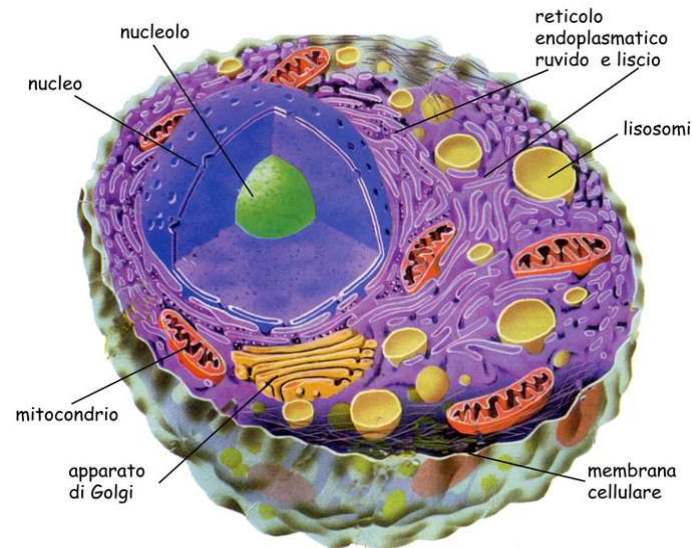


Le membrane biologiche e Traffico di Membrana

Principi di Biologia e Genetica
Scienze Motorie
a.a 2021-22
Dr ssa Elisa Mazzoni, PhD



Le membrane biologiche e la membrana cellulare



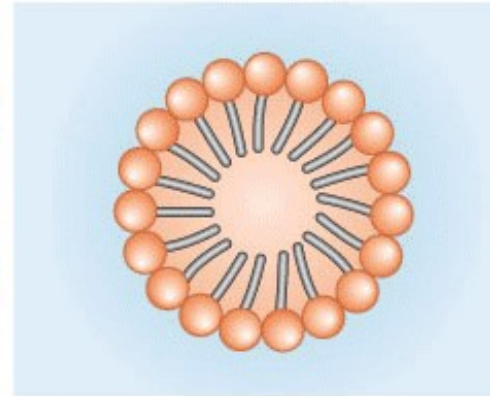
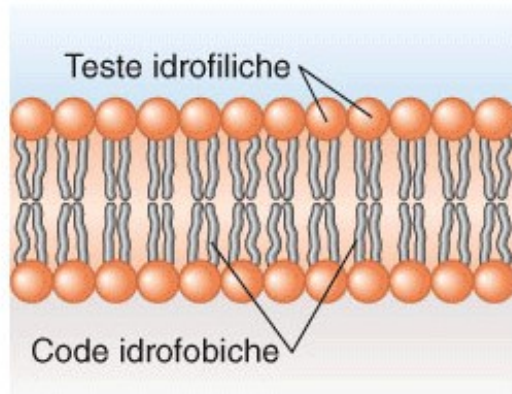
- ❑ Le membrane biologiche suddividono la cellula in compartimenti (RE, complesso del golgi, vescicole, vacuoli, mitocondri ecc)
- ❑ la membrana cellulare controlla il **volume cellulare**
- ❑ la membrana cellulare controlla la **componente ionica** e molecolare della cellula
- ❑ la membrana cellulare 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



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

1. Fosfogliceridi \longrightarrow Fosfolipidi
2. Sfingolipidi:
3. Steroidi



Fosfolipidi

Gruppo polare

Composto alcolico:

Colina

Etanolammina

Inositolo

Amminoacido:

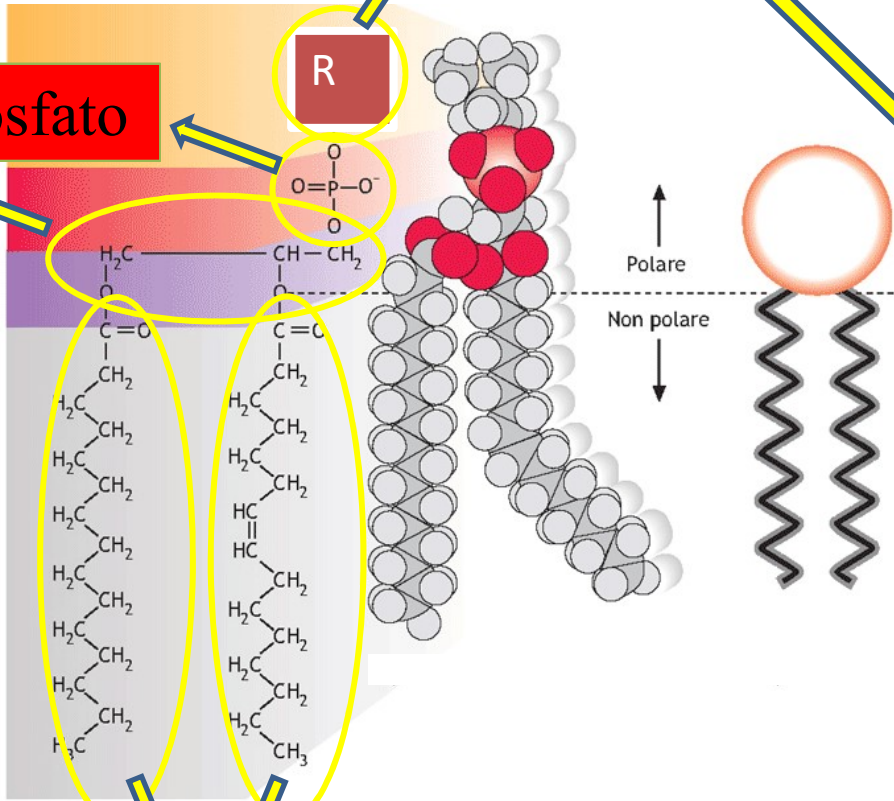
Serina

Treonina

fosfato

glicerolo

R

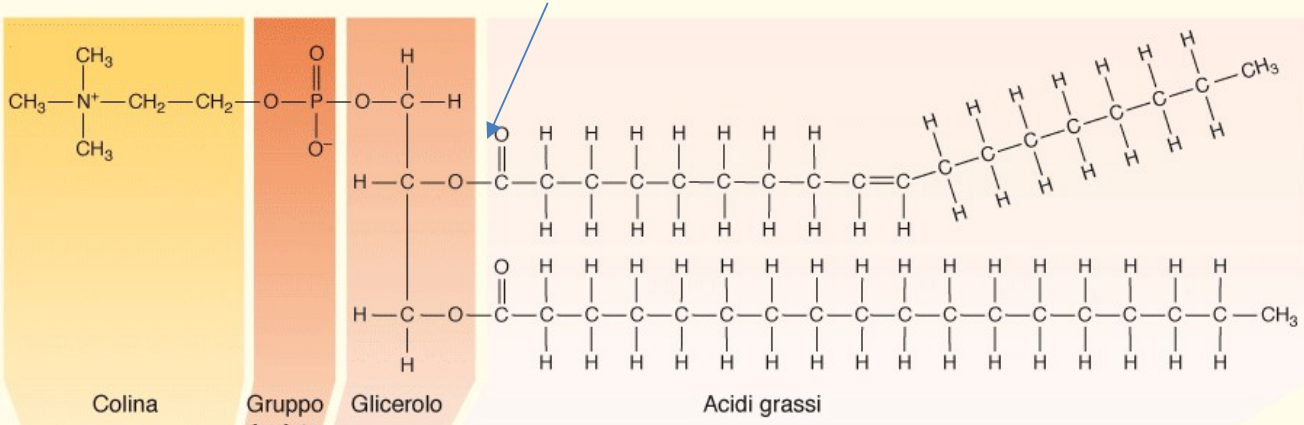


2 acidi grassi



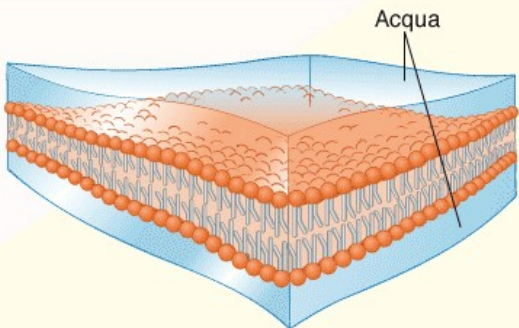
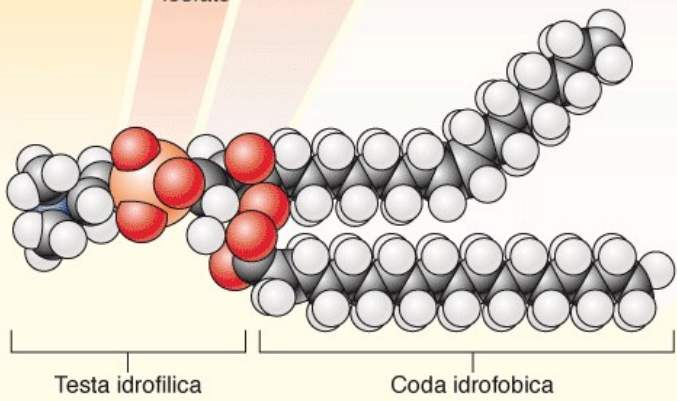
Fosfolipidi e doppi strati lipidici

