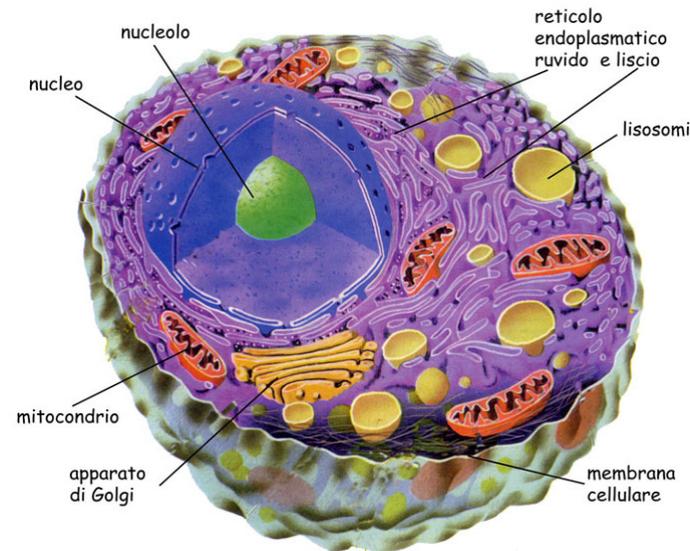


The background of the slide is a grayscale electron micrograph showing a cross-section of a cell membrane. It features a prominent double-layered structure, likely the lipid bilayer, with various internal components and organelles visible. A scale bar in the bottom left corner indicates a length of 1.0 μm.

Le membrane biologiche e Traffico di Membrana

Dr ssa Elisa Mazzoni, Ph.D
BIOLOGIA APPLICATA
a.a 2019-2020
Università di Ferrara

Le membrane biologiche e la membrana cellulare



- ❑ Le membrane biologiche suddividono la cellula in compartimenti (RE, complesso del golgi, vescicole, vacuoli, mitocondri ecc)
- ❑ la membrana cellulare controlla il **volume cellulare**
- ❑ la membrana cellulare controlla la **componente ionica** e molecolare della cellula
- ❑ la membrana cellulare mantiene **l'omeostasi cellulare**
- ❑ la membrana cellulare permette il trasferimento di **informazioni** tra ambiente extra ed intracellulare
- ❑ la membrana cellulare permette **l'interazione fisica** con le altre cellule e le strutture extracellulari circostanti

MEMBRANA PLASMATICA

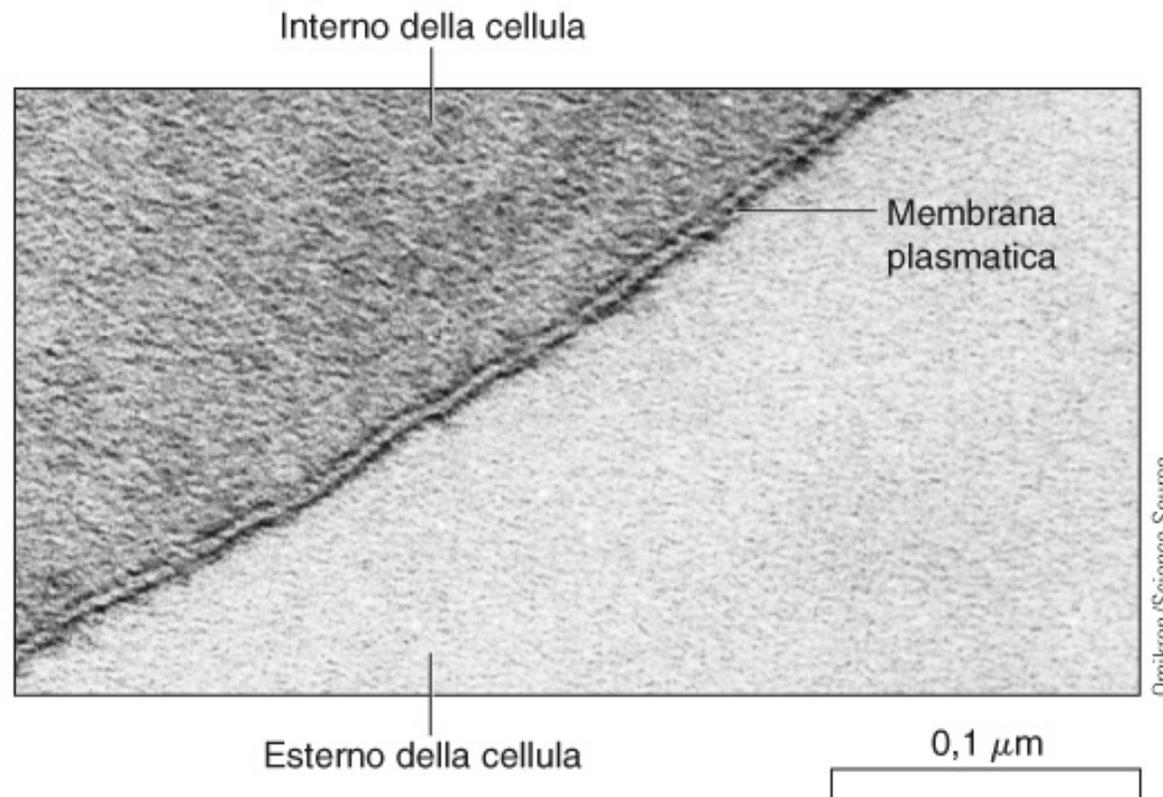


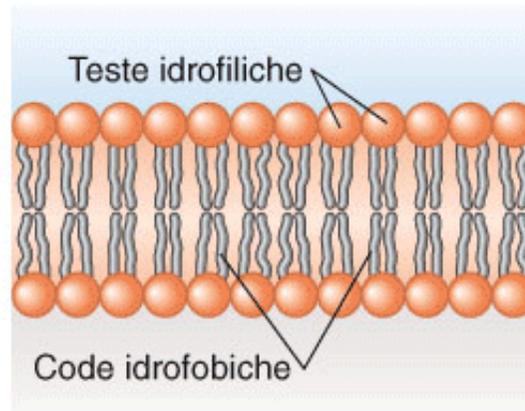
Figura 5-3 Fotografia al microscopio elettronico a trasmissione della membrana plasmatica di un eritrocita di mammifero

La membrana plasmatica separa il citosol (*regione più scura*) dall'ambiente esterno (*regione più chiara*). Le due linee scure parallele rappresentano le teste idrofiliche dei fosfolipidi, mentre la zona chiara tra esse compresa è costituita dalle code idrofobiche.

Il Modello a mosaico fluido spiega la struttura della membrana

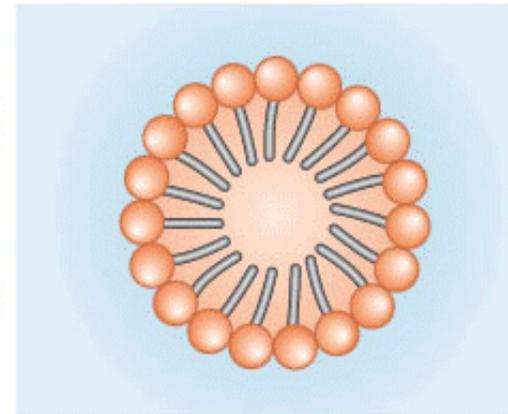
Le membrane sono costituite da un doppio strato di fosfolipidi nel quale le proteine sono immerse come tessere di un mosaico non statico

Proprietà dei lipidi in acqua



(a) Fosfolipidi in acqua.

I fosfolipidi in acqua si associano per dare un doppio strato grazie al fatto che sono molecole anfipatiche di forma pressoché cilindrica. Le catene idrofobiche di acidi grassi non sono a contatto con l'acqua, mentre lo sono le teste idrofiliche.



(b) Detergente in acqua.

Le molecole di un detergente sono molecole anfipatiche di forma grosso modo conica che in acqua si associano formando strutture sferiche.

Lipidi di membrana

Sono i lipidi principali delle membrane cellulari: rappresentano il 50% della massa delle membrane e il rimanente è quasi tutto costituito da proteine

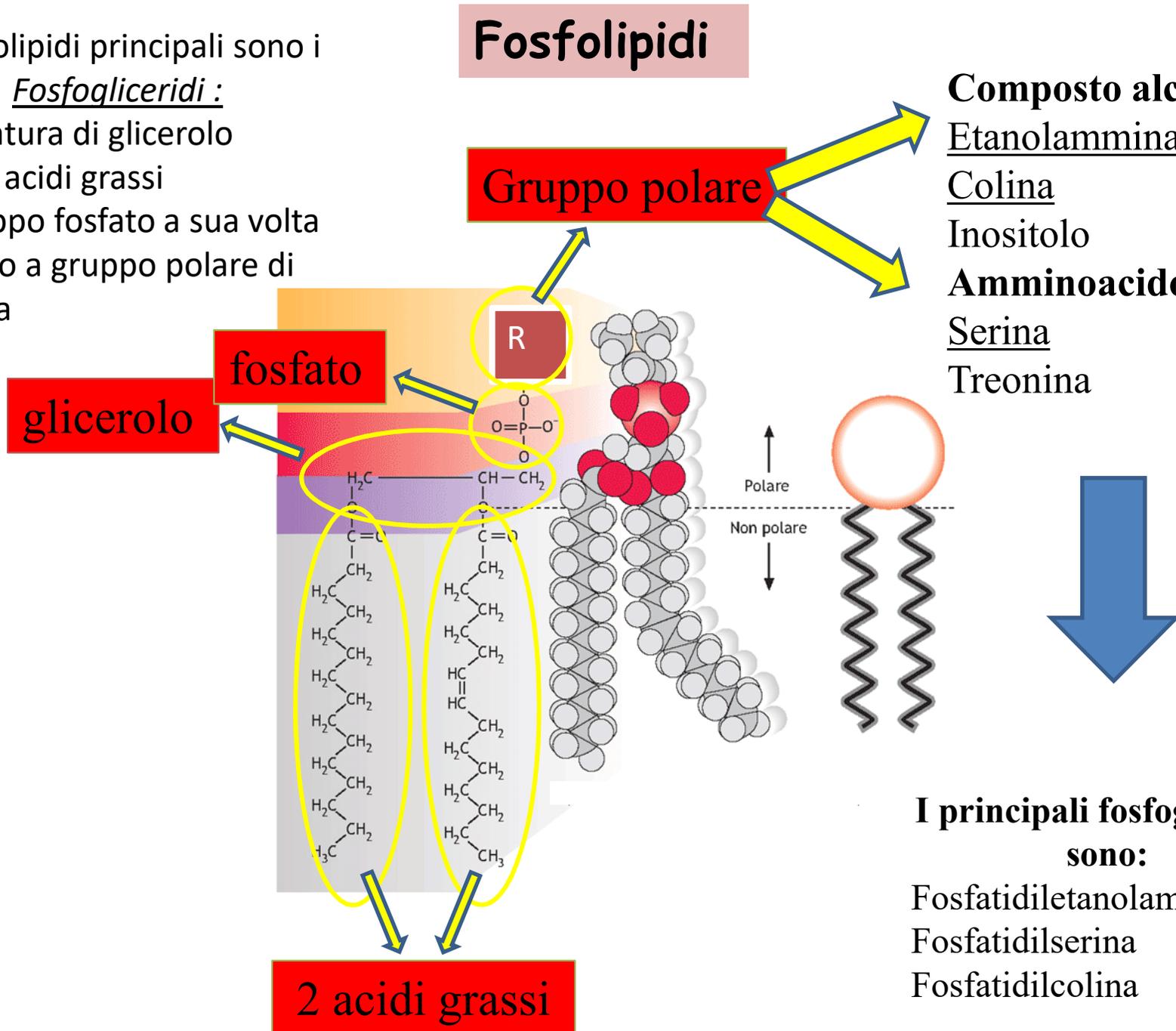
Tutte le molecole lipidiche sono **ANFIPATICHE**: hanno un'estremità idrofila (che "ama l'acqua") ed una estremità idrofobica (che "teme l'acqua")

- FOSFOLIPIDI
- SFINGOLIPIDI
- COLESTEROLO

I Fosfolipidi principali sono i

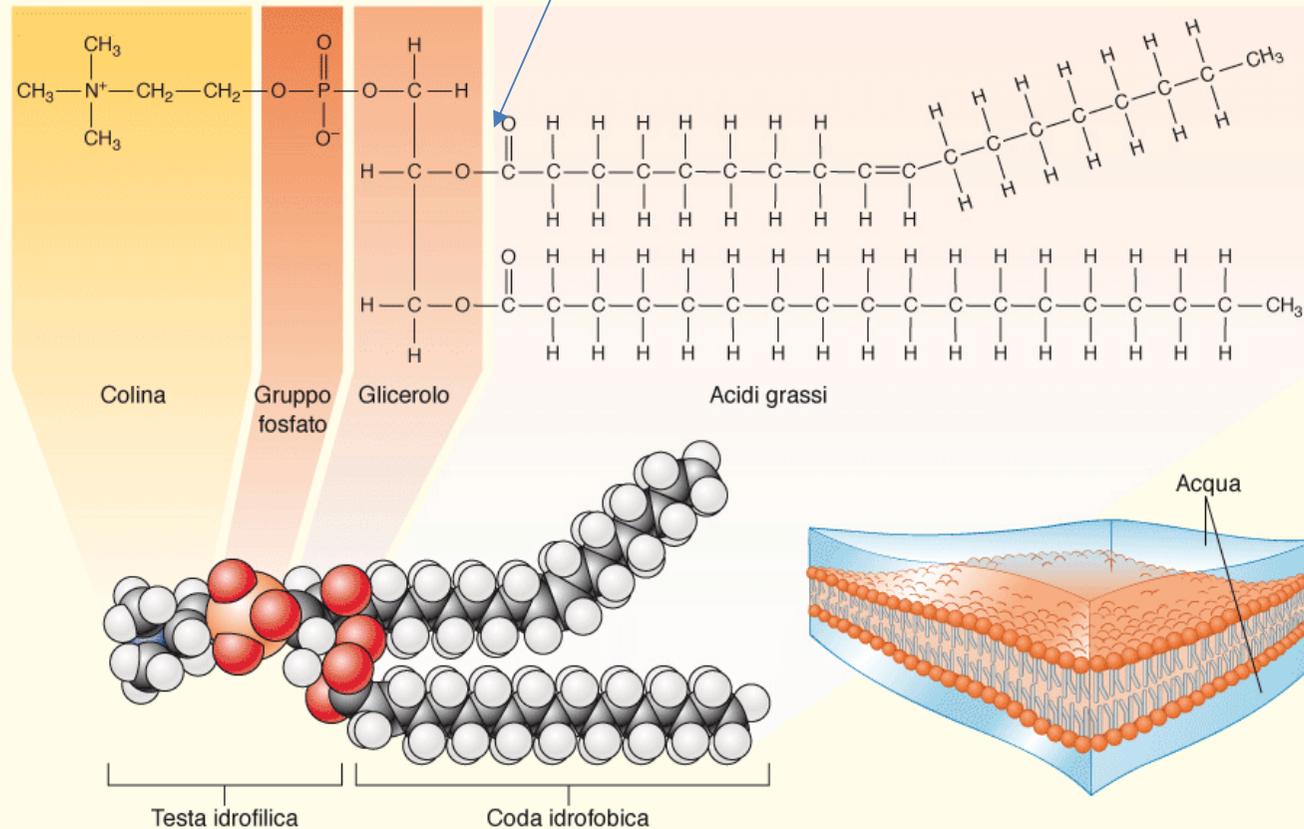
Fosfogliceridi :

- ✓ ossatura di glicerolo
- ✓ due acidi grassi
- ✓ gruppo fosfato a sua volta unito a gruppo polare di testa



Fosfolipidi e doppi strati lipidici

Legame esterico



(a) Fosfolipide (lecitina). Un fosfolipide è costituito da una coda idrofobica, costituita da due acidi grassi, e da una testa idrofila, che comprende un glicerolo legato ad un gruppo fosfato, il quale a sua volta è legato ad un gruppo organico che può essere di varia natura. La molecola rappresentata in figura è la lecitina (o fosfatidilcolina), in cui la colina costituisce la porzione organica. L'acido grasso più in alto nella figura è monoinsaturo e contiene un doppio legame che determina una caratteristica piega nella catena.

(b) Doppio strato fosfolipidico. I fosfolipidi formano doppi strati lipidici in cui le teste idrofiliche interagiscono con l'acqua e le code idrofobiche si trovano all'interno del doppio strato.

I grassi monoinsaturi tendono a essere liquidi per la formazione di «**pieghe**» nella catena e quindi il diminuire delle forze di van der Waals e (dipoli)

acido oleico (C18, monoinsaturo)
acido stearico (C18, saturo)

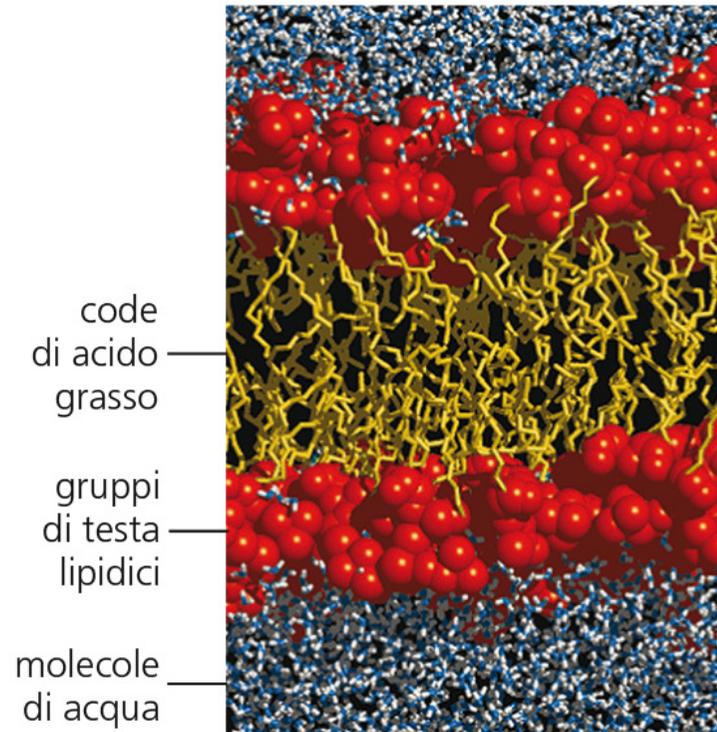
Altri acidi grassi:

acido Palmitico (C16, saturo)
acido linoleico (C18, polinsaturo)

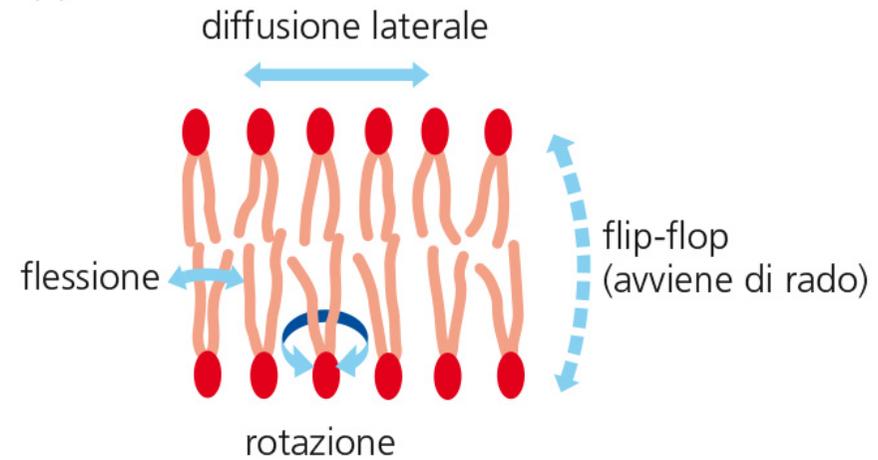
FOSFOLIPIDI

Non sono fissi, ma compiono tre tipi di rotazione.

(A)



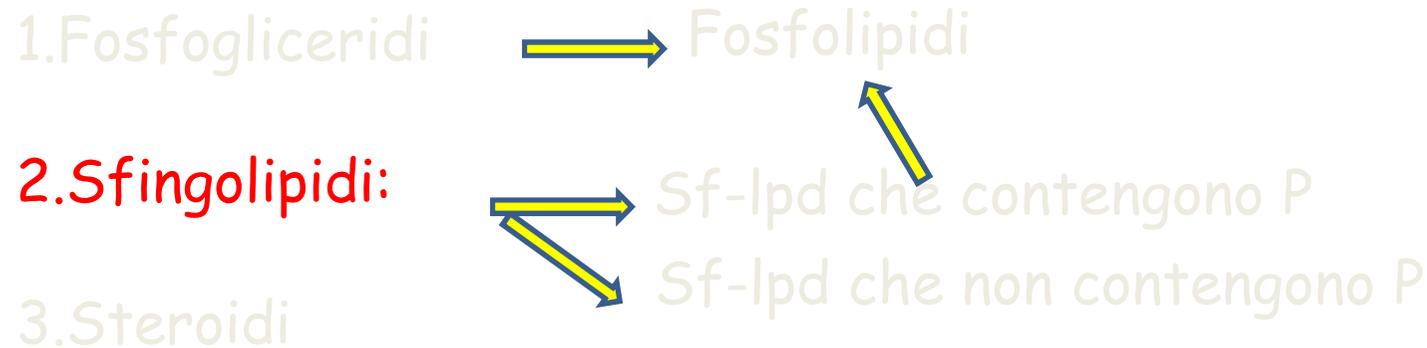
(B)



Membrana citoplasmatica

Doppio strato fosfolipidico in cui le proteine sono incluse come unità globulari individuali e discrete

Lipidi di membrana:



Le proteine di membrana assicurano la specificità funzionale delle membrane:

1. Proteine integrali o intrinseche
2. Proteine periferiche o estrinseche
3. Proteine ancorate ai lipidi

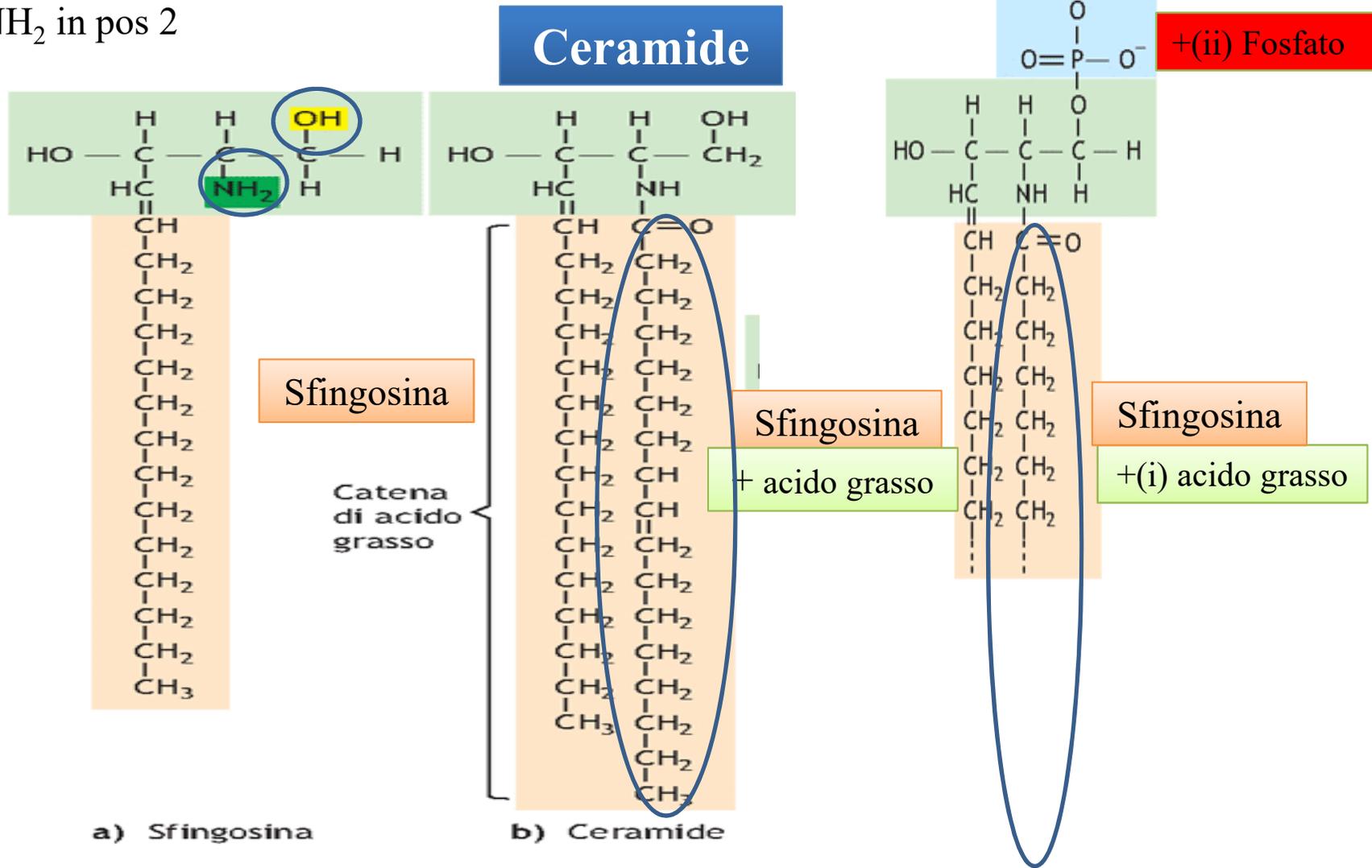
Carboidrati di membrana

SFINGOLIPIDI: al posto del glicerolo contengono la sfingosina

SFINGOSINA:

Contiene 2 gruppi chimici reattivi:

