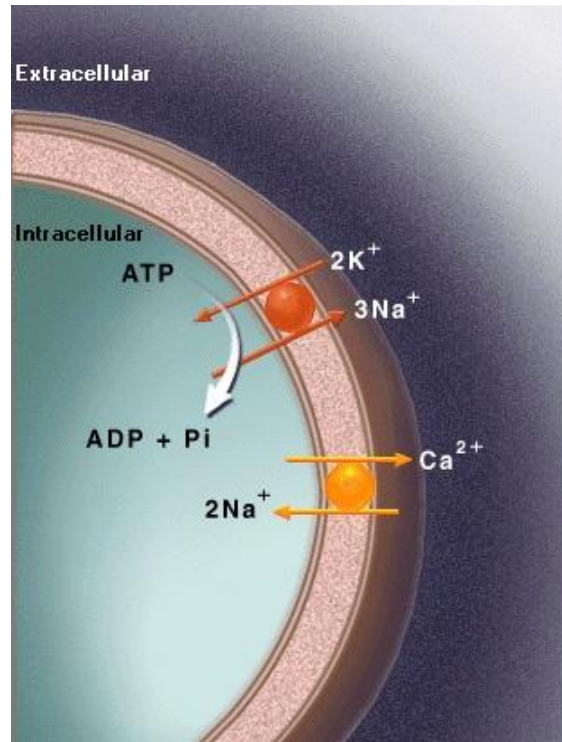
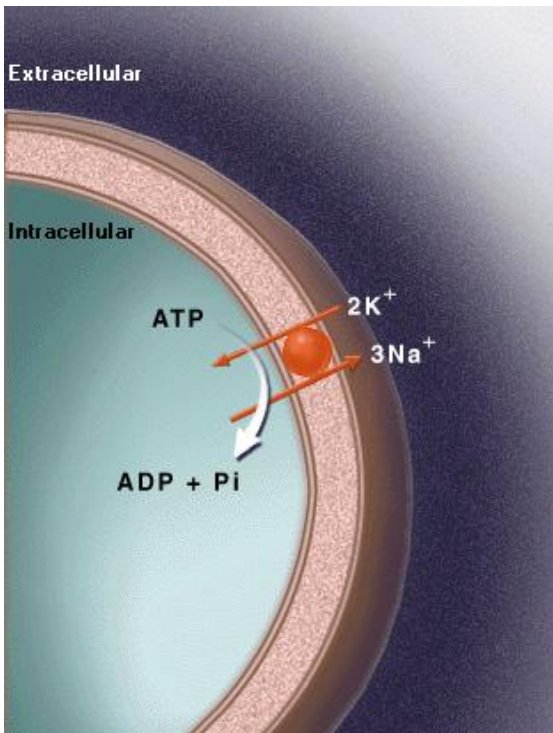
Trasporto attivo primario:

