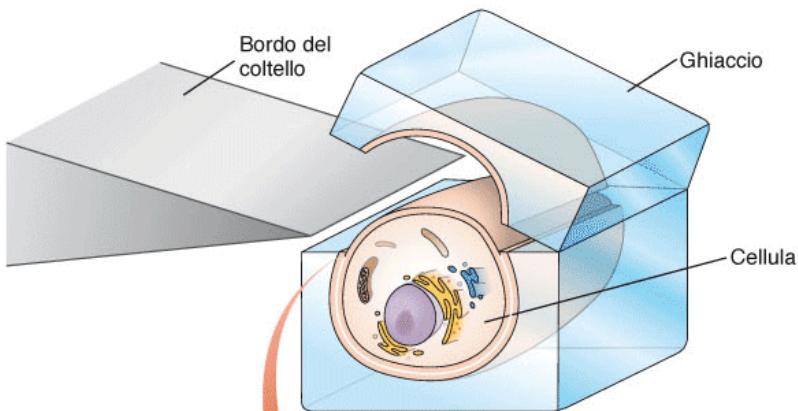
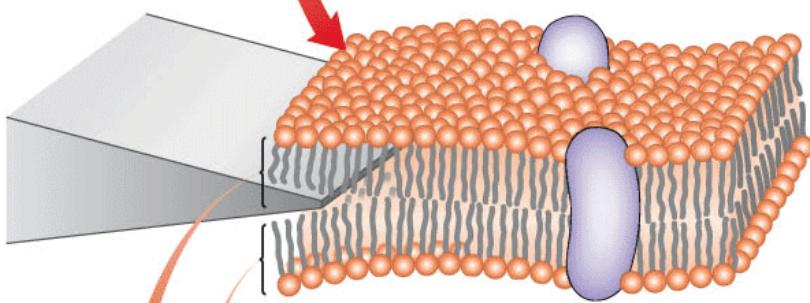


Le proteine costituiscono la parte "a mosaico"

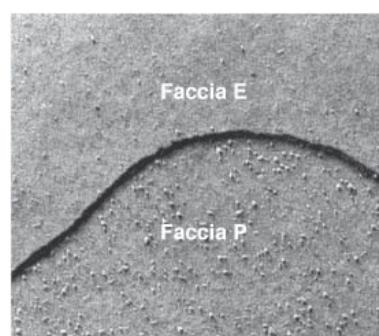
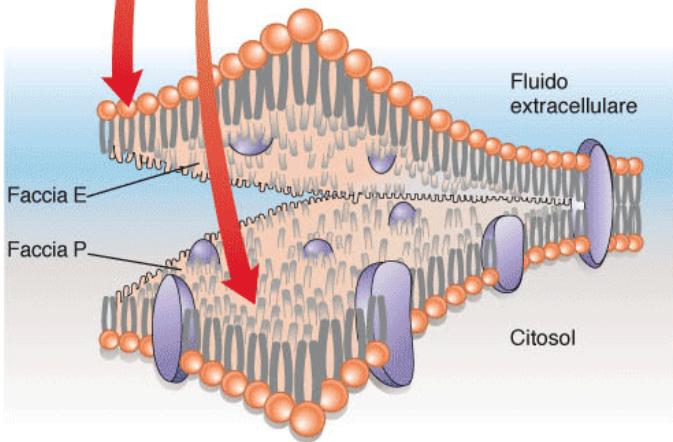
Forte evidenza della loro presenza in membrana viene dalla tecnica di *criofrattura* (*freeze fracture*) e microscopia elettronica (TEM)



1 Le cellule vengono congelate in azoto liquido e successivamente fratturate con il bordo di un coltello.



2 La frattura divide spesso la membrana lungo l'interno idrofobico del doppio strato lipidico.



© Elsevier, used with permission of Pearson Education, Inc.