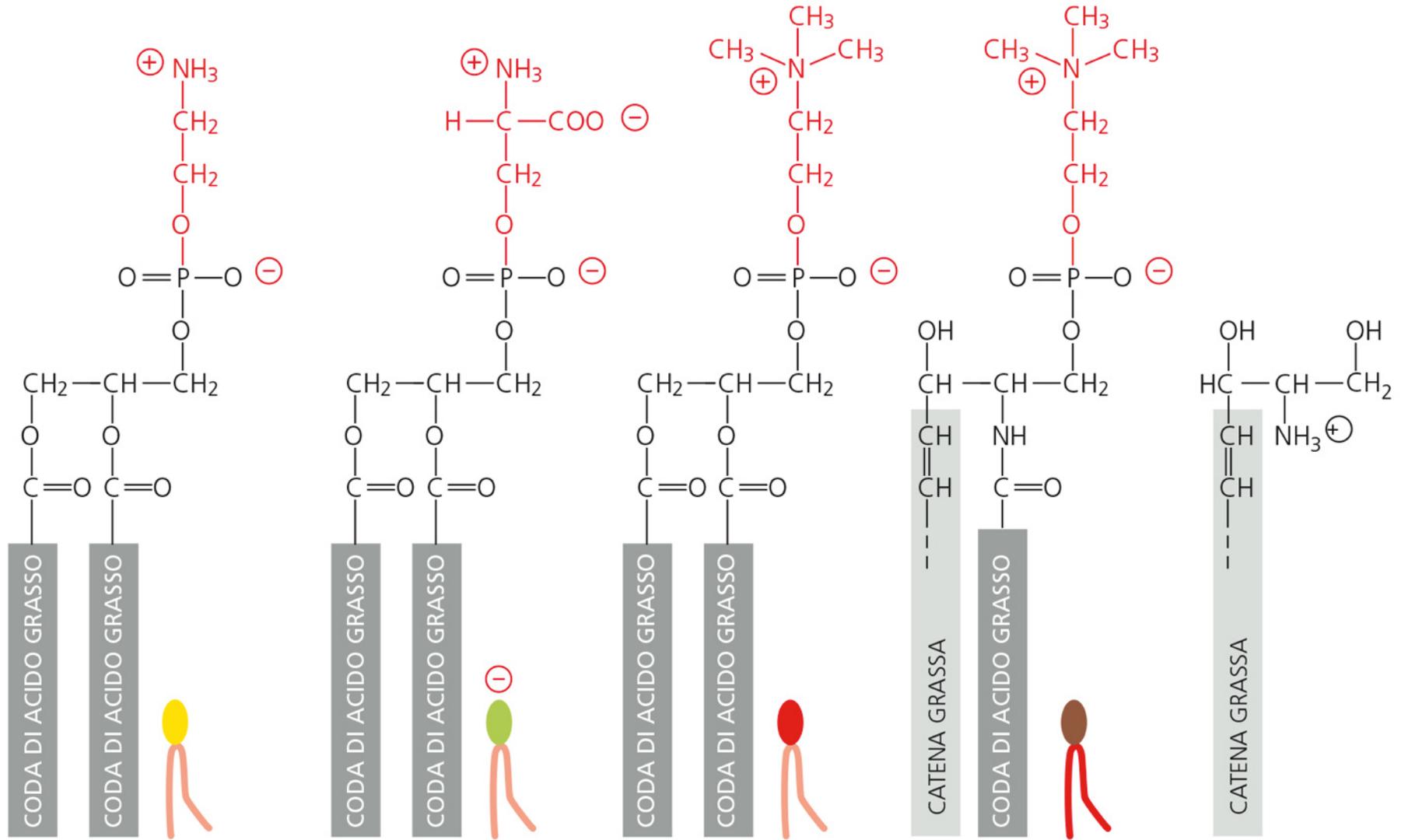
- OH in pos 3
- NH₂ in pos 2



I fosfolipidi principali nelle membrane dei mammiferi

A,B,C Fosfogliceridi

D, E, SFINGOLIPIDI



fosfatidiletanolamina

(A)

fosfatidilserina

(B)

fosfatidilcolina

(C)

sfingomielin

(D)

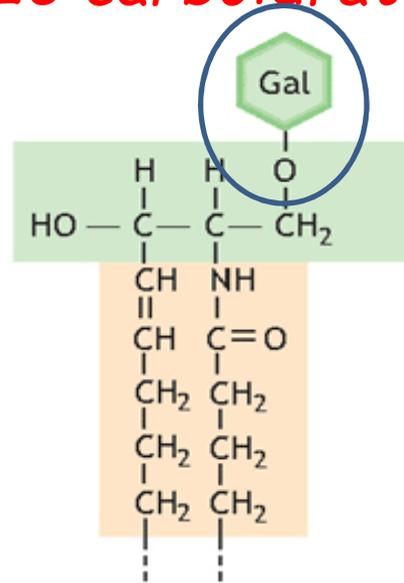
sfingosina

(E)

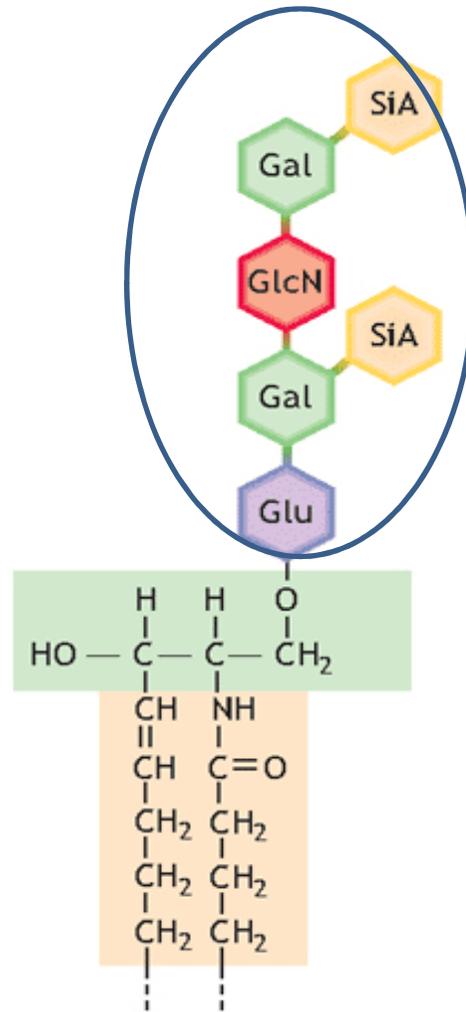
Glicolipidi:

Molecola di lipide che lega uno o più residui glucidici:
Sfingolipidi che legano degli zuccheri al posto del fosfato

Cerebrosidi:
molecola neutra
che contiene da
1 a 20 carboidrati



a) Cerebroside



b) Ganglioside

Gangliosidi:
contengono
carboidrati e
acido sialico che
presenta carica
negativa

Membrana citoplasmatica

Doppio strato fosfolipidico in cui le proteine sono incluse come unità globulari individuali e discrete

Lipidi di membrana:

- 1. Fosfogliceridi → Fosfolipidi
- 2. Sfingolipidi: → Sf-lpd che contengono P
→ Sf-lpd che non contengono P
- 3. Steroidi

Le proteine di membrana assicurano la specificità funzionale delle membrane:

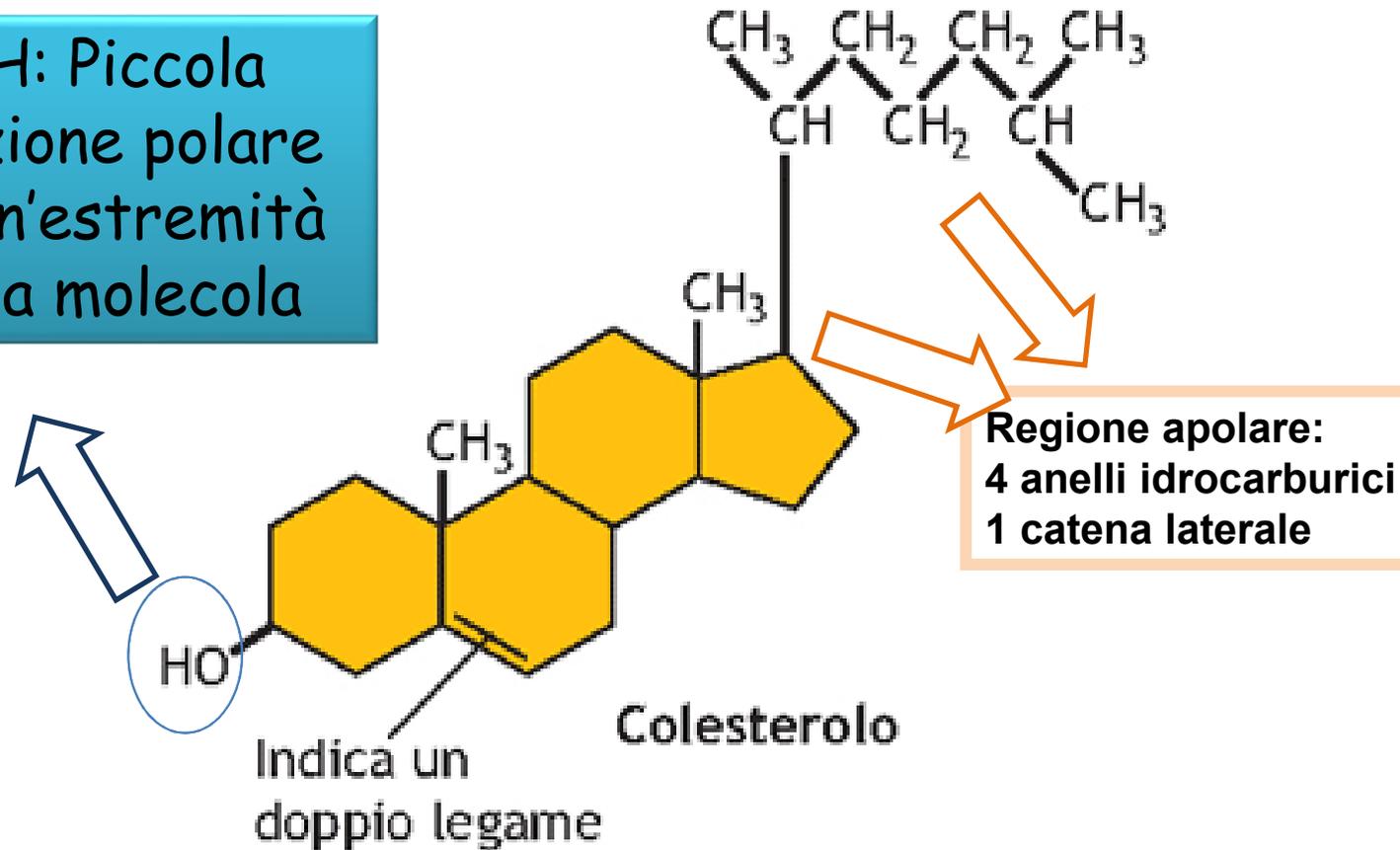
- 1. Proteine integrali o intrinseche
- 2. Proteine periferiche o estrinseche
- 3. Proteine ancorate ai lipidi

Carboidrati di membrana

Steroidi

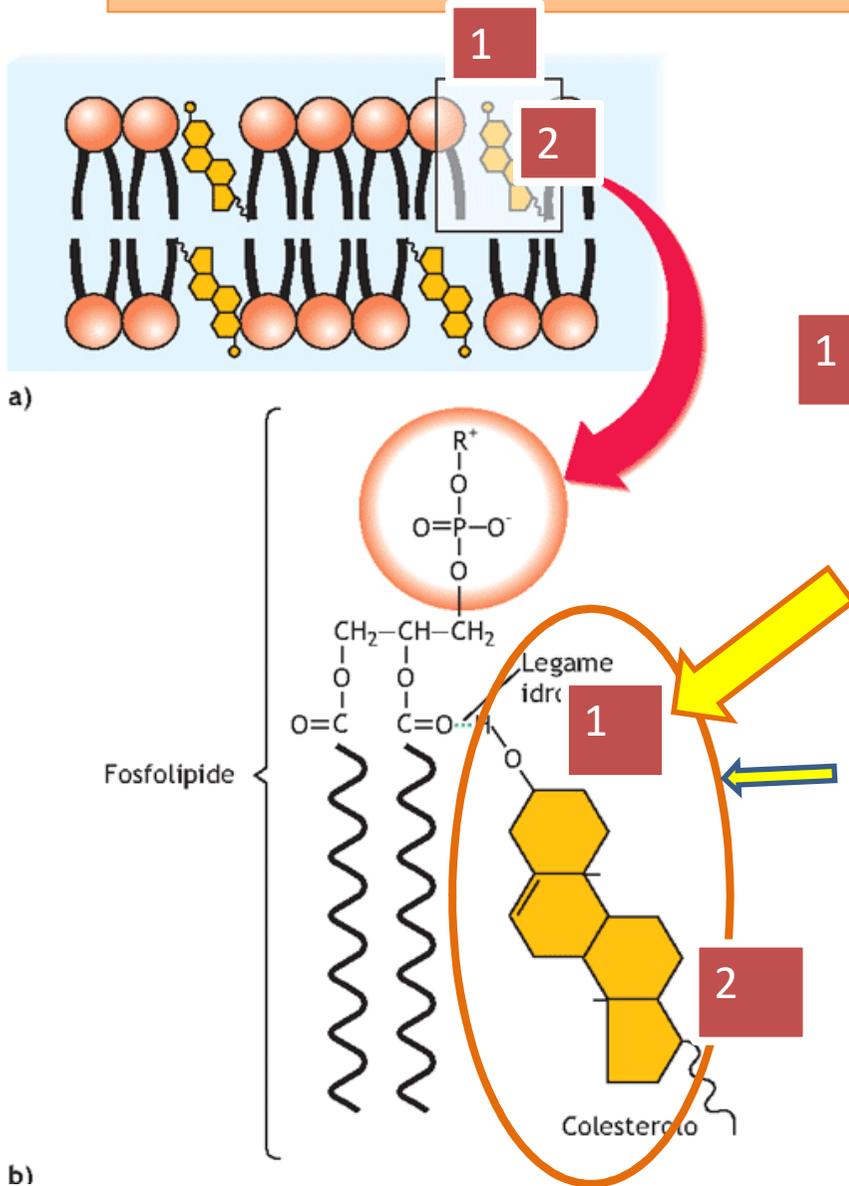
Il principale componente di natura steroidea della membrana è il **colesterolo**

OH: Piccola porzione polare ad un'estremità della molecola



Molecola meno anfipatica dei fosfolipidi

Il colesterolo si trova completamente immerso nel doppio strato



1

L'OH si posiziona nei pressi della testa polare dei fosfolipidi con la quale stabilisce dei legami -H .
Rivolgendo così la sua porzione polare verso le superfici esterna ed interna della cellula

2

porzione **apolare**
si dispone parallelamente alle code degli acidi grassi ed interagisce con le code idrocarburiche dei fosfolipidi adiacenti

Il colesterolo

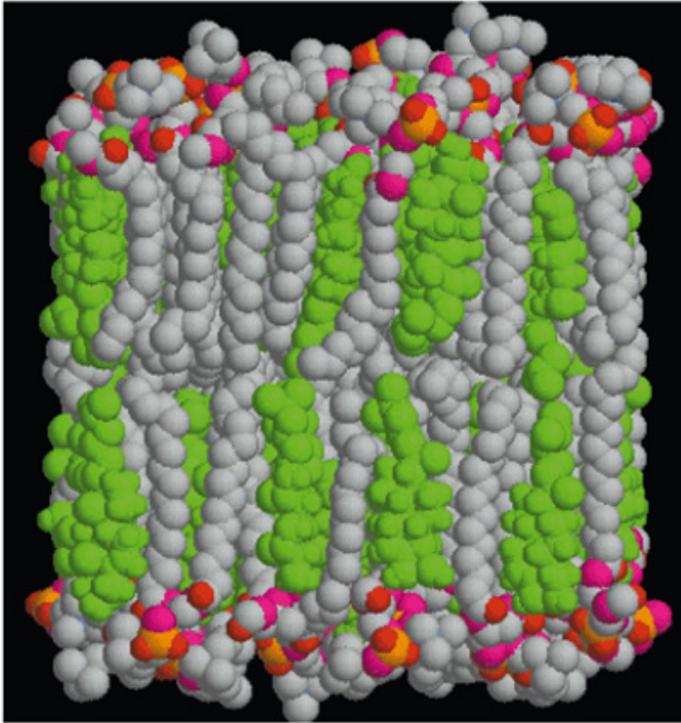
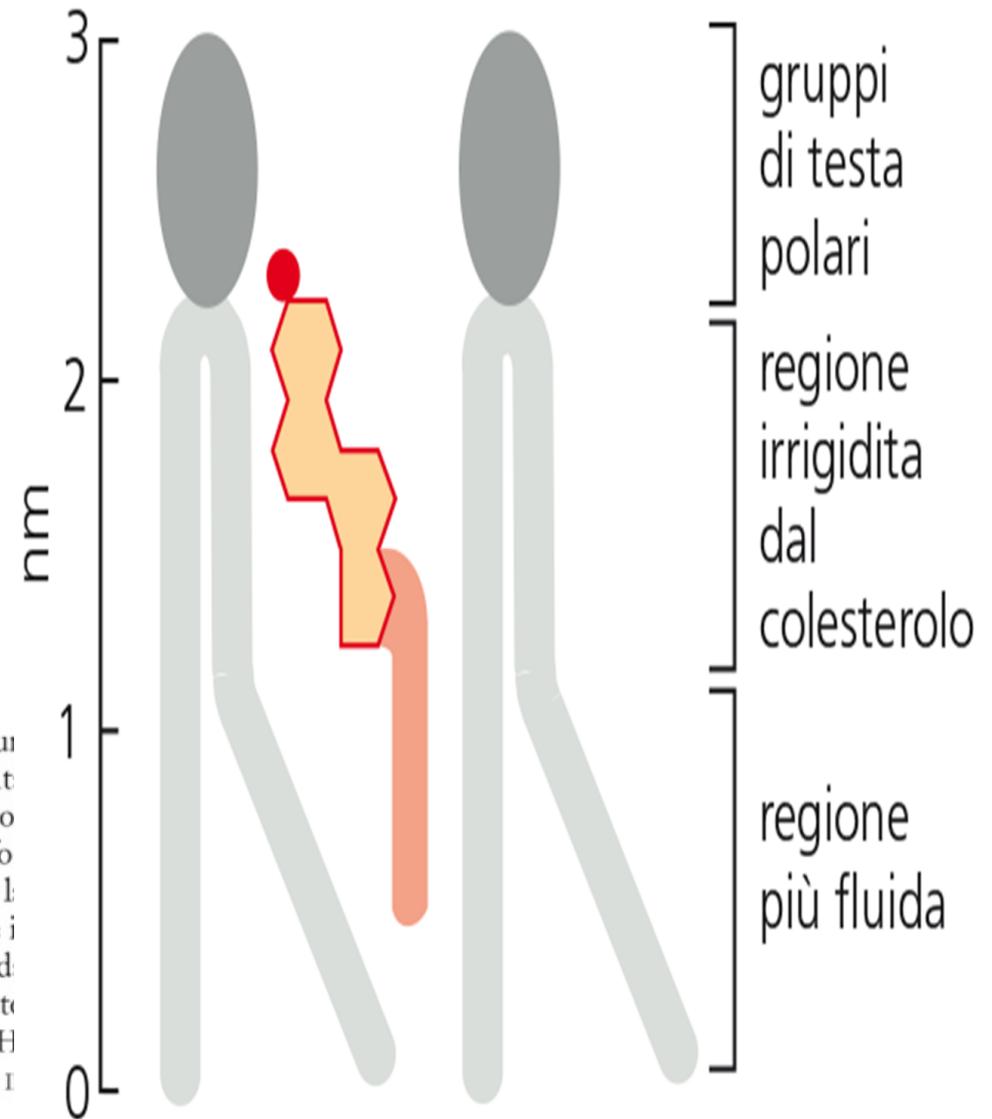
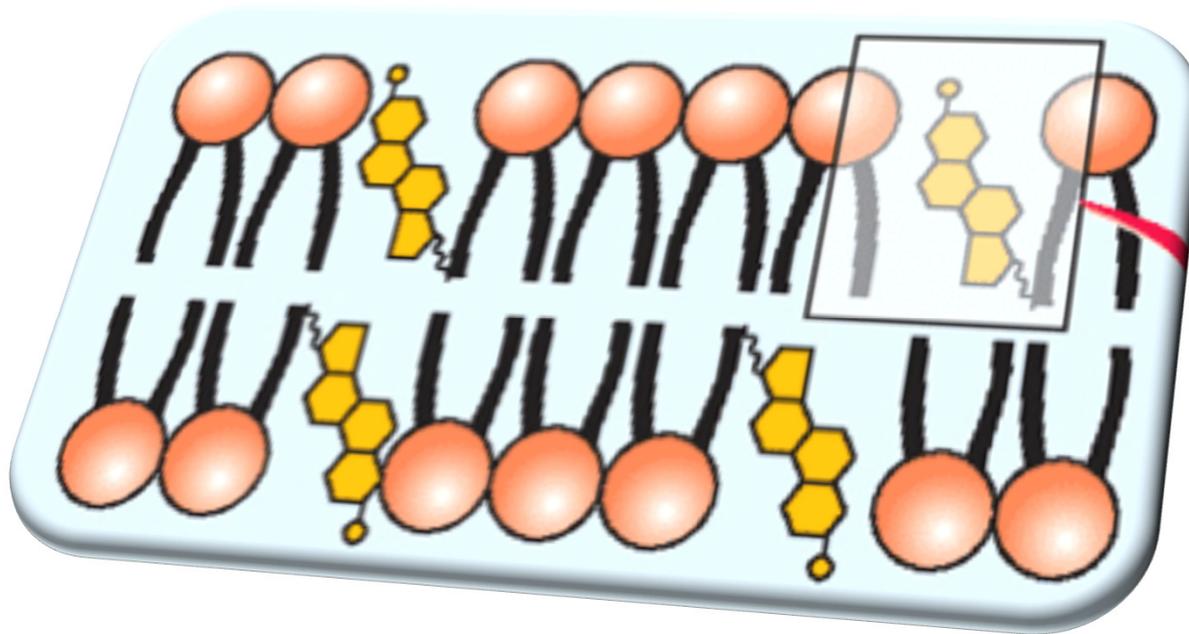


Figura 4.7 Le molecole di colesterolo (mostrate in verde) di un doppio strato lipidico sono orientate con la loro piccola estremità idrofila rivolta verso la faccia esterna del doppio strato e la maggior parte della loro struttura inserita fra le code di acidi grassi dei fosfolipidi. La posizione delle molecole di colesterolo interferisce con la flessibilità delle catene idrocarburiche lipidiche e tende ad irrigidire il doppio strato, preservando la sua fluidità generale. Diversamente da altri lipidi di membrana, il colesterolo è spesso distribuito piuttosto uniformemente tra i due foglietti della membrana. (RIPRODOTTO DA H. L. SCOTT, CURR. OPIN. STRUCT. BIOL. 12:499, 2002, FIGURA 3; © 2002, CON IL PERMESSO DELLA ELSEVIER.)



Effetti della presenza del colesterolo nelle membrane citoplasmatiche

Il colesterolo interferisce con l'eccessivo compattamento delle code di acidi grassi dei fosfolipidi, consentendo alle membrane di mantenere una certa **fluidità**.



Cronologia degli studi sulla composizione della membrana plasmatica

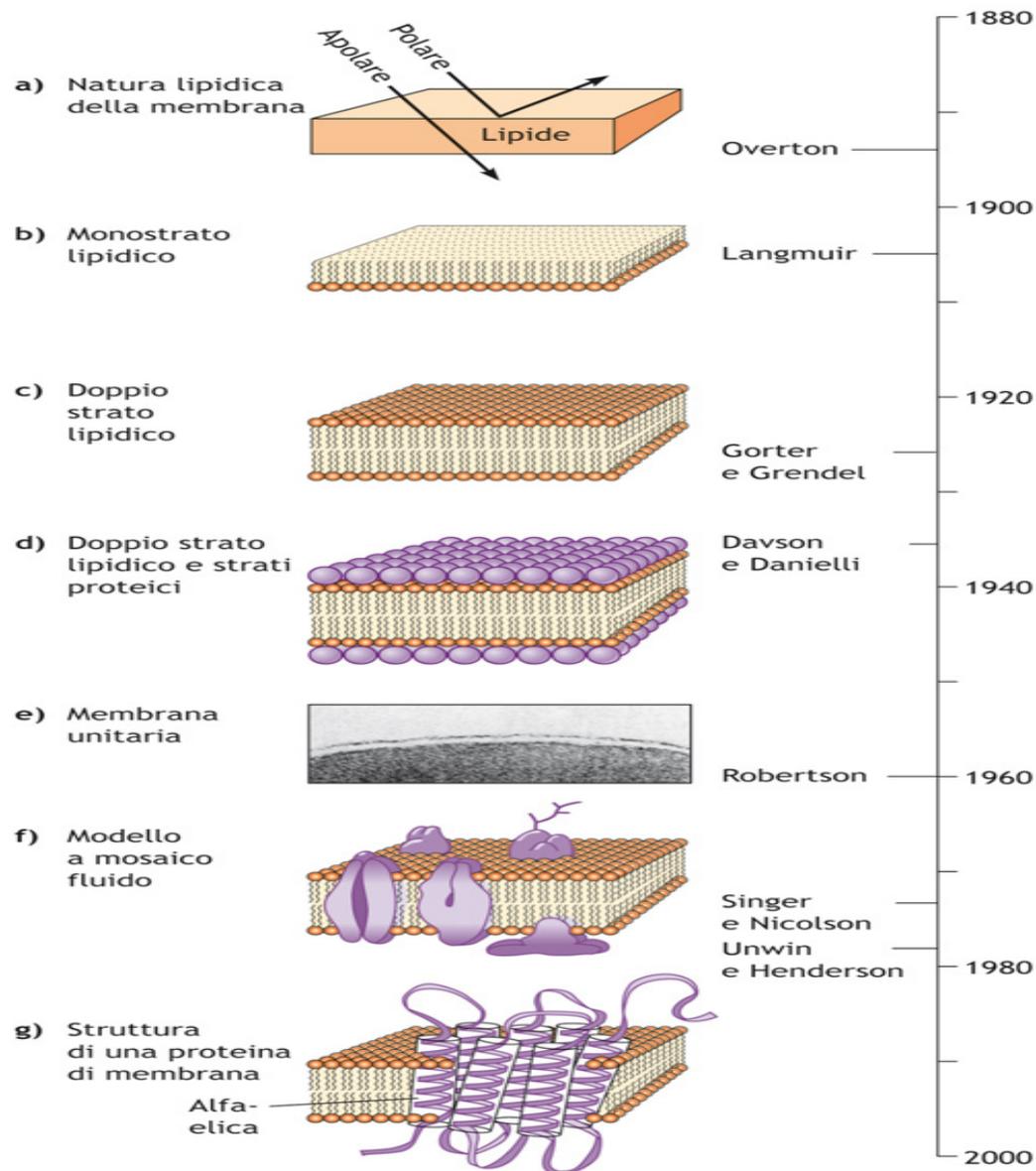


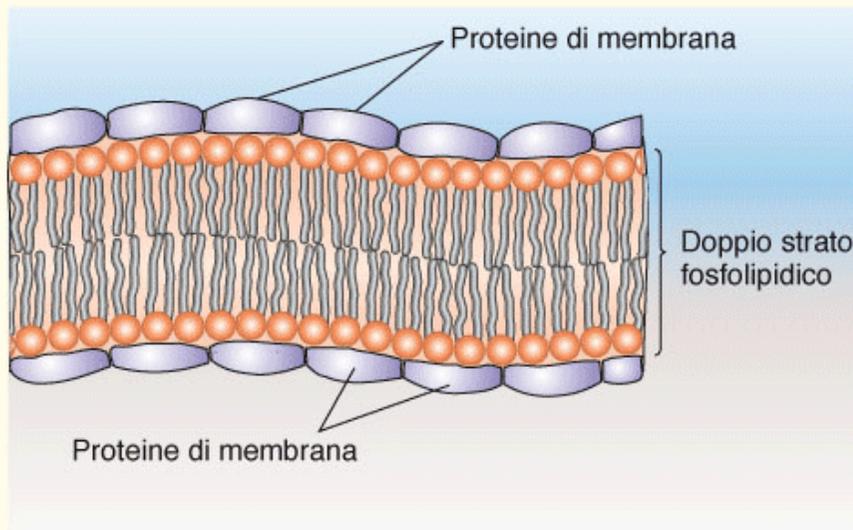
Figura I.2.2.1 Cronologia dello sviluppo del modello a mosaico fluido. Il modello a mosaico fluido della struttura della membrana, che Singer e Nicolson proposero nel 1972, costituì il culmine di studi che risalgono al 1890 ed è stato poi significativamente rifinito mediante studi successivi.

