



TEMA 7

PARED CELULAR Y MEMBRANA PLASMÁTICA. CITOPLASMA Y ORGÁNULOS MICROTUBULARES

Cuando termines de estudiar este tema deberás saber:

- Cuáles son los componentes químicos de la membrana plasmática y cómo se disponen en la misma.
- Describir las principales características del modelo del mosaico fluido de Singer y Nicolson.
- El papel de la membrana plasmática en el transporte de sustancias, el reconocimiento celular y en la recepción y transmisión de estímulos.
- Cuáles son y como funcionan los principales mecanismos de transporte de sustancias a través de la membrana: difusión simple, difusión facilitada, transporte activo, endocitosis y exocitosis.
- Cuál es la importancia de la bomba de Na^+ - K^+ en la fisiología celular.
- describir las principales diferenciaciones que pueden aparecer en la membrana: desmosomas, uniones impermeables y uniones comunicantes.
- La composición química y la organización estructural de los componentes de la pared celular.
- Cuáles son las funciones de la pared celular de las células vegetales.
- La composición del citosol o hialoplasma y su función.
- Qué es el citoesqueleto, cuáles son sus componentes y qué funciones desempeña.
- La estructura y función de los orgánulos microtubulares (centriolos, cilios y flagelos).

I. ORGANIZACIÓN ESTRUCTURAL DE LAS CÉLULAS EUCARIÓTICAS

Las células eucariotas (del griego *eu* = verdadero y *caryon* = núcleo) se caracterizan por tener un protoplasma de organización muy compleja. Básicamente se pueden distinguir los siguientes componentes:

- Membrana plasmática
- Citoplasma
- Hialoplasma: es el medio interno de la célula.
- Sistema de endomembranas y orgánulos membranosos. Dividen el citoplasma en compartimentos cada uno de los cuales realiza una función específica. Esto proporciona a los eucariotas mayor eficiencia metabólica que los procariontes.
- Orgánulos no membranosos.
- Núcleo. Separado por una doble membrana. Contiene la mayor parte del DNA celular. El DNA está asociado a histonas, con lo que se consigue un mayor grado de empaquetamiento.

II. LA PARED CELULAR

Se trata de una cubierta rígida que recubre la membrana plasmática de las células vegetales, la de los hongos, la de la mayoría de las algas y la de las bacterias. La que vamos a estudiar aquí es la de las células vegetales, que es principalmente celulósica; la de la mayoría de los hongos es quitinosa y la de las bacterias está formada fundamentalmente por peptidoglicanos.

La existencia de esta cubierta rígida condiciona muchos procesos biológicos en los vegetales: nutrición (transporte de sustancias), osmorregulación, crecimiento y morfología.

A. Composición

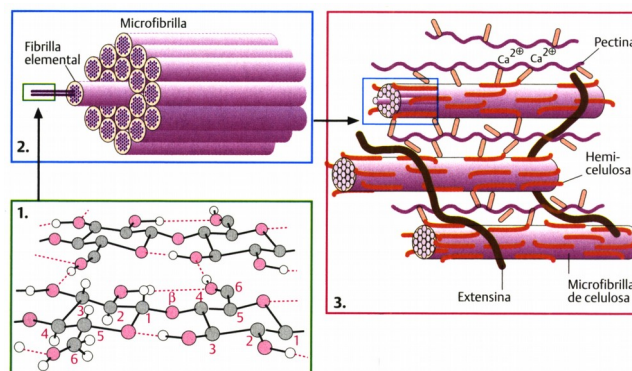
Agua, celulosa, hemicelulosa, sustancias pécticas, sustancias grasas (cutina, suberina, ceras, etc.) y lignina (polímero aromático).

B. Estructura

Formada por una matriz porosa hidratada, formada por hemicelulosa, pectina y proteínas, y un retículo de fibras de celulosa.

Las moléculas de celulosa no están dispersas, sino que se agrupan en haces de diferentes órdenes de magnitud:

Moléculas de celulosa → microfibrillas elementales (visibles al m.e.) → microfibrillas → macrofibrillas (visibles al m.o.) → fibras de celulosa



J.Koolman, K.H. Röhm
Bioquímica. Texto y Atlas
Ed. Med. Panamericana. Madrid 2004

En las células de los vegetales pluricelulares se pueden distinguir, desde el exterior hacia el interior, una lámina media, una pared primaria y una pared secundaria.

