

TEMA 2.

CITOPLASMA: CONCEPTO COMPONENTES.

Es la masa orgánica de la célula que se corresponde con el protoplasma comprendido entre la membrana plasmática y la membrana nuclear. Se distinguen dos porciones:

ectoplasma, la más externa. Es una estructura homogénea, en estado de gel (más consistente, más sólido).

endoplasma, en la que se encuentran los orgánulos y las inclusiones. La más interna. Se encuentra en estado de sol: es más fluida.

Consta de los siguientes componentes:

morfoloplasma, parte estructurada del citoplasma. Es el conjunto de orgánulos, inclusiones y citoesqueleto.

hialoplasma, citosol o matriz citoplasmática: parte no estructurada. Es un medio sin estructura aparente que ocupa el espacio entre los orgánulos, las inclusiones y el citoesqueleto. Es una estructura dinámica de composición y viscosidad variables. Basicamente está compuesto por agua, proteínas, lípidos, hidratos de carbono, iones, nucleótidos, ácidos nucleicos (ARNt, ARNm).

Funciones del citoplasma:

en él tienen lugar procesos bioquímicos y metabólicos de proteínas, lípidos e hidratos de carbono.

interviene en el mantenimiento de la polaridad de la célula (las células tienen una orientación, por ejemplo, las células epiteliales se disponen adyacentes unas a otras, apoyadas en una membrana basal), es decir, en la orientación de la célula y sus componentes.

interviene en el movimiento celular: muchas células se mueven de forma ameboide: el citoplasma emite pseudópodos que se apoyan sobre una base sólida.

formación del huso mitótico.

FRACCIONAMIENTO DE LA CELULA.

Es una técnica muy útil para el estudio de distintos orgánulos celulares. Primero se hace una homogeneización: se machacan las células y después se centrifugan diferencialmente (a velocidades distintas): a una velocidad de centrifugación baja aparecen las porciones pesadas: núcleos y fragmentos grandes de la membrana plasmática y algunas mitocondrias. Después volvemos a centrifugar a una velocidad mayor, obteniendo el resto de las mitocondrias. Volvemos a centrifugar y obtenemos los lisosomas y peroxisomas. Centrifugamos de nuevo y obtenemos microsomas (fragmentos de retículo endoplasmático). A una velocidad de centrifugación obtenemos los ribosomas. La solución que queda al final es la fracción soluble o citosol.

RIBOSOMAS.

Son pequeñas partículas globulares, densas, formadas por dos subunidades sólo visibles al microscopio electrónico, constituidos por ARNr y proteínas. Su función es la síntesis de proteínas.

Localización: se descubrió en 1945. Son componentes universales de las células: se encuentran en todas las

células, tanto procariotas como eucariotas, a excepción de los eritrocitos de los mamíferos, que no tienen núcleos y no pueden sintetizar proteínas. Se localizan en el citoplasma y se ven con el microscopio electrónico. En las mitocondrias también existen: mitorribosomas para la síntesis de proteínas mitocondriales.

Distribución: pueden estar aislados, con las subunidades sueltas (inactivos) o se pueden encontrar formando polirribosomas o polisomas (10–20 ribosomas unidos por moléculas de ARNm, activos). Los polirribosomas pueden estar libres en el citoplasma elaborando proteínas o se pueden encontrar unidos a la membrana de las cisternas del retículo endoplasmático, formando el retículo endoplasmático granular.

Número: variable, dependiendo del tipo celular. En el mismo tipo de célula suele ser constante. El número de ribosomas depende de la síntesis proteica de la célula: si elaboran gran cantidad de proteínas hay un número mayor de ribosomas, por ejemplo: células hepáticas, plasmáticas y epiteliales glandulares. Cuando las células tienen un gran número de ribosomas se observa un citoplasma con gran basofilia (se tiñen con colorantes básicos como la hematoxilina, de color azul) al microscopio óptico.

Cuando la síntesis es baja, por ejemplo en un condrocito, el número de ribosomas es pequeño. El citoplasma es acidófilo y se tiñe con colorantes del tipo de la eosina. La basofilia viene dada por el ARNr.

Tamaño: se mide por la media del coeficiente de sedimentación: S o unidades Svedberg. Hay dos tipos:

en las células procariotas y en las mitocondrias: 70 S.

en las células eucariotas: 80 S.

Ultraestructura: formados por dos subunidades que se unen y dejan una hendidura entre ellas por donde corre una molécula de ARNm:

ribosomas 70 S: una subunidad pequeña de 30 S y una grande de 50 S.

ribosomas 80 S: una subunidad pequeña de 40 S y una grande de 60 S.