MEMBRANA : Modello a mosaico fluido

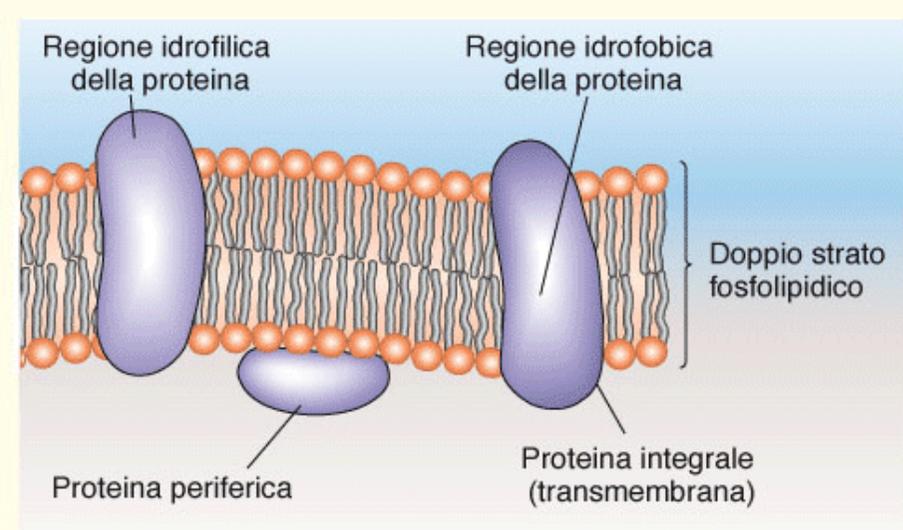
MOMENTO IMPORTANTE NELLA EVOLUZIONE DELLA TERIA

Dal modello di Davson e Danielli
(1935 , Università di Londra)

sostituito dal **modello a mosaico fluido**
proposto da Nicolson
(1972 Università della California, San Diego)



(a) Il modello di Davson-Danielli. Secondo questo modello, la membrana può essere assimilata ad un sandwich di fosfolipidi tra due strati proteici. Si è poi visto che questo modello, accettato per molti anni, non era corretto.



(b) Il modello a mosaico fluido. Secondo questo modello, la membrana è costituita da un doppio strato lipidico fluido e da un mosaico di proteine associate, in continuo cambiamento.

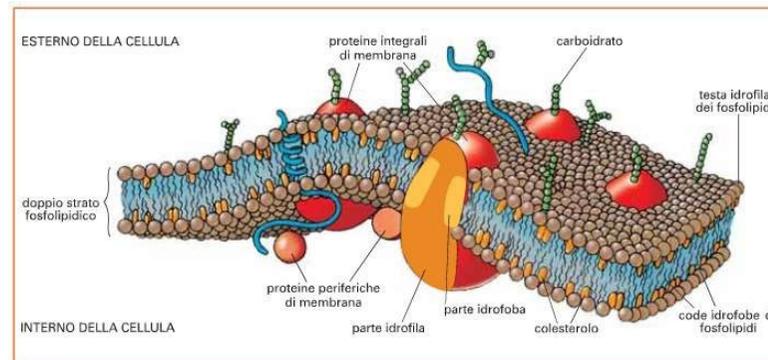
MEMBRANA : Modello a mosaico fluido

Le membrane cellulari vengono definite a **mosaico fluido**:
(1972, S.J. Singer e G.L. Nicholson)

Mosaico = perché è costituita da molecole proteiche inserite nel doppio strato di fosfolipidi;

Fluido = perché la maggior parte di queste proteine e dei fosfolipidi possono muoversi lateralmente all'interno della membrana.

Nel suo insieme invece la membrana non può muoversi dato che alcune sue proteine sono ancorate al citoscheletro.



MEMBRANA : Modello a mosaico fluido

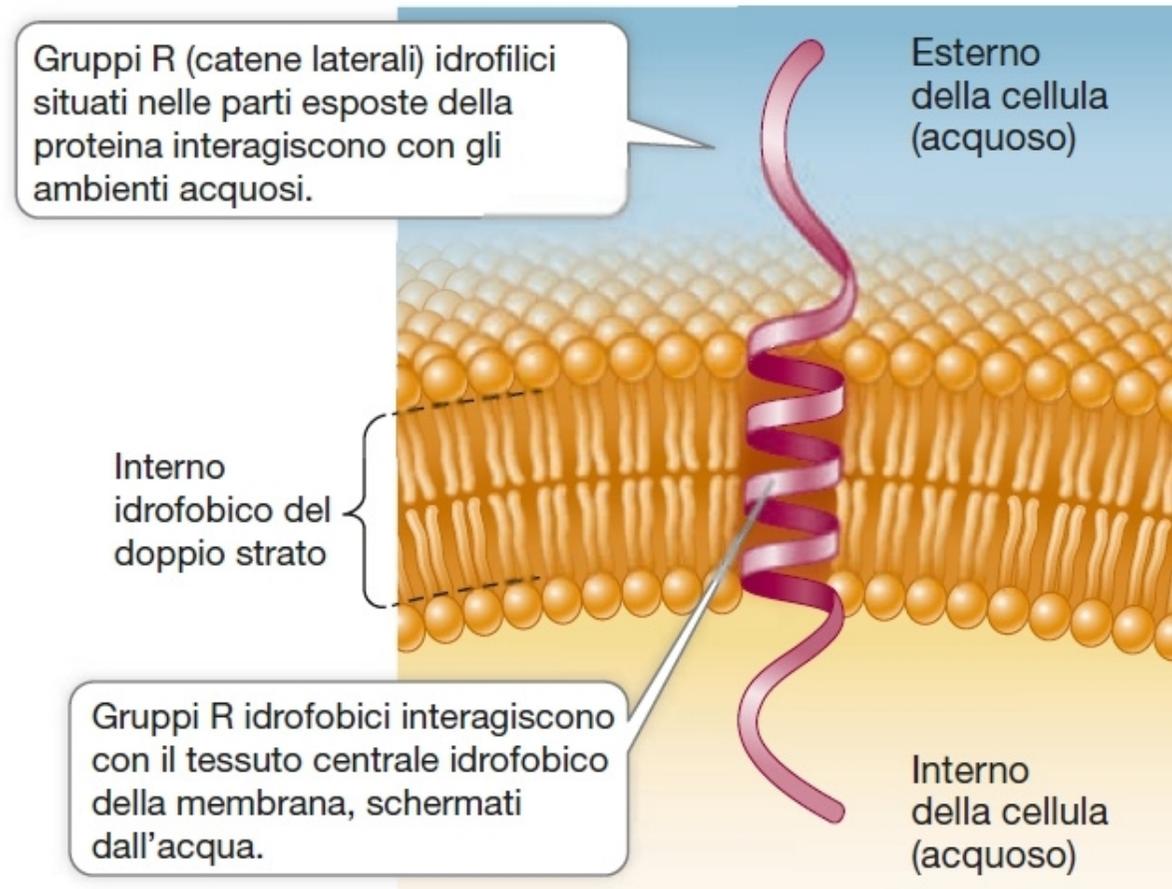
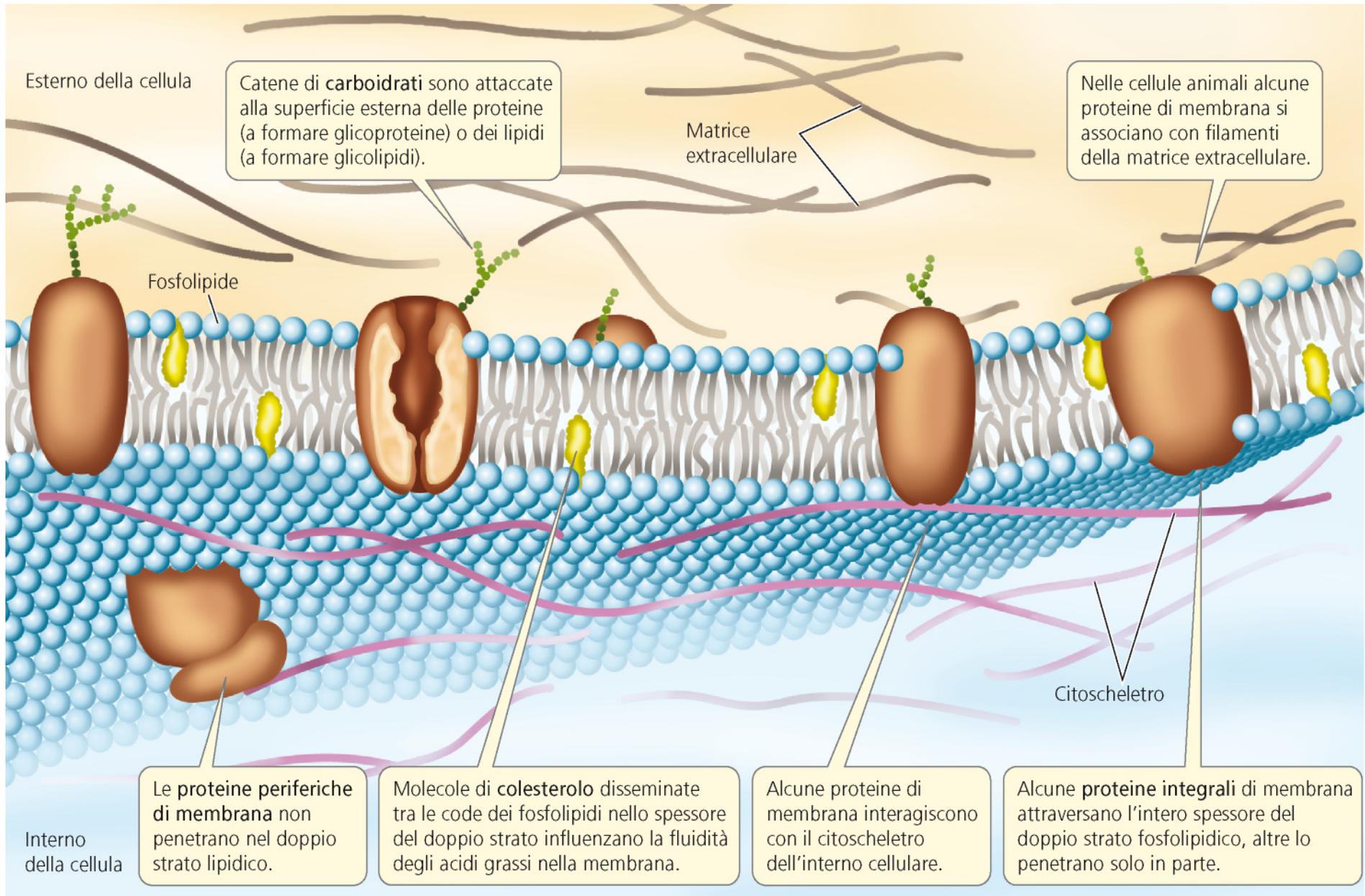


Figura 6.3 Interazioni delle proteine integrali di membrana

Una proteina integrale di membrana viene trattenuta dentro la membrana grazie alla distribuzione delle catene laterali idrofobiche e idrofiliche presenti sui suoi amminoacidi. Le parti idrofiliche della proteina si estendono nell'ambiente acquoso esterno e nel citoplasma interno. Le catene laterali idrofobiche interagiscono con il tessuto centrale idrofobico dei lipidi di membrana.

Struttura: Doppio strato fosfolipidico contenente un gran quantità di proteine, alcuni carboidrati e colesterolo



MEMBRANA : Modello a mosaico fluido

LA TECNICA FREEZE FRACTURE

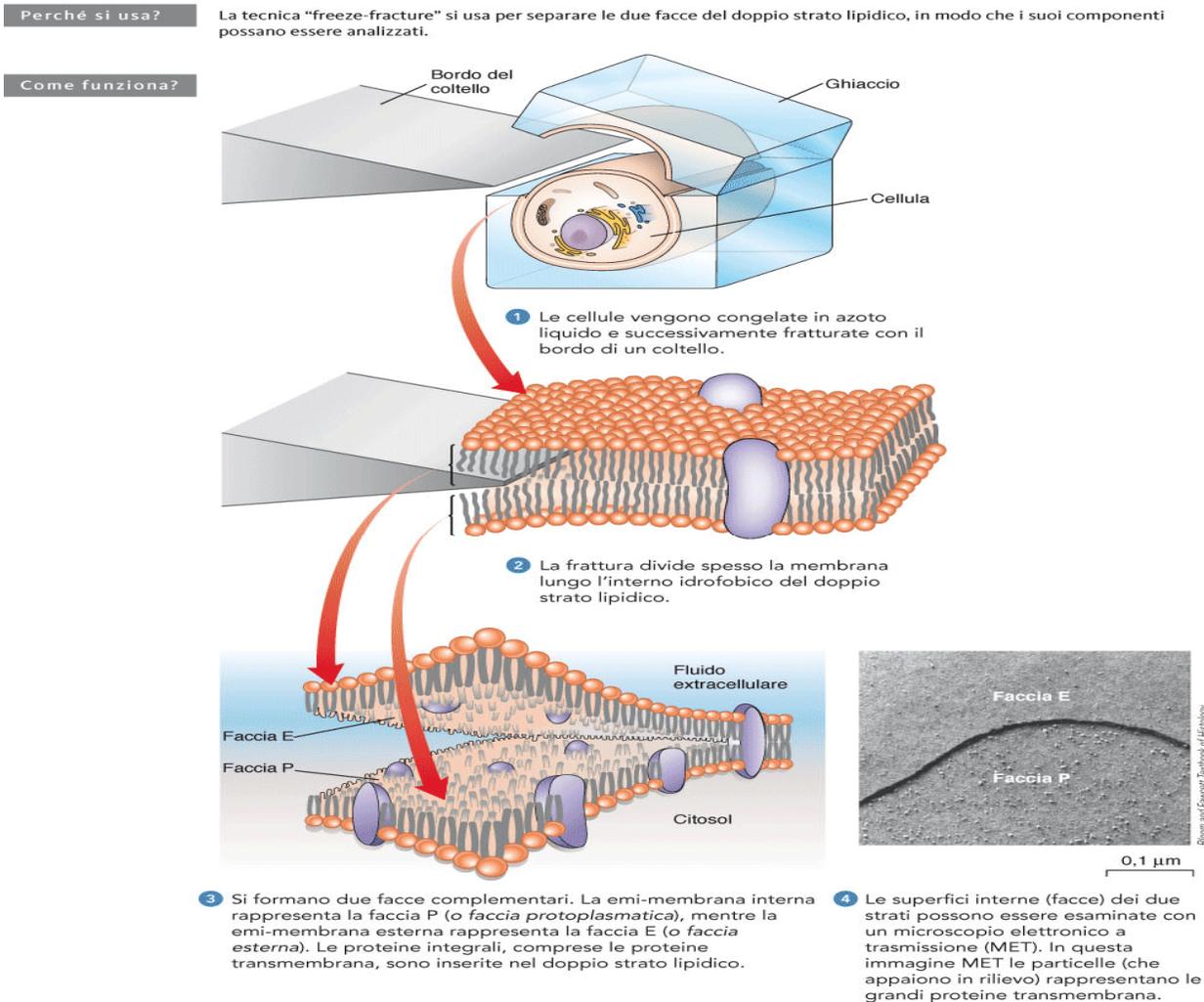
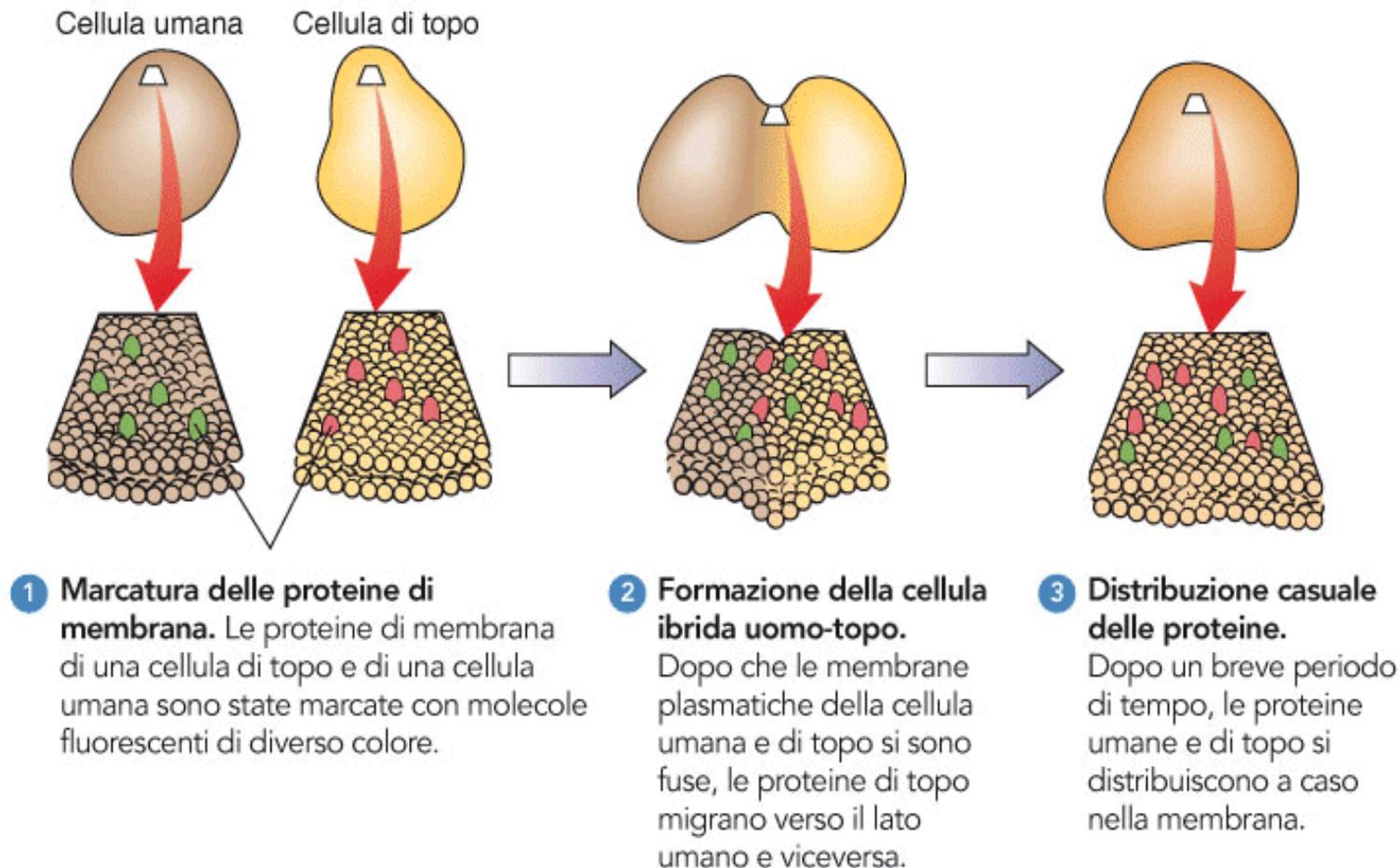


FIGURA 5-8 La tecnica "freeze-fracture"

MEMBRANA : Modello a mosaico fluido

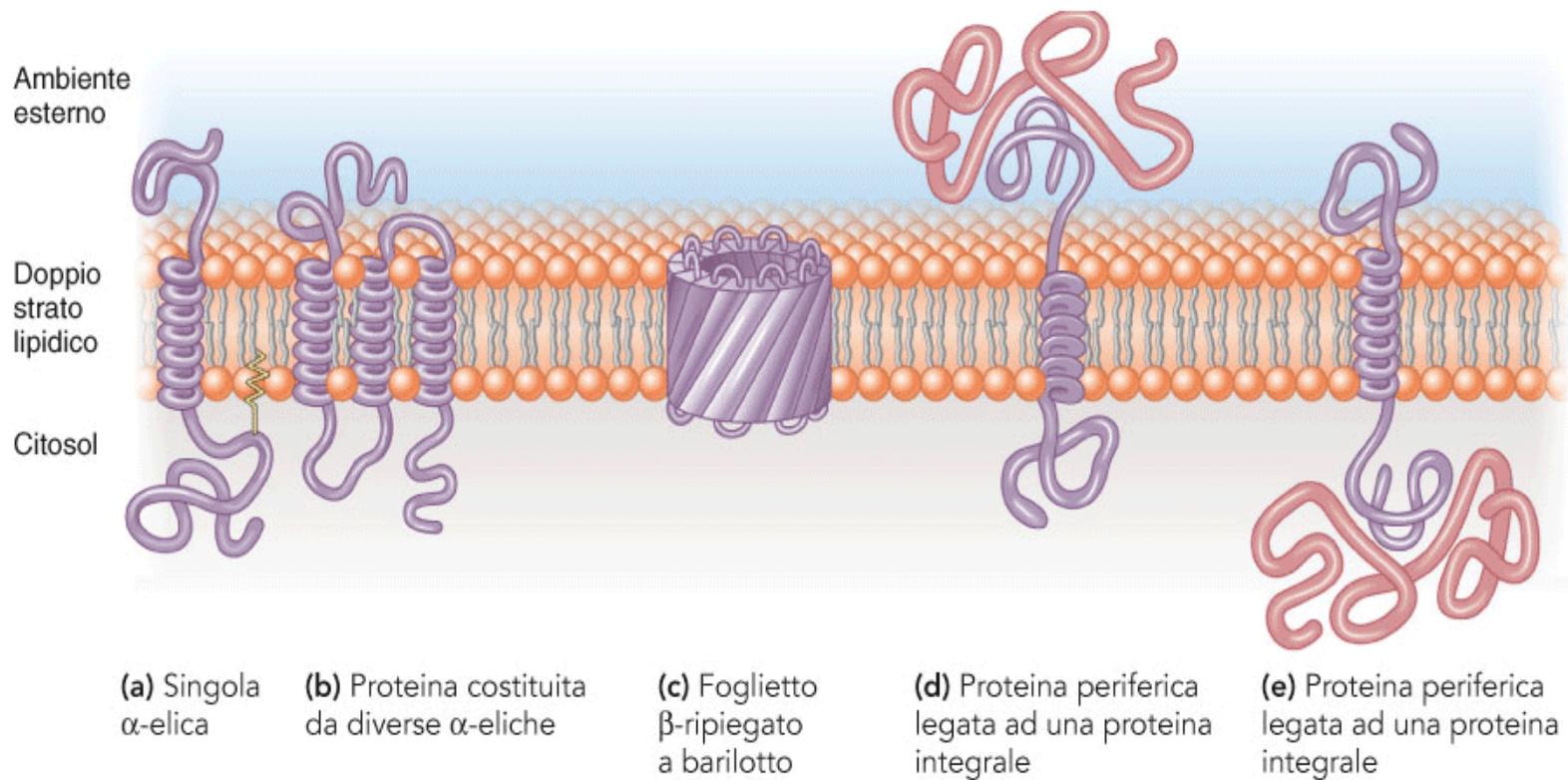
Esperimento di Frye ed Edidin

RISULTATI E CONCLUSIONI: Dopo un breve periodo di incubazione, le proteine della cellula umana e di quella di topo si erano miscelate sulla superficie della cellula ibrida. Dopo circa 40 minuti, le proteine di ciascuna specie si erano distribuite a caso in tutta la membrana plasmatica dell'ibrido. Questo esperimento dimostrò che le proteine si muovono all'interno della membrana plasmatica.