Legame esterico



Es. acido oleico (C18, monoinsaturo)
Es. Acido stearico(C18, saturo)

Altri acidi grassi:
acido Palmitico (C16, saturo)
acido linoleico (C18, polinsaturo)



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)

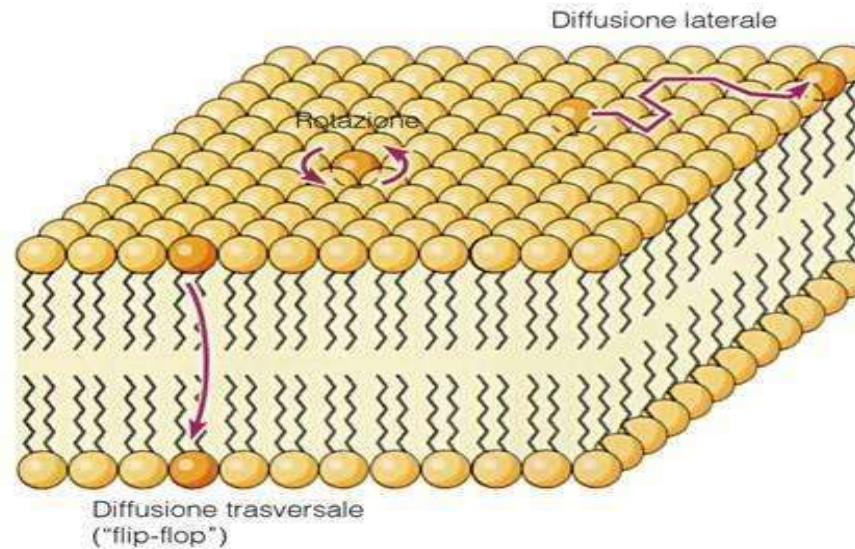
(a) Fosfolipide (lecitina). Un fosfolipide è costituito da una coda idrofobica, costituita da due acidi grassi, e da una testa idrofila, che comprende un glicerolo legato ad un gruppo fosfato, il quale a sua volta è legato ad un gruppo organico che può essere di varia natura. La molecola rappresentata 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.

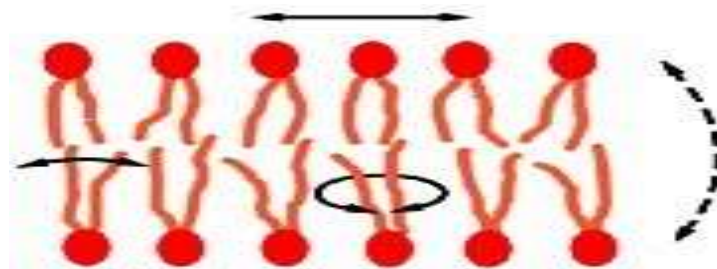


FOSFOLIPIDI

Non sono fissi, ma compiono tre tipi di rotazione.



diffusione laterale



flip-flop

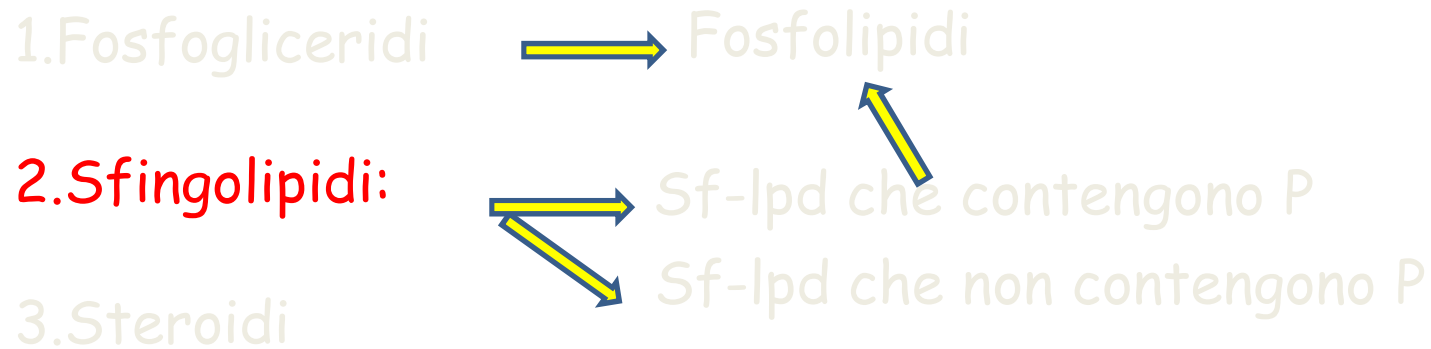
flessione rotazione



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

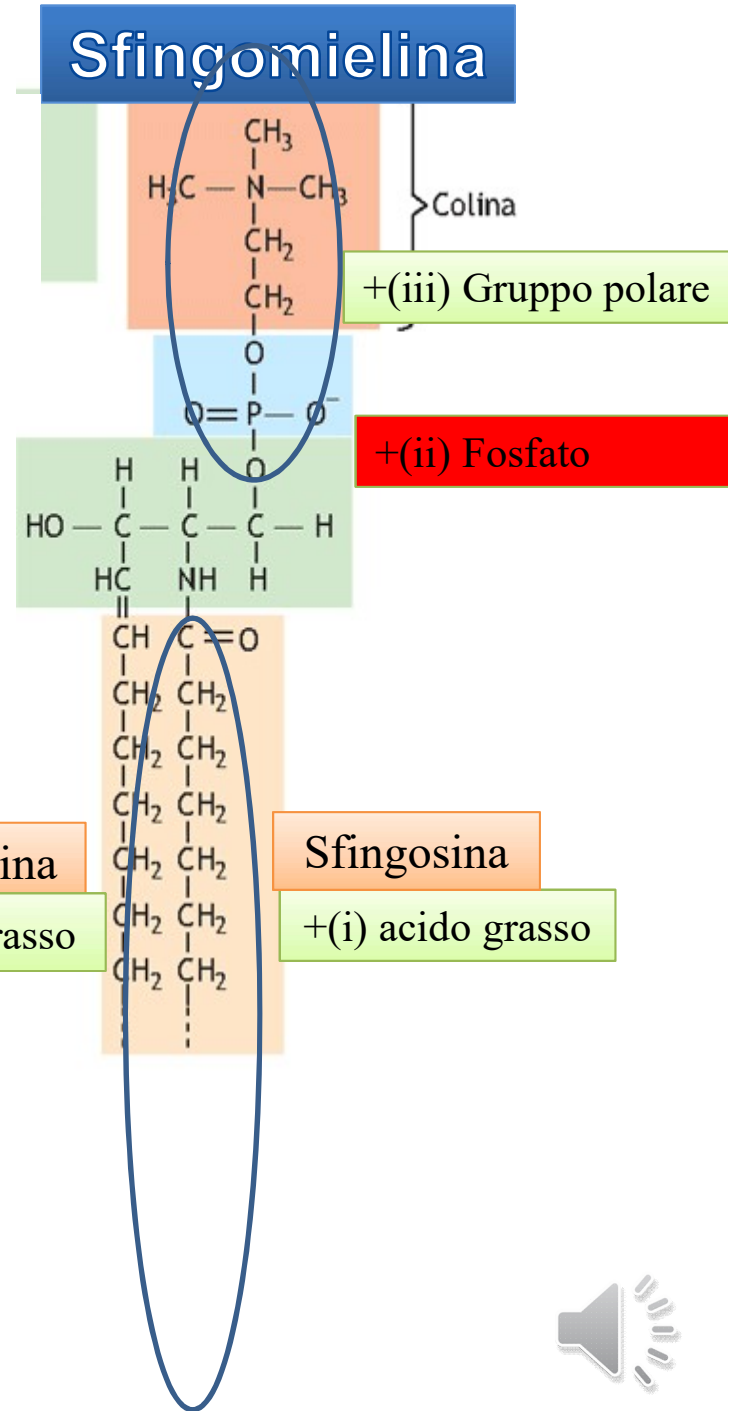
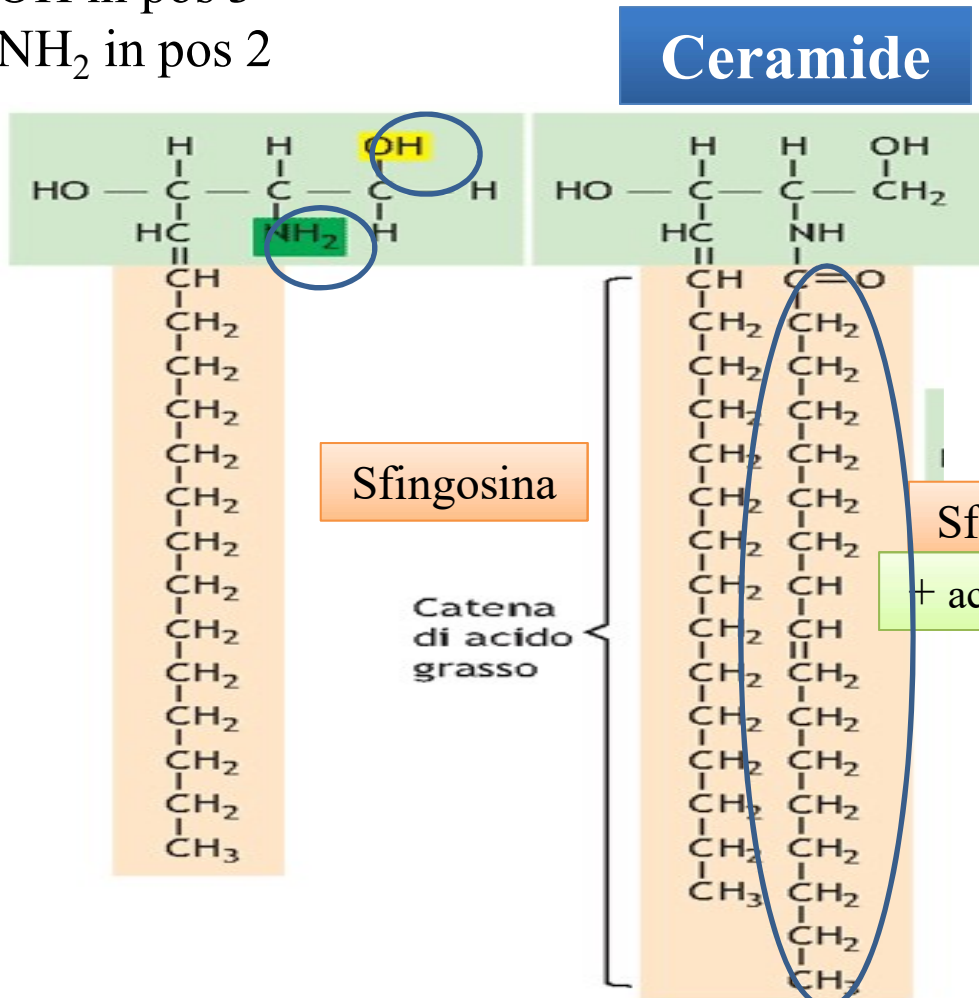
Carboidrati di membrana