- Pompa Na/K ATPasi
- Pompa Ca-ATPasi di membrana
- Pompa Ca-ATPasi del reticolo

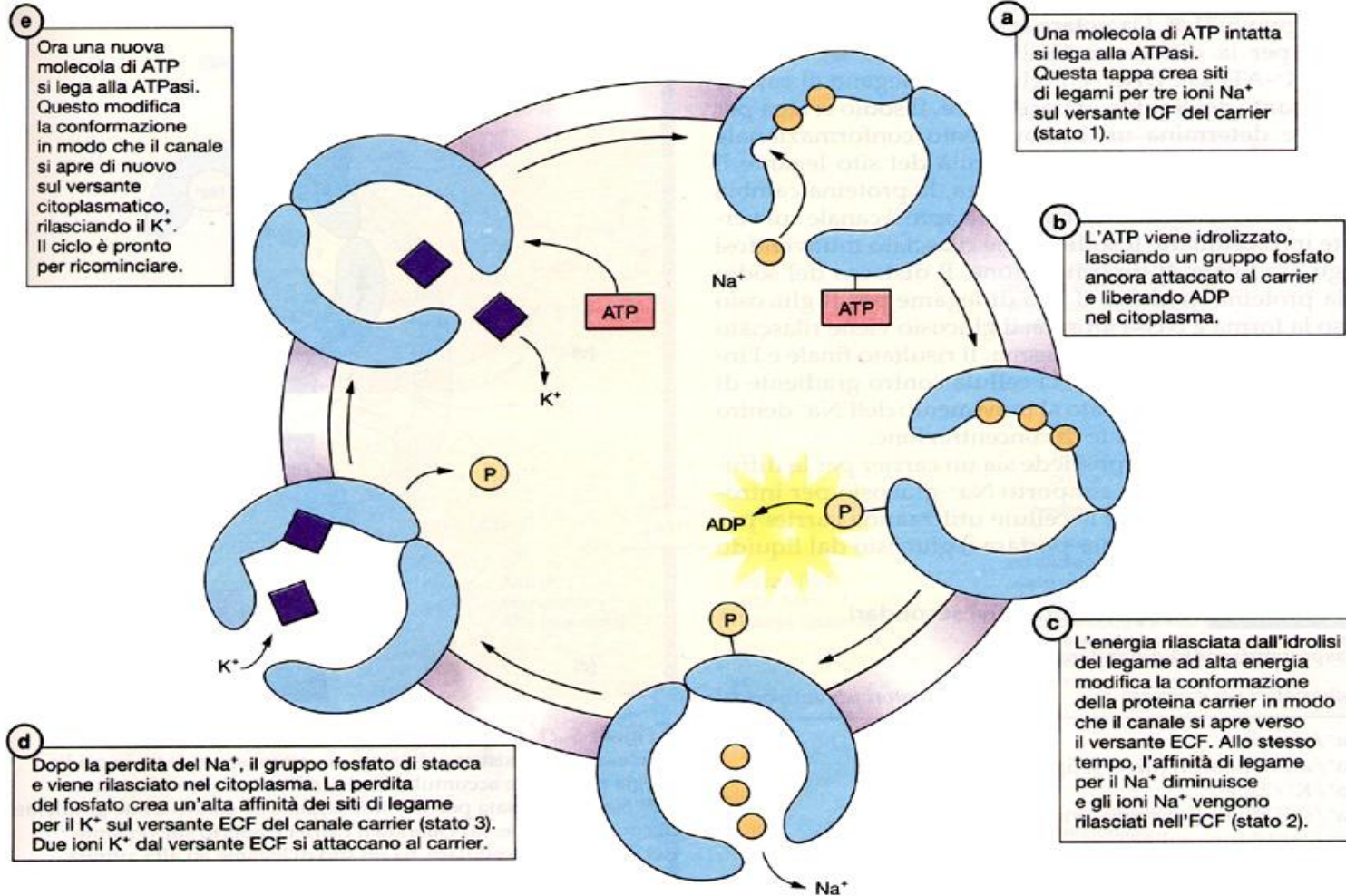
Trasporto attivo secondario

Antiporto: scambiatore Na/Ca  
(sfrutta indirettamente  
l'energia della pompa Na/K)

Cotrasporto  
(sfrutta indirettamente  
l'energia della pompa Na/K)



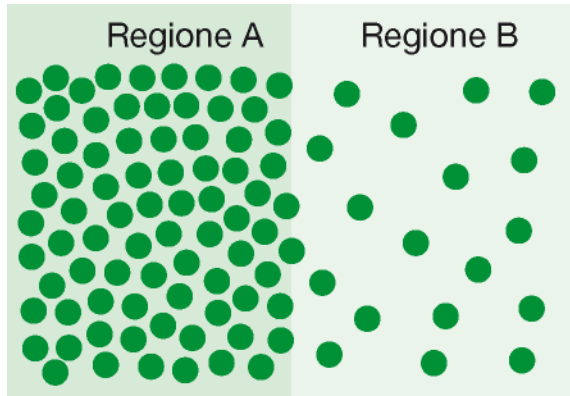
# POMPA SODIO-POTASSIO



Stato conformazionale della  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ -ATPasi