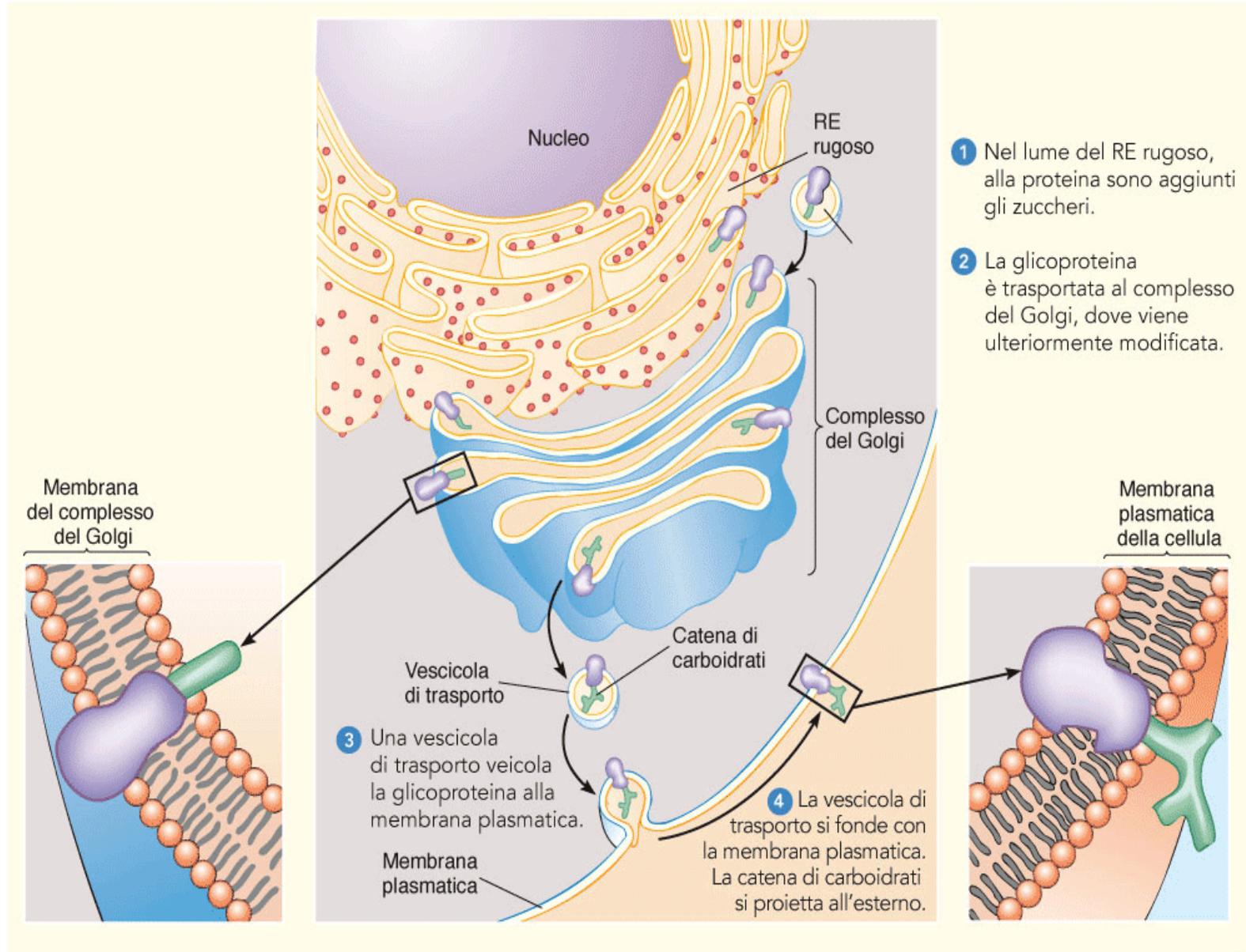


Proteine di membrana

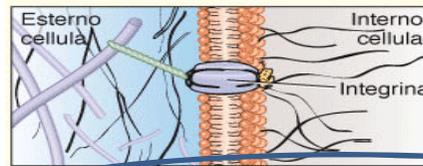
- ✓ Le proteine sono anfipatiche : le regioni idrofiliche si estendono fuori dalla cellula o nel citoplasma e le regioni idrofobiche interagiscono con le code dei fosfolipidi di membrana
- ✓ Possono essere integrali o periferiche



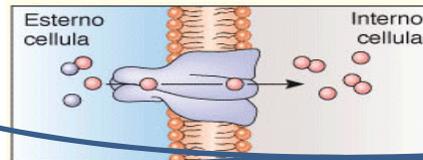
Sintesi ed orientamento di una proteina di membrana



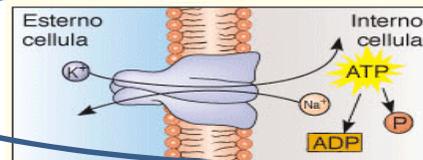
Funzioni delle proteine di membrana (alcune)



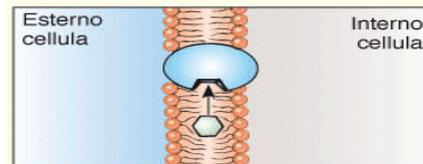
(a) Ancoraggio. Alcune proteine di membrana, come le integrine, ancorano la cellula alla matrice extracellulare e inoltre si connettono ai microfilamenti intracellulari.



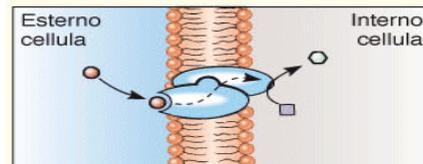
(b) Trasporto passivo. Certe proteine formano canali che permettono il passaggio selettivo di ioni o molecole.



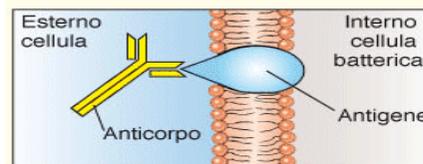
(c) Trasporto attivo. Alcune proteine di trasporto pompano i soluti attraverso la membrana, un processo che richiede un apporto diretto di energia.



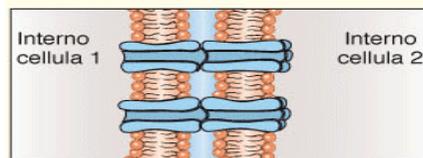
(d) Attività enzimatica. Molti enzimi legati alla membrana catalizzano reazioni che avvengono all'interno o sulla superficie della membrana.



(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.

La struttura della membrana cellulare ne influenza la permeabilità

- La struttura a mosaico fluido permette loro di funzionare come membrane selettivamente permeabili
- Molecole **piccole e apolari** (idrofobiche) passano la membrana cellulare per **Diffusione Semplice**
- Gas come ossigeno (O_2) e anidride carbonica (CO_2) **sono piccole** molecole che attraversano la MP
- La membrana è impermeabile a **ioni** e a grandi **molecole polari** che possono quindi attraversarla per **DIFFUSIONE FACILITATA, ovvero mediata** DA PROTEINE (CANALE E/O CARRIER)
- L' H_2O sebbene piccola **è polare** ed attraversa la membrana cellulare attraverso interruzioni temporanee di acidi grassi per DIFFUSIONE.
- L'osmosi è un tipo particolare di **DIFFUSIONE dell' H_2O** che comporta il movimento netto di acqua attraverso una membrana permeabile, da una regione a concentrazione maggiore ad una regione a concentrazione minore

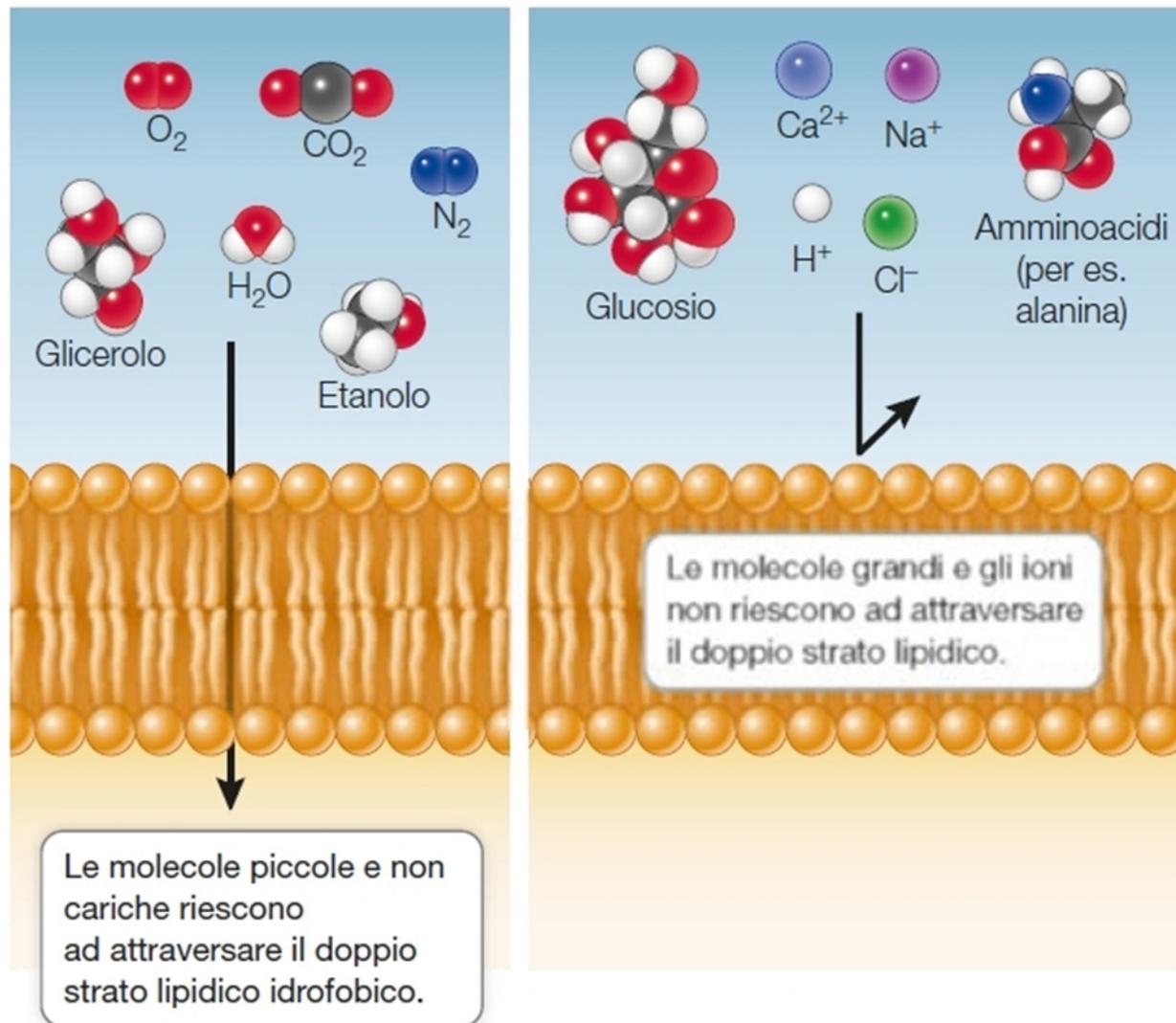
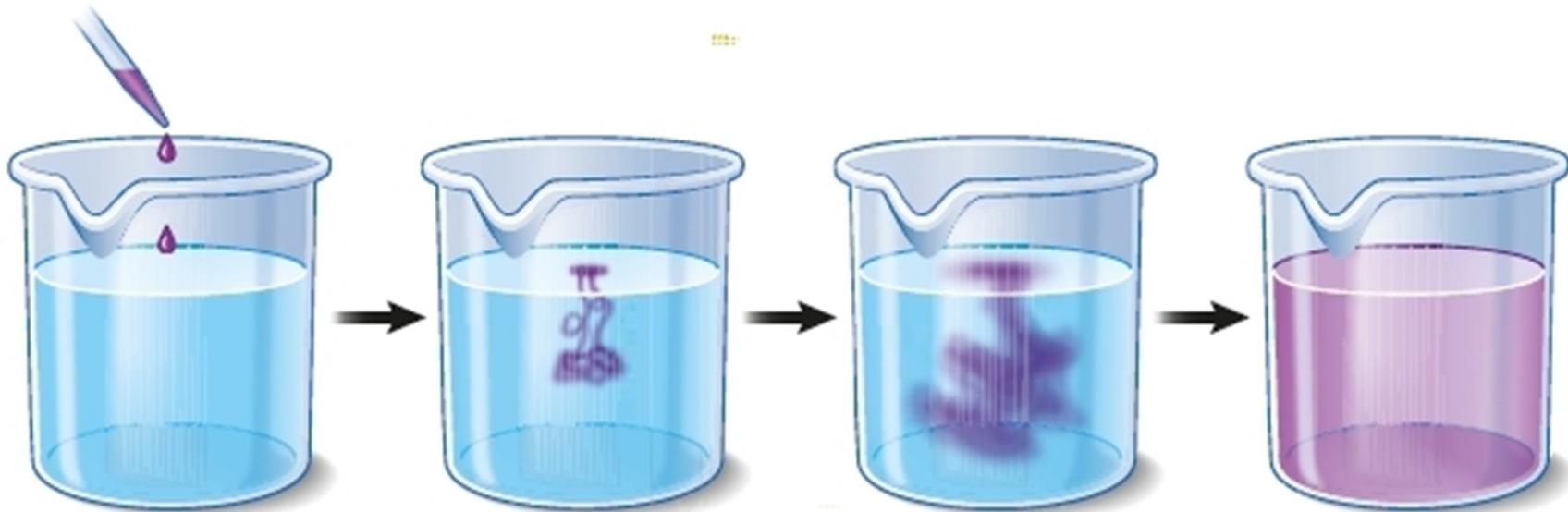


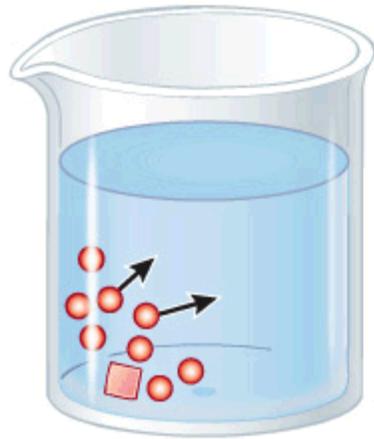
Figura 6.9 Permeabilità dei doppi strati fosfolipidici Molecole piccole e non cariche possono diffondere attraverso la membrana, ma non le molecole grandi e gli ioni.

Diffusione

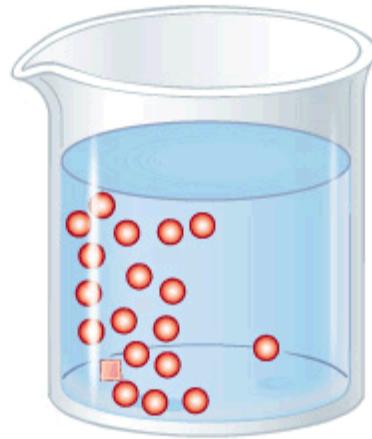
Processo di spostamento casuale verso uno **stato di equilibrio**: le particelle si muovono sino al raggiungimento dell'equilibrio



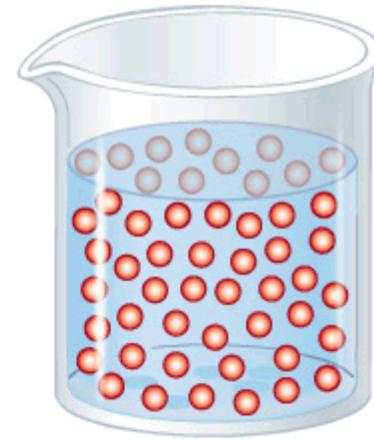
Diffusione



- 1 Quando una zolletta di zucchero viene immersa in un beaker di acqua pura, le sue molecole cominciano a dissolversi e a diffondere nell'acqua.



- 2 Le molecole di zucchero continuano a dissolversi e a diffondere nell'acqua.

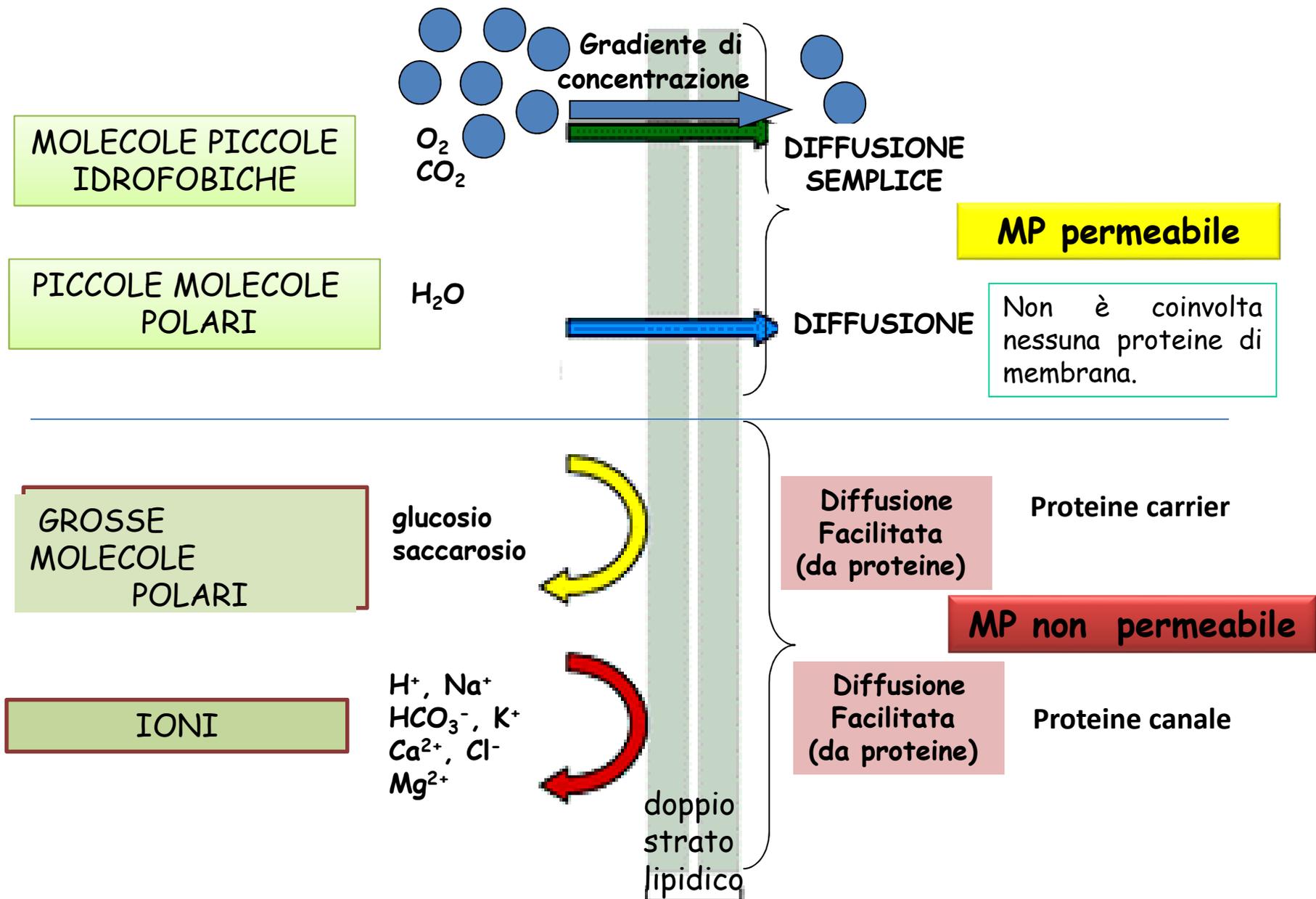


- 3 Alla fine, le molecole di zucchero risultano uniformemente distribuite nella massa di acqua.

Figura 5-10 Diffusione

Durante il **TRASPORTO PASSIVO (DIFFUSIONE SEMPLICE O FACILITATA)**

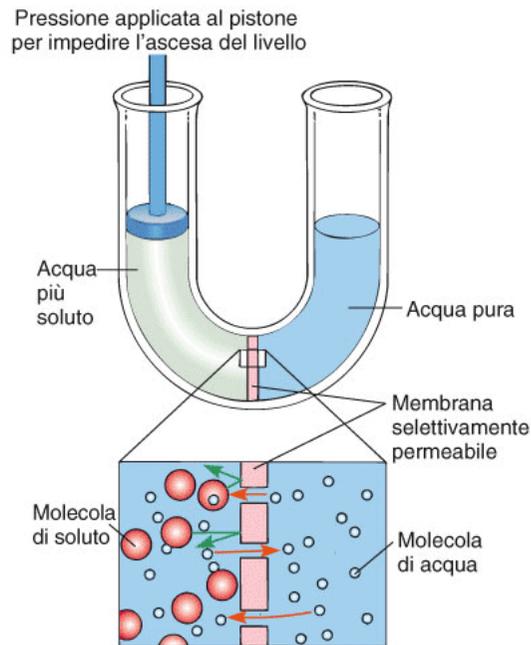
si ha un movimento netto sempre secondo gradiente di concentrazione.



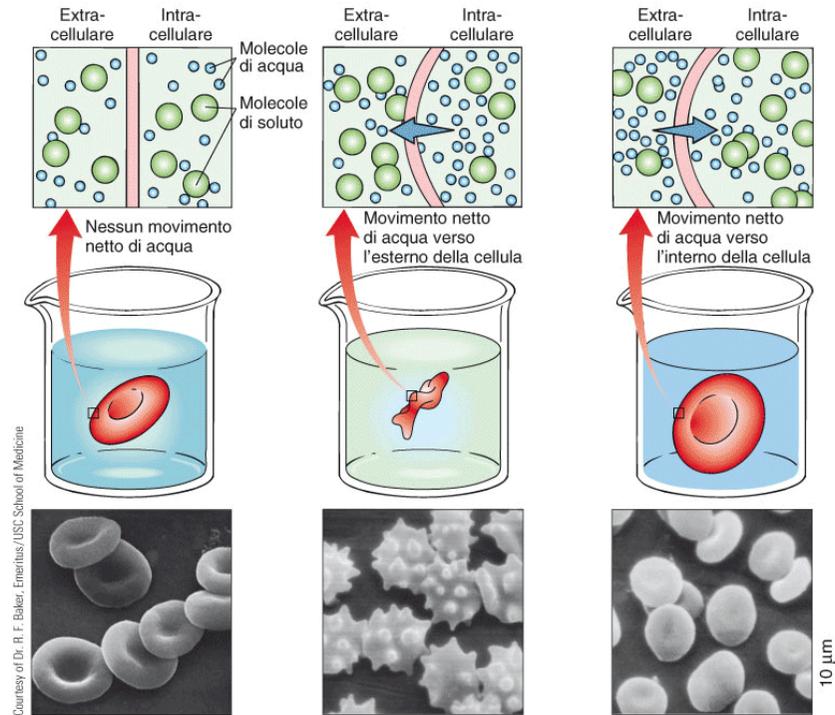
L'osmosi è la diffusione di **acqua** attraverso una membrana selettivamente permeabile

L'OSMOSI PUO' MODIFICARE LA FORMA DELLE CELLULE

Pressione Osmotica



Un tubo ad U contiene acqua pura nel braccio destro e acqua più soluto nel sinistro. Le due soluzioni sono separate da una membrana selettivamente permeabile che permette il passaggio delle molecole di acqua in entrambe le direzioni (*freccie blu*), ma non delle molecole di soluto (*freccie rosse*). Il livello del fluido aumenta a sinistra e cala a destra perché esiste un movimento netto di acqua verso sinistra. La forza che deve essere applicata al pistone per impedire l'ascesa del livello del fluido è uguale alla pressione osmotica della soluzione.



(a) Soluzione isotonica.
Quando una cellula viene posta in una soluzione isotonica, le molecole d'acqua passano dentro e fuori dalla cellula, ma con un movimento netto pari a zero.

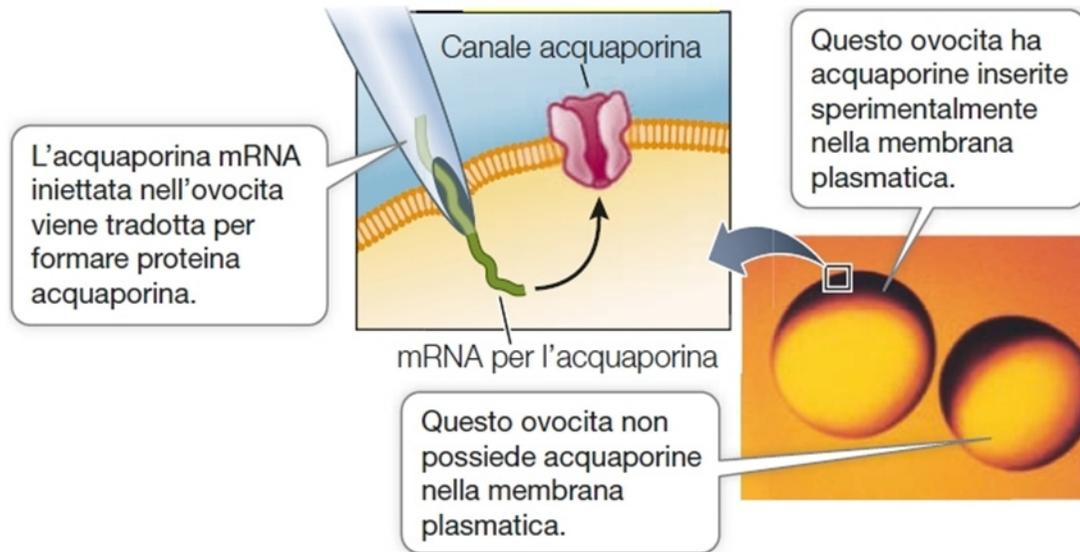
(b) Soluzione ipertonica.
Quando una cellula viene posta in una soluzione ipertonica, si ha un movimento netto di acqua verso l'esterno della cellula (*freccia blu*) e la cellula si disidrata e si raggrinzisce.

(c) Soluzione ipotonica.
Quando una cellula viene posta in una soluzione ipotonica, si ha un movimento netto di acqua verso l'interno della cellula (*freccia blu*) che ne causa il rigonfiamento. La cellula potrebbe anche scoppiare.