Lámina media. Unión entre dos células adyacentes. Matriz con gran cantidad de sustancias pécticas. Retículo poco denso de fibras de celulosa.

Pared primaria. Matriz de hemicelulosa y sustancias pécticas y un retículo poco denso de fibras de celulosa. Aparece en las células en crecimiento y, algunas veces, puede constituir la pared definitiva de la célula.

Pared secundaria. Aparece en las células cuando han alcanzado su madurez. Posee más celulosa y menos hemicelulosa que la pared primaria. No tiene sustancias pécticas. Está formada por varias capas (hasta 20) en las que las fibras de celulosa se disponen paralelamente. Tiene gran resistencia a la tracción porque en cada capa las fibras se disponen en una dirección diferente.

Lignificación y suberificación: la pared secundaria puede presentar depósitos de lignina o suberina que la endurecen e impermeabilizan respectivamente.

Los **plasmodesmos** son puentes citoplasmáticos que atraviesan la pared celular y sirven de comunicación entre dos células vecinas. Las **punteaduras** son zonas en las que sólo aparece pared primaria por lo que se facilita el intercambio de sustancias.

C. Funciones

Exoesqueleto: da forma a las células y les proporciona una protección mecánica.

Protege a la célula frente a los procesos osmóticos (turgencia).

Sirve de barrera frente a infecciones por hongos y otros organismos.

D. Biogénesis

Los componentes de la pared celular se originan en el aparato de Golgi.

III. LA MEMBRANA PLASMÁTICA

Es el límite entre los medios intra y extracelular. Presenta cierta permeabilidad y consigue mantener unas condiciones físico-químicas constantes en el interior de la célula.

A. Composición

52% Proteínas.

40% Lípidos (fosfolípidos y colesterol fundamentalmente).

8% Oligosacáridos, asociados a los lípidos y a las proteínas.

B. Estructura microscópica (membrana unitaria)

Al microscopio electrónico aparece como una delgada lámina de 75 Å formada por dos bandas oscuras de 20 Å entre las cuales hay una banda clara de 35 Å.

C. Arquitectura molecular

1. Modelo de Davson y Danielli

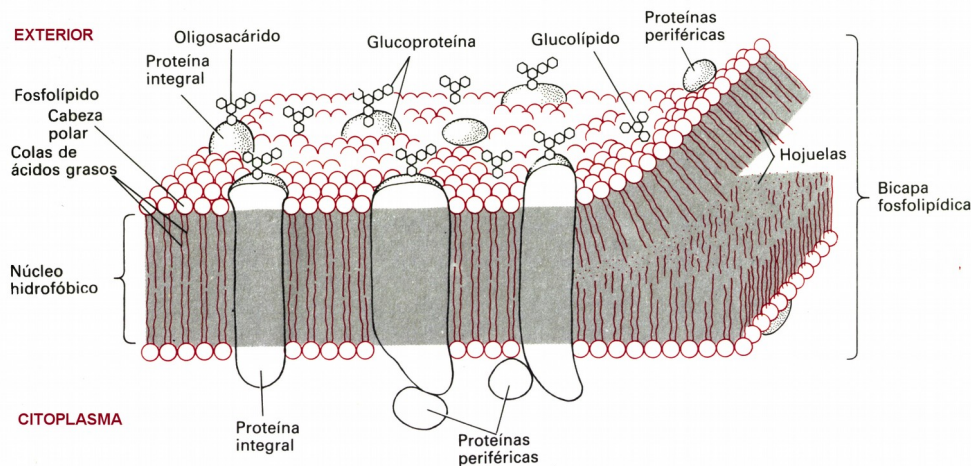
En 1935, H.Davson y J.Danielli propusieron que las membranas plasmáticas estaban formadas por una bicapa lipídica (con los polos hidrófobos enfrentados) recubierta interna y externamente por una capa continua de proteínas. Este modelo encajaba con lo que se conocía de la composición de la membrana y con lo que se observaba en las primeras microfotografías electrónicas de membranas, por lo que fue aceptado durante largo tiempo.