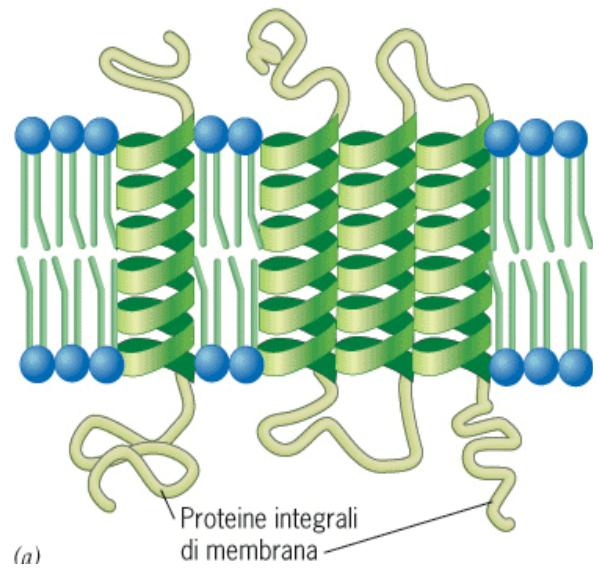
Tipi di proteine di membrana

- La membrana contiene centinaia di proteine diverse a seconda del tipo di cellula (o organulo)
- Asimmetria → Ciascuna proteina ha un orientamento preciso rispetto al citoplasma → Le proprietà del lato esterno della membrana sono molto diverse da quello del lato interno

Proteine integrali

20-30% di tutte le proteine codificate

Attraversano completamente il doppio strato (domini intra-extracellulari)

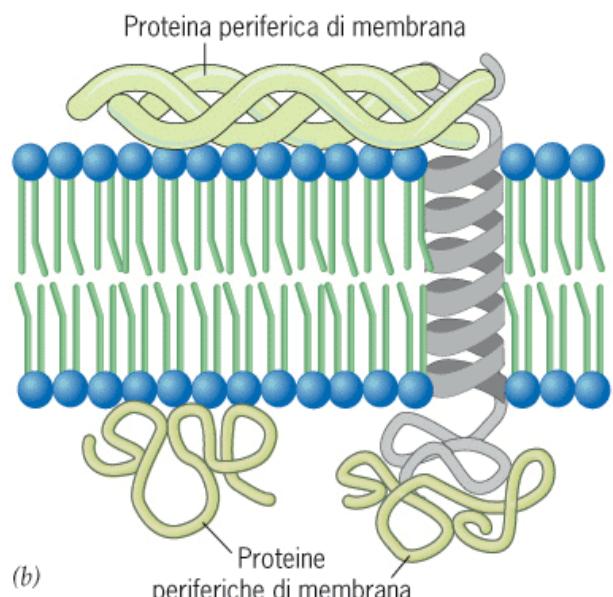


Proteine periferiche

Completamente all'esterno del doppio strato

Si legano alla membrana con legami non covalenti

Rapporto dinamico con la membrana: legate o a contatto a seconda delle condizioni

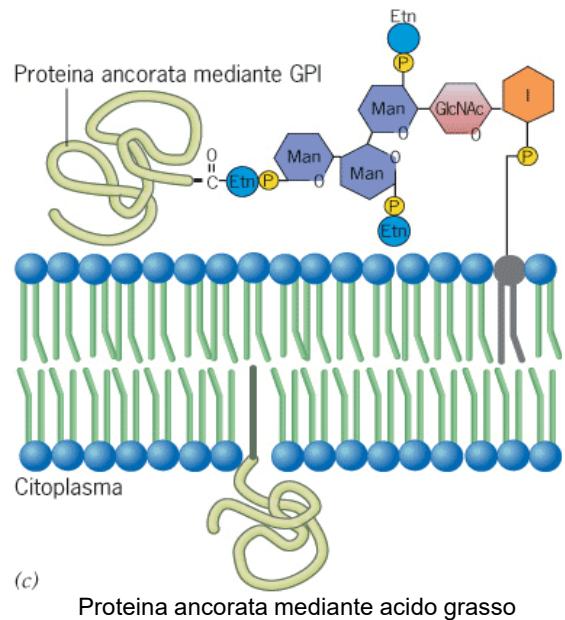


Proteine ancorate ai lipidi

Sono localizzate all'esterno o all'interno del doppio strato

Sono legate a un lipide del doppio strato con legami covalenti

Diversi tipi in base ai lipidi a cui si legano e al versante della membrana a cui sono esposte



