

CÉLULA

Introducción

La célula es una unidad mínima de un organismo capaz de actuar de manera autónoma. Todos los organismos vivos están formados por células, y en general se acepta que ningún organismo es un ser vivo si no consta al menos de una célula. Algunos organismos microscópicos, como bacterias y protozoos, son células únicas, mientras que los animales y plantas están formados por muchos millones de células organizadas en tejidos y órganos.

Aunque los virus y los extractos acelulares realizan muchas de las funciones propias de la célula viva, carecen de metabolismo, capacidad de crecimiento y reproducción (características propias de los seres vivos) y, por tanto, no se consideran organismos vivos. La biología celular estudia las células en función de su constitución molecular y la forma en que cooperan entre sí para constituir organismos muy complejos, como el ser humano. Para poder comprender cómo funciona el cuerpo humano sano, cómo se desarrolla y envejece y qué falla en caso de enfermedad, es imprescindible conocer las células que lo constituyen.

A continuación trataremos de analizar más profundamente el comportamiento, estructura, y todo lo relacionado con la célula.

Características generales de las células

Hay células de formas y tamaños muy variados. Algunas de las células bacterianas más pequeñas tienen forma cilíndrica de menos de una micra (1 micra es igual a una millonésima de metro). En el extremo opuesto se encuentran las células nerviosas, corpúsculos de forma compleja con numerosas prolongaciones delgadas que pueden alcanzar varios metros de longitud (las del cuello de la jirafa constituyen un ejemplo espectacular). Casi todas las células vegetales tienen entre 20 y 30 micras de longitud, forma poligonal y pared celular rígida. Las células de los tejidos animales suelen ser compactas, entre 10 y 20 micras de diámetro y con una membrana superficial deformable y casi siempre muy plegada.

Pese a las muchas diferencias de aspecto y función, todas las células están envueltas en una membrana llamada membrana plasmática que encierra una sustancia rica en agua llamada citoplasma.

En el interior de las células tienen lugar numerosas reacciones químicas que le permiten crecer, producir energía y eliminar residuos. El conjunto de estas reacciones se llama metabolismo (término que proviene de una palabra griega que significa cambio). Todas las células contienen información hereditaria codificada en moléculas de ácido desoxirribonucleico (ADN); esta información dirige la actividad de la célula y asegura la reproducción y el paso de los caracteres a la descendencia.

Estas y otras numerosas similitudes (entre ellas muchas moléculas idénticas o casi idénticas) demuestran que hay una relación evolutiva entre las células actuales y las primeras que aparecieron sobre la tierra.

Composición química

En los organismos vivos no hay nada que contradiga las leyes de la química y la física. La química de los seres vivos, objeto de estudio de la bioquímica, está dominada por compuestos de carbono y se caracteriza por reacciones acaecidas en solución acuosa y en un intervalo de temperaturas pequeño. La química de los

organismos vivos es muy compleja, más que la de cualquier otro sistema químico conocido. Está dominada y coordinada por polímeros de gran tamaño, moléculas formadas por encadenamiento de subunidades químicas; las propiedades únicas de estos compuestos permiten a células y organismos crecer y reproducirse. Los tipos principales de macromoléculas son las proteínas, formadas por cadenas lineales de aminoácidos; los ácidos nucleicos, ADN y ARN, formados por bases nucleotídicas, y los polisacáridos, formados por subunidades de azúcares.

MEMBRANA CELULAR

Características

La célula puede existir como entidad individual porque su membrana regula el pasaje de materiales hacia su exterior e interior. La membrana celular, o también llamada membrana plasmática solo mide de 7 a 9 nanómetros de espesor.

Todas las membranas de la célula, incluso las que rodean a los diversos orgánulos, poseen esta misma estructura, pero existen diferencias en la composición de sus lípidos y, en particular, en la cantidad y tipo de proteínas y carbohidratos.

Estas diferencias imparten a las membranas de distintos tipos de células y a los distintos orgánulos propiedades singulares que pueden correlacionarse con diferencias en la función de la membrana.

La membrana celular no es fija, sino dinámica, pues es capaz de modificarse, y en ese proceso genera canales o poros y otras modificaciones que veremos después.

Debido a dicha estructura fluida las moléculas pueden desplazarse a través de ella y así se establece una comunicación del citoplasma con el medio externo.