SFINGOLIPIDI: al posto del glicerolo contengono la sfingosina

SFINGOSINA: Contiene 2 gruppi chimici reattivi:

- OH in pos 3
- NH₂ in pos 2

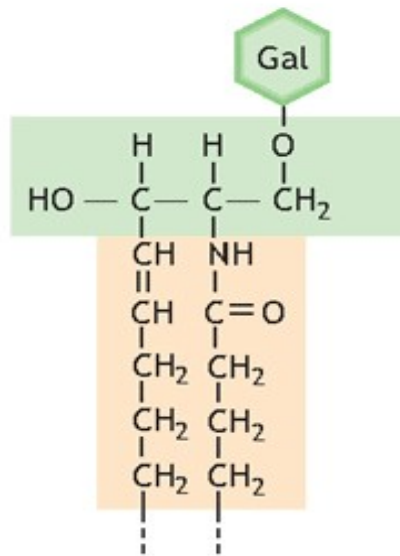


Glicosfingolipidi:

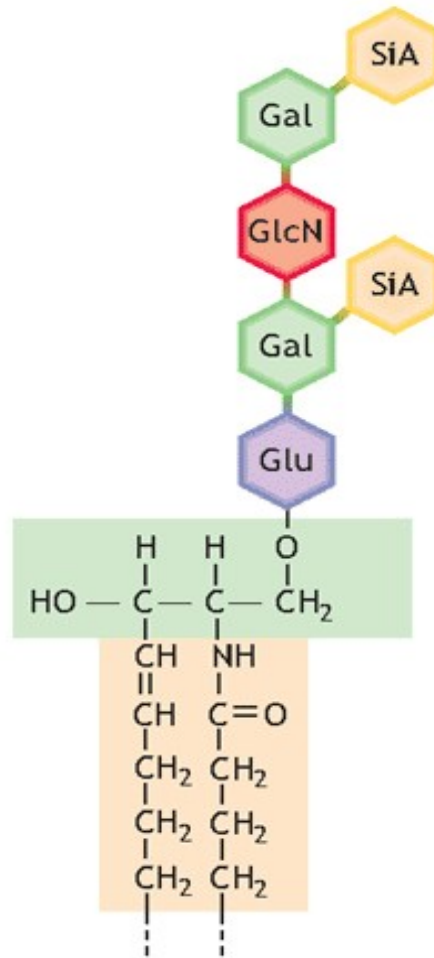
Molecola di sfingolipide che lega uno o più residui glucidici

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

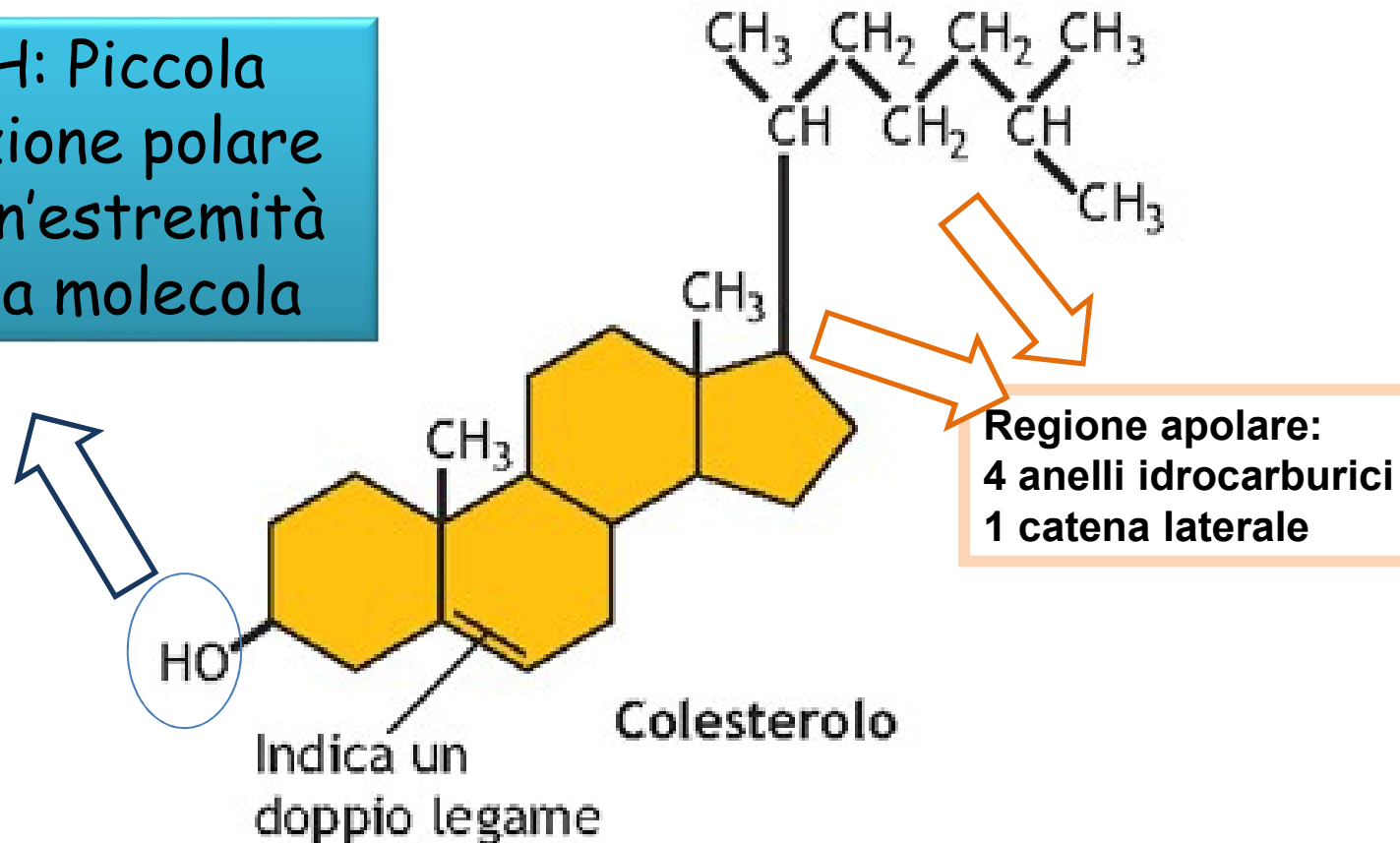
Carboidrati di membrana



Steroidi

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

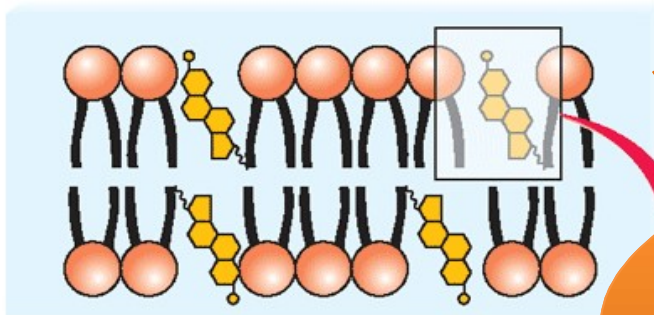
OH: Piccola porzione polare ad un'estremità della molecola