GPI: glicosilfosfatidilinositol

Man: mannosio

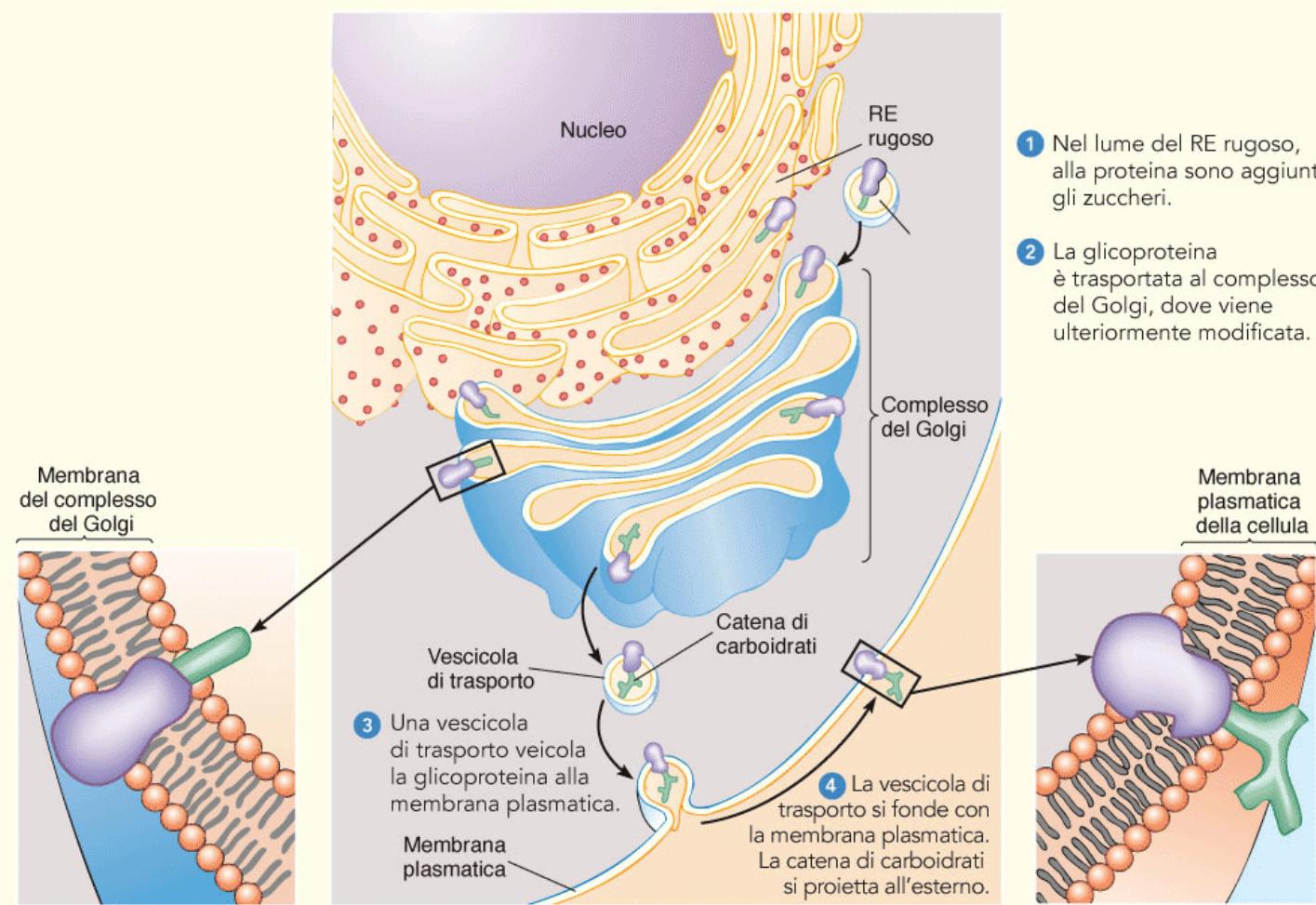
GlcNAc: N-acetilglucosamina

I: inositolo

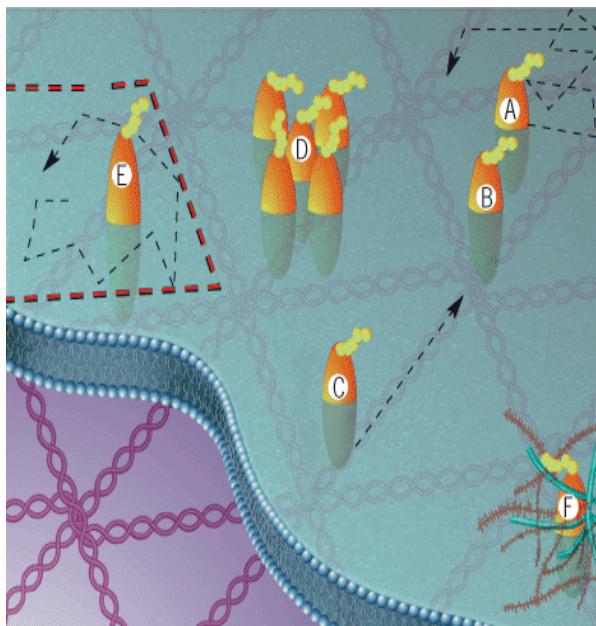
P-Etn: fosfatidiletanolamina

Orientamento e assimetrie delle proteine

- l'orientamento e posizione delle proteine di membrana dipende da come sono sintetizzate e incorporate in membrana
- le **proteine periferiche** della **membrana interna** sono sintetizzate nei **ribosomi liberi** e raggiungono la membrana attraverso il citoplasma
- le **proteine integrali** e **periferiche esterne** invece sono inserite nel **RER**, incorporate in vescicole e fuse in membrana. Il loro orientamento cambia.



Mobilità delle proteine di membrana