El paso de sustancias por la membrana plasmática permite el intercambio entre el citoplasma y el ambiente exterior. Este paso es selectivo, esto es, la membrana selecciona las sustancias (moléculas) que han de pasar en uno u otro sentido.

Funciones de la membrana plasmática

- Regula el pasaje de sustancias hacia su exterior y viceversa:

La incorporación de nutrientes y la eliminación de desechos, se hace en muchos casos atravesando la membrana plasmática. Este transporte es posible mediante la propia membrana.

En otros casos, sobre todo en los de célula libre (organismos unicelulares) o cuando el tamaño de las partículas no permiten que pasen a través de la membrana, esta se deforma, englobando las partículas. En células animales que usan como alimento a nutrientes complejos, es necesario someterlo previamente a una transformación (digestión) para convertirlos en sustancias más simples que puedan atravesar la membrana celular.

- La membrana plasmática es capaz de detectar cambios del ambiente:

Las células responden a los estímulos de forma muy variada, pero la mayor parte responde con un movimiento o con la elaboración de algún producto (secreción). En ellos participa la membrana plasmática y el citoplasma. Los movimientos celulares pueden dar lugar al desplazamiento de toda la célula, es decir a su locomoción; o bien quedar reducidos a cambios de posición de algunas de sus partes. El tipo de movimiento originado puede ser muy variable: por emisión de pseudopodos, por cilios, por flagelos; incluso movimientos endocelulares

que afectan al citoplasma celular.

- La membrana plasmática aísla y protege a la célula del medio externo:

En este caso actúa como una verdadera muralla, en algunos casos permitiendo o no que entren sustancias, esto va a determinar si la membrana es permeable (si deja pasar a las sustancias), impermeable (si no deja pasar sustancias) y semipermeable si es una combinación de ambas.

¿Cómo se mueven las células? Todas las células exhiben algún tipo de movimiento. Hasta las células vegetales, encasilladas en una rígida pared celular. Hasta el momento se identifican dos mecanismos de movimiento celular:

- Por proteína celular: Los músculos esqueléticos de los vertebrados contienen intrincados conjuntos contráctiles que consisten en filamentos proteicos. Las dos proteínas principales de la musculatura esquelética son actina y miosina. A estas proteínas se les suele conocer como proteínas musculares. Sin embargo, ahora se sabe que la actina en particular existe en una gran variedad de células, incluso en vegetales. Como se recordara los microfilamentos del citoesqueleto consisten en subunidades de actina. Dispuesta en estos microfilamentos, la actina participa en el movimiento de la célula y en el movimiento interno celular. Las proteínas contráctiles intervienen en procesos celulares muy diversos. Los citólogos están llegando a la conclusión de que las proteínas "musculares" son comunes a todas las células y la intrincada maquinaria contráctil de las células de los músculos esqueléticos es una especialización es una evolución reciente.
- Por cilios y flagelos: Son estructuras largas finas (0.2 micrómetros) que parten de la superficie de muchas células eucariotas. Excepto por su longitud los cilios y flagelos poseen la misma estructura. Cuando son más cortas y más numerosas se les suele llamar cilias; cuando son más cortas y menos numerosas, flagelos: las células procariotas también poseen flagelos, pero su estructura es muy distinta.

En las eucariotas y en algunos animales pequeños las cilias y flagelos se asocian con la locomoción del organismo. Por ejemplo, un tipo de *Paramecium* tiene unas 17000 cilias, cada una de unos 10 micrómetros de longitud, que lo propulsan por el agua de manera coordinada. Otros organismos unicelulares, como los miembros del género de los *Chlamydomonas*, sólo tienen 2 flagelos en látigo que sobresalen del extremo anterior del organismo y lo desplazan por el agua.

Muchas células que revisten la superficie del cuerpo humano también son ciliadas. Estas cilias no mueven a la célula, sino que sirven para arrastrar sustancias ambientales a lo largo de la superficie celular. Por ejemplo las cilias del tracto respiratorio, que pulsan hacia arriba cualquier sustancia inhalada accidentalmente.

Casi todas las cilias y flagelos de los eucariotas tienen la misma estructura: nueve pares de microtúbulos fusionados que forman un anillo en torno a otros dos microtúbulos solitarios centrales.