El ensamblaje de las subunidades depende de la concentración de magnesio y es reversible. El ensamblaje se produce con una concentración de magnesio de 0'01 M. Si la concentración es menor las subunidades ensambladas se separan. Si la concentración es mayor se producen dímeros o partículas generales, en las cuales dos ribosomas se encuentran unidos por sus subunidades menores.

Composición química: formados por ARNr y proteínas:

ribosomas 70 S:

una subunidad grande formada por:

ARNr 23 S.

34 proteínas.

una subunidad pequeña formada por:

ARNr 16 S.

21 proteínas.

ribosomas 80 S:

una subunidad grande formada por:

ARNr 28 S, 5 S y 5'8 S.

40 proteínas.

una subunidad pequeña formada por:

ARNr 18 S.

30 proteínas.

Las proteínas pueden ser:

básicas (forman estructuras)

unitarias: participan en el ensamblaje.

fraccionarias: participan en sus funciones.

La función de los ribosomas es la síntesis de proteínas estructurales, enzimáticas y especiales, por ejemplo la hemoglobina. Las condiciones necesarias para la síntesis proteica dan lugar a polisomas:

primero se acoplan las subunidades.

después varios ribosomas se asocian con una molécula de ARNm.

Los polisomas libres se disponen en forma circular. Varios ribosomas quedan asociados a una molécula de ARNm, surgiendo las proteínas sintetizadas de las subunidades grandes. Estas proteínas normalmente se utilizan para actividades dentro de la célula: enzimas y proteínas para la formación de microfilamentos. Los polisomas también se pueden unir al retículo endoplasmático por su subunidad grande. Las proteínas sintetizadas pasan al interior de la cisterna. Desde ahí van a ser transportadas al aparato de Golgi para ser empaquetadas para distintos destinos: productos de secreción de la célula, proteínas para enzimas lisosómicos, para la membrana citoplasmática, del retículo endoplasmático o el aparato de Golgi.

Origen: el ARNr se sintetiza en el nucleolo que existe dentro del núcleo. Lo primero que aparece es un precursor: ARN nucleolar (45 S), que se va a fragmentar en ARNr 28 S, 18 S y 5'8 S. El ARNr 5 S se sintetiza en los cromosomas externos al nucleolo.

Las proteínas se sintetizan en el citoplasma y pasan al núcleo. En el nucleolo se ensamblan para dar las subunidades, que salen por los poros nucleares al citoplasma.

SISTEMA VACUOLAR: CONCEPTO Y TIPOS. ESTRUCTURA Y FUNCION DE CADA UNO DE LOS TIPOS. RELACION CON OTRAS ESTRUCTURAS.

El sistema vacuolar está formado por una serie de compartimentos: vesículas, tubos... rodeados por una membrana similar a la membrana plasmática. Existen diferencias entre las membranas de los distintos orgánulos. Los compartimentos están relacionados entre sí: todos tienen intercambios de materia: todos están interrelacionados: Están modificándose y renovándose constantemente. Tiene los siguientes componentes:

retículo endoplasmático.

aparato de Golgi.

lisosomas.

mitocondrias.

peroxisomas.

vacuolas.

En su interior se hayan componentes necesarios para la célula y tienen como característica el que todos están relacionados entre si.

Retículo endoplasmático:

es un conjunto de compartimentos en forma de cisternas y tubos rodeados por una membrana trilaminar. Su espacio interno es un espacio cisternal o luminal. La membrana tiene diferencias respecto a la membrana plasmática:

menor cantidad de colesterol.

cadena laterales de hidratos de carbono.

aparecen enzimas necesarias para su función.

Aparece en células bien diferenciadas. Cuanto menor es el grado de diferenciación (tumores, células embrionarias...) menor es el desarrollo del R.E. No aparece nunca en los glóbulos rojos de los mamíferos.

Estudios bioquímicos y estructurales permiten diferenciar dos tipos de R.E.:

granular, rugoso o ergatoplasma?

liso.

Las células que segregan gran cantidad de proteínas que van a expulsar tienen un R.E.G. porque es donde se sintetizan las proteínas. Las células que intervienen en el metabolismo de lípidos tienen más desarrollado el R.E.L.