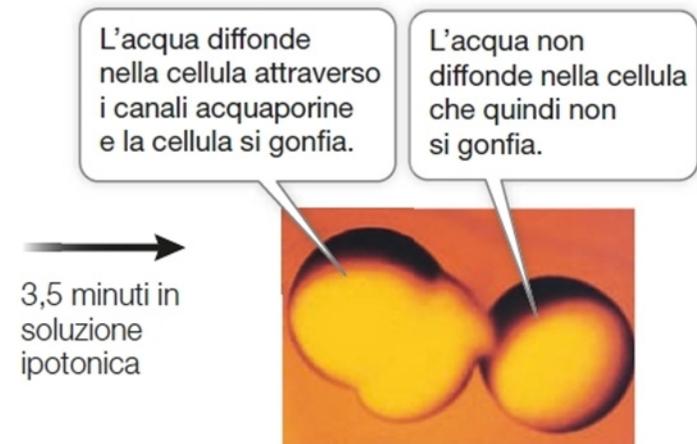
Concentrazione del soluto nella soluzione A	Concentrazione del soluto nella soluzione B	Tonicità	Direzione del movimento netto di acqua
Maggiore	Minore	A ipertonica rispetto a B; B ipotonica rispetto ad A	Da B verso A
Minore	Maggiore	B ipertonica rispetto ad A; A ipotonica rispetto a B	Da A verso B
Uguale	Uguale	A e B sono isotoniche	Nessun movimento netto

Acquaporina

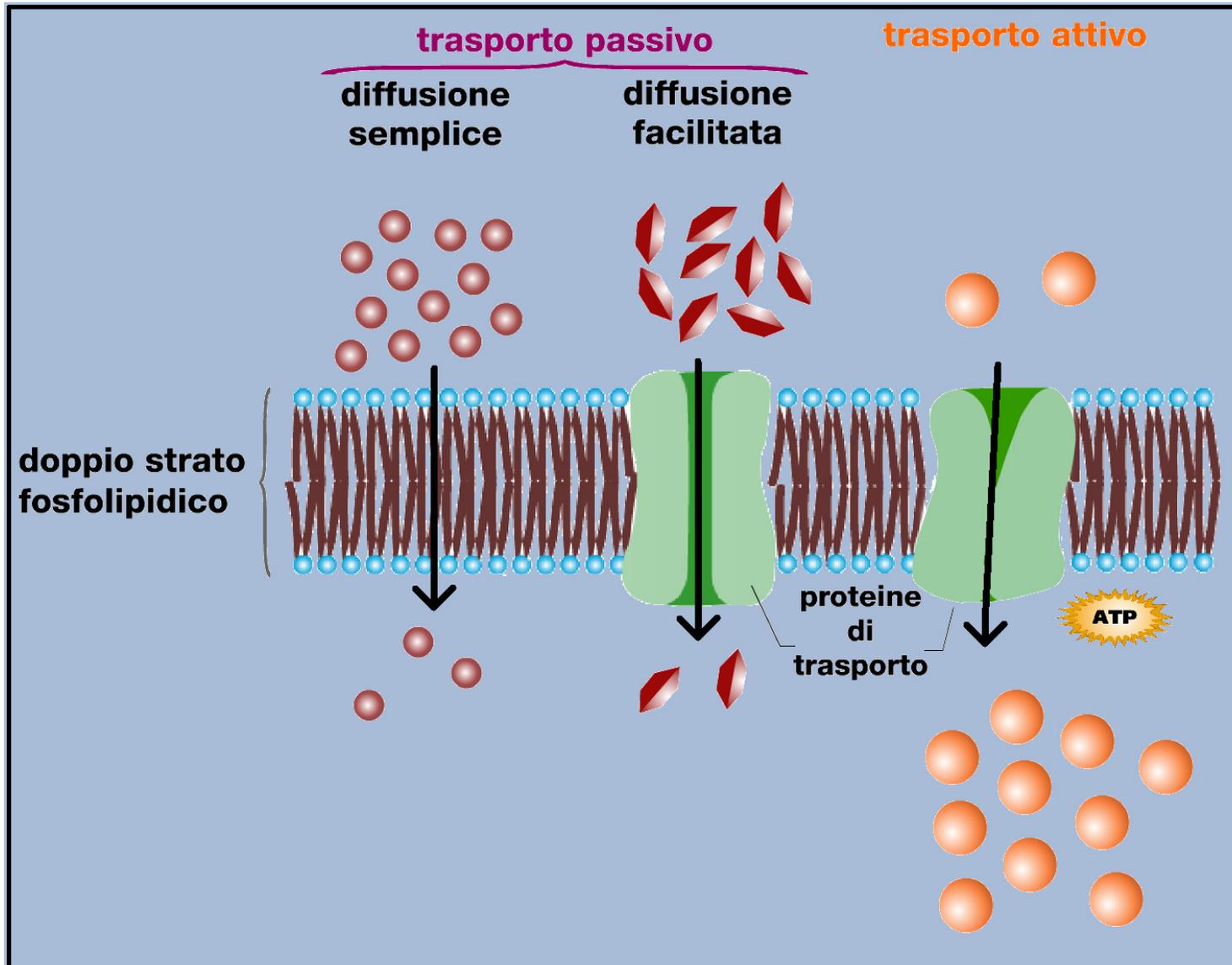
METODO



RISULTATI



IL PASSAGGIO DI SOSTANZE ATTRAVERSO LA MEMBRANA PLASMATICA



Diffusione facilitata

Le proteine di trasporto trasferiscono molecole attraverso le membrane

- ❖ **Proteine di trasporto:** trasferiscono ioni, amminoacidi, zuccheri e altre molecole
- ❖ **Proteine canale**
- ❖ **Proteine carrier**

Proteine canale

- ✓ formato da tunnel, pori, attraverso la membrana.
- ✓ Molti canali hanno l'apertura controllata in risposta a **variazioni elettriche, stimoli chimici, o sollecitazioni meccaniche**
- ✓ **Gli ioni passano attraverso proteine canale**

Proteine carrier :

- ✓ Permettono la diffusione facilitata
- es.** diffusione facilitata secondo gradiente mediata dalla **proteina carrier GLUT1** , facilita l'entrata del **glucosio** nei g. rossi, e subisce cambiamenti conformazionali

DIFFUSIONE FACILITATA DEGLI IONI K⁺

- ❑ AVVIENE SECONDO UN GRADIENTE DI CONCENTRAZIONE GRAZIE A **PROTEINE CANALE**
- ❑ IN RISPOSTA AD UNO STIMOLO ELETTRICO IL CANALDE DEL POTASSIO SI APRE PERMETTENDO LA DIFFUSIONE DEL POTASSIO FUORI DALLA CELLULA
- ❑ **NON NECESSITA DI DISPENDIO ENERGETICO**

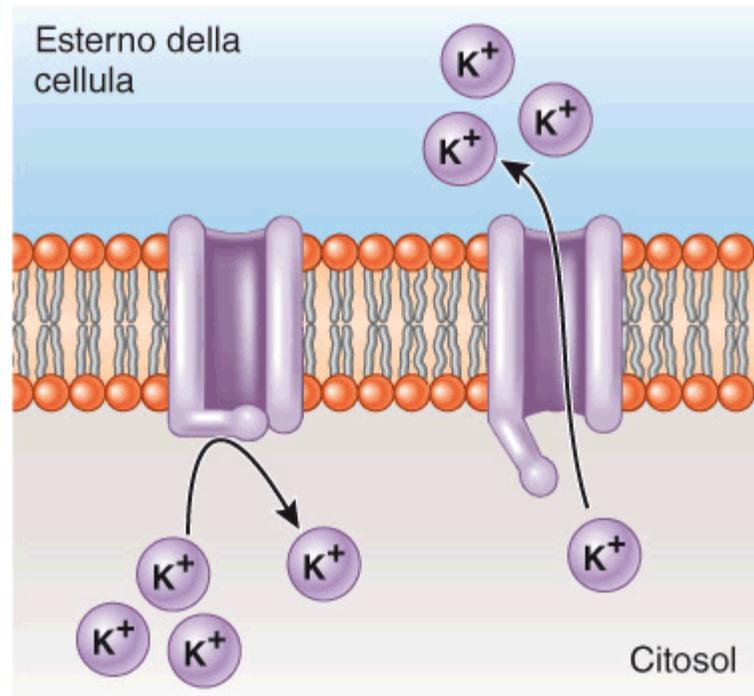


Figura 5-14 Diffusione facilitata degli ioni potassio

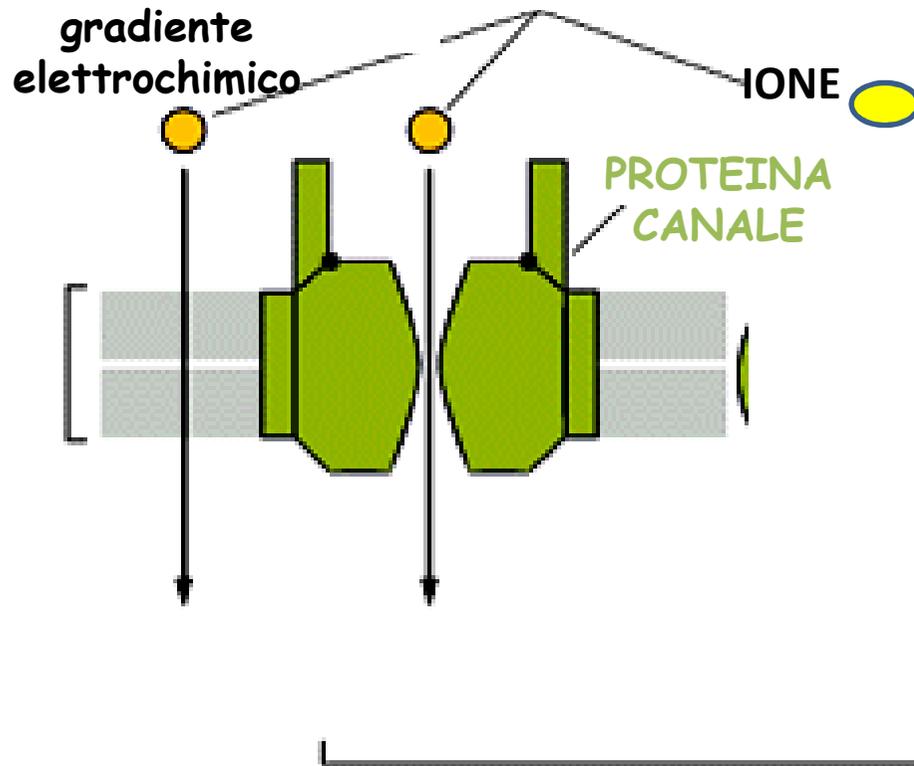
La concentrazione di Potassio intracellulare (150 mM) e la concentrazione di Potassio extracellulare (5 mM).

PROTEINA CANALE

DIFFUSIONE FACILITATA DA PROTEINE CANALE

Proteine canale: formano minuscoli pori idrofilici nella membrana, che i soluti attraversano per diffusione

Canali ionici: mediano il passaggio di ioni attraverso la membrana plasmatica. Importanti nelle cellule nervose e muscolari



3 proprietà fondamentali:

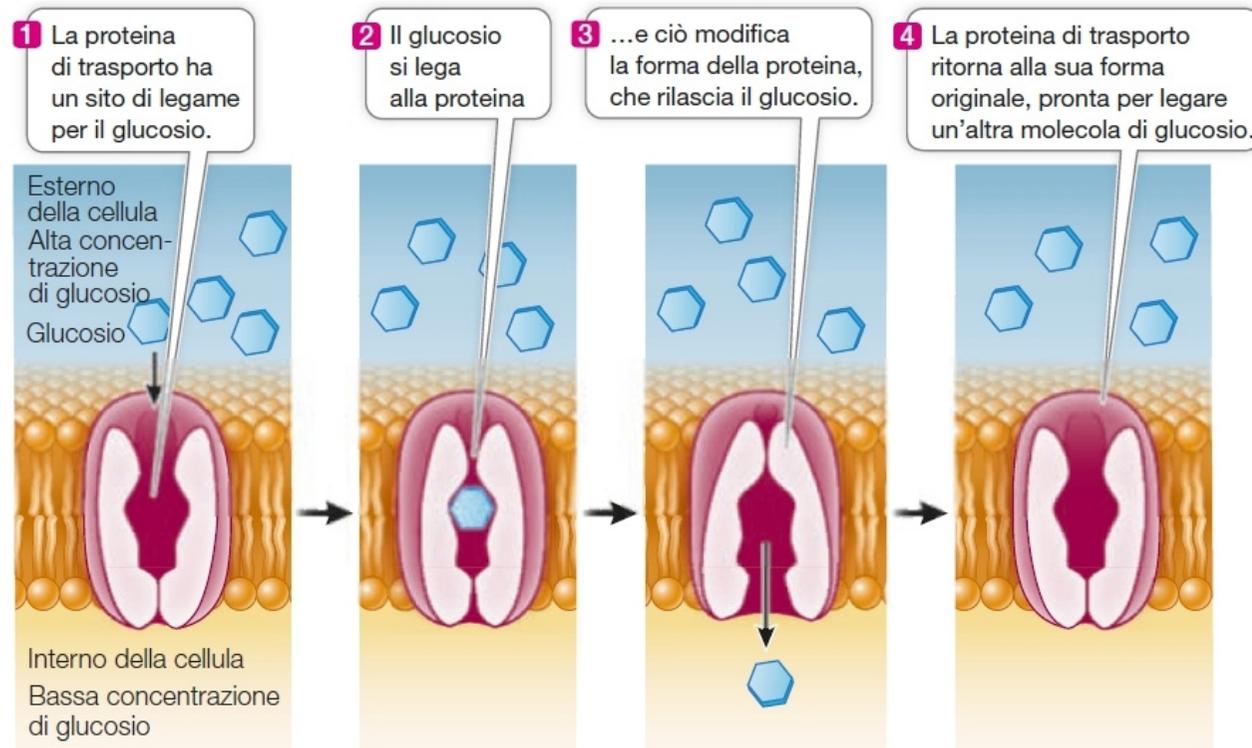
1. Trasporto rapido, maggiore rispetto al trasporto mediato da proteine trasportatrici
2. Selettivi: limitano il passaggio di Na^+ , K^+ , Ca^{2+} e Cl^-
3. Non sono sempre aperti: l'apertura è regolata in risposta a stimoli specifici (ligandi o voltaggio)

Il flusso di ioni attraverso i canali di membrana dipende dall'esistenza di **gradienti ionici** attraverso la membrana plasmatica.

DIFFUSIONE FACILITATA DELLE MOLECOLE DI GLUCOSIO DA UNA PROTEINA CARRIER GLUT-1 NEL GLOBULI ROSSI:

AVVIENE SECONDO UN GRADIENTE DI CONCENTRAZIONE GRAZIE A **PROTEINE CANALE**
Non necessita di dispendio energetico

(A) Il trasportatore del glucosio fa entrare il glucosio



(B) Saturazione graduale dei trasportatori del glucosio



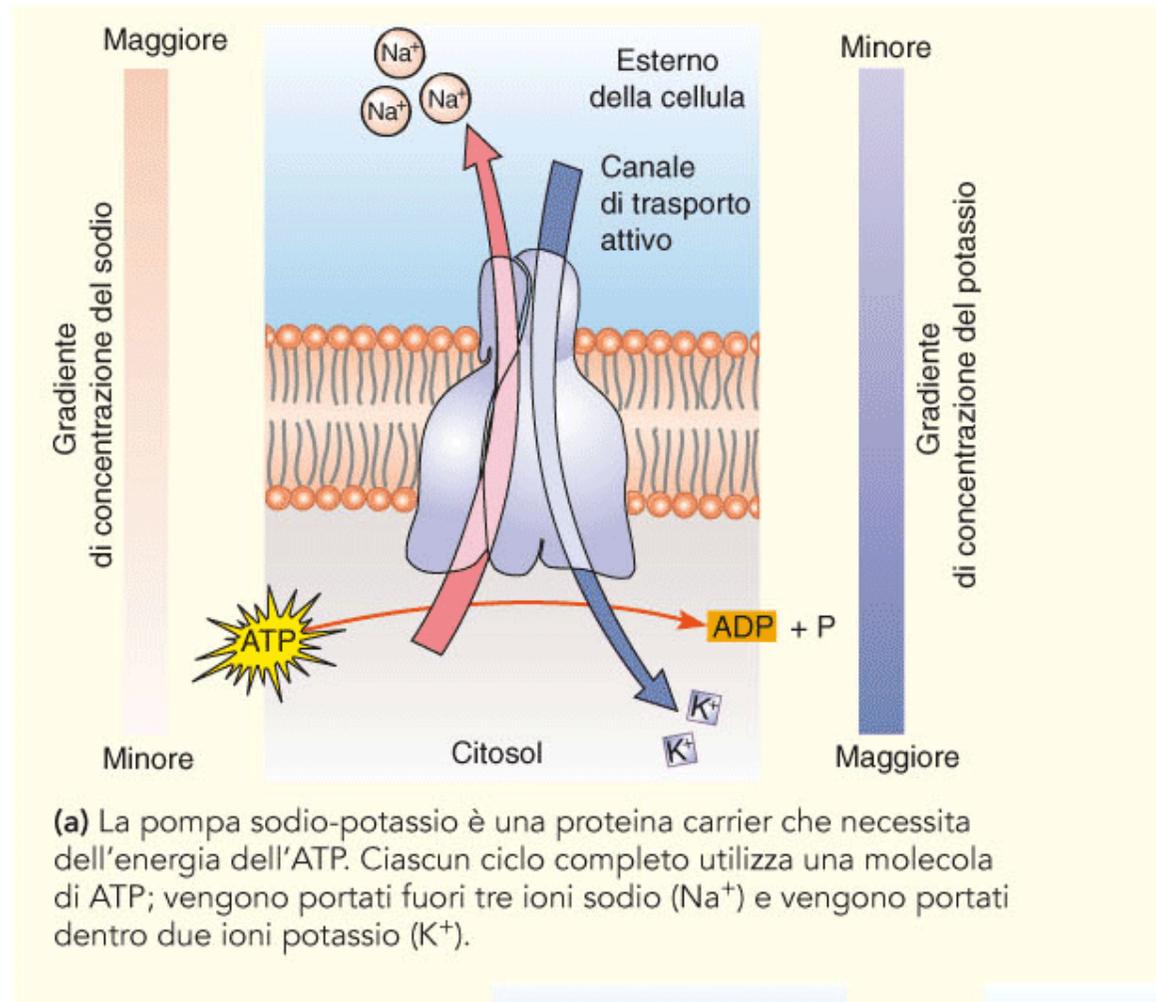
Attività 6.4 **Simulazione del trasporto di membrana**
Membrane Transport Simulation

Figura 6.12 Una proteina di trasporto (carrier) facilita la diffusione Il trasportatore del glucosio è una proteina *carrier* che fa entrare il glucosio nella cellula a una velocità maggiore di quella consentita dalla semplice diffusione. (A) Il trasportatore si lega al glucosio, lo porta dentro la membrana, quindi cambia forma e lo rilascia nel citoplasma cellulare. (B) Il grafico mostra la velocità di ingresso del glucosio tramite trasportatore in rapporto alla concentrazione del glucosio all'esterno della cellula. Man mano che aumenta la concentrazione del glucosio, aumenta anche la velocità di diffusione, fino al momento in cui tutti i trasportatori disponibili sono occupati (il sistema è saturato).

TRASPORTO ATTIVO

- Per trasportare molecole contro gradiente di concentrazione
- Richiede dispendio di energia, ATP
- Necessita di sistemi di trasporto che trasportano «pompano» sostanze **CONTRO** il loro gradiente di concentrazione
- Tutte le cellule, comprese quelle nervose e muscolari, contengono pompe ioniche che usano energia derivata dall'idrolisi di ATP per trasportare attivamente ioni attraverso la membrana plasmatica.
- Poichè gli ioni sono elettricamente carichi, il loro trasporto porta alla formazione di un gradiente elettrico attraverso la membrana plasmatica
- Un esempio è la **pompa sodio-potassio** : **2 ioni K⁺ entrano e 3 Na⁺ escono**
- La membrana si dice polarizzata (cariche – nel citosol).
- Il gradiente elettrochimico generato dalla pompa guida gli ioni ad attraversare la membrana.

TRASPORTO ATTIVO : POMPA SODIO POTASSIO

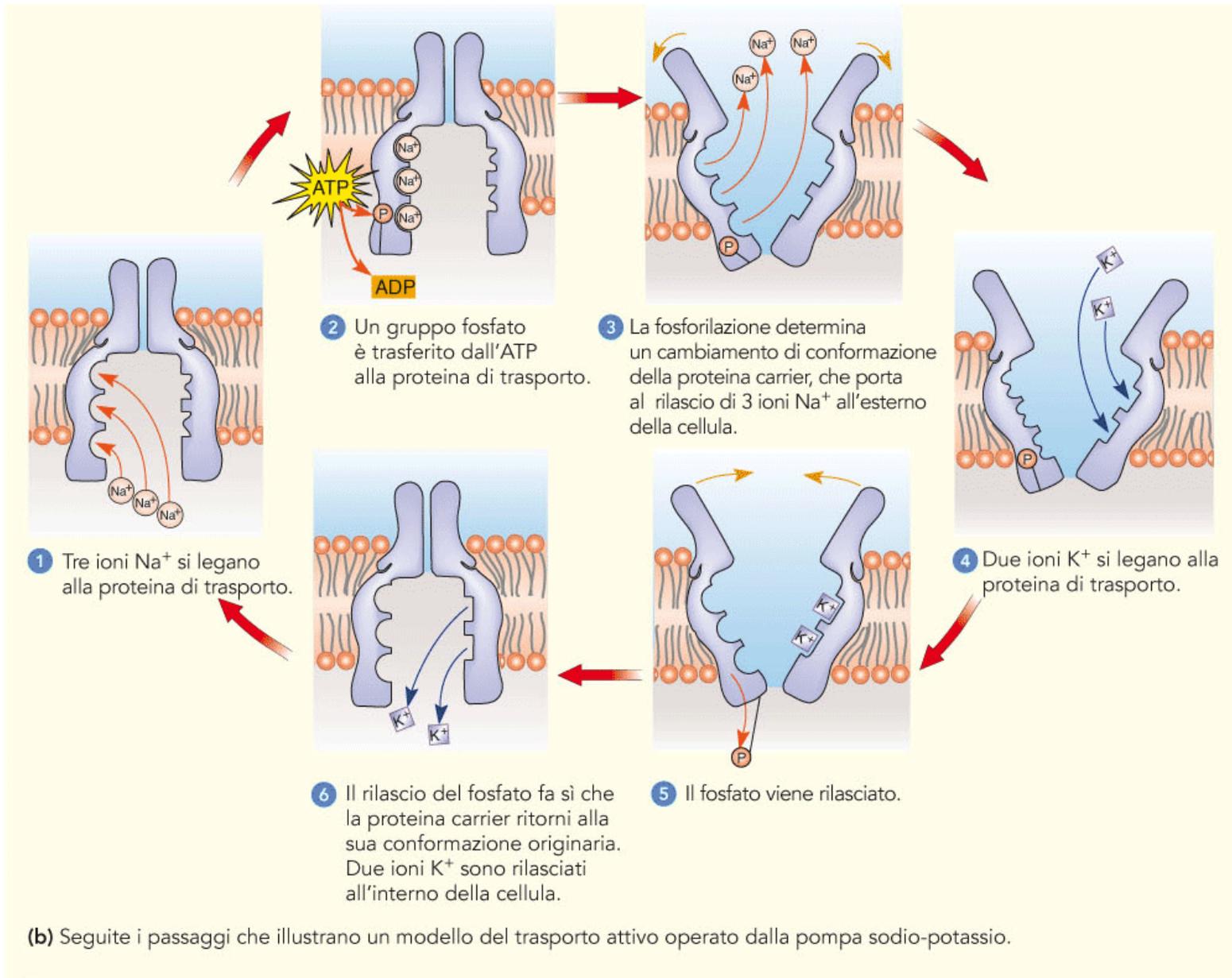


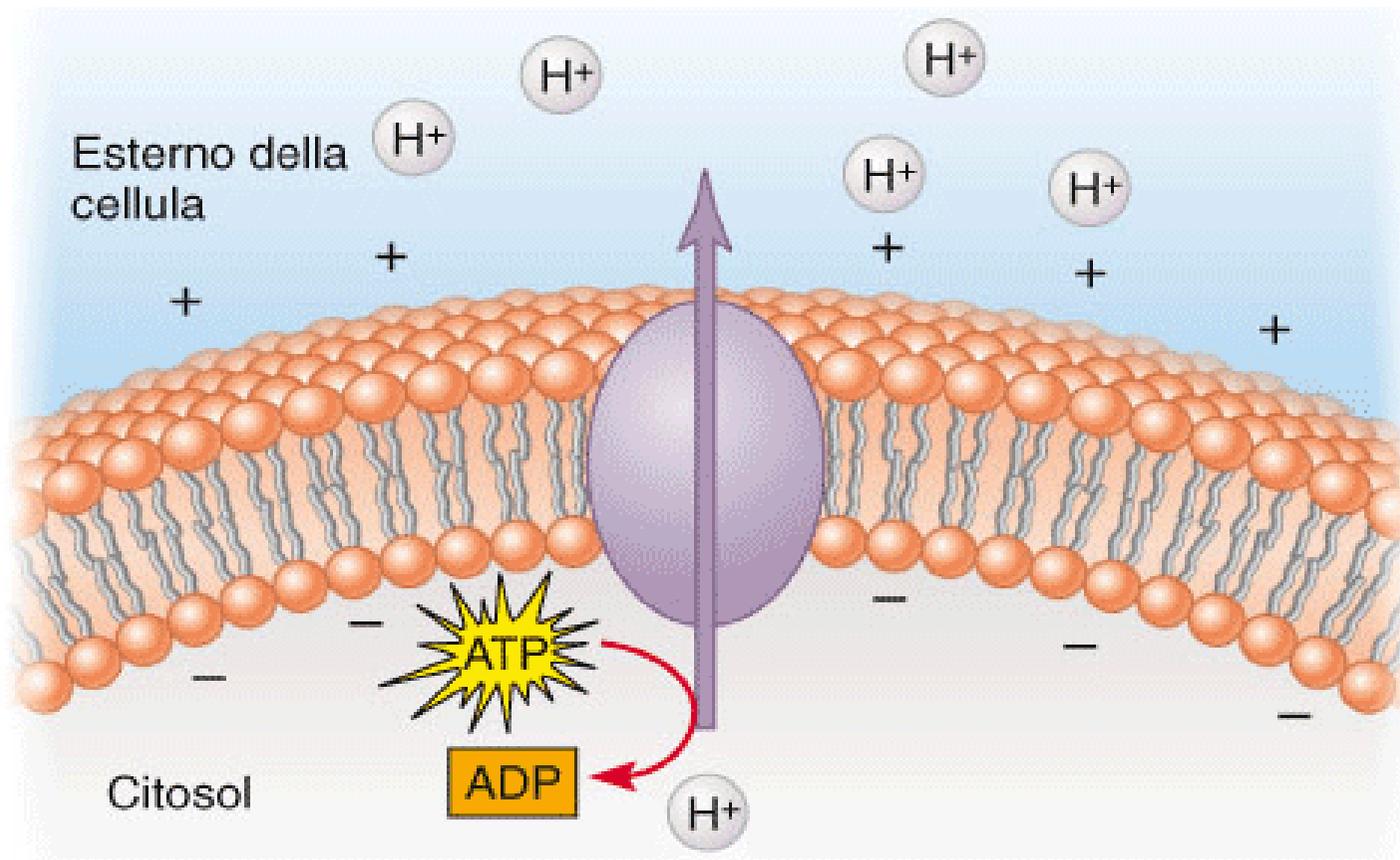
n.b:

La concentrazione del sodio è 143 mM all'esterno della membrana cellulare e 14 mM all'interno.

La concentrazione di Potassio intracellulare (150 mM) e la concentrazione di Potassio extracellulare (5 mM).

TRASPORTO ATTIVO : POMPA SODIO POTASSIO





Un modello di pompa protonica

Le pompe protoniche utilizzano l'energia dell'ATP per trasportare protoni (ioni idrogeno) attraverso le membrane. L'energia del gradiente elettrochimico che si viene a stabilire può essere poi usata per altri processi.