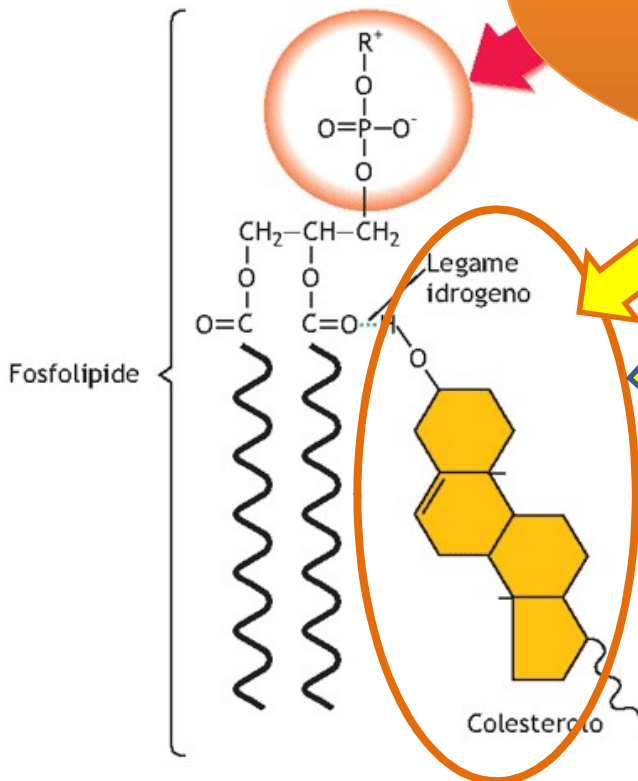
Molecola meno anfipatica dei fosfolipidi



Il colesterolo si trova completamente immerso nel doppio strato



a)



b)

2

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

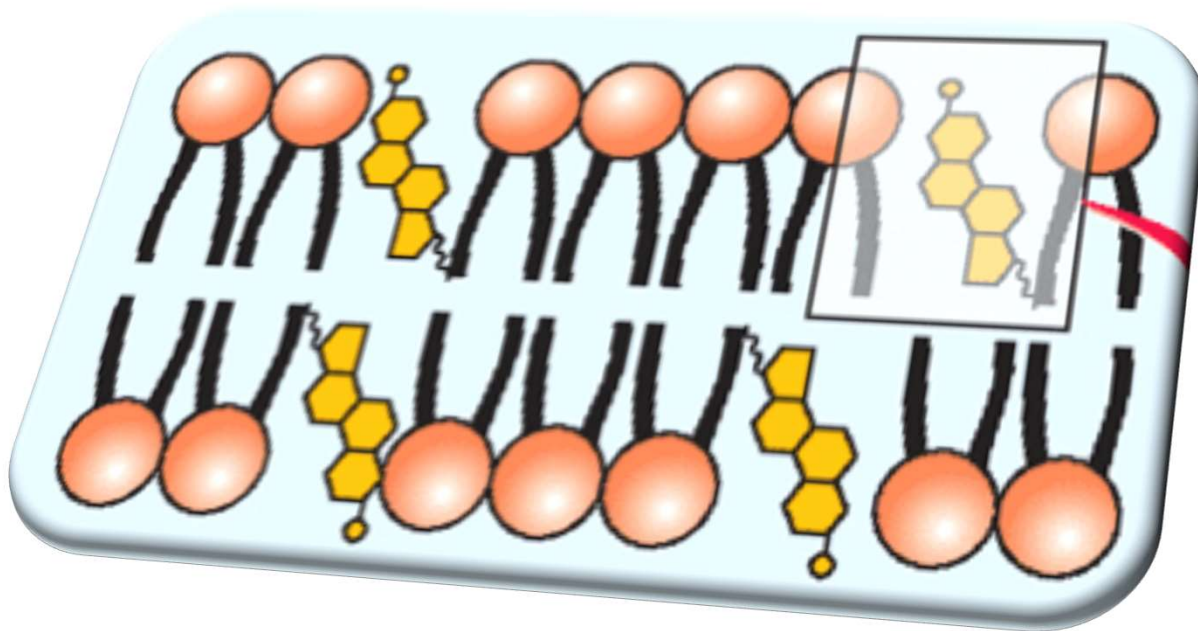
1

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



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**.



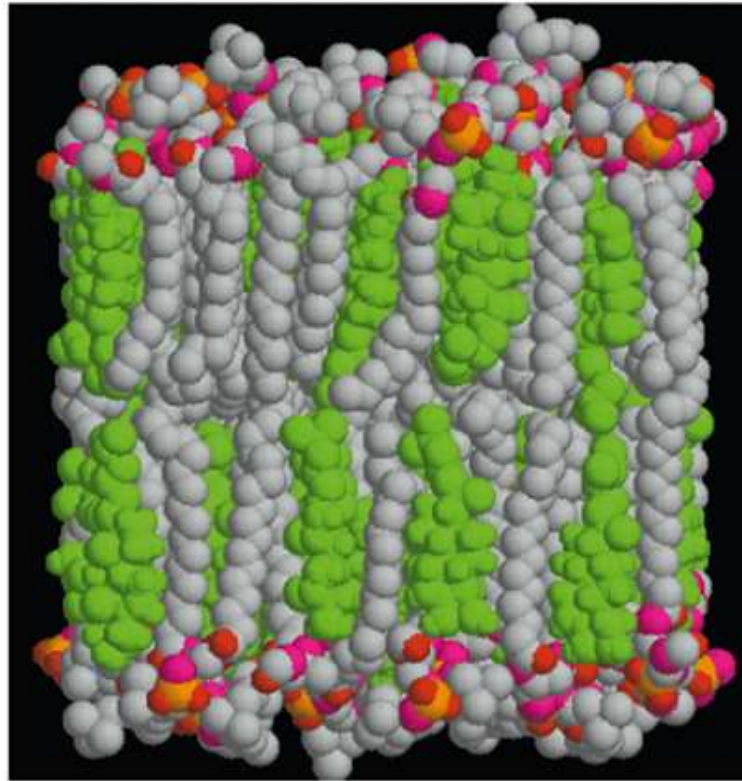


Figura 4.7 Le molecole di colesterolo (mostrate in verde) di un doppio strato lipidico sono orientate con la loro piccola estremità idrofila rivolta verso la faccia esterna del doppio strato e la maggior parte della loro struttura inserita fra le code di acidi grassi dei fosfolipidi. La posizione delle 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.)