Tecnica: **SPT** (*Single-particle tracking*)

Ostacoli nella membrana:

- D)** Movimenti ostacolati da altre proteine di membrana
- E)** Citoscheletro sotto la membrana crea microdomini
- F)** Materiali extracellulari in cui si può impigliare la porzione esterna della proteine

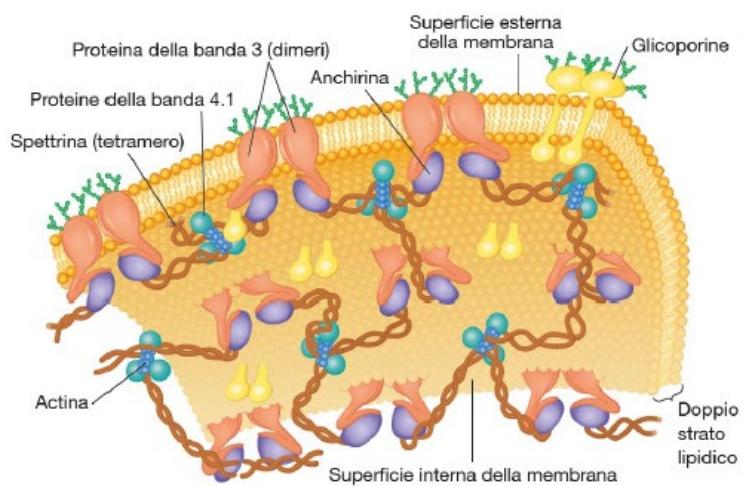
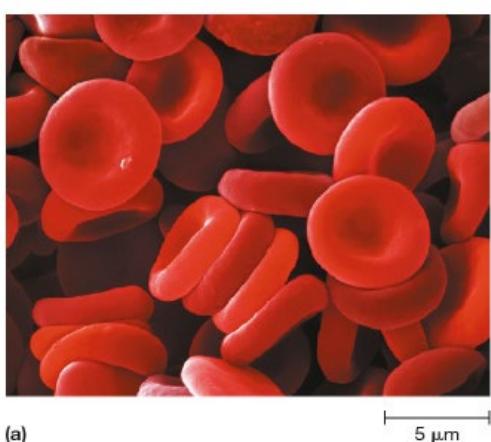
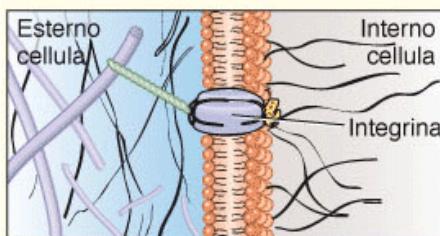
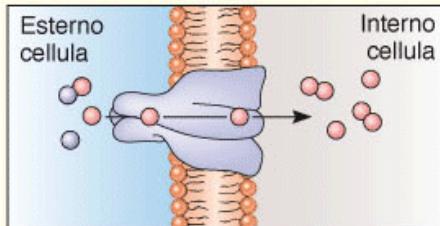


FIGURA 7.24 Caratteristiche strutturali della membrana plasmatica dell'eritrocita. (a) Un eritrocita è una piccola cellula a forma di disco con un diametro da 5 a 7 μm (SEM, colori artificiali). (b) Membrana plasmatica di eritrocita vista dall'interno della cellula che mostra la composizione proteica.