Esempio di Processo UNIPORTO: una proteina carrier che trasporta una sola sostanza, in una sola direzione

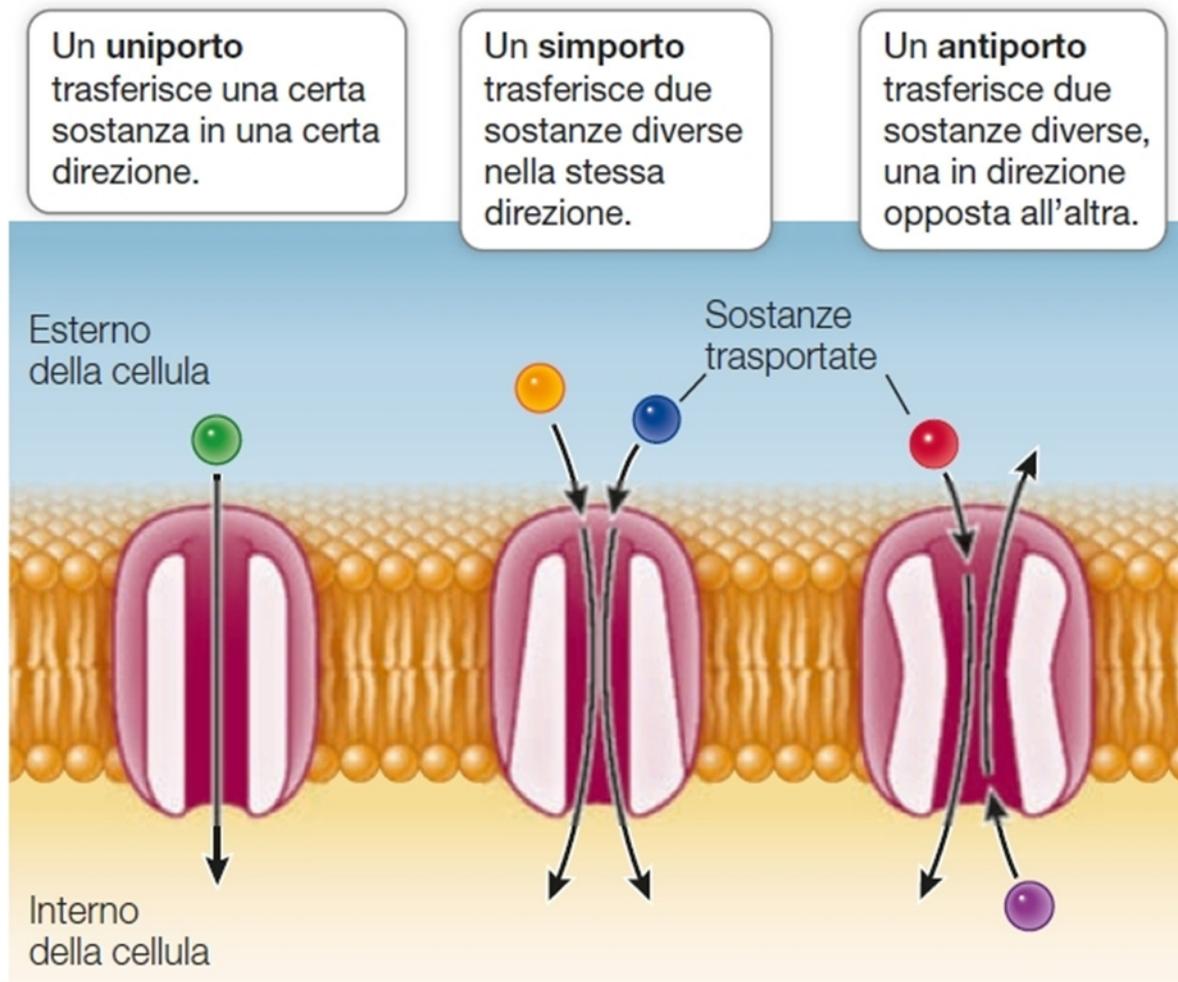


Figura 6.13 Tre tipi di proteina per il trasporto attivo

Da notare che in tutti i casi il trasporto è direzionale. I simporti e gli antiporti sono esempi di trasportatori accoppiati. I tre tipi, nessuno escluso, sono accoppiati a fonti di energia per poter trasferire le sostanze contro i rispettivi gradienti di concentrazione.

I SISTEMI DI COTRASPORTO FORNISCONO INDIRETTAMENTE L'ENERGIA NECESSARIA PER IL TRASPORTO ATTIVO

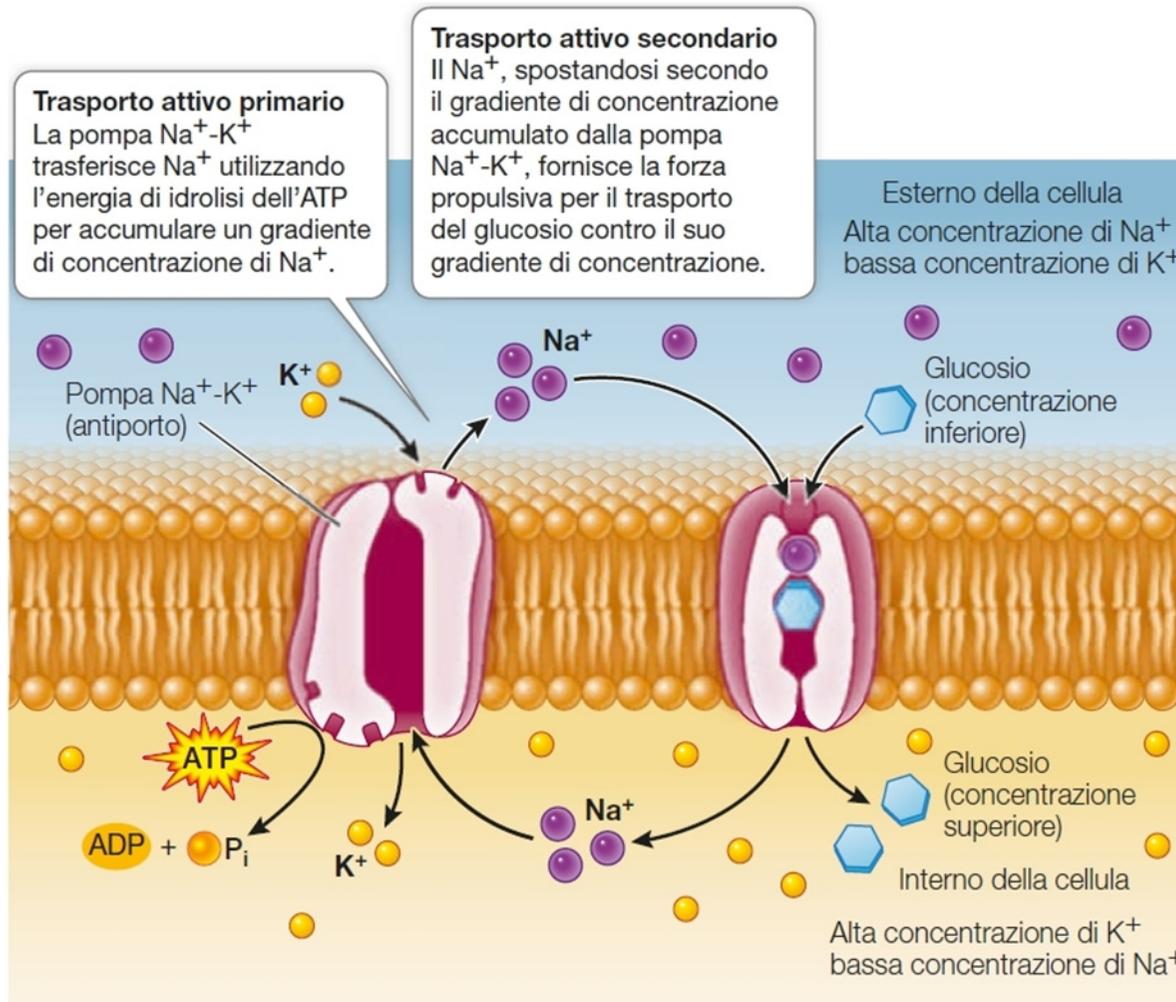


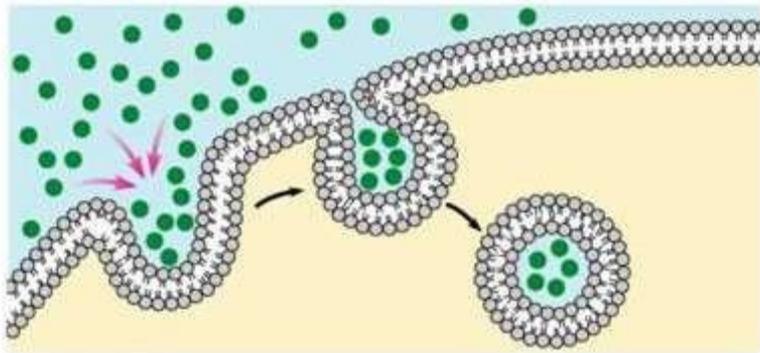
Figura 6.15 Trasporto attivo secondario
Il gradiente di concentrazione di Na⁺ accumulato grazie al trasporto attivo primario (a sinistra) alimenta il trasporto attivo secondario del glucosio (a destra). Una proteina simporto accoppia il movimento del glucosio attraverso la membrana contro il suo gradiente di concentrazione al movimento passivo di Na⁺ dentro la cellula.

? Se la pompa Na⁺-K⁺ viene bloccata da un farmaco, cosa succede alle concentrazioni intracellulari di Na⁺ e al glucosio?

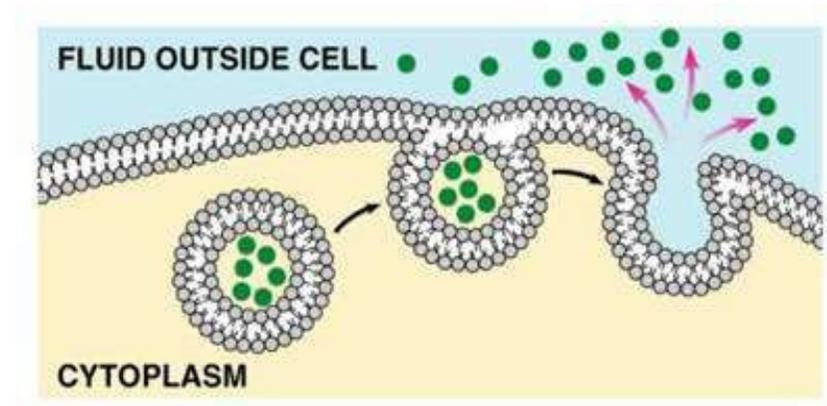
TRASPORTO ATTRAVERSO LA MEMBRANA

Materiali di maggiori dimensioni (rispetto agli ioni o alle piccole molecole) per entrare o uscire dalla cellula sfruttano il processo di

ENDOCITOSI o di ESOCITOSI



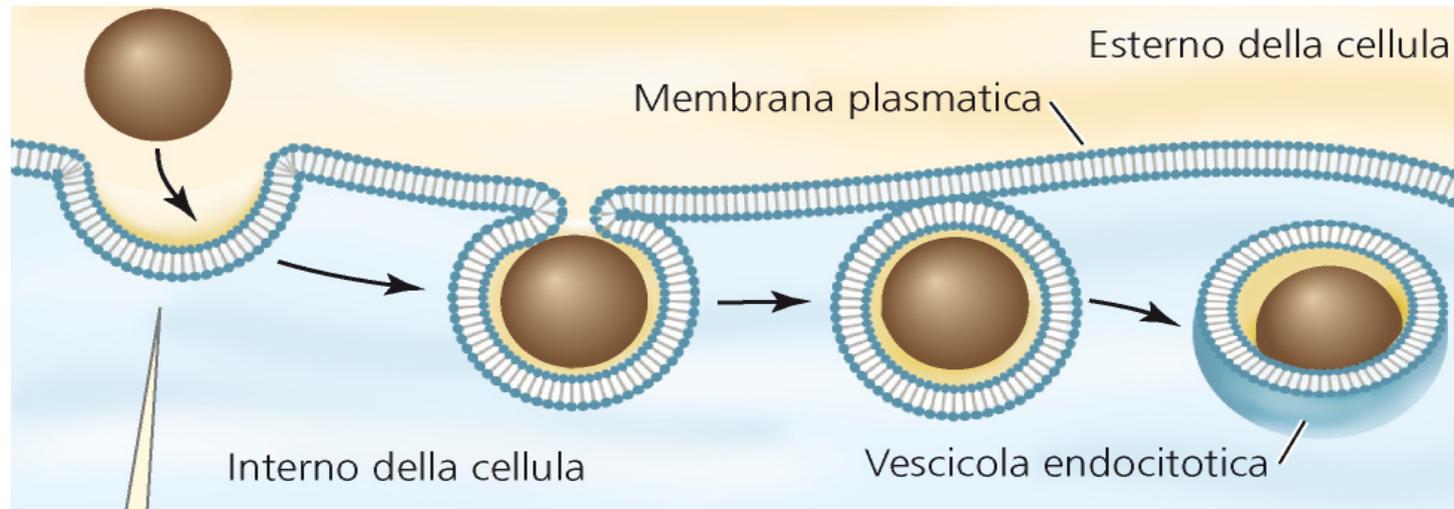
ENDOCITOSI



ESOCITOSI

ENDOCITOSI ED ESOCITOSI

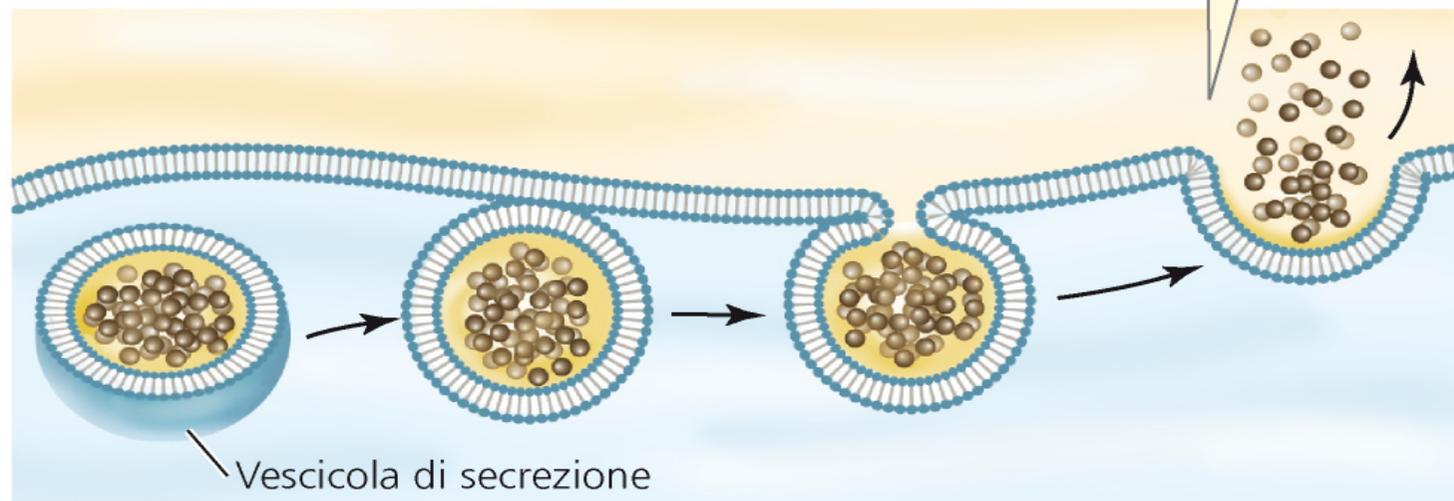
A Endocitosi



La membrana plasmatica circonda una particella nell'ambiente esterno, quindi si fonde dando origine a una vescicola.

Una vescicola si fonde con la membrana plasmatica; i suoi contenuti vengono liberati e la sua membrana entra a far parte della membrana plasmatica.

B Esocitosi



ENDOCITOSI

Nei sistemi biologici agiscono diversi tipi di endocitosi:

FAGOCITOSI: (letteralmente: “Cellula che mangia”),

La cellula avvolge il materiale mediante estroflessioni dette pseudopodi, lo ingloba e lo porta all'interno dove si fonderà con i lisosomi per essere digerito.

PINOCITOSI (letteralmente: Cellula che beve”),

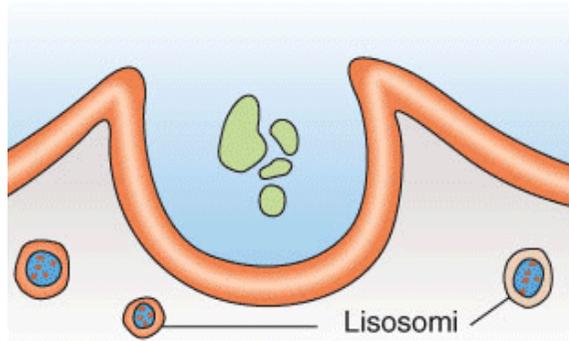
La cellula introduce materiale liquido sotto forma di minuscole gocce

ENDOCITOSI MEDIATA da RECETTORI molecole specifiche si combinano con le proteine recettoriali della membrana plasmatica,

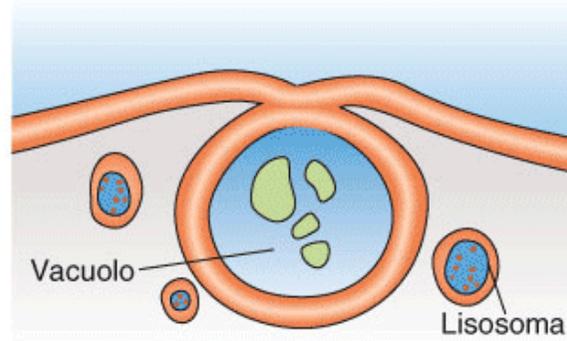
Es. il colesterolo ematico viene assorbito dalle cellule mediante questo processo

Es. di Endocitosi

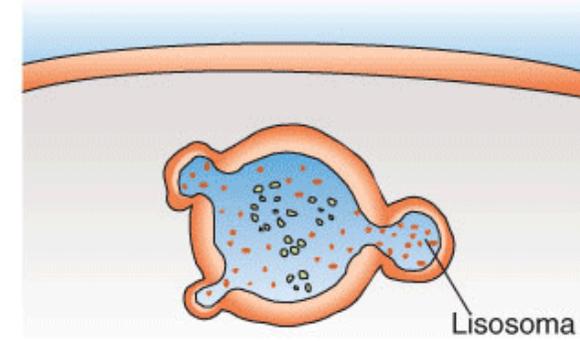
Fagocitosi (es. neutrofilo che fagocita un battere)



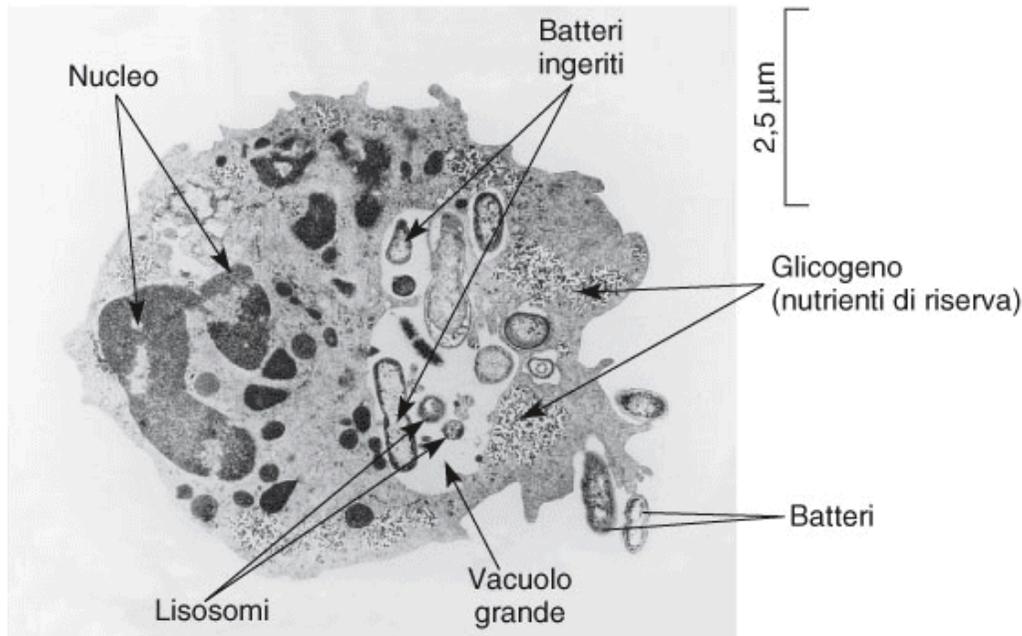
1 Pieghe della membrana plasmatica circondano la particella che deve essere ingerita, formando intorno ad essa un piccolo vacuolo.



2 Il vacuolo in seguito ad una strozzatura si libera all'interno della cella.



3 I lisosomi si fondono con il vacuolo e riversano i loro enzimi sul materiale ingerito.

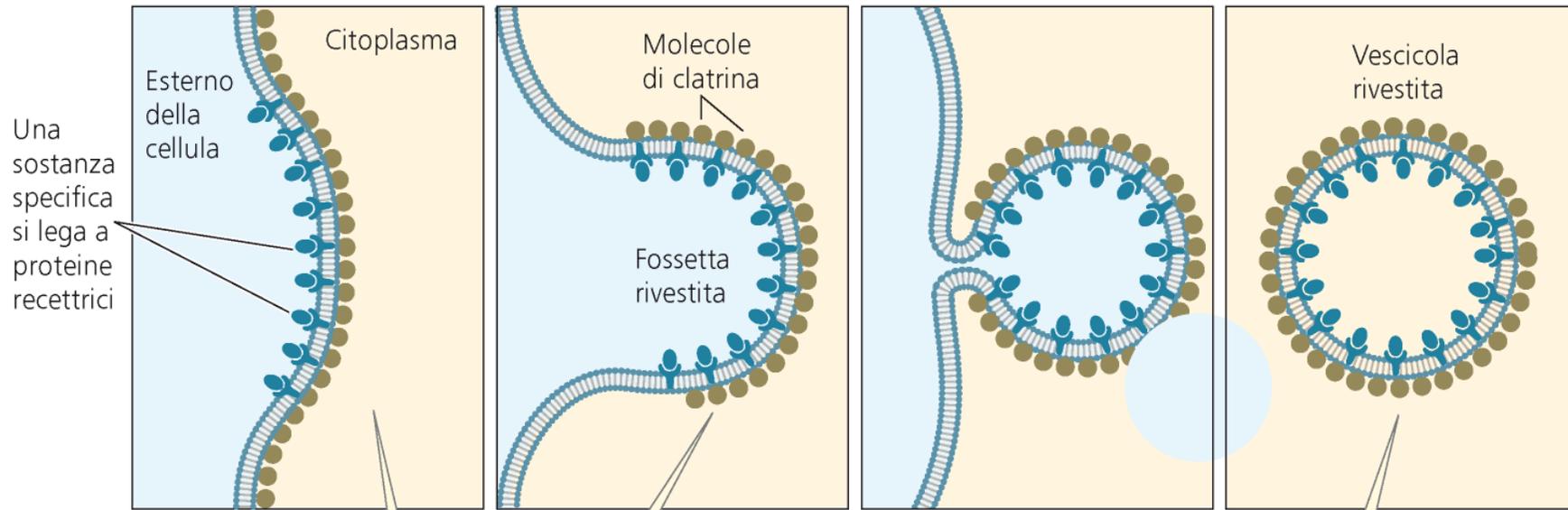


Fagocitosi

In questo tipo di endocitosi, una cellula ingerisce particelle solide relativamente grandi. Il globulo bianco (un neutrofilo) mostrato nella MET sta fagocitando batteri. I vacuoli contengono batteri che sono già stati ingeriti. I lisosomi contengono enzimi digestivi che scompongono il materiale ingerito. Altri batteri sono visibili all'esterno della cellula.