MEMBRANA PLASMATICA

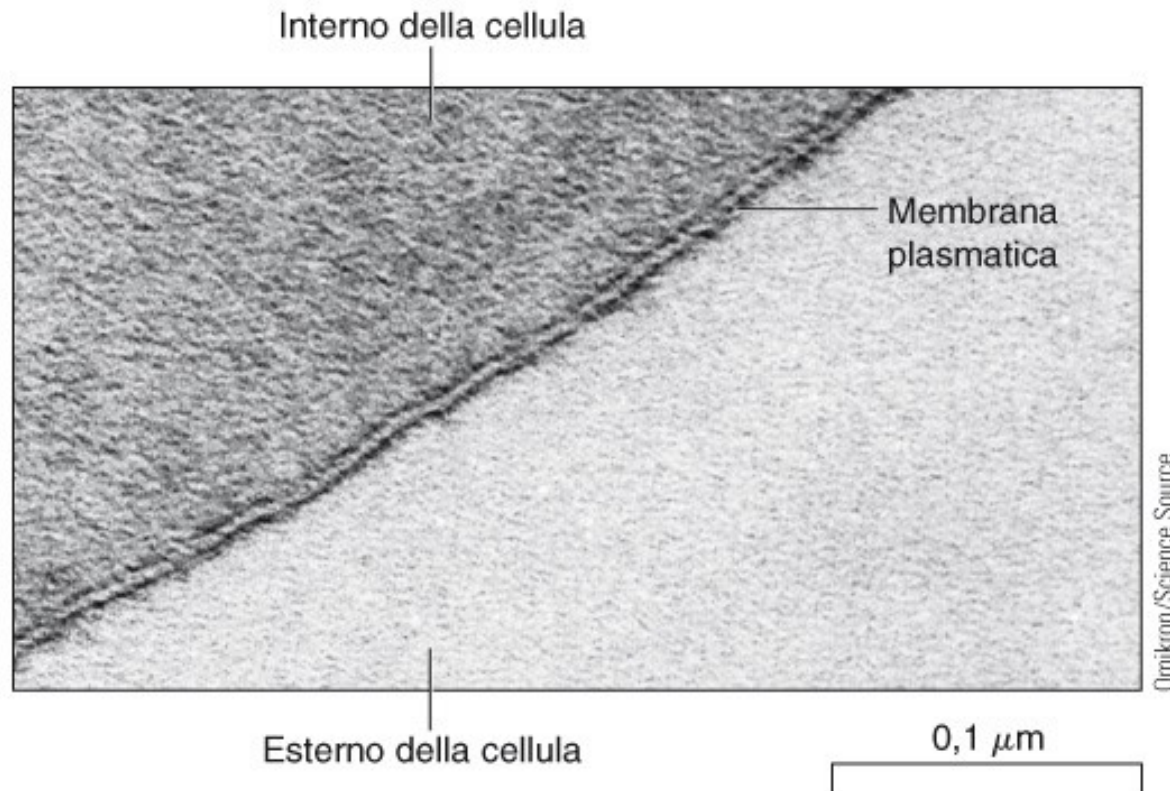


Figura 5-3 Fotografia al microscopio elettronico a trasmissione della membrana plasmatica di un eritrocita di mammifero

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.



Cronologia degli studi sulla composizione della membrana plasmatica

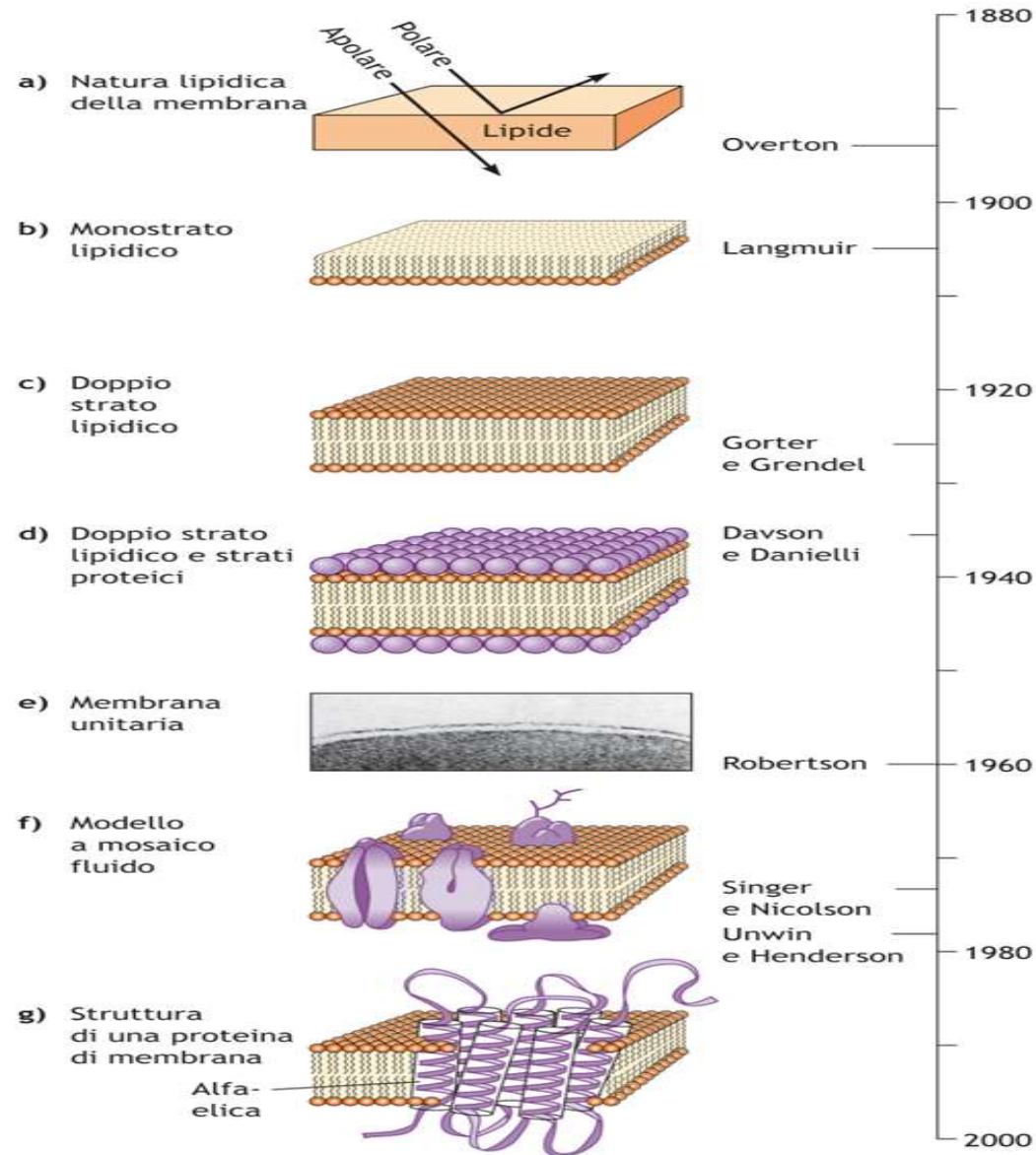


Figura I.2.2.1 Cronologia dello sviluppo del modello a mosaico fluido. Il modello a mosaico fluido della struttura della membrana, che Singer e Nicolson proposero nel 1972, costituì il culmine di studi che risalgono al 1890 ed è stato poi significativamente rifinito mediante studi successivi.



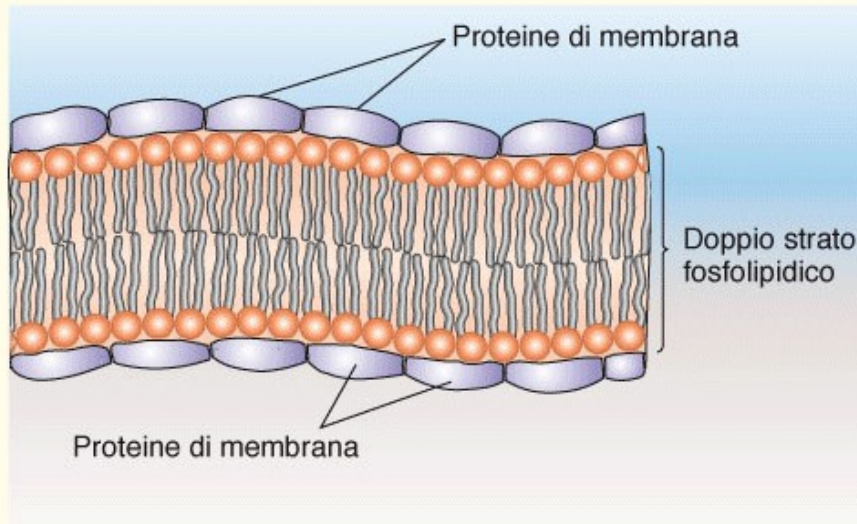
MEMBRANA : Modello a mosaico fluido

MOMENTO IMPORTANTE NELLA EVOLUZIONE DELLA TERIA

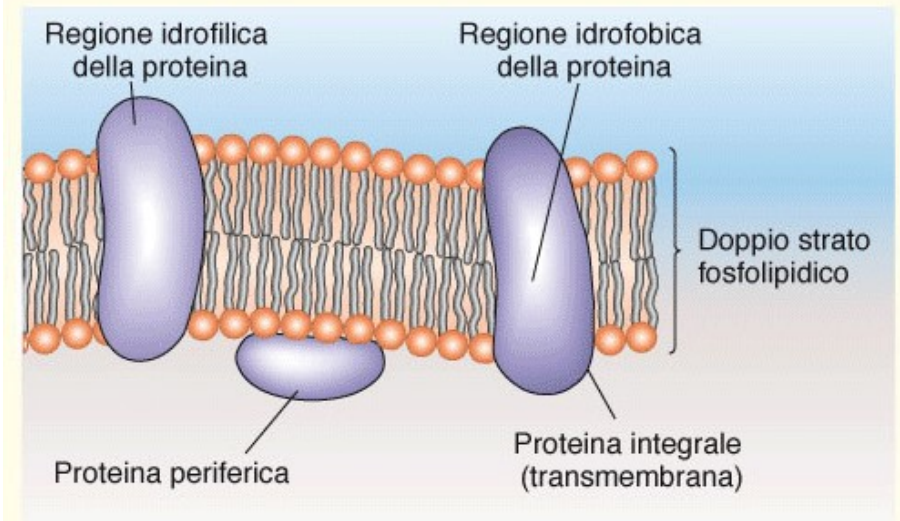


Dal modello di Davson e Danielli
(1935 , Università di Londra)

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.



