

formano pareti cellulari rigide

CAPITOLO 5

La struttura delle membrane biologiche

La membrana cellulare è il sottile confine che separa l'interno della cellula, citoplasma, dal mondo circostante, quello extracellulare.

La membrana ha due principali funzioni:

regolare il passaggio di materiali in entrata e in uscita dalla cellula, e consentire la comunicazione tra le cellule.

È formata principalmente da fosfolipidi e proteine.

1. FOSFOLIPIDI

Un gruppo di grassi, non completamente idrofobi, ^{Si tratta di} ~~e che possiedono~~ molecole con una testa 'idrofila' costituita da un gruppo fosforico e un gruppo azotato, e da due code idrofobe formate da due catene di acidi grassi.

I fosfolipidi, in ambiente acquoso, a differenza dei trigliceridi, si dispongono a formare un doppio strato di molecole, con le teste rivolte verso l'esterno (a contatto con l'acqua) e le code verso l'interno.

Questo doppio strato forma anche da barriera impedendo ad alcune molecole idrofobiche (amminoacidi, ...) di passare da un lato all'altro della membrana.

Forma cilindrica.

ASIMMETRIA e FLUIDITÀ DELLA MEMBRANA

Sui due lati della membrana cellulare vi sono diverse proteine periferiche.

La membrana è asimmetrica, e questa asimmetria è particolarmente accentuata nelle cellule animali x la presenza di un numero maggiore di recettori e marcatori.

In ogni caso non si tratta di una struttura rigida, ma piuttosto fluida: i fosfolipidi e alcune proteine si possono infatti muovere

lateralmente con grande capacità.

X questa caratteristica la membrana è detta a **mosaico fluido**.

Il grado di fluidità della membrana dipende in gran parte dalle code idrofobe: quanto + abbondanti sono gli acidi grassi insaturi presenti, tanto + fluida è la membrana.

Nelle cellule animali la fluidità è regolata anche dalla presenza di colesterolo a causa della sua molecola corta e rigida tende a occupare gli spazi tra le molecole fosfolipidiche, rendendo la membrana meno fluida e + resistente.

La fluidità è anche particolarmente dinamica: oltre a muoversi di continuo grazie alla sintesi di ^{nuovi} fosfolipidi e proteine, possono modificarsi rapidamente nella forma e nella struttura, fondersi tra loro, frammentarsi, dare ~~inizio~~ origine a vescicole.

Ovviamente affinché una membrana possa funzionare adeguatamente, è necessario che i suoi lipidi siano in uno stato di fluidità ottimale. Infatti, se i lipidi sono troppo fluidi, la struttura della membrana ne risulta indebolita.

D'altra parte, se il doppio strato lipidico è troppo rigido, risultano inibite diverse funzioni, come ad es. il trasporto di alcune sostanze. Molti organismi hanno dei meccanismi di regolazione che permettono di mantenere la loro membrana in uno stato ottimale.

Ad es., alcuni organismi possono compensare i cambiamenti di temperatura variando il contenuto in acidi grassi dei loro lipidi di membrana.

Sintetizzate oppure empaquetate, rendendo possibili le numerose reazioni chimiche che si svolgono in prossimità della membrana.

FUNZIONI DELLE PROTEINE DI MEMBRANA

- ancorare le cellule al substrato
- permeabilizzare il passaggio selettivo di det. ioni o molecole.
- servono pompe che utilizzano l'ATP x trasportare attivamente i soluti attraverso la membrana.

• -----

Proteine di membrana

La membrana cellulare contiene numerose molecole proteiche, le proteine di membrana: **INTEGRARI** o **PERIFERICHE** che si distinguono in base a come sono associate al doppio strato lipidico.

Le proteine integrali sono molecole di forme e dimensioni diverse che si estendono da una parte all'altra della membrana in modo tale che le loro superfici **idrofiliche** siano a contatto con l'ambiente acquoso e le loro superfici **idrofobiche** siano a contatto con la parte interna idrofobica del doppio strato. Sono **x** questo **amfipatiche**.

Alcune proteine integrali non si estendono completamente attraverso la membrana.

Altre invece, **proteine Transmembrana**, si estendono completamente attraverso la membrana. Alcune di queste proteine attraversano la membrana una sola volta, altre invece + volte.

Il tipo + comune di proteine **transmembrana** è un' **α -elica** con le catene laterali degli amminoacidi che fuoriescono dall'elica nella regione idrofobica del doppio strato lipidico. (proteine canale).

Altre attraversano la membrana sotto forma di foglietti **β -ripiegati** (proteine di trasporto).

Quindi le proteine integrali svolgono principalmente una funzione di **trasporto di molecole o ioni attraverso la membrana**.