Stato	Tappe della figura #	Legame al carrier	Canale aperto verso	Affinità di legame per il $\text{Na}^+$	Affinità di legame per il $\text{K}^+$
1	e,a	ATP	ICF	Alta	Bassa
2	b,c	Fosfato inorganico	ECF	Bassa	Bassa
3	d	Nulla	ECF	Bassa	Alta

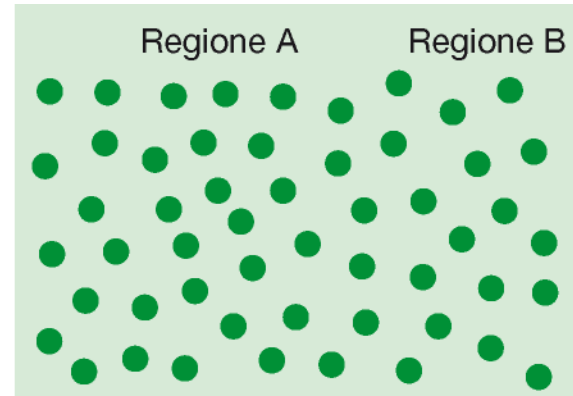
**Prima legge di Fick: Intensità del flusso = -  $k_d (C_a - C_b)$**



- Diffusione dalla regione A alla regione B
- ← Diffusione dalla regione B alla regione A
- Diffusione netta (la diffusione dalla regione A alla regione B meno la diffusione dalla regione B alla regione A)

(a)

● Molecola di soluto



- Diffusione dalla regione A alla regione B
- ← Diffusione dalla regione B alla regione A
- Diffusione netta nulla (la diffusione dalla regione A alla regione B è uguale alla diffusione dalla regione B alla regione A)

(b)

**Seconda legge di Fick stabilisce che il tempo necessario affinché da una certa distanza la concentrazione del soluto raggiunga un certo livello cresce col quadrato della distanza**

La velocità di diffusione è maggiore quanto maggiori più grandi sono:

1- gradiente di concentrazione

$$J = DA \Delta c / \Delta x$$

2- permeabilità della sostanza

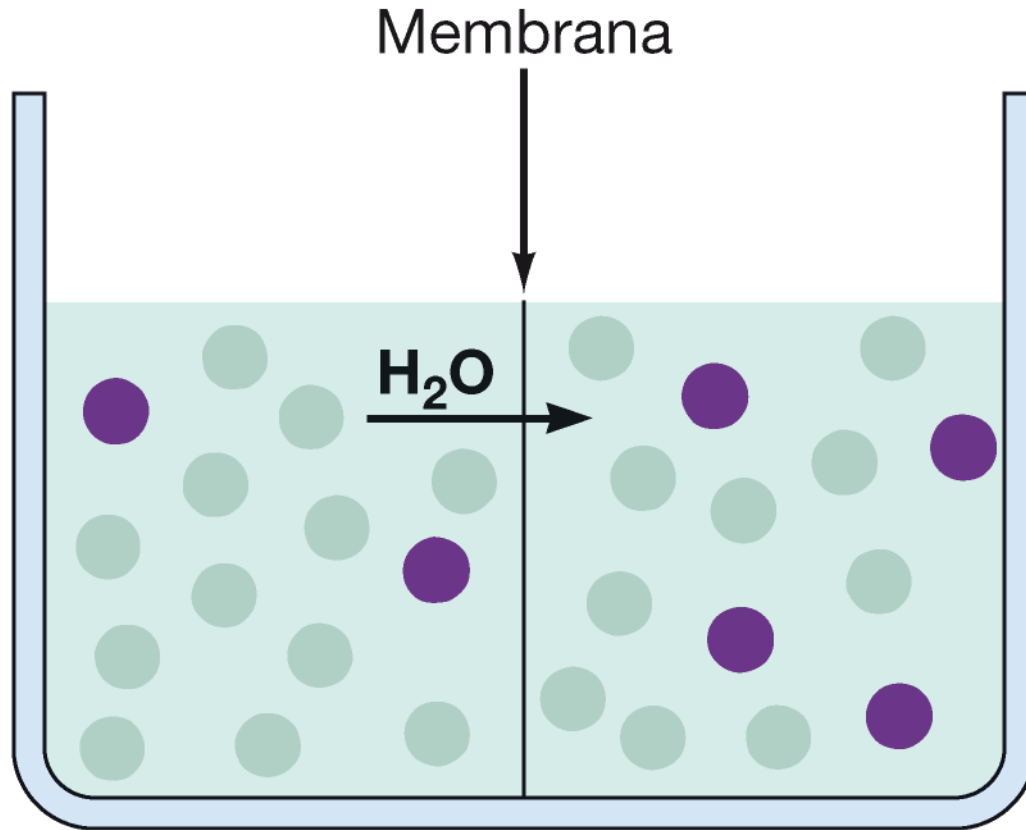
3- area di scambio

4- quanto minore è la massa molecolare della sostanza

Adolf Eugen Fick (1829 –1901) è stato un [fisiologo tedesco](#), accreditato quale inventore delle [lenti a contatto](#).

A lui è legata anche la formulazione delle leggi sulla [diffusione](#), note appunto come [leggi di Fick](#)





**Maggiore concentrazione di  $H_2O$ , minore concentrazione di soluto.**

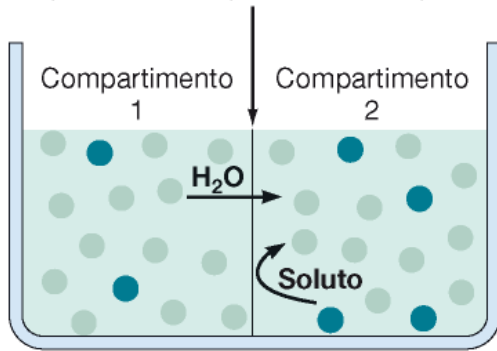
● Molecola d'acqua

**Minore concentrazione di  $H_2O$ , maggiore concentrazione di soluto.**

● Molecola di soluto



Membrana (permeabile alle molecole di  $H_2O$  ma impermeabile a quelle del soluto).

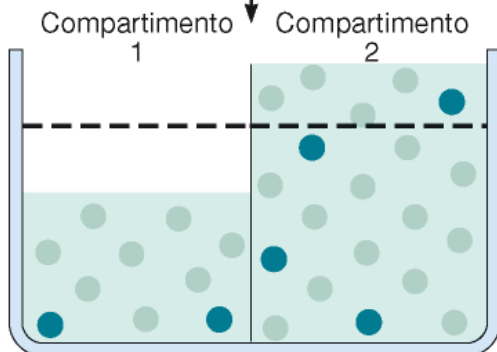


Maggiore concentrazione di  $H_2O$ , minore concentrazione di soluto

Minore concentrazione di  $H_2O$ , maggiore concentrazione di soluto

$H_2O$  fluisce dal compartimento 1 al compartimento 2 secondo il gradiente di concentrazione.

Il soluto è incapace di spostarsi dal compartimento 2 al compartimento 1 secondo il proprio gradiente di concentrazione.



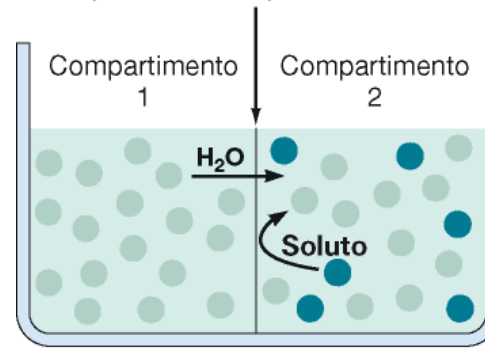
Livello iniziale delle due soluzioni

- Stesse concentrazioni di acqua.
- Stesse concentrazioni di soluto.
- La diffusione netta si arresta.
- Esiste uno stato stazionario.