2. Modelo del mosaico fluido

La profundización en el conocimiento de las propiedades de las proteínas de la membrana y el desarrollo de nuevas técnicas de microscopía electrónica (criofractura) llevó a que, en 1972, S.J.Singer y G.Nicolson propusieran el modelo del mosaico fluido que, básicamente, se mantiene hasta hoy en día. Singer y Nicolson plantearon que las membranas son un mosaico de fosfolípidos y distintos tipos de proteínas y que su estructura era dinámica y fluida.

En este modelo, los fosfolípidos constituyen una bicapa con los extremos apolares enfrentados y las cabezas polares orientadas hacia el medio intra y extracelular. Existen proteínas periféricas dispuestas en ambas superficies y proteínas integrales que atraviesan total o parcialmente la bicapa, con sus regiones hidrófilas en contacto con el medio intra o extracelular y las hidrófobas en la región hidrofóbica de la bicapa lipídica. En la superficie externa hay oligosacáridos unidos a las proteínas y a los lípidos.

Los componentes de la membrana no tienen posiciones fijas, sino que pueden experimentar desplazamientos laterales. A esta propiedad se debe el nombre que recibe este modelo de la membrana plasmática.



J.Darnell, H.Lodish, D.Baltimore. Biología Celular y Molecular. Editorial Labor. Barcelona 1988

D. Cubierta celular (glucocálix)

Las dos láminas de la membrana plasmática son diferentes en cuanto a composición química. La superficie que está en contacto con el medio extracelular posee abundantes oligosacáridos unidos a lípidos y a proteínas formando glucolípidos y glucoproteínas. Las cadenas glucídicas de las glucoproteínas, junto a las de los glucolípidos, forman la cubierta celular.

E. Funciones

La membrana plasmática desempeña básicamente tres funciones: ① control del transporte de sustancias, ② reconocimiento celular, ③ recepción y transmisión de estímulos.

① Para mantener las condiciones del interior de la célula constantes, la membrana plasmática controla el intercambio de sustancias a su través. Esta capacidad de controlar las sustancias que la atraviesan se conoce como permeabilidad selectiva. Los procesos mediante los cuales pueden atravesar sustancias la membrana celular son:

- **Osmosis.** Entrada y salida de agua al comportarse como una membrana semipermeable.
- **Difusión simple.** Los gases, como el O₂, CO₂ y N₂, pueden atravesar fácilmente la membrana y se mueven través de ella a favor del gradiente de concentración, es decir, desde las zonas de mayor concentración a las de menor. Este transporte no requiere un consumo de energía por parte de la célula.
- **Difusión facilitada.** Las pequeñas moléculas polares, como los monosacáridos o el glicerol, y los iones se mueven a favor de gradiente, pero favorecido por proteínas transmembranosas específicas (canales iónicos y permeasas) que cambian de conformación durante el proceso. Al realizarse a favor del gradiente, este transporte tampoco supone gasto de energía.

Un ejemplo bien conocido de este tipo de proteínas es la que se conoce como GLUT-1, responsable del transporte de glucosa a través de las membranas.

- **Transporte activo.** Las células también pueden mover iones y moléculas de forma dirigida, en contra del gradiente. Para hacerlo la célula tiene que consumir ATP, para compensar la reducción de entropía que se produce. En este transporte también es necesaria la intervención de proteínas transportadoras específicas, denominadas bombas.

Un ejemplo bien conocido de transporte activo es la bomba de Na⁺ – K⁺, que mantiene baja la concentración de Na⁺ en el interior de la célula y alta la de K⁺. Las funciones de la bomba sodio-potasio son numerosas; entre ellas podemos destacar las siguientes:

- Mantiene un gradiente de Na⁺ entre los medios intra y extracelular. Este gradiente es necesario en numerosos procesos como la transmisión del impulso nervioso o el transporte activo de ciertas moléculas hacia el interior de la célula. Este transporte activo en el que no se consume directamente ATP, sino que se aprovecha la energía proporcionada por el gradiente de concentración de sodio, se conoce como **transporte activo secundario**.
- Mantiene el equilibrio osmótico y controla el volumen celular.

Una idea de la importancia que posee esta bomba de transporte activo nos la proporciona el hecho de que un tercio del ATP que consume un animal en reposo se emplea en el funcionamiento de la misma.