R.E. granular: aparece en todas las células nucleadas excepto en los espermatozoides. Se le relaciona directamente con la síntesis de proteínas. Está formado por una serie de compartimentos más o menos alargados rodeados por membrana. En su cara externa aparecen unos puntos electrodensos que se corresponden con ribosomas adheridos a la membrana. Los ribosomas se unen por su subunidad grande a la membrana debido a una serie de receptores que reconocen proteínas del ribosoma. Con microscopía óptica se reconoce por un citoplasma basófilo debido a un R.E. muy desarrollado (en células productoras de proteínas: páncreas, glándula salivar...). Esta basofilia es debida a los ribosomas.

R.E. liso: está formado por una serie de compartimentos tubulares delimitados por membrana y que carecen de ribosomas en su cara externa. Es una red más o menos intrincada. Tiene un gran desarrollo en las células relacionadas con la síntesis de hormonas esteroideas: en las células foliculares y luteales del ovario, en las células intersticiales del testículo, en las células de la corteza adrenal, en los hepatocitos, en las células

secretoras de leche, en las células fotorreceptoras, en las células musculares estriadas esqueléticas y cardíacas (modificado: retículo sarcoplásmico). En las demás células es una pequeña porción lateral del R.E. granular que se denomina R.E. de transición.

Funciones del R.E. granular:

Síntesis: proteínas, lípidos, hidratos de carbono... Estos componentes se unen, procesan y envían a destinos celulares o extracelulares. En el R.E. granular se sintetizan proteínas para la exportación fundamentalmente: productos de excreción. También otras proteínas para lisosomas, mitocondrias, membrana... La síntesis se lleva a cabo de la siguiente forma:

una molécula de ARNm se une a un ribosoma libre, que comienza a leer y a producir un polipéptido. Este tiene una señal que sólo tienen las proteínas que tienen que sintetizarse en el R.E.

Una proteína reconocedora de señal del citosol reconoce esta señal, deteniéndose la síntesis.

Todo el conjunto se desplaza hasta alcanzar la superficie externa del R.E. Esta tiene receptores que reconocen a la proteína reconocedora de señal y que se unen a ella. La subunidad grande también se une a los receptores adecuados en la membrana.

Se abre un canal bajo la subunidad grande que permite el paso de agua. La proteína reconocedora de señal se desprende del polipéptido y del receptor y queda libre en el citosol. El polipéptido señal entra en el canal y se une a la proteína del canal.

Continúa la síntesis hacia el interior del R.E. En el interior hay enzimas que modifican la proteína.

Cuando la síntesis ha finalizado se rompe la unión con el polipéptido señal y la proteína queda libre en la luz del R.E. También puede ocurrir que la proteína quede anclada en la membrana. Esto viene dado por otro polipéptido señal que indica que la proteína tiene que quedar en la membrana.

Posteriormente las proteínas pasarán al aparato de Golgi para adaptar las proteínas a las características de las proteínas del citoplasma.

Glucoxidación de proteínas: unión de un sólo tipo de oligosacárido a las proteínas. Posteriormente se transformarán.

Síntesis de los componentes de membrana: están en continua renovación. En el R.E. aparecen vesículas de transporte que van al aparato de Golgi, que gana membrana a la vez que el R.E. la pierde.

Metabolismo lipídico.

Eliminación de determinados componentes.

Intervención en procesos REDOX.

Estas tres últimas son funciones residuales.

Funciones del R.E. liso:

Relación con la síntesis de lípidos (hepatocitos).

Relacionado con la síntesis de hormonas esteroideas.

Intervención en la eliminación de compuestos orgánicos: etanol y barbitúricos... (detoxicación).

Intervención en los procesos de la glucogenolisis: destrucción de glucógeno para obtener glucosa. Los acúmulos de glucógeno aparecen en relación con él.

Intervención en la transmisión del impulso y en la contracción celular: secuestra el Ca^{2+} del citosol modificando potenciales.

El retículo endoplasmático está relacionado directamente con la envoltura nuclear: es la continuación de la membrana nuclear externa. Está en estrecha relación con el aparato de Golgi y está relacionado con las mitocondrias: aportan la energía necesaria.

Aparato de Golgi:

es un conjunto de cavidades delimitadas por membrana carente de ribosomas y que desempeña una función de procesamiento de la materia que recibe. Aparece en todas las células excepto en los glóbulos rojos. No suele aparecer al microscopio óptico, a excepción de con impregnaciones de plata: una mancha negra. No es basófilo: queda casi sin teñir. Está relacionado con el R.E. y situado cerca del núcleo. En células con intensa síntesis proteica es supranuclear. En neuronas forma una red alrededor.