● Molecola d'acqua

● Molecola di soluto

Membrana permeabile alle molecole di  $H_2O$ , ma impermeabile a quelle del soluto

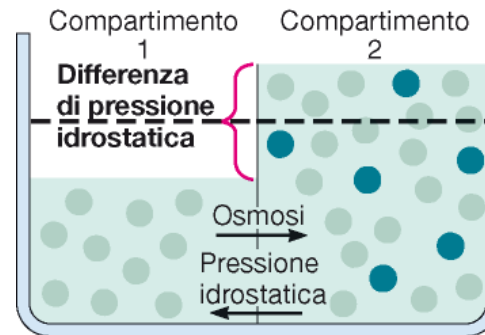


Acqua pura

Minore concentrazione di  $H_2O$ , maggiore concentrazione di soluto

$H_2O$  diffonde dal compartimento 1 al compartimento 2 secondo il proprio gradiente di concentrazione.

Il soluto non può diffondere dal compartimento 2 al compartimento 1 sfruttando il proprio gradiente di concentrazione.



Livello iniziale delle due soluzioni

- Concentrazioni di acqua diseguali.
- Concentrazioni di soluto diseguali.
- La tendenza dell'acqua a diffondere per osmosi nel compartimento 2 è esattamente bilanciata dalla differenza di pressione idrostatica che tende a spingere l'acqua nel compartimento 1.
- L'osmosi cessa.
- La pressione idrostatica necessaria per bloccare completamente il flusso osmotico equivale alla pressione osmotica della soluzione.

## **Legge di van't Hoff    $\pi = RTiC \Rightarrow \pi = RT\phi iC$**

**$\pi$  = pressione osmotica dipendente dal n° di particelle**

**R = costante dei gas**

**T = temperatura assoluta**

**i = n° di ioni formati dalla dissociazione di 1 molecola di soluto**

**C = concentrazione molale del soluto**

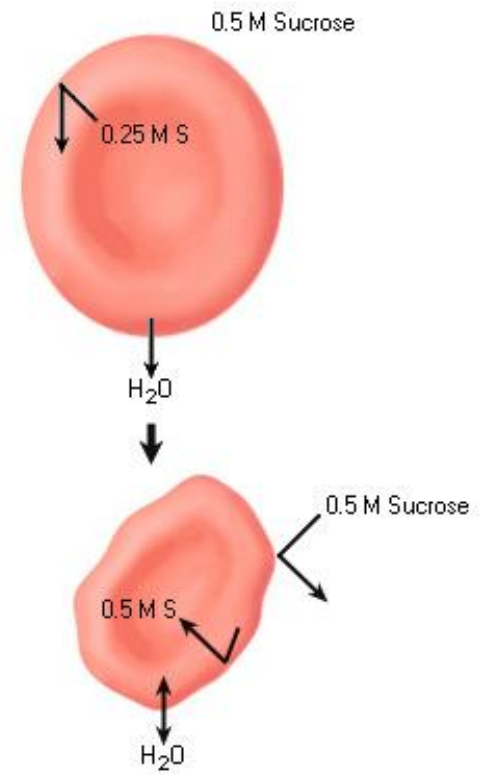
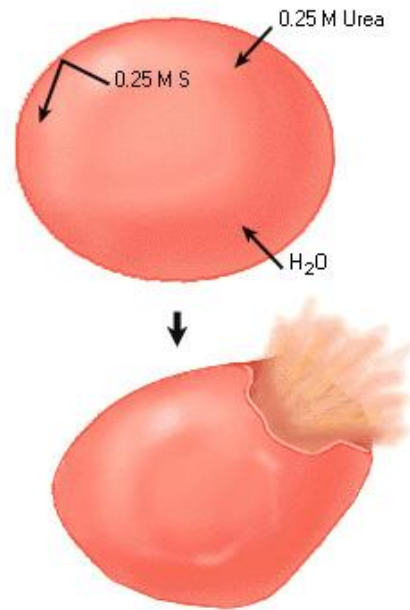
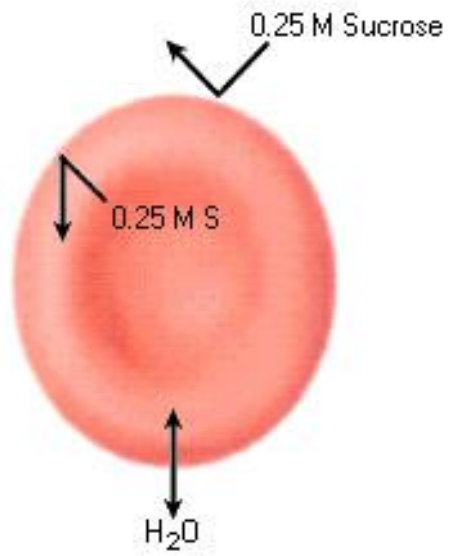
**$\phi$  = fattore di correzione**