MECANISMOS DE TRANSPORTE A TRAVÉS DE LA MEMBRANA			
	DIFUSIÓN SIMPLE	DIFUSIÓN FACILITADA	TRANSPORTE ACTIVO
DIRECCIÓN	A favor del gradiente de concentración	A favor del gradiente de concentración	En contra del gradiente de concentración
FUENTE DE ENERGÍA	Gradiente de concentración	Gradiente de concentración	ATP
PROTEÍNAS DE MEMBRANA	No intervienen	Sí intervienen	Sí intervienen
ESPECIFICIDAD	No específico	Específico	Específico

- **Endocitosis.** Las moléculas grandes y las macromoléculas no pueden entrar o salir de la célula por ninguno de los procedimientos anteriormente descritos, sino que requieren mecanismos especiales. La endocitosis consiste en la entrada de partículas sólidas (**fagocitosis**) o líquidas (**pinocitosis**) que son englobadas por medio de prolongaciones de la membrana celular, con consumo de energía.

En general, los procesos de endocitosis no son específicos, sin embargo, en determinados casos intervienen receptores de membrana que hacen que el proceso sea altamente selectivo; en este caso se conoce como **endocitosis mediante receptor**.

El proceso contrario a la endocitosis, la **exocitosis**, permite expulsar sustancias de la célula mediante la fusión de la vesícula que las contiene con la membrana plasmática.

② Las glucoproteínas de la cubierta celular actúan como señales de reconocimiento para otras células facilitado la adhesión de unas células con otras en los tejidos.

③ Ciertas proteínas de la superficie externa de la membrana intervienen en el reconocimiento de moléculas (como hormonas, anticuerpos y virus) que interactúan con la célula. Estas sustancias actúan como receptores específicos y reconocen moléculas que actúan como señales, desencadenando una respuesta en el interior de la célula.

F. Diferenciaciones de la membrana plasmática

- **Microvellosidades:** son expansiones digitiformes de la membrana que aumentan la superficie de absorción.
- **Invaginaciones,** también aumentan la superficie de absorción.
- **Uniones intercelulares:** uniones entre las células que forman un tejido.

Desmosoma. Se mantiene el espacio intercelular. Hay dos zonas densas atravesadas por numerosos tonofilamentos que van de célula a célula. Se mantiene un espacio intercelular.

Unión estrecha. Contacto íntimo entre las membranas. No hay espacio intercelular.

Unión comunicante (gap). Forman canales proteicos intercelulares para el intercambio de iones y pequeñas moléculas.

G. Biogénesis

La membrana está sometida a un continuo desgaste y se renueva constantemente.

Los lípidos son fabricados en el retículo endoplasmático liso, las proteínas periféricas externas y las integrales en el retículo endoplasmático rugoso y las proteínas periféricas internas en los ribosomas. El aparato de Golgi añade la parte glucídica a los glucolípidos y a las glucoproteínas que formarán la superficie externa de la membrana.

IV. CITOPLASMA

El citoplasma es el espacio comprendido entre las membranas celular y nuclear. El medio líquido en el que están dispuestos los orgánulos se conoce como hialoplasma o citosol.

A. Estructura microscópica

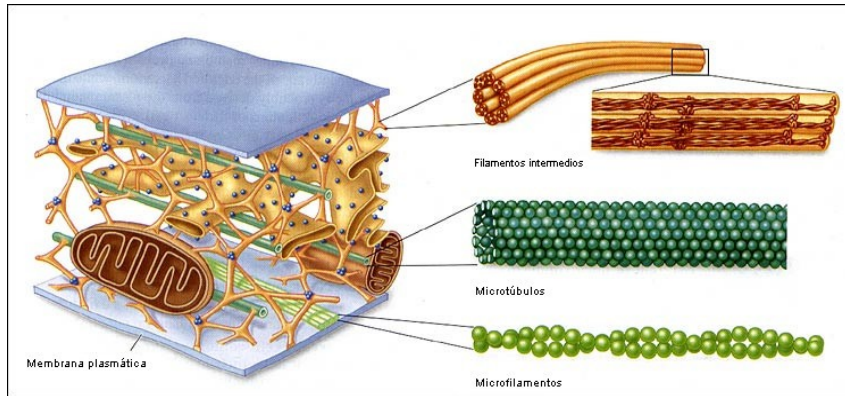
Al microscopio electrónico se observa como un medio homogéneo en el que no se puede distinguir ninguna estructura. Composición: 85% de agua, proteínas (enzimáticas y estructurales), mRNA y tRNA, iones, precursores de macromoléculas y metabolitos.