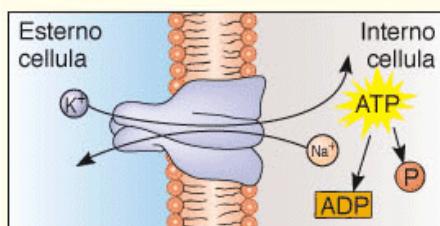
Funzioni delle proteine di membrana



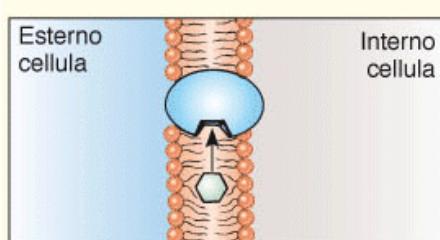
(a) Ancoraggio. Alcune proteine di membrana, come le integrine, ancorano la cellula alla matrice extracellulare e inoltre si connettono ai microfilamenti intracellulari.



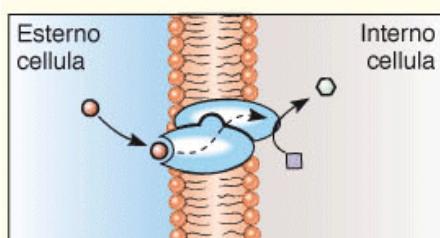
(b) Trasporto passivo. Certe proteine formano canali che permettono il passaggio selettivo di ioni o molecole.



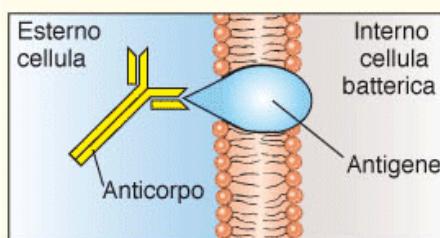
(c) Trasporto attivo. Alcune proteine di trasporto pompano i soluti attraverso la membrana, un processo che richiede un apporto diretto di energia.



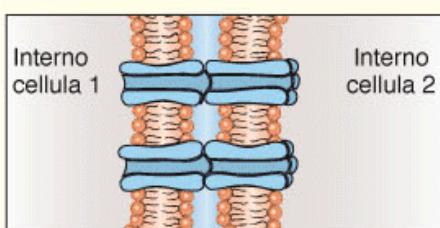
(d) Attività enzimatica. Molti enzimi legati alla membrana catalizzano reazioni che avvengono all'interno o sulla superficie della membrana.



(e) Trasduzione del segnale. Alcuni recettori legano molecole segnale, come gli ormoni, e trasmettono l'informazione all'interno della cellula.



(f) Riconoscimento cellulare. Alcune glicoproteine fungono da marcatori di identificazione. Per esempio, le cellule batteriche posseggono proteine di superficie, o antigeni, che vengono riconosciute come estranee dalle cellule umane.