Estructura: cuatro tipos de componentes:

cisternas: son cavidades alargadas con los extremos laterales ligeramente dilatados. En su interior su componente es homogéneo.

vesículas: son estructuras redondeadas, pequeñas, con un contenido similar al de las cisternas. Están localizadas cerca del R.E. (vesículas desprendidas del R.E.) y en las porciones laterales de las cisternas (vesículas de transporte entre las cisternas).

túbulos: estructuras alargadas que relacionan el R.E. con las cisternas y las cisternas con las vesículas.

grandes vesículas o grandes vacuolas. Son de tamaño variable y su interior no es homogéneo. Es abundante en las células secretoras. Eliminan componentes al exterior. Entre estos cuatro componentes no existen otros orgánulos a excepción de algún ribosoma o polisoma. Por esto se dice que la zona donde se encuentra el aparato de Golgi es una zona de exclusión.

El aparato de Golgi se agrupa en subunidades pequeñas: dictiosomas (8–10 cisternas). Un dictiosoma es la unidad estructural. Normalmente existen muchos en una célula. Su conjunto es el aparato de Golgi. Entre dictiosomas existen relaciones a través de túbulos. Un dictiosoma es una estructura polarizada con dos caras:

una cara CIS o cara inmadura: convexa, con las cisternas muy próximas al retículo endoplasmático granular. A ella llegan vesículas de transporte del R.E. que contienen proteínas.

una cara TRANS o cara cóncava: a partir de ella se liberan productos procesados por distintas partes. La salida de material se produce a través de la cara TRANS.

Existe una dirección de movimiento de las moléculas. Se ha comprobado que la membrana de las cisternas de la cara CIS es muy parecida a la membrana del R.E. Esto se debe a que la membrana procede del R.E. y por ello tiene su mismo grosor y composición. Esta es una membrana más fina que la membrana plasmática.

En la cara TRANS la membrana tiene distinta composición bioquímica y tiene un mayor grosor, siendo parecida a la membrana plasmática.

El aparato de Golgi tiene las siguientes funciones:

actúa como una fábrica procesadora del material que recibe: lo transforma, clasifica y envía.

dirige la circulación de macromoléculas del interior celular: las proteínas llegan a él desde el R.E., en el que tienden a acumularse formando vesículas que se desprenden por gemación. Son las vesículas de transporte. La gemación se lleva a cabo en el R.E. de transición. Las vesículas tienden a dirigirse a través de vías establecidas por el citoesqueleto hacia la cara CIS. Allí se fusionan con las membranas de estas cisternas, vertiendo su contenido en su luz e incorporando sus membranas a las cisternas. Esta transferencia de material se lleva a cabo a través de túbulos.

las enzimas de las cisternas transforman las glucoproteínas:

añadiendo o desprendiendo azúcares.

fosforilándolas.

añadiéndoles ácidos grasos.

produciéndose rupturas de la cadena peptídica a distintos niveles.

Las cisternas no están comunicadas. Antes se pensaba que el transporte ocurría porque las cisternas iban avanzando: se formaban en la cara CIS y se destruían en la cara TRANS. Se ha comprobado que estas estructuras son más o menos estables. La transferencia se produce a través de pequeñas vesículas de transporte que van a unirse a la cisterna siguiente desde las porciones laterales de las cisternas anteriores. Para clasificar las cisternas existen en la cara TRANS proteínas que reconocen marcadores en las proteínas que van a ser eliminadas. Las proteínas son empaquetadas como vesículas con un contenido bastante diferente del original. Se dirigen a distintos destinos:

a constituir gránulos de secreción de células secretoras. Son grandes. Todavía no son los que se van a eliminar: son gránulos inmaduros. Para alcanzar la madurez se lleva a cabo una eliminación pasiva de agua: se produce la condensación del contenido. Los gránulos se aproximan al exterior celular y ante un estímulo externo a la célula se fusionan con la membrana plasmática y se expulsa su contenido por exocitosis.

a formar membrana plasmática para su renovación y aumento de superficie. Hay que recordar que también existe un proceso de endocitosis por el que se pierde membrana.

hacia otros orgánulos, como los lisosomas, para aportar enzimas procedentes del R.E. granular.

Otras funciones del aparato de Golgi son:

la formación de mucopolisacáridos y glicoproteínas.

interviene en la elaboración de enzimas, por ejemplo las del acrosoma de los espermatozoides.

El aparato de Golgi tiene su origen en las vesículas que procedentes del R.E. granular se fusionan en su cara CIS. Su renovación se produce por eliminación de vesículas desde la cara TRANS.

Se relaciona con el R.E. y con la mayoría de los orgánulos citoplasmáticos a los que va a llevar enzimas. También se relaciona con la membrana plasmática.