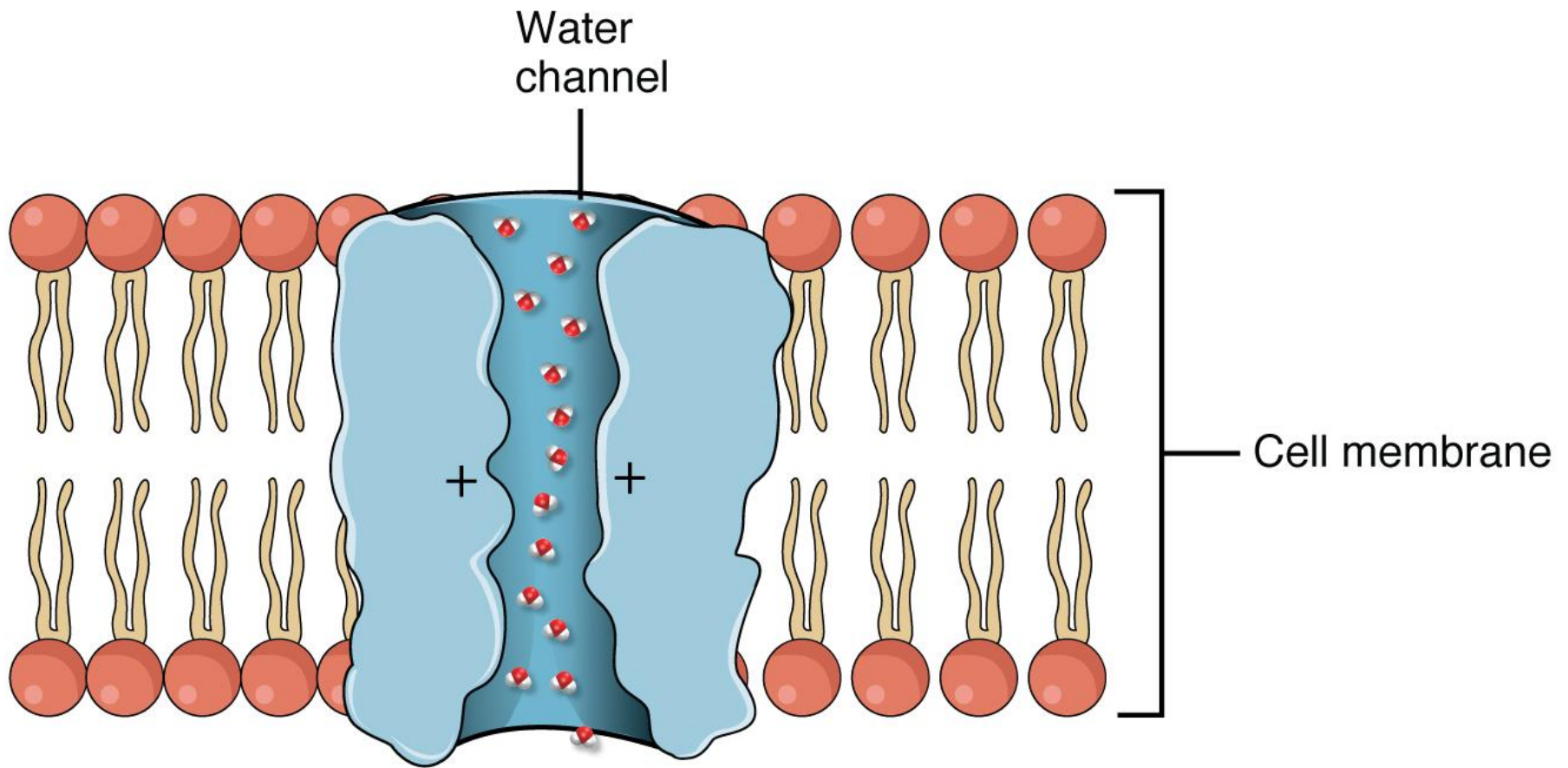
Si definisce osmolare una soluzione che contiene una osmole (Osm), cioè una quantità di particelle disciolte per unità di volume che esercitano una