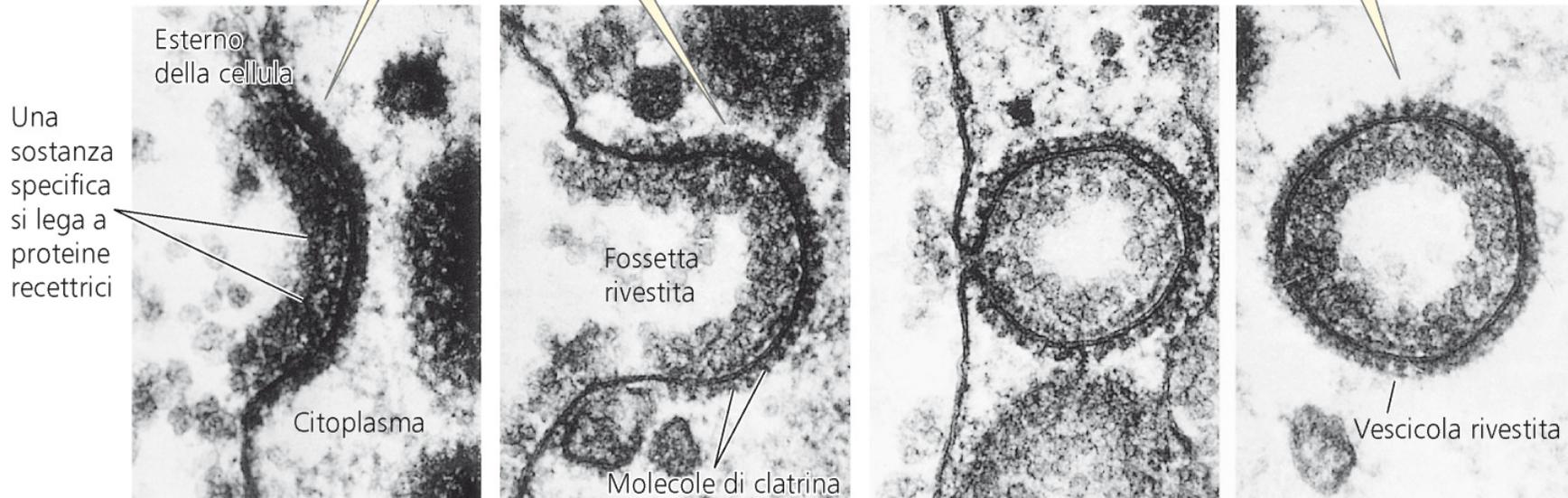
Neutrofilo che per fagocitosi ingerisce i batteri

Endocitosi



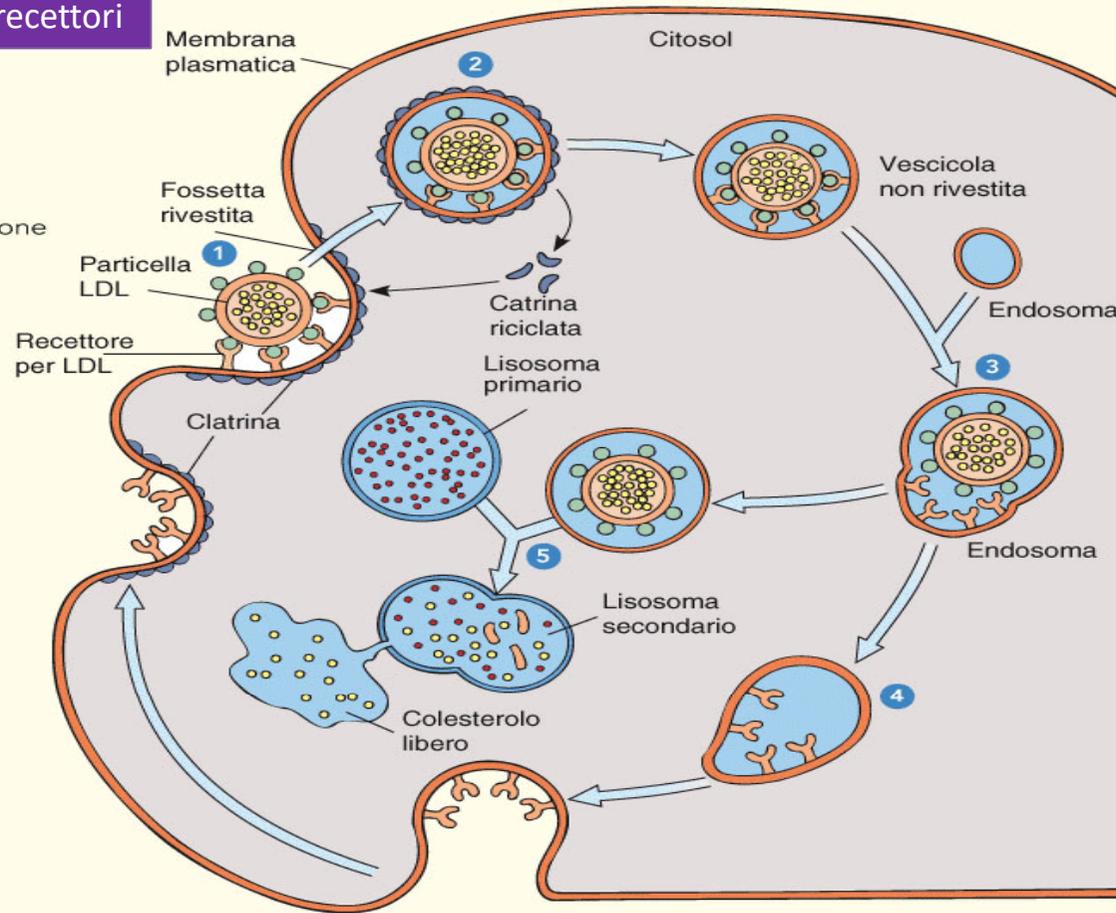
Le molecole di clatrina (una proteina) rivestono la faccia citoplasmatica della membrana in una fossetta rivestita.

I contenuti inglobati dall'endocitosi vengono a trovarsi all'interno di una vescicola rivestita di clatrina.

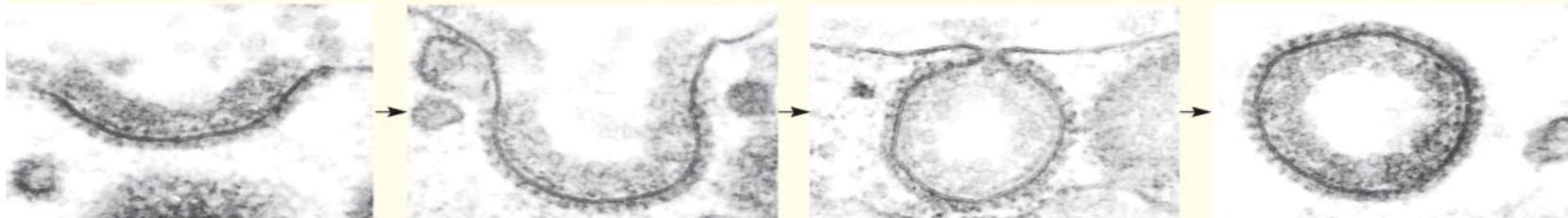


Es. di Endocitosi _mediata da recettori

- 1 La LDL si attacca a recettori specifici che si trovano nelle fossette rivestite della membrana plasmatica.
- 2 L'endocitosi porta alla formazione di una vescicola rivestita nel citosol. Qualche secondo dopo, il rivestimento viene rimosso.
- 3 La vescicola non rivestita si fonde con un endosoma.
- 4 I recettori vengono riciclati e ritornano sulla membrana plasmatica.
- 5 La vescicola contenente le LDL si fonde con un lisosoma per formare un lisosoma secondario. Gli enzimi idrolitici rilasciano quindi dalle LDL il colesterolo, che viene poi utilizzato dalla cellula.



(a) Assorbimento delle lipoproteine a bassa densità (LDL), particelle che trasportano il colesterolo nel sangue.



From M.M. Perry and A.B. Gilbert, *Journal of Cell Science* 39: 257-272, 1979. © 1979 The Company of Biologists Ltd.

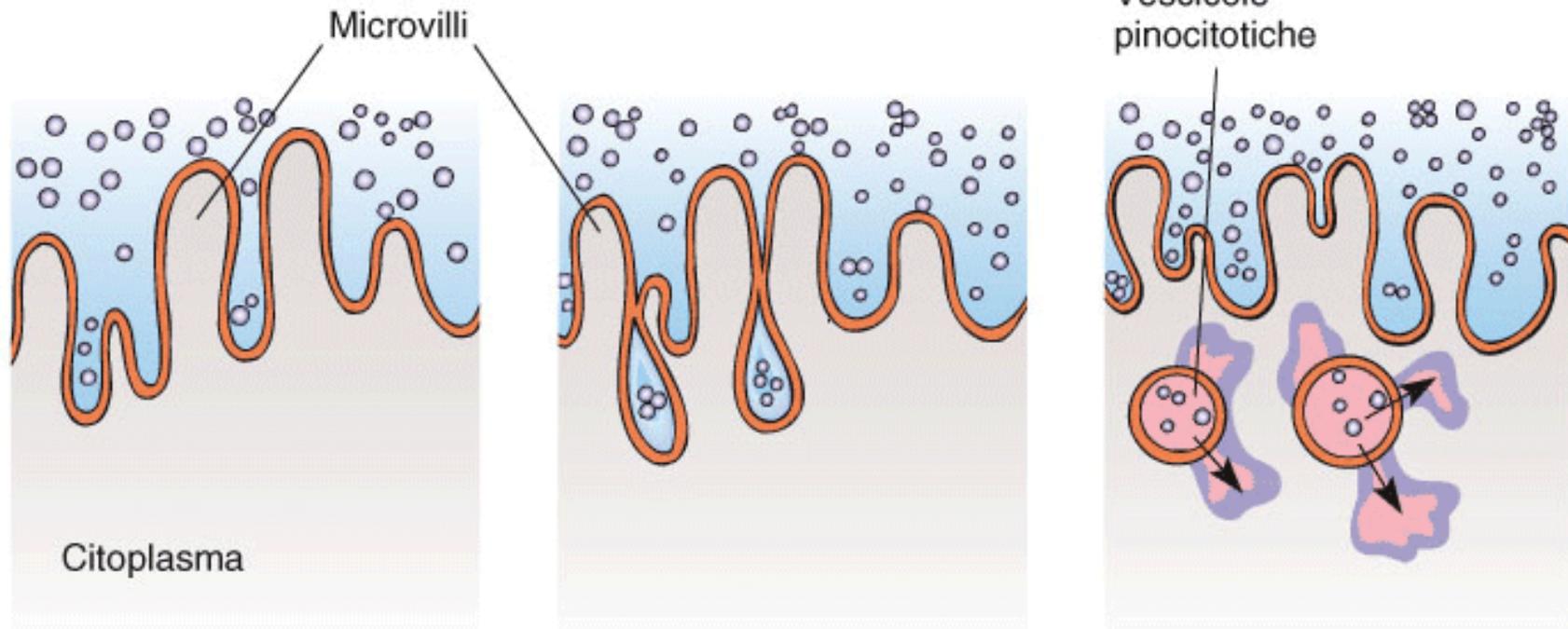
0,25 µm

(b) La vescicola contenente le LDL si fonde con un lisosoma per formare un lisosoma secondario. Gli enzimi idrolitici rilasciano quindi dalle LDL il colesterolo, che viene poi utilizzato dalla cellula.

Es. di Endocitosi

PINOCITOSI

Pinocitosi (liquidi nella cellula)



1 Le goccioline di fluido sono intrappolate da pieghe della membrana plasmatica.

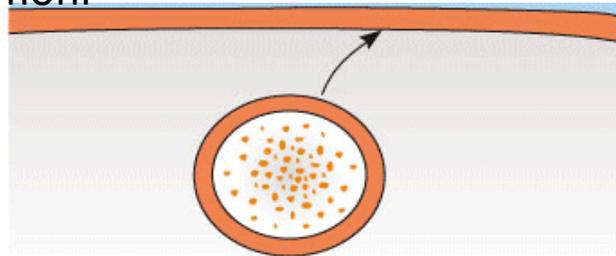
2 Queste subiscono una strozzatura all'interno del citosol e divengono piccole vescicole piene di fluido.

3 Il contenuto di queste vescicole viene lentamente trasferito al citosol.

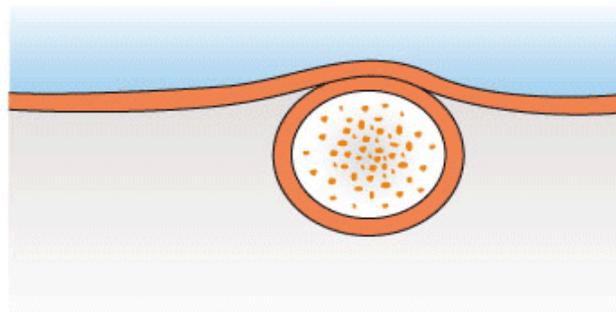
Pinocitosi

Esocitosi

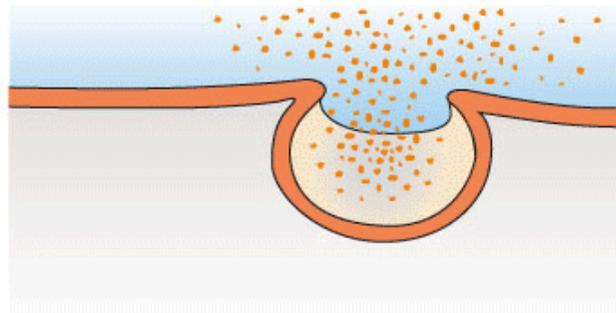
Nell'esocitosi la cellula espelle prodotti di scarto o particolari prodotti di secrezione come gli ormoni



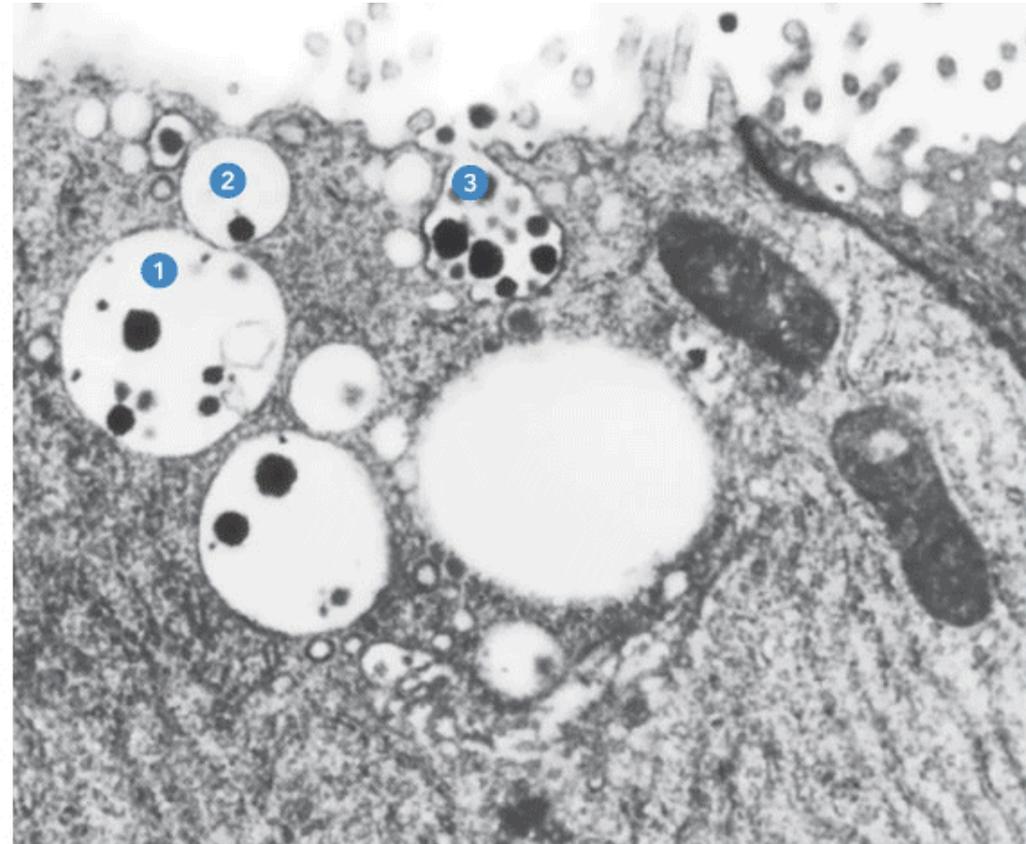
1 Una vescicola si avvicina alla membrana plasmatica,



2 si fonde con essa e



3 rilascia il suo contenuto all'esterno della cellula.

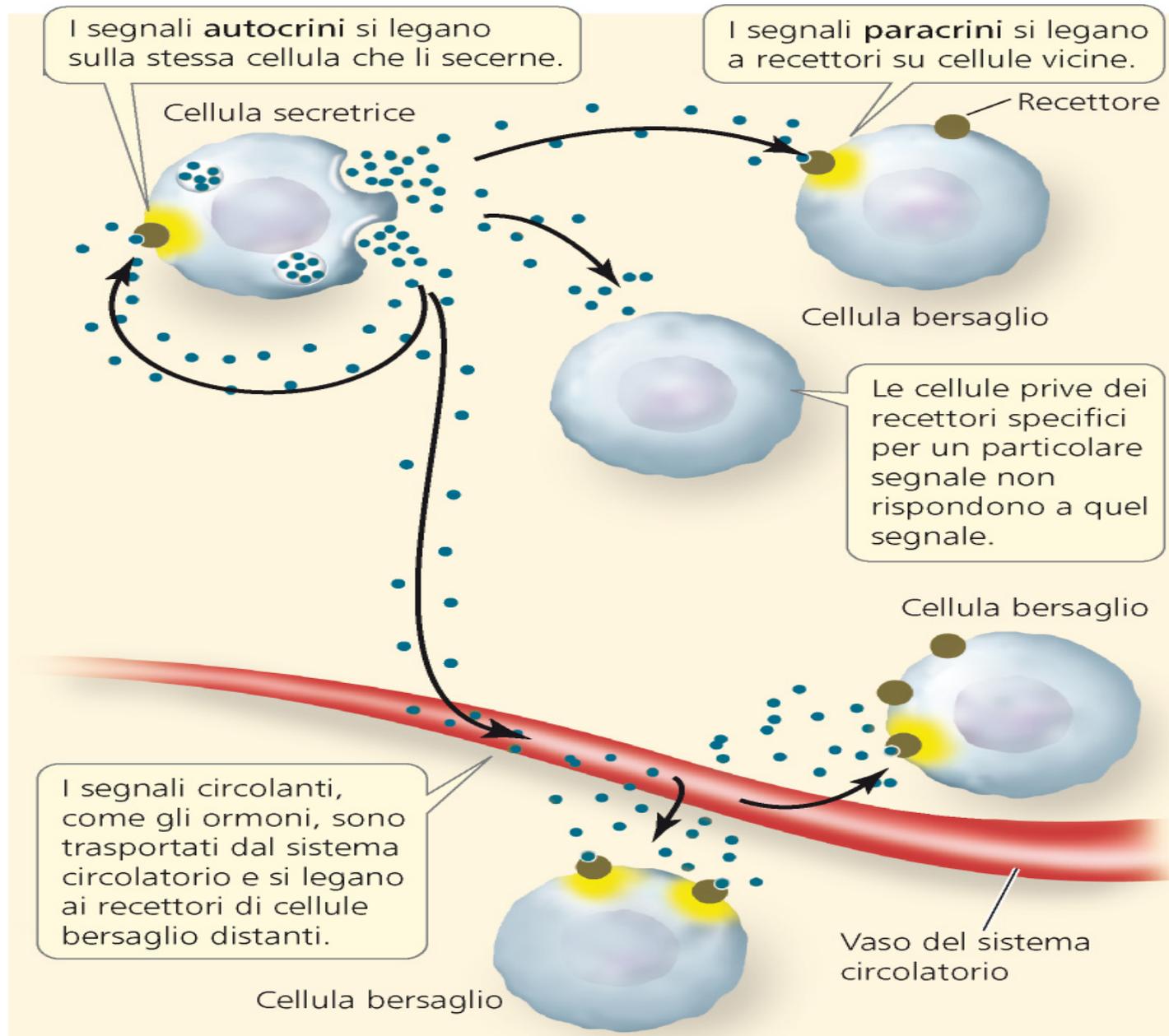


0,25 μm

Esocitosi

Micrografia di microscopio elettronico a trasmissione che mostra l'esocitosi della componente proteica del latte da parte di una cellula della ghiandola mammaria.

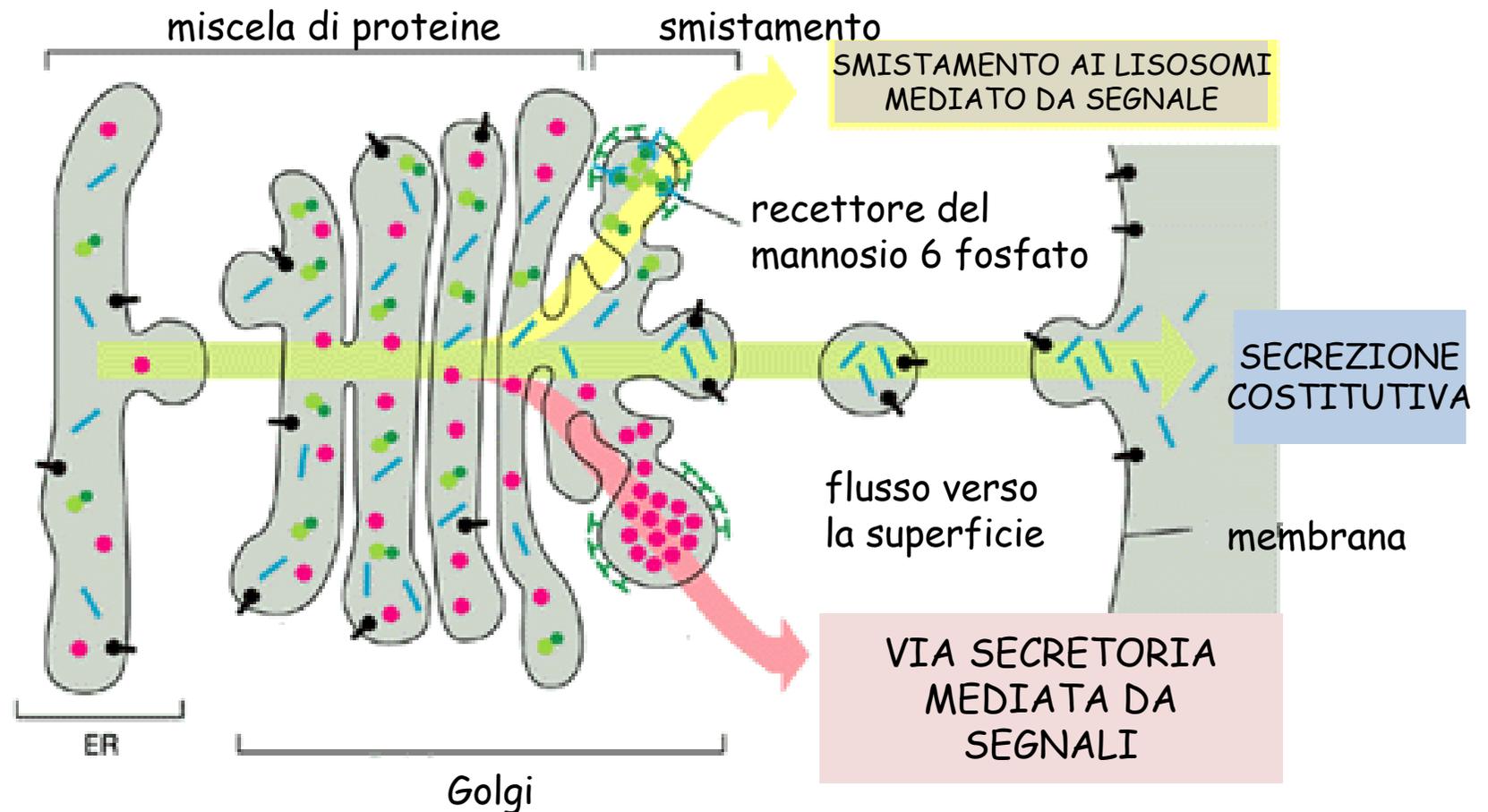
Esocitosi



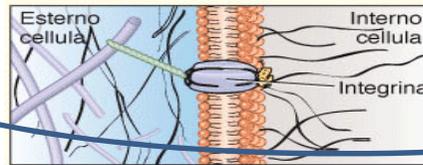
Esocitosi

ESOCITOSI COSTITUTIVA: la cellula secerne continuamente proteine di nuova sintesi per la membrana plasmatica

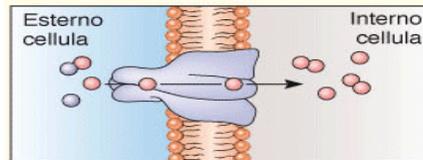
ESOCITOSI REGOLATA: le cellule specializzate nella secrezione possiedono un processo regolato. Dal corpo di Golgi (trans) le proteine vengono deviate in vescicole secretorie e lì si concentrano e si accumulano finché non arriva un segnale extracellulare a indurre la loro secrezione.



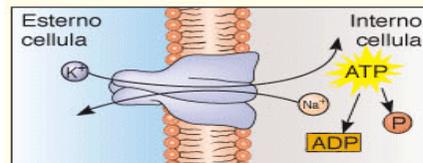
Funzioni delle proteine di membrana (alcune)



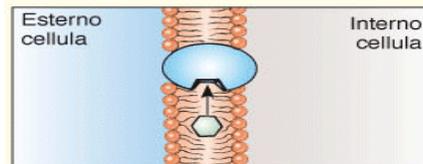
(a) Ancoraggio. Alcune proteine di membrana, come le integrine, ancorano la cellula alla matrice extracellulare e inoltre si connettono ai microfilamenti intracellulari.



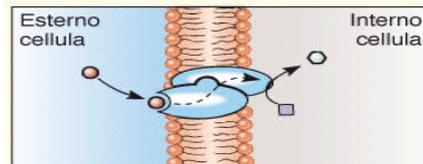
(b) Trasporto passivo. Certe proteine formano canali che permettono il passaggio selettivo di ioni o molecole.



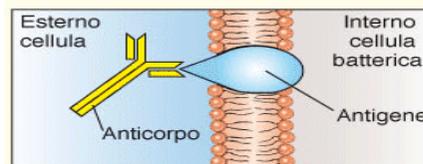
(c) Trasporto attivo. Alcune proteine di trasporto pompano i soluti attraverso la membrana, un processo che richiede un apporto diretto di energia.



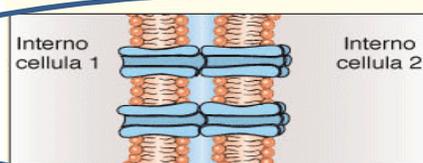
(d) Attività enzimatica. Molti enzimi legati alla membrana catalizzano reazioni che avvengono all'interno o sulla superficie della membrana.



(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.

ADESIONE CELLULARE ALLA MATRICE EXTRACELLULARE

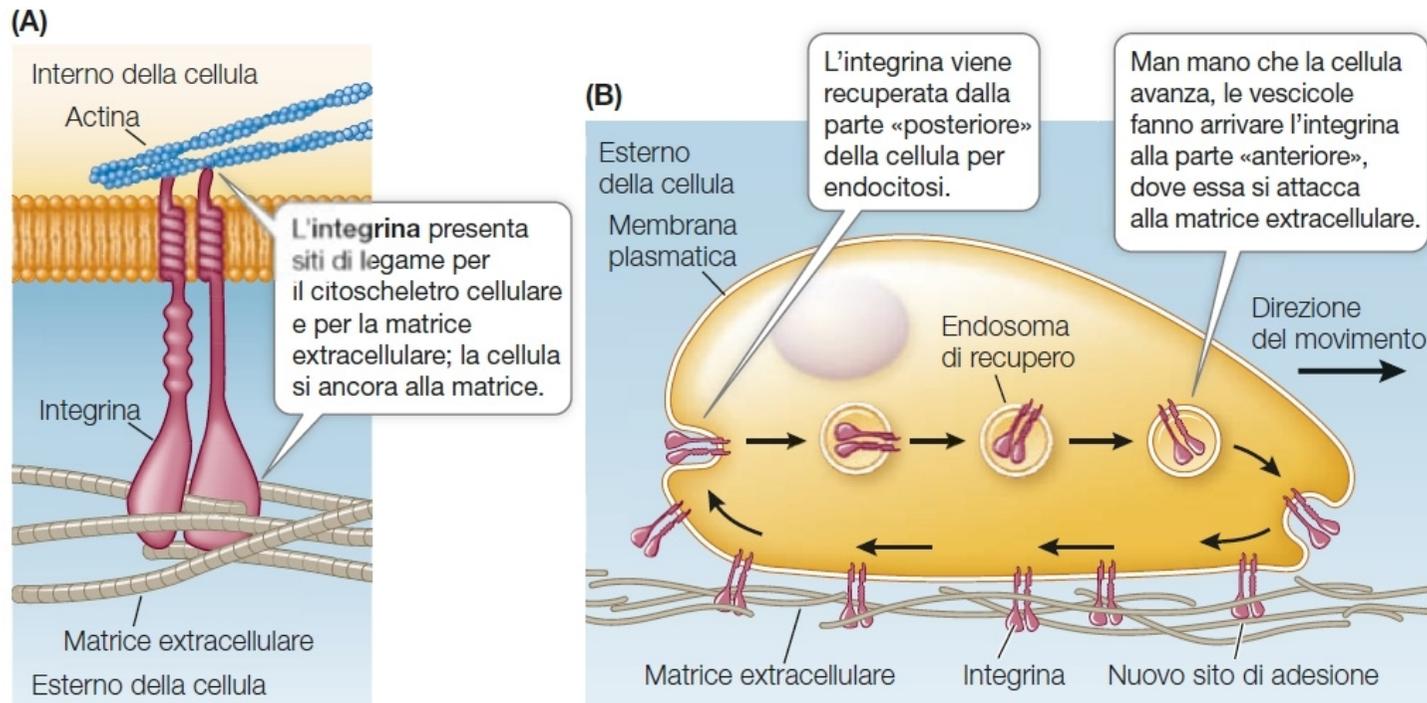


Figura 6.8 Le integrine e la matrice extracellulare

(A) Le integrine fanno da tramite per l'attacco delle cellule alla matrice extracellulare. (B) L'attacco delle integrine rende possibili i movimenti cellulari.