B. Funciones





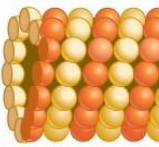

Almacén de sustancias de reserva (gotas lipídicas y partículas de glucógeno). Medio en el que se producen algunas reacciones metabólicas (glucólisis, fermentaciones, biosíntesis de proteínas, etc.).

V. CITOESQUELETO

El citoesqueleto es una densa y compleja red de fibras que se extiende por el citosol y ayuda a mantener la forma de la célula, proporcionando soporte estructural. Sin embargo, el citoesqueleto no es una estructura estática, sus proteínas fibrosas se mueven y cambian para alterar la forma de la célula, para desplazar su contenido e incluso para mover la propia célula.



A. Componentes y funciones

Filamento	Estructura	Subunidades	Funciones
Microfilamentos	Cadenas en doble hélice  7 nm	Actina 	<ul style="list-style-type: none"> Mantener la forma de la célula. Proporcionan resistencia a la tracción. Movilidad celular mediante contracción muscular o movimiento ameboide. Citocinesis en células animales. Movimiento de orgánulos y citoplasma (ciclosis).
Filamentos intermedios	Fibras enrolladas en cables más gruesos  10 nm	Queratinas, láminas u otras 	<ul style="list-style-type: none"> Mantener la forma de la célula. Proporcionan resistencia a la tracción. Anclar el núcleo y algunos otros orgánulos.
Microtúbulos	Tubo hueco  25 nm	Dímero de α -tubulina y β -tubulina 	<ul style="list-style-type: none"> Mantener la forma de la célula oponiéndose a compresiones. Movilidad celular por cilios o flagelos. Movimiento de cromosomas durante la división celular (forman el huso acromático). Movimiento de orgánulos. Proporcionar caminos para el transporte intracelular.

S.Freeman, K.Quillin, L.Allison. Fundamentos de biología. Pearson Educación. Madrid 2013

- Filamentos de actina (microfilamentos – 7 nm)**
 Son los más finos de los filamentos que componen el citoesqueleto. Están formados por dos hebras de moléculas de actina trenzadas y pueden ensamblarse o desmontarse fácilmente según las necesidades de la célula.
Funciones: permiten la contracción de la célula o de una parte de la misma (asociados a los filamentos de miosina son responsables de la contracción de las fibras musculares); mantienen la forma de la célula; intervienen en procesos de la motilidad celular (ciclosis, pseudópodos...), citocinesis, endocitosis
- Filamentos intermedios (8 – 12 nm)**
 Aunque existen al menos cinco tipos de filamentos intermedios, todos ellos están formados por proteínas de la familia de las queratinas. Los más abundantes son los denominados tonofilamentos (queratina).
Funciones: mantienen la forma de las células y la distribución del contenido celular; proporcionan resistencia a la tracción; forman los desmosomas.
- Microtúbulos (25 nm)**
Composición: tubulinas α y β (globulares) unidas formando dímeros.
Estructura: los dímeros forman protofilamentos; 13 (9 - 14) protofilamentos se unen para formar un microtúbulo. Son estructuras dinámicas que pueden montarse y desmontarse rápidamente permitiendo cambiar la forma de la célula.
Funciones: mecánica (mantienen la forma de las células y la distribución del contenido celular); transporte intracelular de sustancias; forman el huso acromático durante la mitosis.

B. Biogénesis

El citoesqueleto es una estructura dinámica y los microtúbulos y filamentos que lo forman se ensamblan y desensamblan continuamente. Las proteínas que los forman son sintetizadas por los ribosomas.

