

# 7 PARED CELULAR Y MEMBRANA PLASMÁTICA. CITOPLASMA Y ORGÁNULOS MICROTUBULARES

## 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 del resto de la célula por una doble membrana. Contiene la mayor parte del ADN celular. El ADN está asociado a histonas, con lo que se consigue un mayor grado de empaquetamiento.

## 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.

### Composición

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

### 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 → microfibrillas (visibles al m.o.) → fibras de celulosa

**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.

### 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.

### Biogénesis

Los componentes de la pared celular se originan a partir del aparato de Golgi.

## LA MEMBRANA PLASMÁTICA

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

### Composición

52% Proteínas.

40% Lípidos (fosfolípidos y colesterol fundamentalmente).

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

### Estructura microscópica (membrana unitaria)

Al M.E. 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.

### Arquitectura molecular

- Modelo de Davson y Danielli (1940)

Bicapa lipídica (con los polos hidrófobos enfrentados) recubierta interna y externamente por una capa continua de proteínas.

- Modelo del mosaico fluido (Singer y Nicolson 1972)

Bicapa lipídica con los extremos apolares enfrentados y las cabezas polares orientadas hacia el medio intra y extracelular.

Proteínas periféricas dispuestas en ambas superficies. Proteínas integrales atraviesan do total o parcialmente la bicapa (regiones hidrófilas en contacto con el medio intra o extracelular y las hidrófobas en la región hidrofóbica de la bicapa lipídica).

Polisacáridos unidos a las proteínas y a los lípidos en la superficie externa.

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.

### 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.

### 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.** A favor de gradiente. No hay gasto de energía. Pequeñas moléculas apolares y gases.
- **Difusión facilitada.** A favor de gradiente pero favorecido por proteínas transmembranosas específicas (canales y permeasas). No hay gasto de energía. Pequeñas moléculas polares: glicerina, monosacáridos, aminoácidos e iones.
- **Transporte activo.** En contra de gradiente. Se gasta ATP. Realizado por proteínas transportadoras. Se transportan iones y diversas moléculas.

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

- Mantiene un gradiente de  $\text{Na}^+$  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	Si intervienen	Si intervienen
ESPECIFICIDAD	No específico	Específico	Específico

- **Endocitosis.** Englobamiento de partículas sólidas (fagocitosis) o líquidas (pinocitosis) por medio de prolongaciones de la membrana celular. Hay 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.
- **Exocitosis.** Salida de sustancias de la célula por fusión de una vesícula con la membrana.

② Las glucoproteínas de la cubierta celular actúan como señales de reconocimiento para otras células facilitando 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, provocando el desencadenamiento de una respuesta en el interior de la célula.

#### **Diferenciaciones de la membrana plasmática**

- **Microvellosidades:** 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.

#### **Biogénesis**

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

Los lípidos son fabricados en el REL, las proteínas periféricas externas y las integrales en el RER 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.

### **CITOPLASMA**

Citoplasma: espacio comprendido entre las membranas celular y nuclear.

Hialoplasma o citosol: medio líquido en el que están dispuestos los orgánulos.

#### **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), ARNm y ARNt, iones, precursores de macromoléculas y metabolitos.

#### **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.).

### **CITOESQUELETO**

Citoesqueleto: compleja red de filamentos proteicos que recorre el citoplasma.

#### **Componentes**

- **Microtúbulos (25 nm)**
  - Composición: tubulinas  $\alpha$  y  $\beta$  (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.
- **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.
- **Microfilamentos (7 nm)**
  - Están formados por dos hebras de moléculas de actina trenzadas formando una doble hélice. Estos filamentos 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