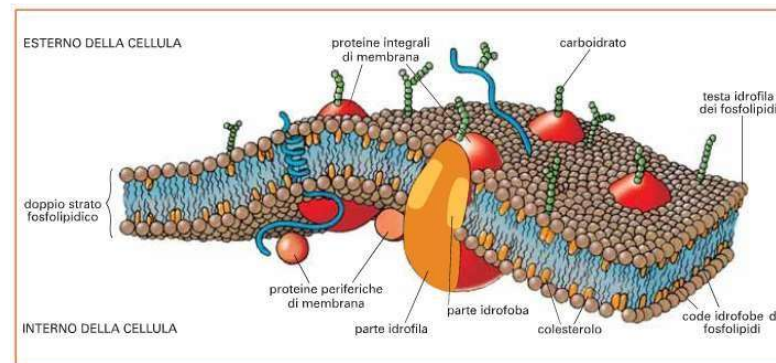
MEMBRANA : Modello a mosaico fluido

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

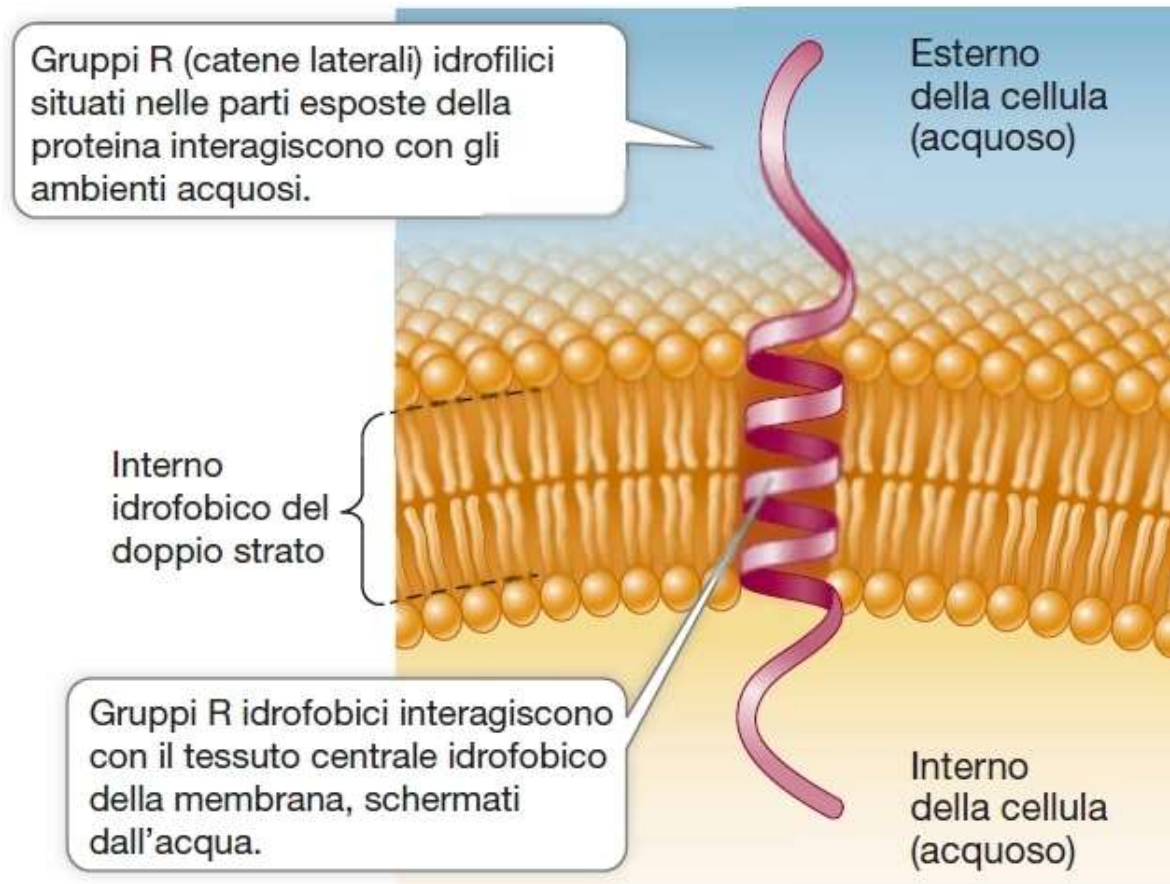
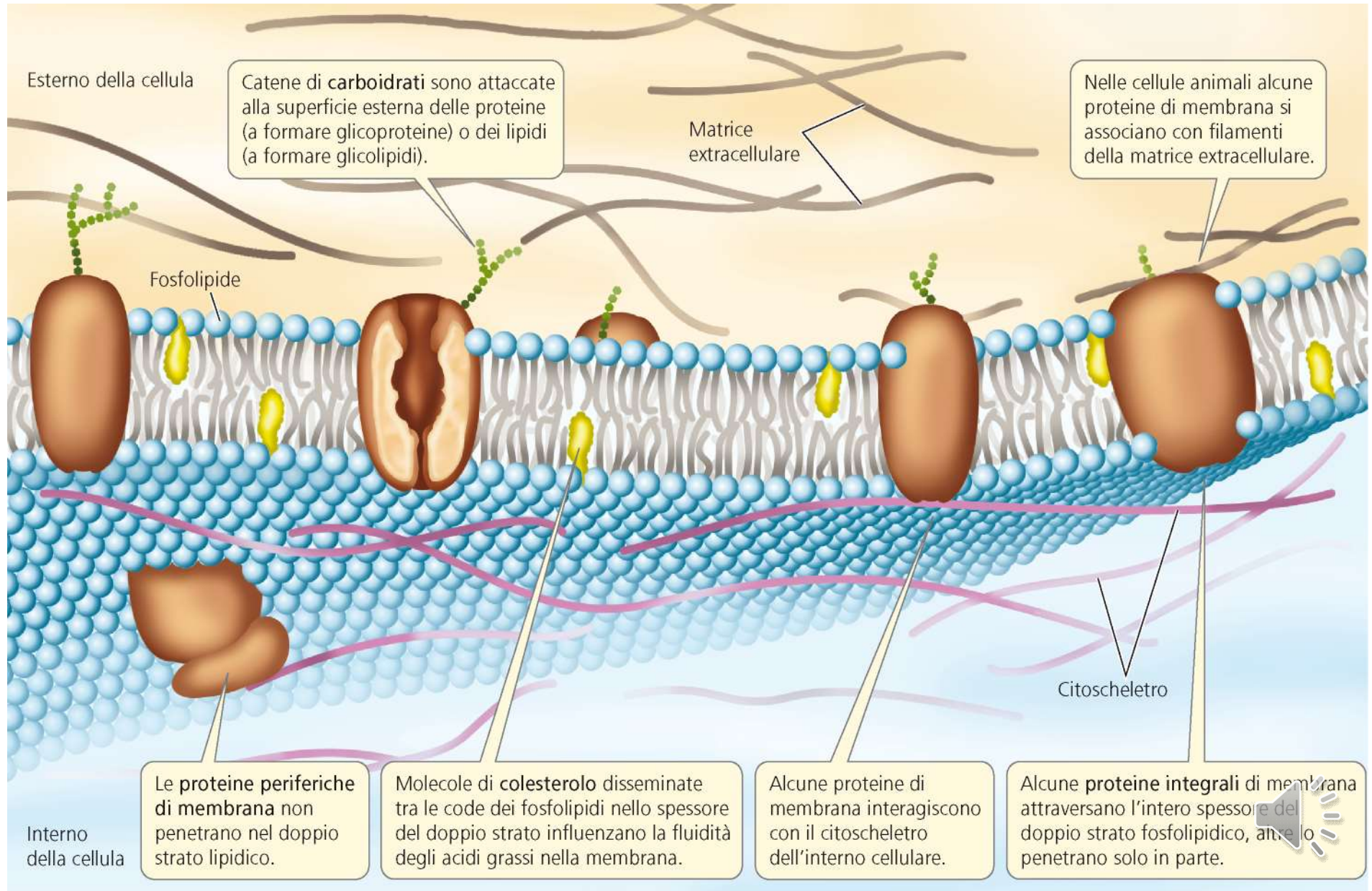


Figura 6.3 Interazioni delle proteine integrali di membrana

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

Perché si usa?

La tecnica "freeze-fracture" si usa per separare le due facce del doppio strato lipidico, in modo che i suoi componenti possano essere analizzati.

Come funziona?