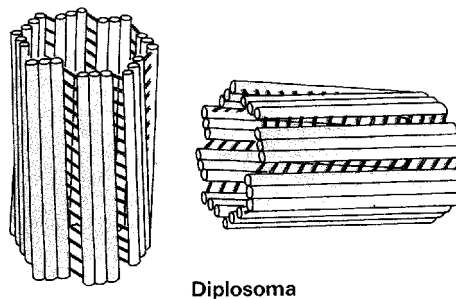
VI. ORGÁNULOS MICROTUBULARES

A. Centriolos (0,5 x 0,15 µm)

Los microtúbulos del citoesqueleto se organizan a partir de una estructura llamada centro organizador de microtúbulos (MTOC). En animales, el centro organizador tiene una estructura característica y se llama centrosoma.

Cada centrosoma (diplosoma) está formado por dos centriolos dispuestos perpendicularmente y situados habitualmente en las proximidades del núcleo.

Composición y estructura: cada centriolo está formado por nueve grupos de tres microtúbulos formando una estructura cilíndrica, unidos entre sí por puentes proteicos.



Diplosoma

Funciones: en las células animales dirigen la formación del huso acromático. También están relacionados con la formación de cilios y flagelos, de los que constituyen el cinetosoma o corpúsculo basal.

B. Cilios y Flagelos

Los cilios y los flagelos son digitaciones móviles de la superficie celular. Los cilios son cortos (2 - 10µ) y numerosos; los flagelos son largos (200 µm) y escasos. El diámetro es de 0,2 µm.

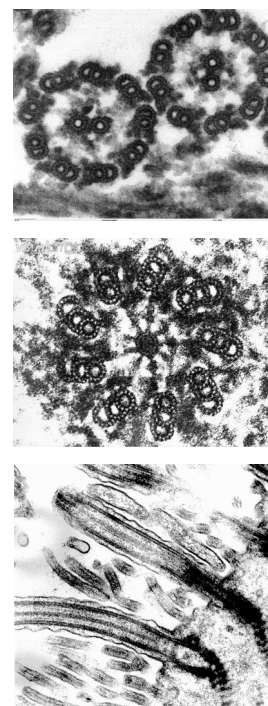
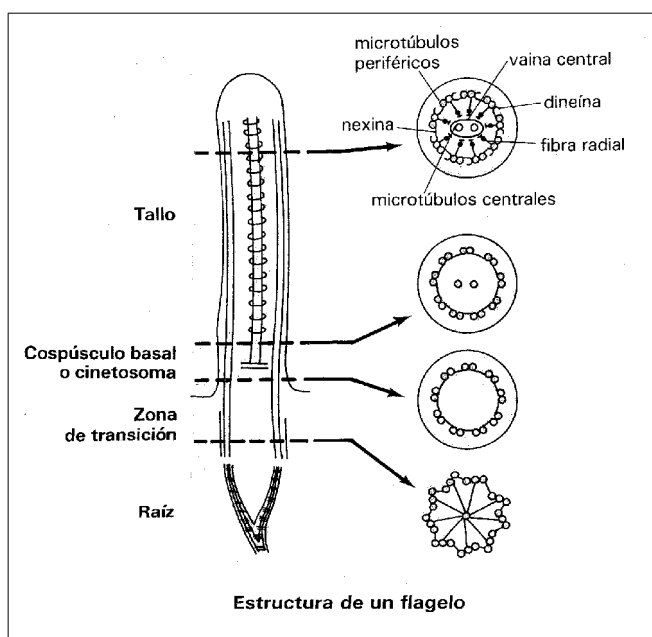
Composición

Los cilios y flagelos están formados, igual que los centriolos, por tubulinas α y β , pero además tiene otra proteína, la dineína, que utiliza ATP para someterse a cambios conformacionales, y es la responsable del movimiento de estas estructuras.

Estructura

Los cilios y los flagelos tiene una estructura microtubular interna característica formada por dos microtúbulos centrales y nueve dobletes de microtúbulos periféricos con dineína. Estas estructura 9 + 2 se conoce como axonema. La membrana celular rodea esta estructura.

Los nueve dobletes de microtúbulos se originan en una estructura llamada cinetosoma o corpúsculo basal, que es semejante al centriolo, pero la zona proximal tiene un eje tubular central.



Cuestiones de selectividad

<http://pdf.manuelgvs.com/bio/selectividad-biologia-7.pdf>