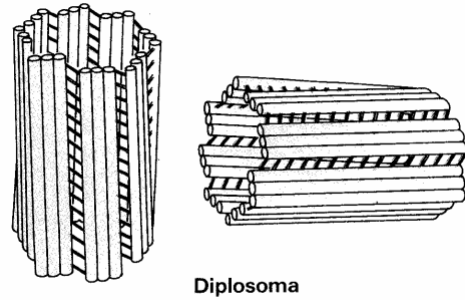
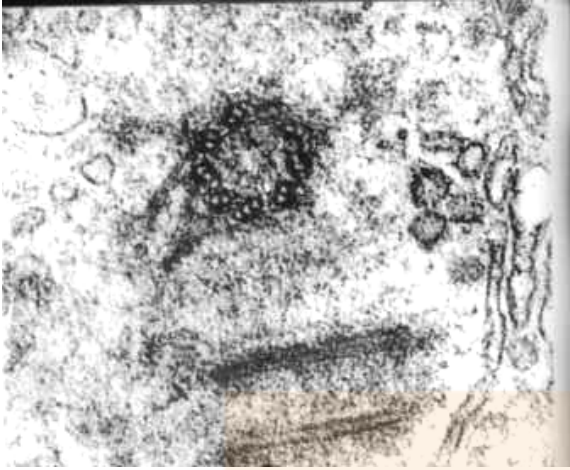
### **ORGÁNULOS MICROTUBULARES**

#### **Centriolos (0,5 x 0,15 $\mu$ m)**

Aparecen en todas las células eucarióticas excepto en las de las plantas superiores y algunos protistas.

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

En cada célula suele haber dos dispuestos perpendicularmente constituyendo el diplosoma, situado en las proximidades del núcleo.



Diplosoma

Funciones: formación del huso acromático;  
formación de cilios y flagelos (cinetosoma o corpúsculo basal).

### Cilios y Flagelos

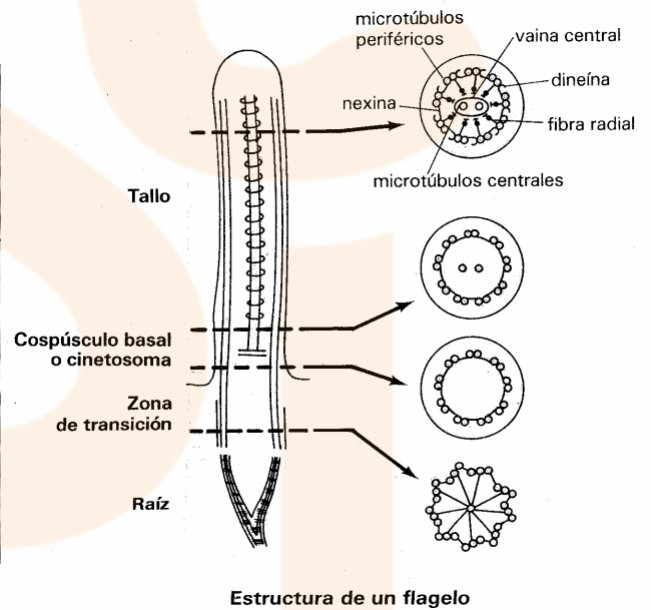
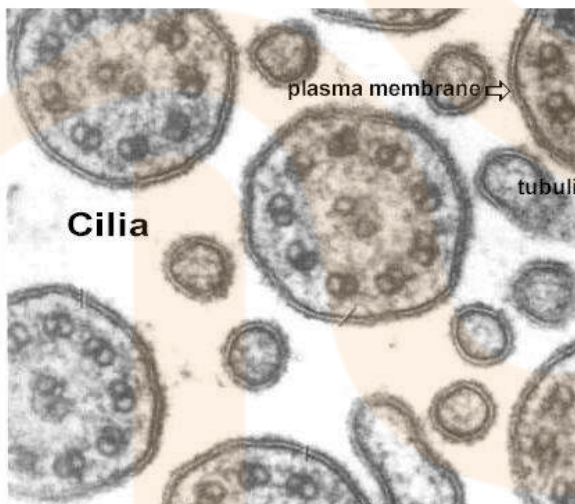
Cilios y flagelos: digitaciones móviles de la superficie celular. Los cilios son cortos (2 - 10 $\mu$ ) y numerosos; los flagelos son largos (200  $\mu$ ) y escasos. El diámetro es de 0,2  $\mu$ .

Composición: tubulinas  $\alpha$  y  $\beta$ , dineína, con actividad ATP-ásica, ...

Estructura:

Cinetosoma o corpúsculo basal, estructura semejante al centriolo, pero la zona proximal tiene un eje tubular central.

Axonema (9 + 2) 2  $\mu$ túbulos centrales rodeados por 9 pares de  $\mu$ túbulos periféricos con dineína. Rodeado por la membrana celular.



Estructura de un flagelo