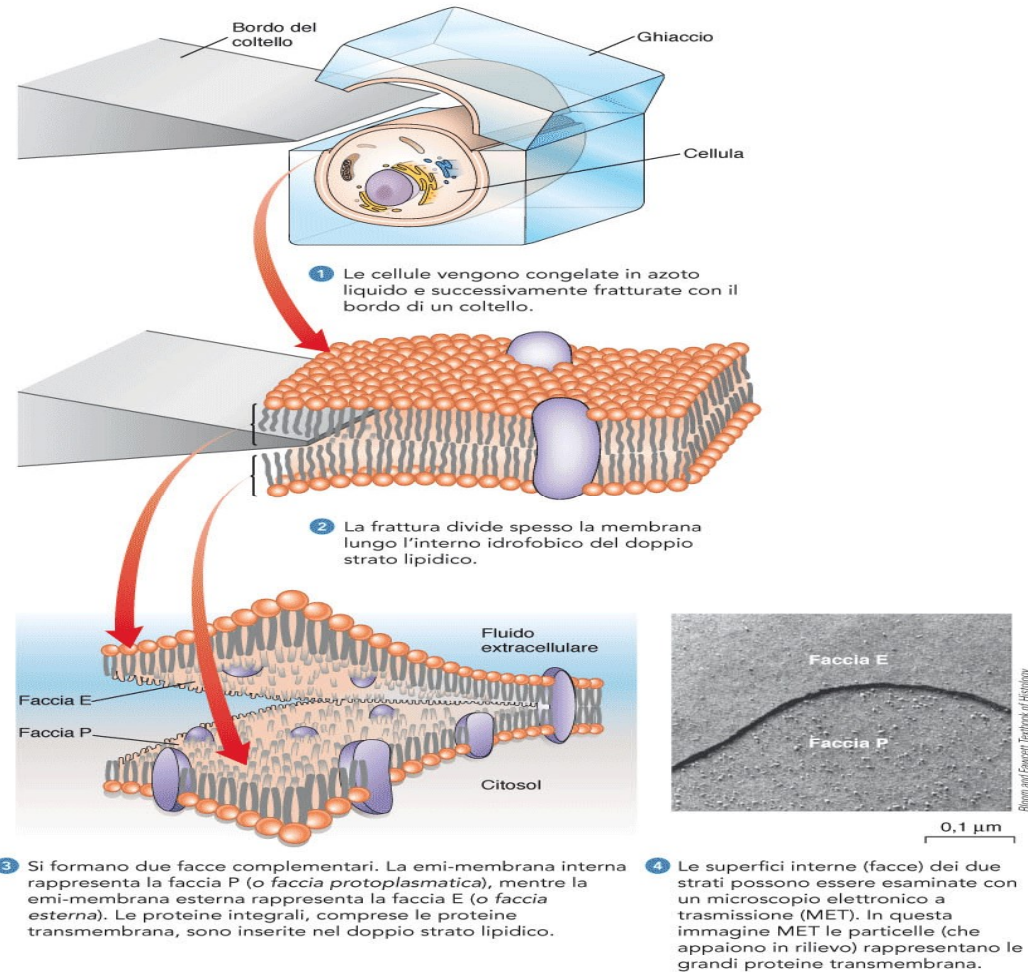


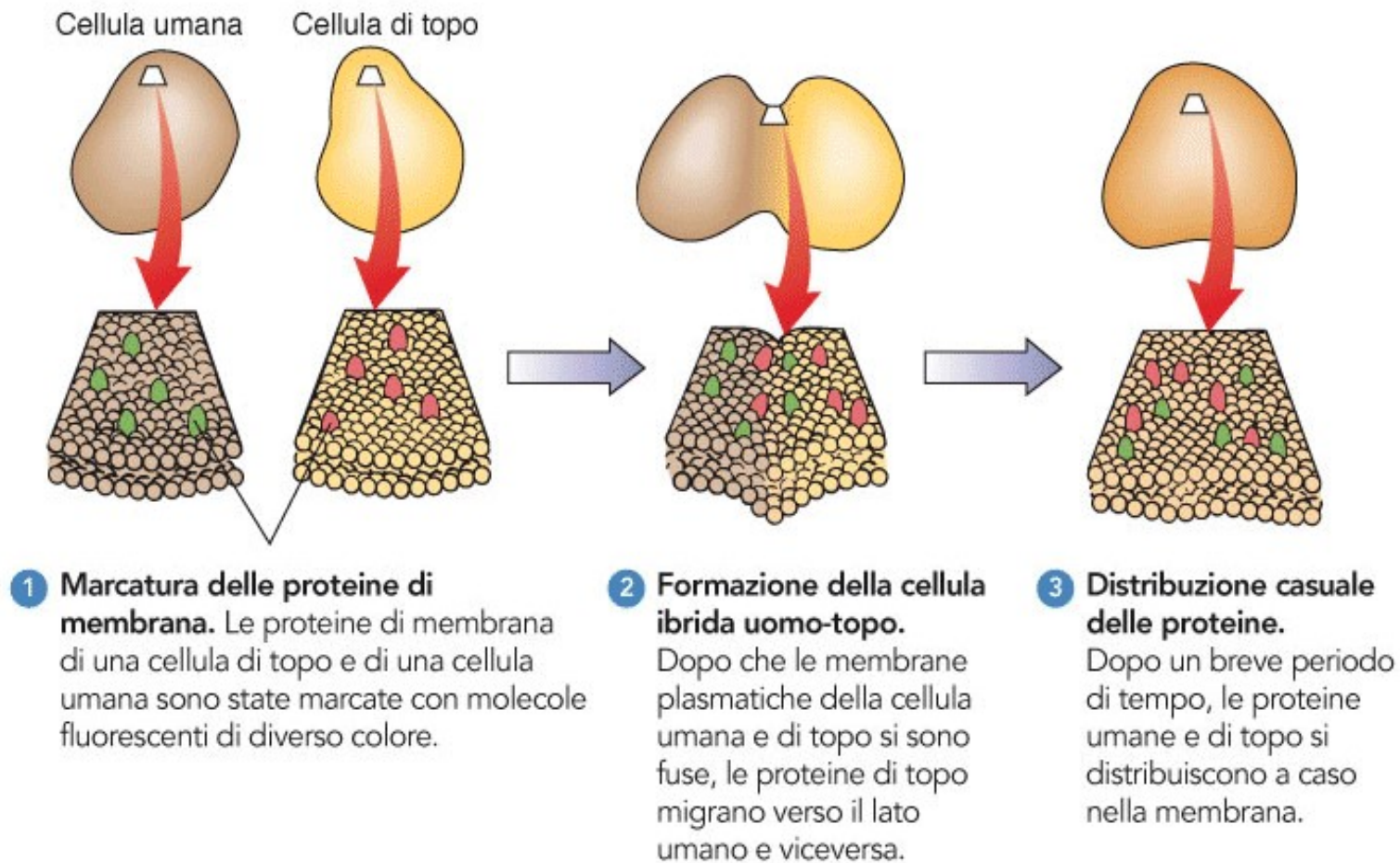
FIGURA 5-8 La tecnica "freeze-fracture"