pressione osmotica di 22,4 atmosfere

$mOsm = 1/1000 \text{ Osm}$

Ogni milliosmole/litro è uguale a circa 19 mmHg a 37°C  
(temperatura corporea)





## **Canali dell'acqua: acquaporine**

**AQP1, AQP2, AQP3, AQP4**

**Poro del diametro di 3,8 Å**

**Blocco mediante  $\text{HgCl}_2$  e Sali di mercurio**

**Fosforilabile da protein-kinasi A**

# Regolazione del volume cellulare

Tutte le cellule operano meccanismi di compensazione dei molteplici fattori che tendono a modificare la pressione osmotica al loro interno:

1- fattore di origine metabolica (catabolismo aumenta, anabolismo diminuisce osmosi intracellulare)

2- attività delle pompe ioniche

3- variazioni del potenziale di membrana

4-cellule secernenti endocrine

5-neuroni rilascianti neurotrasmettitori

Esempio: epitelio intestinale varia tonicità a seconda degli alimenti e dell'acqua; epitelio tubulo renale può formare un'urina più o meno concentrata

Le molecole di acqua, pur disponendo di canali specifici, detti acquaporine, non attraversano la membrana plasmatica se non in dipendenza della pressione osmotica, quindi le cellule devono attivare i trasporti per muovere l'acqua

Esempio:

1- dopo esposizione acuta ad ambiente ipotonico la cellula si gonfia per assorbimento di acqua tramite le acquaporine; questo innesca una regolazione compensatoria che consiste nell'espulsione di soluti dalla cellula.

2- dopo esposizione acuta ad ambiente ipertonico la cellula diminuisce il volume cellulare (avvizzisce); questo innesca una regolazione compensatoria che consiste nell'immissione di soluti dalla cellula.

Dopo le rapide correzioni del volume cellulare si devono cancellare le variazioni osmotiche all'interno della cellula:

1- gradualmente aggiustamenti degli scambi con l'ambiente esterno regolando il rapporto tra flusso di particelle osmoticamente attive e il flusso di acqua

2- regolando la degradazione di proteine e glicogeno nei rispettivi aminoacidi e glucosio e altri osmoliti come polioli, metilamine, etc

Il segnale per la regolazione-compensazione potrebbe originare dalla

1- tensione della membrana plasmatica (canali sensibili alla tensione “stretch-sensitive channels)

2- dalla deformazione del citoscheletro

Gli ioni che vengono trasportati in and out per la compensazione sono:  $K^+$  e  $Cl^-$

1- espulsione di ioni = aumento simporto  $K^+$  e  $Cl^-$  e attivazione canali di leakage per  $K^+$  e  $Cl^-$

2- accumulo di ioni = simporto  $Na^+$ ,  $K^+$ ,  $2Cl^-$  e controtrasporto  $Na^+ / H^+$  e  $Cl^- / HCO_3^-$  e inattivazione canali leakage per  $K^+$  e  $Cl^-$