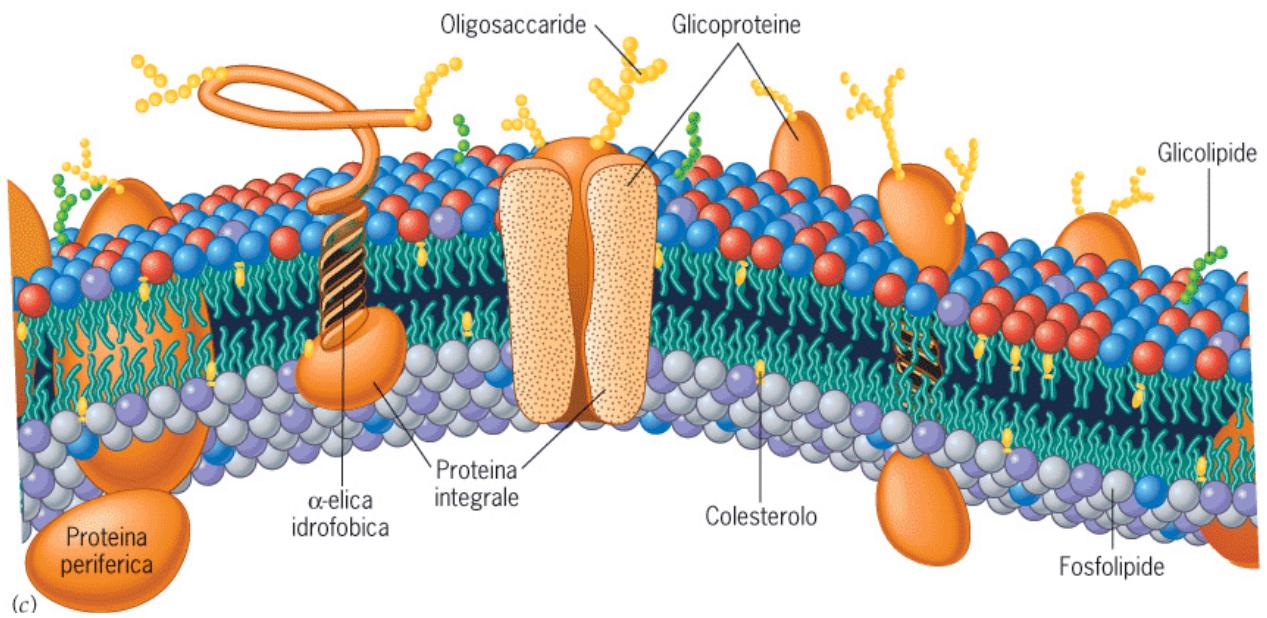
(g) Giunzione intercellulare. Le proteine di adesione cellulare legano le membrane di cellule adiacenti.

I carboidrati di membrana

90% legami covalenti con proteine → **glicoproteine**

10% legami covalenti con lipidi → **glicolipidi**

- sono rivolti verso l'ambiente esterno, al lato opposto del citosol
- sono brevi polisaccaridi ramificati (meno di 15 residui monosaccaridici per catena)
- glicoproteine e glicolipidi formano rivestimenti superficiali sulla m. plasmatica (**glicocalice**)



Funzioni:

- mediano le interazioni fra cellula e ambiente
- implicati nell'adesione intercellulare per la formazione di tessuti

La membrana cellulare come "separatore" dei liquidi intra- ed extracellulari

Concentrazioni (mM) dei soluti nei liquidi intra- ed extracellulari

| SOLUTO | intracellulare | extracellulare |
|--------------|----------------|----------------|
| K^+ | 140 | 4 |
| Na^+ | 10 | 140 |
| Mg^{2+} | 0.8 | 1.5 |
| Ca^{2+} | <.001 | 1.8 |
| Cl^- | 4 | 115 |
| HCO_3^- | 10 | 25 |
| HPO_4^{2-} | 95 | 2 |
| Aminoacidi | 8 | 2 |
| Glucosio | 1 | 5.6 |
| ATP | 4 | 0 |
| Proteine | 55 | 0.2 |

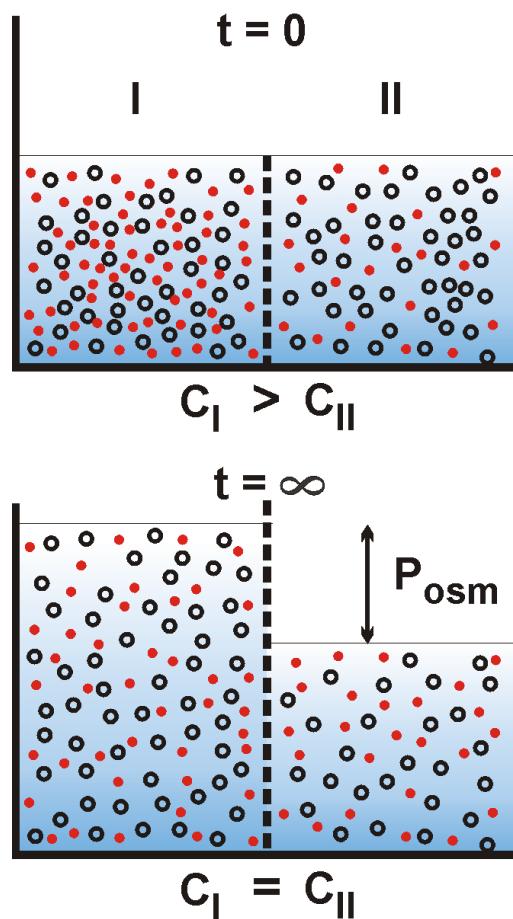
La membrana agisce come **barriera** tra i liquidi intracellulare ed extracellulare (vedi tabella)