MEMBRANA : Modello a mosaico fluido

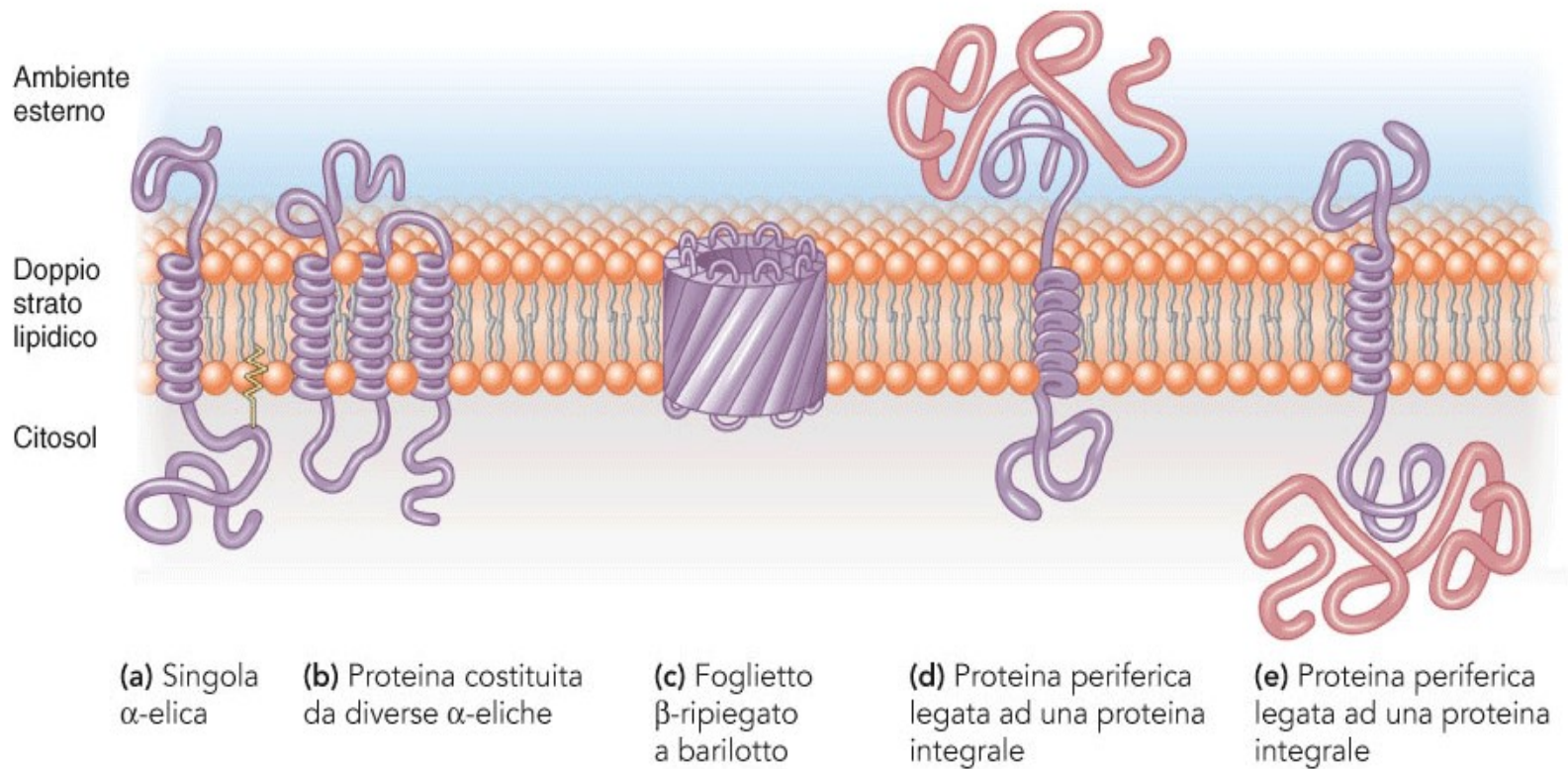
Esperimento di Frye ed Edidin

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.

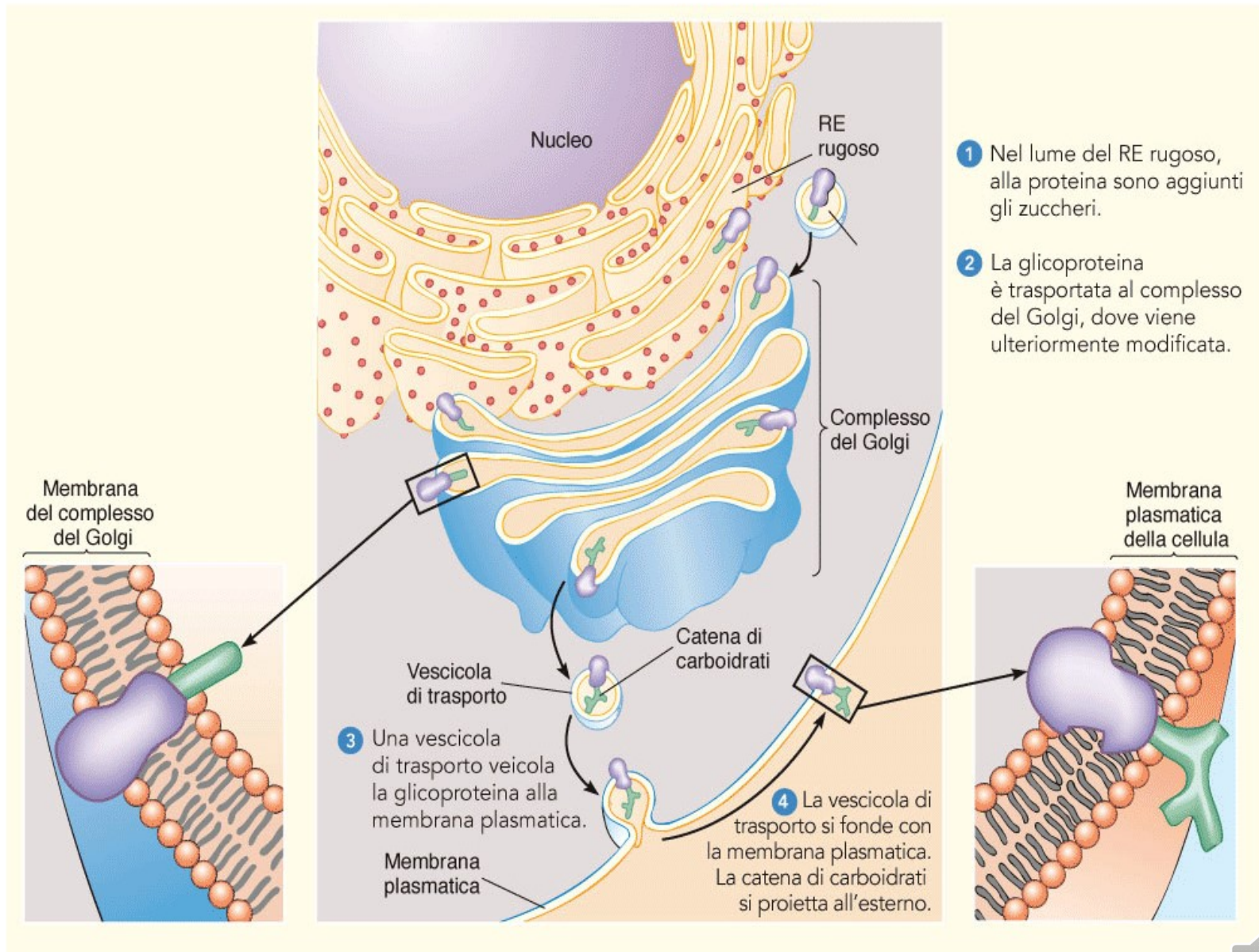


Proteine di membrana

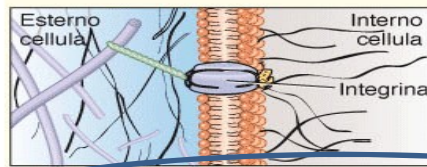
- ✓ Le proteine sono anfipatiche : le regioni idrofiliche si estendono fuori dalla cellula o nel citoplasma e le regioni idrofobiche interagiscono con le code dei fosfolipidi di membrana
- ✓ Possono essere integrali o periferiche



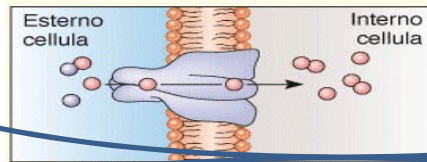
Sintesi ed orientamento di una proteina di membrana



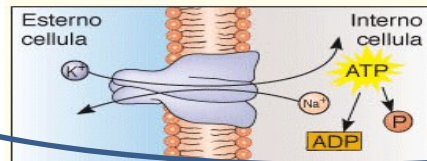
Funzioni delle proteine di membrana (alcune)



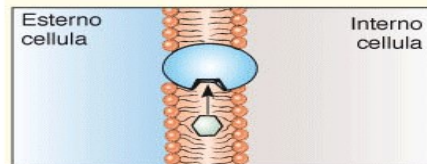
(a) Ancoraggio. Alcune proteine di membrana, come le integrine, ancorano la cellula alla matrice extracellulare e inoltre si connettono ai microfilamenti intracellulari.



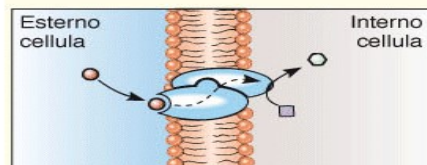
(b) Trasporto passivo. Certe proteine formano canali che permettono il passaggio selettivo di ioni o molecole.



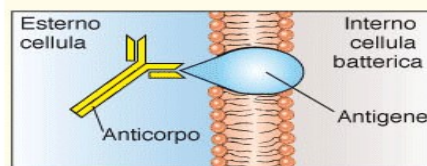
(c) Trasporto attivo. Alcune proteine di trasporto pompano i soluti attraverso la membrana, un processo che richiede un apporto diretto di energia.



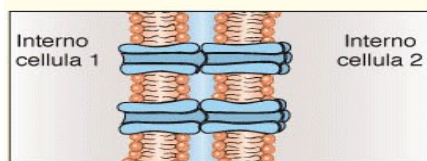
(d) Attività enzimatica. Molti enzimi legati alla membrana catalizzano reazioni che avvengono all'interno o sulla superficie della membrana.



(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**
- Le membrane biologiche rappresentano una barriera per le molecole polari: è impermeabile a ioni e a grandi molecole polari.
- Gas come ossigeno e anidride carbonica sono piccole molecole che apolari che attraversano la MP
- L'H₂O sebbene polare è piccola e attraversa la membrana cellulare attraverso interruzioni temporanee di acidi grassi.
- L'osmosi è un tipo particolare di diffusione che comporta il movimento netto di acqua attraverso una membrana permeabile, da una regione a concentrazione maggiore ad una regione a concentrazione minore