Nei tessuti le cellule sono in adesione

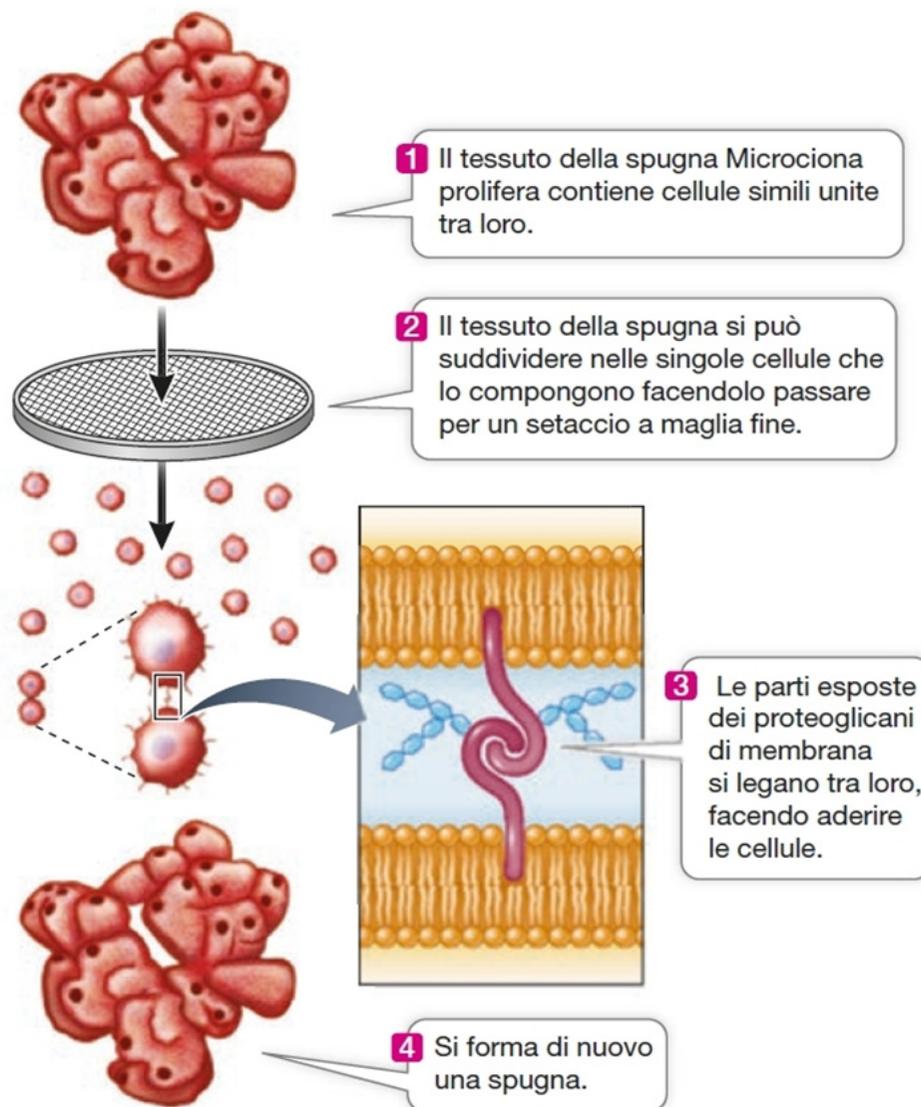
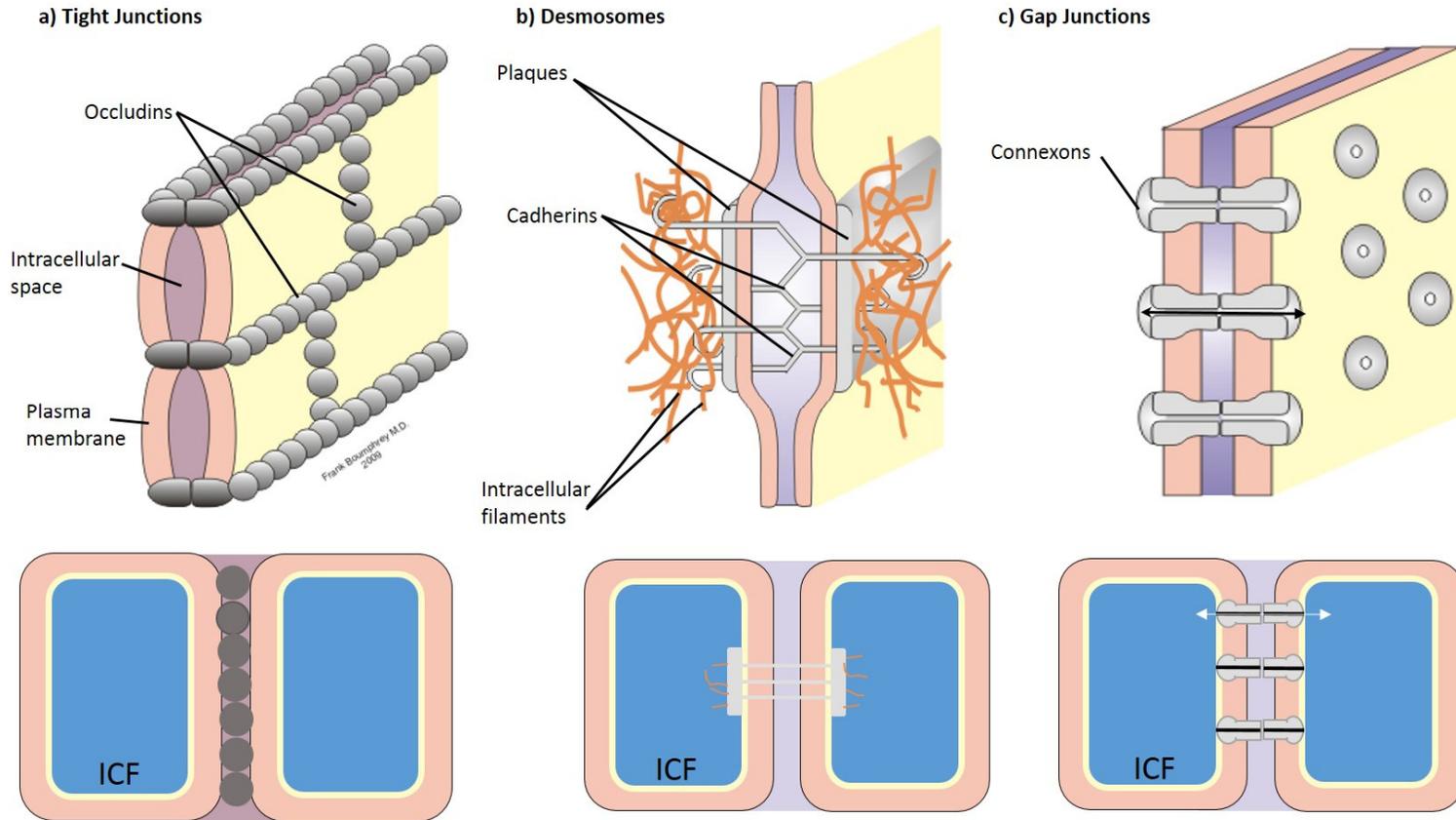


Figura 6.6 Riconoscimento e adesione cellulare Nella maggior parte dei casi, tra cui l'aggregazione delle cellule animali in tessuti, il legame tra le molecole è omotipico, cioè le molecole coinvolte sono uguali tra loro.

GIUNZIONI CELLULARI



Giunzioni strette (Tight Junction)

uniscono le cellule formando una saldatura che impedisce il passaggio di qualunque materiale.

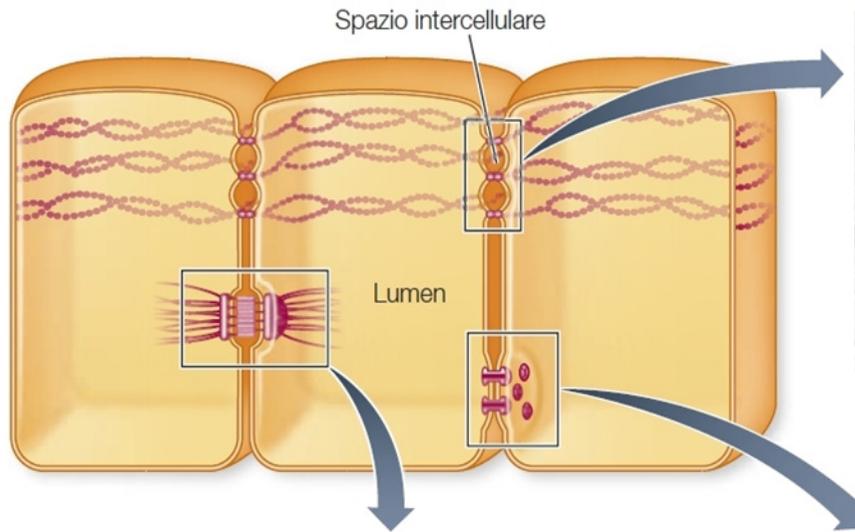
Desmosomi

tengono unite le cellule tra loro e consentono il passaggio di materiali e sostanze nello spazio tra le cellule.

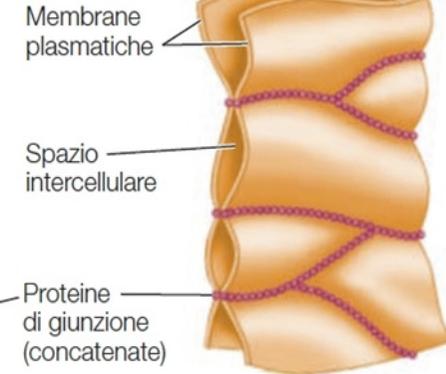
Giunzioni comunicanti (Gap Junction)

veri canali che consentono il passaggio di acqua e piccole molecole tra le due cellule.

GIUNZIONI CELLULARI

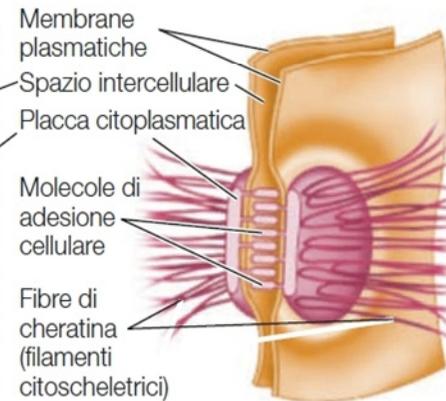
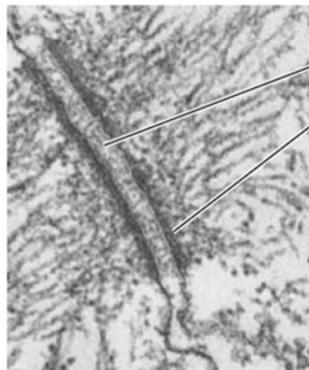


(A) Giunzioni strette



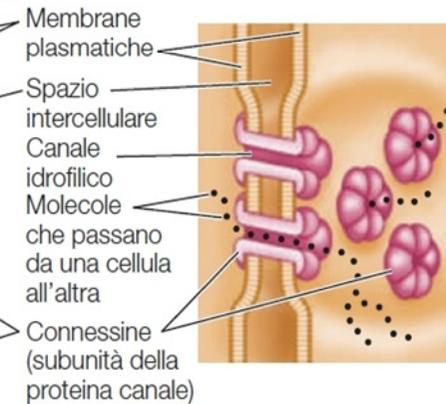
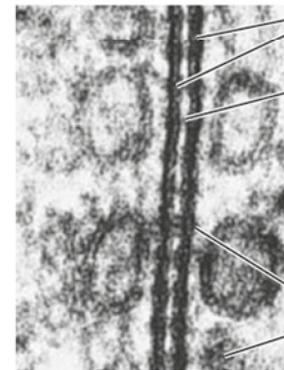
Le proteine delle **giunzioni strette** formano un sigillo a mosaico, che preclude il passaggio di materiali fluidi negli interstizi tra una cellula epiteliale e l'altra.

(B) Desmosomi



I **desmosomi** tengono unite con forza cellule contigue, ma lasciano che i materiali fluiscano tutto intorno negli spazi intercellulari.

(C) Giunzioni comunicanti



Le **giunzioni comunicanti** permettono a cellule contigue di comunicare.

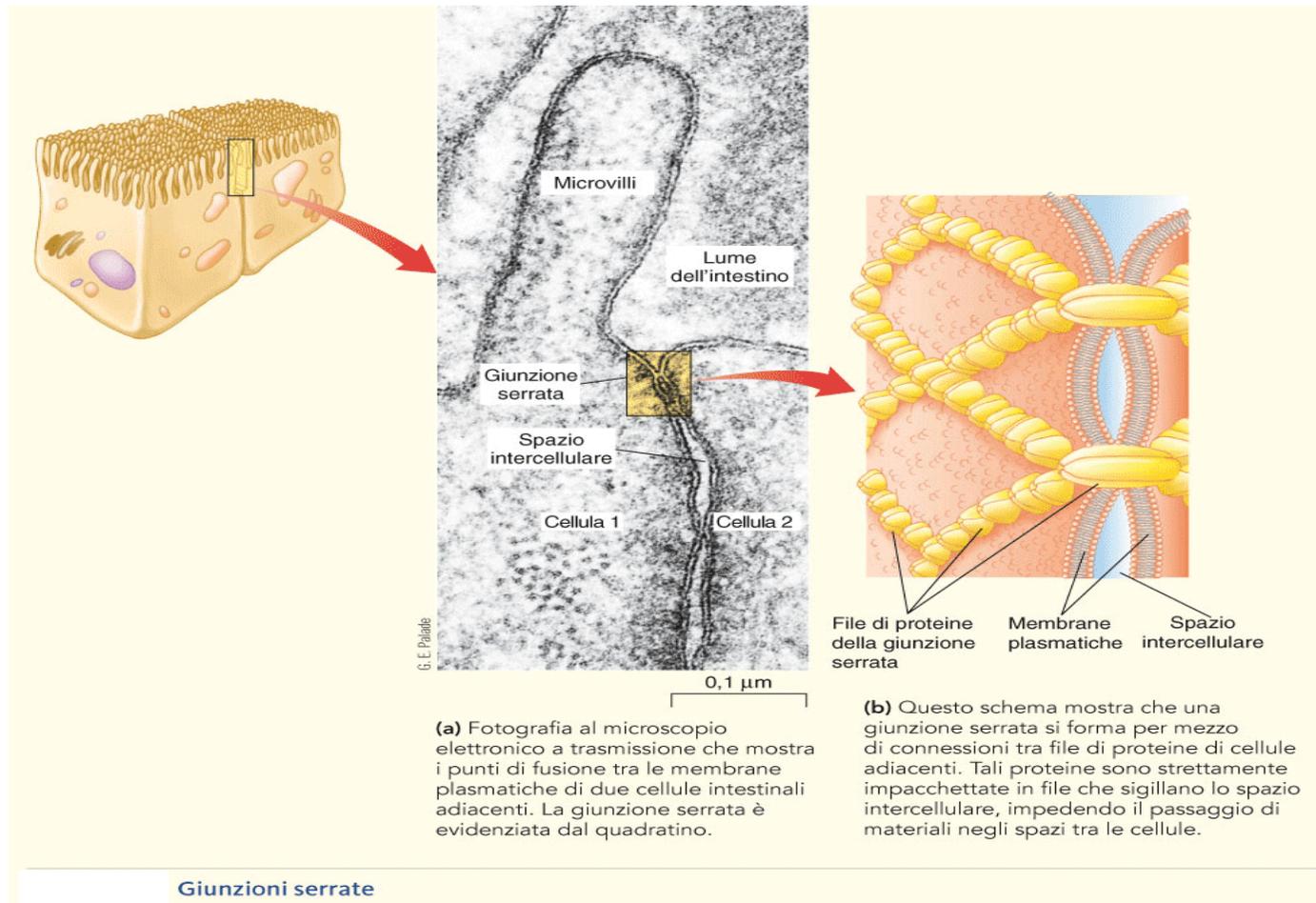
Figura 6.7 Le giunzioni uniscono tra loro le cellule animali
Le giunzioni strette (A) e i desmosomi (B) abbondano nei tessuti epiteliali. Le giunzioni comunicanti (C) si trovano anche in alcuni tessuti muscolari e nervosi, dove ha importanza la comunicazione rapida tra cellule. I tre tipi di giunzioni non sono sempre tutti presenti

nelle cellule reali: lo sono invece tutti nella cellula schematizzata in alto a sinistra.

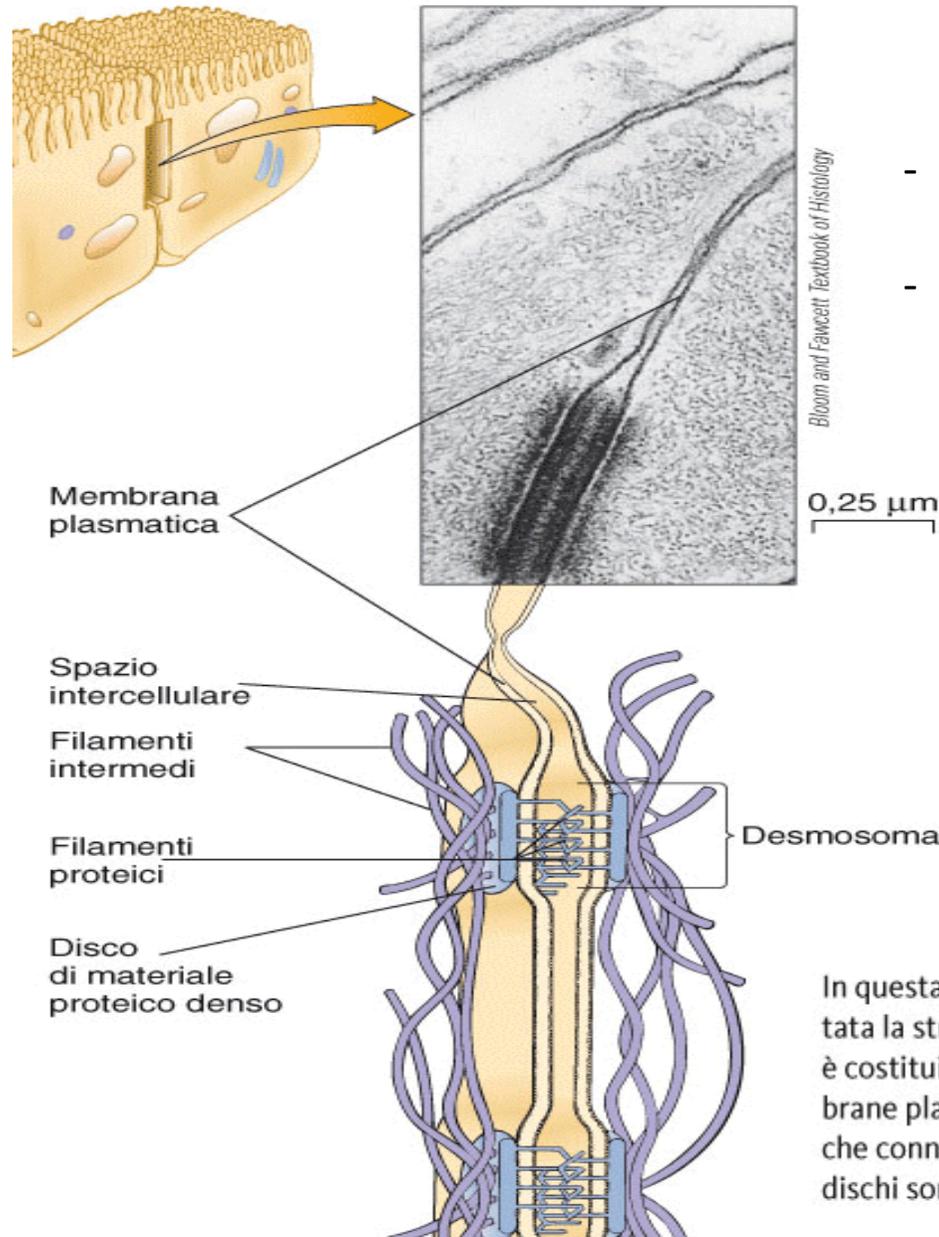
Giunzioni serrate

Le cellule animali sono connesse da diversi tipi di giunzioni che includono :

Giunzioni serrate (strette): sigillano gli spazi tra una cellula e quella adiacente non permettono il passaggio di molecole tra cellule (es. contribuiscono alla barriera ematoencefalica; cellule intestinali)



Desmosomi



Giunzioni ancoranti

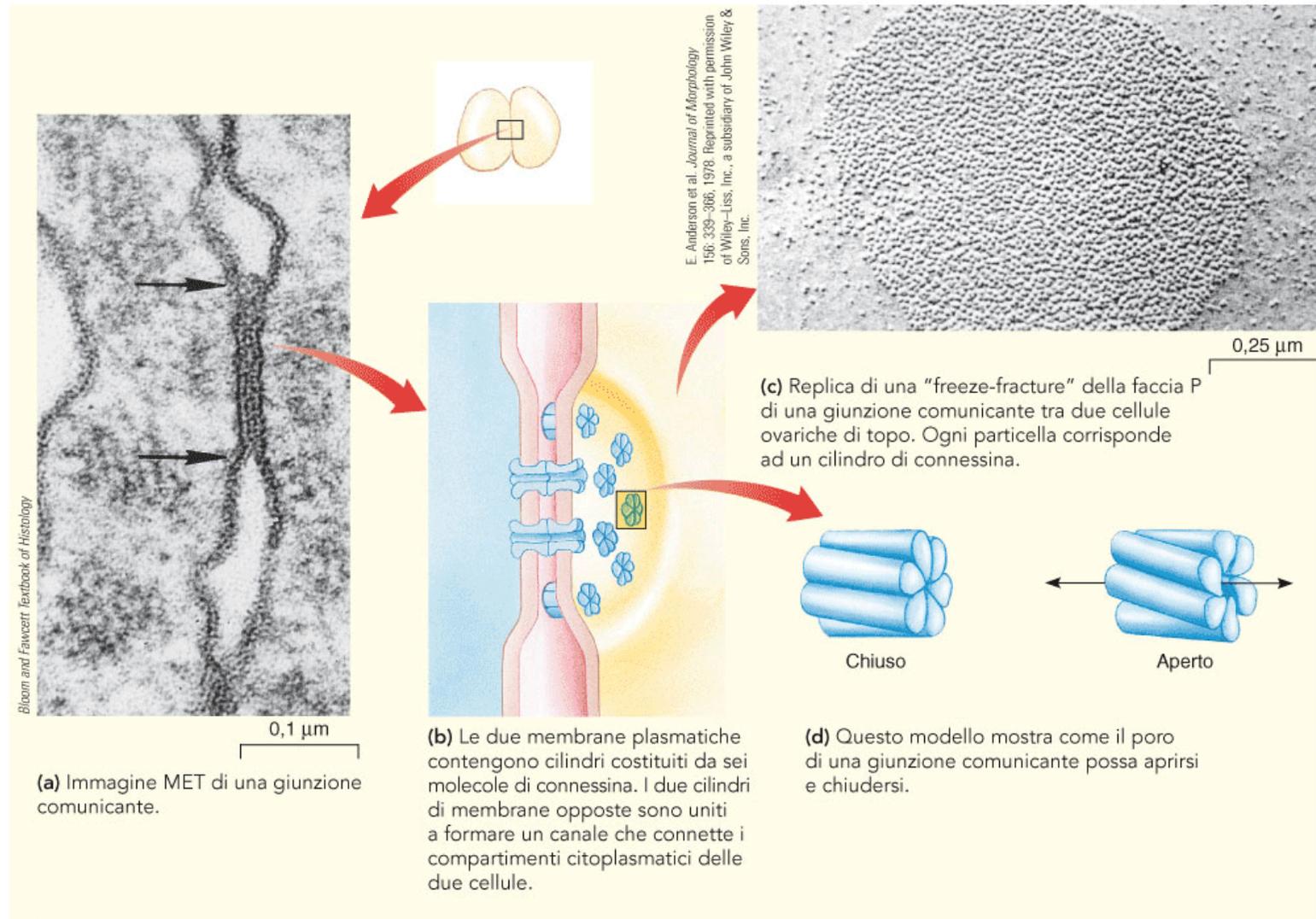
- **Desmosomi:** punti di attacco tra le cellule che mantengono le cellule unite
- lasciando però degli spazi tra le membrane

Desmosomi

In questa fotografia al microscopio elettronico a trasmissione è rappresentata la struttura densa che costituisce il desmosoma. Ciascun desmosoma è costituito da un paio di dischi a forma di bottone associati con le membrane plasmatiche di cellule adiacenti e da filamenti proteici intercellulari che connettono queste cellule. I filamenti intermedi attaccati a questi dischi sono connessi con altri desmosomi.

Giunzioni comunicanti

simili al desmosoma, permettono il trasferimento di ioni e piccole molecole
PRESENTI CELLULE MUSCOLARI CARDIACHE E NELLE CELLULE NERVOSE



grazie!