La membrana permette lo scambio tra cellula e liquido interstiziale di: gas (O_2 e CO_2), ioni inorganici, molecole organiche (aminoacidi, glucosio, acidi grassi, vitamine) utilizzando vari tipi di trasporto

Osmosi

Diffusione dell'acqua attraverso una membrana selettivamente permeabile

Membrana permeabile all' H_2O ma non al soluto



La P_{osm} genera una $P_{idrostatica}$ ai capi della membrana

$$P_{osm} \propto C$$

C = concentrazione del soluto (n/V)

$$P_{osm} \propto T$$

T = temperatura

Per la Π_{osm} vale la stessa legge dei gas

$$\Pi_{\text{osm}} = nRT/V$$

Legge di Van't Hoff

n = numero di moli

R = costante dei gas (0.0821 atm/K mol)

T = temperatura (gradi Kelvin)

V = volume (litri)

Esempio: La Π_{osm} di una soluzione di NaCl 0.1 M a 25° C (coefficiente di attività del NaCl = 0.78)

$$\Pi_{\text{osm}} = (2 \times 0.1 \times 0.78) \times 0.082 \times 298 \simeq 3.8 \text{ atmosfere}$$

Osmolarità e tonicità in biologia

La tonicità di una soluzione è definita in base al comportamento cellulare

- L'osmolarità di una soluzione fisiologica è circa 0.3 osmol (300 mosmol)
- Variazioni di Π_{ext} da 0.3 osmol di **soluti impermeanti** causano spostamenti di H_2O **da o verso** l'interno della cellula con conseguenti **diminuzioni o aumenti** del volume cellulare

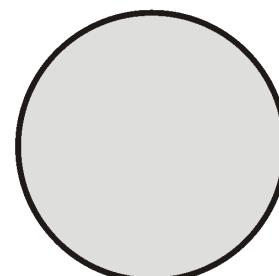
Eritrociti: Π_{ext} **isotonica**



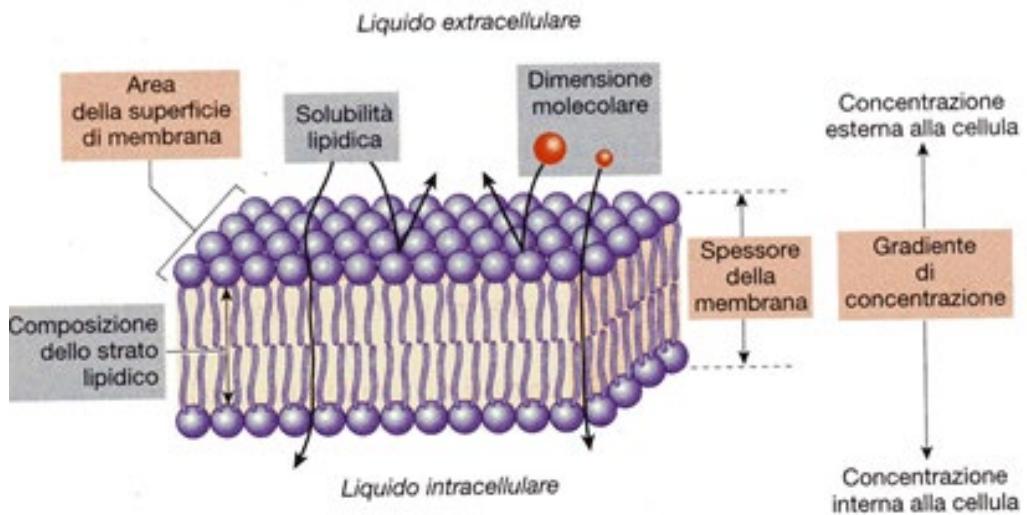
ipertonica



ipotonica



La diffusione semplice



$$J \text{ (flusso)} = P(C_I - C_{II})$$

$$P = D A K/x$$

D= coeff. diffusione

A=area sezione di scambio

x=spessore membrana

K=coefficiente partizione= conc.soluto lipidi / conc.soluto H_2O