Le proteine periferiche non sono inserite nel doppio strato lipidico, ma localizzate sulle superfici interne o esterne. Sono associate **x** mezzo di legami deboli con le parti **idrofile** delle proteine integrali o con le teste idrofile dei fosfolipidi.

Quelle che si trovano sul lato extracellulare della membrana hanno funzione **strutturale**, poiché costituiscono dei punti di ancoraggio **x** le altre cellule.

Quelle che si trovano ^{sul} nel lato citoplasmatico hanno anche loro funzione

OSMOSI

Cosa accade quando un soluto (ione, zucchero, proteina, ...) è presente in concentrazioni diverse ai due lati della membrana ma non è in grado di attraversarla? L'OSMOSI

Un processo spontaneo di diffusione dell'acqua attraverso una membrana selettivamente permeabile in direzione della soluzione + concentrata: in questo modo la soluzione meno concentrata perde solvente e si concentra maggiormente, e viceversa.

Il processo prosegue fin quando le due soluzioni ai due lati della membrana non raggiungono la stessa concentrazione (eq. osmotica).

Si raggiunge quindi una situazione di eq. tra citoplasma e liquidi extracellulari.

PRESSIONE OSMOTICA = pressione che deve essere esercitata sul lato di una membrana contenente la concentrazione maggiore di soluto x impedire la diffusione dell'acqua (x osmosi) dal lato opposto contenente meno soluto.

X una cellula si possono det. 3 diverse situazioni:

- se è immersa in una soluzione esterna meno ricca di soluti rispetto all'ambiente interno, l'acqua tenderà a entrare (Sol. IPOTONICA).
- se è immersa in una soluzione + ricca di soluti rispetto all'ambiente interno, l'acqua tenderà a uscire (Sol. IPERTONICA).
- se i due ambienti hanno la stessa concentrazione, non si crea nessun flusso d'acqua, né verso l'interno né vs l'esterno (Sol. ISOTONICA).

PROTEINE E MEMBRANA

La struttura a mosaico fluido delle membrane, permette loro di funzionare come membrane relativamente permeabili; ovvero permette il passaggio solo di alcune sostanze.

In generale le membrane sono permeabili alle piccole molecole apolari come l'ossigeno e la CO_2 che attraversano rapidamente il doppio strato lipidico.

Il doppio strato lipidico della membrana è impermeabile agli ioni di qualunque dimensione e alle molecole polari.

Tra gli ioni sono importanti nella segnalazione cellulare e in molti altri processi fisiologici. Anche il glucosio, amminoacidi, ... sono molecole polari che attraversano lentamente il doppio strato lipidico.

Come fanno quindi le cellule a far entrare ioni e molecole polari di cui necessitano?

* DIFFUSIONE FACILITATA

Le molecole polari e gli ioni attraversano la membrana ~~attraverso~~ per diffusione facilitata, grazie alle proteine canale e di trasporto.

Le **PROTEINE CANALE** sono proteine integrali dotate di un poro idrofilo centrale che permette il passaggio di piccole molecole polari.

Nella maggior parte dei casi si tratta di canali regolabili: si aprono solo in presenza di molecole che si legano a specifici recettori, provocando il cambiamento della struttura tridimensionale della proteina e della apertura del canale.

Canali ionici: attraverso un certo canale passa un solo tipo di ione.

Le **PROTEINE DI TRASPORTO (CARRIER)** sono proteine integrali che favoriscono il passaggio di molecole polari, come amminoacidi e monosaccaridi, + complesse rispetto alle prime.

La diffusione facilitata permette un passaggio + rapido senza consumo di energia, e secondo gradiente di concentrazione.

* Esistono due tipi di diffusione: la diffusione semplice e quella facilitata.

Molte se la temperatura aumenta, le molecole si muovono + velocemente e la velocità di diffusione aumenta.

DIFFUSIONE SEMPLICE

La membrana permette il passaggio di molecole gassose (O_2 , CO_2 , ...) e liposolubili (glicerolo, ...), attraverso la diffusione semplice, un processo piuttosto lento che richiede elevati gradienti di concentrazione.

La membrana invece non permette il passaggio di zuccheri, polipeptidi, e ioni, perché a causa della loro carica elettrica sono circondati da molecole d'acqua.

Più concentrato è il soluto, + rapida è la sua diffusione.

GRADIENTE DI CONCENTRAZIONE

Corrisponde alla differenza di concentrazione tra due zone.

Quanto maggiore è la differenza di concentrazione, tanto + è elevato il gradiente e tanto + rapido è il processo di diffusione.

Kam mano che le differenze di concentrazione diminuiscono, il processo di diffusione rallenta: a un certo punto la sostanza che diffonde risulta distribuita in modo uniforme, il gradiente si annulla e la diffusione si arresta.