Mecanismos de transporte

La difusión

La difusión es el fenómeno en donde una sustancia que se encuentra concentrada en un sector se difunde hacia otros sectores. Esto mismo pasa en las células. El agua, el oxígeno, el dióxido de carbono y algunas otras moléculas simples difunden con libertad a través de las membranas celulares. La difusión también es uno de los medios principales por los cuales las sustancias se desplazan dentro de la célula. Uno de los factores principales que limitan el tamaño celular es su dependencia a la difusión, que es, en esencia un proceso lento, salvo si las distancias son muy cortas. Como se aprecia en la figura este proceso adquiere creciente lentitud y menor eficiencia a medida que la distancia cubierta por las moléculas que se difunden aumenta. La rápida diseminación de una sustancia en un volumen grande, no se debe en particular a la difusión. Del mismo modo, en

muchas células el transporte de materiales se acelera mediante circulación activa del citoplasma. Para una difusión eficiente no sólo se requiere un volumen relativamente pequeño, sino también un gradiente de concentración acentuado. Las células mantienen estos gradientes con sus actividades metabólicas, con lo cual se acelera la difusión. Asimismo, dentro de la célula a menudo se producen materiales en un sitio y se les usa en otros

Endocitosis y exocitosis

En otros tipos de procesos de transporte participan vacuolos que se forman a partir de la membrana celular o se fusionan con ella. En la *endocitosis* el material que será captado por la célula se adhiere a las áreas especiales de la membrana celular y hace que esta se abulte hacia adentro, produciendo un pequeño saco o vacuolo que engloba a la sustancia. Este vacuolo se libera dentro del citoplasma. Este proceso también puede funcionar a la inversa. Por ejemplo muchas sustancias se exportan desde las células en vesículas o vacuolos formados por los cuerpos de Golgi. Los vacuolos se desplazan hasta la superficie de la célula. Al llegar a la superficie celular, la membrana del vacuolo se fusiona con la membrana de la célula y su contenido se expulsa así hacia el exterior. Este proceso es la *exocitosis*.

Como se verá en la figura, la superficie de la membrana que mira hacia al interior de un vacuolos es equivalente a la superficie que mira hacia el exterior de la célula: del mismo modo, la superficie de la membrana del vacuolo que mira hacia el citoplasma es equivalente a la superficie citoplasmática de la membrana celular. El material necesario para la expansión de la membrana celular a medida que crece la célula, sería transportado ya listo, desde los cuerpos de Golgi hasta la membrana, mediante un proceso similar a la exocitosis. También hay evidencia que las porciones de la membrana celular que se utilizan para formar vacuolos endocitóticos vuelven a la membrana en la exocitosis, de modo que los lípidos y proteínas de la membrana se reciclen

Fagocitosis

Es cuando la sustancia que ha de ser captada por la célula mediante endocitosis es un sólido, como una célula bacteriana, dicho proceso se le denomina fagocitosis, de la palabra griega fago, "comer". Muchos organismos unicelulares como las amebas, se alimentan de esta manera y los glóbulos blancos del torrente sanguíneo humano engloban bacterias y otros invasores en vacuolos fagocitarios. A veces los lisosomas se fusionan con los vacuolos, descargando en ellos sus enzimas y dirigiendo o destruyendo así su contenido. A la captación de moléculas disueltas, en lugar de partículas, se le da a veces el nombre de pinocitosis, aunque en principio es lo mismo que la fagocitosis. La pinocitosis no sólo ocurre en organismos unicelulares, sino también en pluricelulares. una célula en la cual se le observó con frecuencia es el óvulo humano. A medida que el óvulo madura en el ovario de la mujer, es rodeado por la "células nodrizas" que le transmitirían principios nutritivos los que son captados por el óvulo mediante pinocitosis.

A los sistemas de transporte de membrana en los que intervienen moléculas portadoras, pero, en esencia son similares porque todos dependen de la capacidad de la membrana para "reconocer" determinadas moléculas. Esta capacidad, por supuesto es consecuencia de miles de millones de años de un proceso evolutivo y comenzó, según podemos discernir, con la formación de una frágil película en torno de unas pocas moléculas orgánicas, que separó así a estas moléculas de su ambiente externo y les permitió mantener el tipo de organización en particular que reconocemos como vida.

Osmosis y transporte activo

Se dice que la membrana que permite el pasaje de algunas sustancias y bloquea el de otras es, selectivamente permeable. El movimiento de moléculas de agua a través de este tipo de membrana es un caso especial de difusión que se conoce como osmosis. La osmosis ocasiona una transferencia neta de agua desde una solución con potencial hídrico más alto hacia otra que tiene un potencial más bajo. En ausencia de otros factores que

influyen en el potencial hídrico, en la osmosis el agua se desplaza desde una región donde la concentración de solutos es menor, hacia una región donde la concentración de solutos es mayor. La presencia de soluto reduce el potencial hídrico y crea así un gradiente de potencial hídrico a lo largo del cual el agua se difunde. La presión osmótica refleja el potencial osmótico de la solución, es decir, la tendencia del agua a atravesar una membrana hacia la solución.