Se la sostanza che diffonde non è molecolare ma costituita da ioni, entra in gioco anche lo squilibrio nella distribuzione delle cariche elettriche, ossia il gradiente elettrico.

Il processo di diffusione in questo caso dipende sia dal gradiente di concentrazione, sia da quello elettrico (gradiente elettrochimico).

Se spingono entrambi nella stessa direzione, il passaggio della sostanza sarà rapido e intenso; viceversa accade l'opposto.

TRASPORTO ATTIVO: CONTRO GRADIENTE

Ci sono situazioni in cui un soluto deve essere trasportato dalla cellula all'ambiente (o viceversa) contro il suo gradiente, cioè da una zona in cui è - concentrato a una dove è + concentrato. È il caso di:

- **SOSTANZE NUTRITIVE** come glucosio, acidi grassi, amminoacidi, che la cellula ha la necessità di concentrare al suo interno
- **SOSTANZE TOSSICHE** che devono essere espulse
- **IONI** Na^+ e K^+ , Ca^{++} o H^+ che si accumulano contro gradiente elettrochimico nel corso di processi imp come la trasmissione degli impulsi nervosi.

Il trasporto di sostanze contro gradiente richiede un consumo di energia da parte della cellula: è x questo detto **TRASPORTO ATTIVO**.

Nel caso in cui siamo degli ioni a essere trasportati, le proteine canale prendono il nome di pompe, come la pompa sodio - potassio o la pompa del calcio.

L'attività della pompa sodio - potassio aiuta a mantenere una separazione di cariche attraverso la membrana, definita **POTENZIALE DI MEMBRANA**.

Poiché ai due lati della membrana c'è una differenza sia di concentrazione che di carica, il gradiente è definito **GRADIENTE ELETTROCHIMICO**.

Questi gradienti costituiscono anche una forma di immagazzinamento di energia che può essere utilizzata x altri sistemi di trasporto.

Le pompe sodio - potassio sono delle proteine che attraversano tutta la membrana e utilizzano l'ATP x pompare gli ioni sodio fuori dalla cellula e quelli potassio dentro.

3 modalità di trasporto attivo:

- **UNIORTO** in cui la proteina trasporta una sola sostanza in un'unica direzione, come nel caso degli ioni calcio nel R.E.

- > ANTIACIDO in cui la proteina trasportatrice trasporta e scarica im
dicazione dopo la pompa sodio-potassio
- > SIFERO in cui la proteina trasporta 2 sostanze nella stessa direzione
come nel caso della cellula intestinale.

ESOCITOSI E ENDOCITOSI

Quando le molecole sono troppo grandi e troppo polari (polisaccaridi), e per passare lo strato fosfolipidico, i canali proteici o le proteine di trasporto, entra in gioco un altro tipo di meccanismo, in grado di trasportare anche corpi di molecole dimensioni (batteri).

Questo sistema di trasferimento consuma energia ed è detto **TRASPORTO MEDIATO DA VESICOLE**, poiché si basa sulla formazione di vescicole o vacuoli.

Se il materiale è in uscita si parla di **ESOCITOSI**, in entrata **ENDOCITOSI**.

Esocitosi

Si tratta di un processo di secrezione che inizia con la formazione, dall'apparato di Golgi, di vescicole di secrezione ripiene di materiale da espellere. Queste vescicole migrano verso il confine della cellula, fondono la loro membrana con la membrana plasmatica e inseriscono nell'ambiente extracellulare il loro contenuto (ormoni, enzimi digestivi, ...)

Endocitosi

È il processo tramite il quale materiali di vario tipo vengono introdotti nella cellula.

Durante l'endocitosi la membrana cellulare si infodette formando una vescicola, **VACUOLO ALIMENTARE**, che poi si stacca e migra con il suo contenuto verso l'interno della cellula.

I tipi di endocitosi: **FRAGOCITOSI**, **PINOCITOSI** e **ENDOCITOSI MEDIATA DA RECETTORI**.

La **FRAGOCITOSI** consiste nell'ingestione di particelle solide da parte della cellula. Dopo la sua formazione, il **VACUOLO ALIMENTARE**, detto anche **FRAGOSOMA**, si fonde con un lisosoma e crea un **lisosoma secondario** in cui avviene il processo di digestione (es. globuli bianchi a distruggere cellule batteriche).

La **PINOCITOSI** consiste nell'ingestione, a mezzo di piccole vescicole, di liquidi e sostanze in soluzione acquosa (cellule della parete dei capillari sanguigni e permette il passaggio continuo di liquidi del sangue alle cellule dei tessuti vicini).