Existen muchos mecanismos para hacer que las moléculas hidrofílicas y los iones atraviesen la membrana.

Primero, en la membrana existirían aberturas por las cuales pueden difundir moléculas de agua. Estas aberturas pueden ser poros permanentes creados por la estructura terciaria de algunas proteínas integrales o aberturas momentáneas debido a los movimientos de las moléculas lipídicas de la membrana. Otras moléculas polares también pueden pasar por estas aberturas si son lo suficientemente pequeñas. La permeabilidad de la membrana para estos solutos es inversamente proporcional al tamaño de las moléculas.

Segundo, algunas proteínas integrales de la membrana actúan como portadoras acarreado en ambas direcciones moléculas que no pueden atravesar con facilidad la membrana por difusión a causa de su tamaño o polaridad. Estas proteínas transportadoras son muy selectivas porque una portadora en particular puede aceptar a una molécula y excluir a otra casi idéntica. Además, la molécula proteica no se altera de modo permanente en el proceso de transporte. En este sentido las moléculas transportadoras son como enzimas, y a los efectos de destacar eso, se les denominó permeasas, estas no producen cambios químicos necesariamente, en las moléculas con las cuales interacciona.

Algunas proteínas portadoras sólo transportan sustancias a través de la membrana si el gradiente de concentración es favorable, este transporte asistido por portadoras se conoce como difusión facilitada. Como es propulsado por el gradiente de concentración, lleva moléculas de una región concentrada a otra no tan concentrada.

Otros portadores transportan moléculas venciendo el gradiente de concentración, este proceso requiere energía, y se le conoce como *transporte activo*

Citoplasma

El citoplasma comprende todo el volumen de la célula, salvo el núcleo. Engloba numerosas estructuras especializadas y orgánulos, como se describirá más adelante.

La solución acuosa concentrada en la que están suspendidos los orgánulos se llama citosol. Es un gel de base acuosa que contiene gran cantidad de moléculas grandes y pequeñas, y en la mayor parte de las células es, con diferencia, el compartimiento más voluminoso (en las bacterias es el único compartimiento intracelular). En el citosol se producen muchas de las funciones más importantes de mantenimiento celular, como las primeras etapas de descomposición de moléculas nutritivas y la síntesis de muchas de las grandes moléculas que constituyen la célula. Aunque muchas moléculas del citosol se encuentran en estado de solución verdadera y se desplazan con rapidez de restringidas un lugar a otro por difusión libre, otras están ordenadas de forma rigurosa. Estas estructuras ordenadas confieren al citosol una organización interna que actúa como marco para la fabricación y descomposición de grandes moléculas y canaliza muchas de las reacciones químicas celulares a lo largo de vías.

A continuación se verán algunas de las estructuras que se encuentran al interior del citoplasma.

Citoesqueleto

El gran avance en la microscopía electrónica, permitió la visualización tridimensional del interior de la célula, la cual ha revelado interacciones insospechadas entre las estructuras proteicas filamentosas del interior

del citoplasma. Estas estructuras internas forman el citoesqueleto interno, que mantiene la forma de la célula, le permite moverse, fija a sus orgánulos y dirige su "transito". En el citoesqueleto se identificaron cuatro tipos de estructura: microtúbulos, microfilamentos, fibras internas y microtrabéculas.

- Los microtúbulos: miden de 20 a 25 nanómetros de diámetro y en muchas células parecen extenderse desde el centro para ir a terminar cerca de la superficie celular. Estos microtúbulos desempeñan un papel importante en la división celular y proporcionan un andamiaje temporal para la construcción de otras estructuras celulares. También son los componentes claves de los cilios y flagelos, estructuras permanentes que muchos tipos de célula usan para su locomoción.
- Los microfilamentos: son unos finos hilos proteicos de sólo 3 a 6 nanómetros de diámetro que consisten en moléculas de una proteína globular conocida como actina. Lo mismo que los microtúbulos la célula los puede armar y desarmar con facilidad. Los microfilamentos intervienen en la movilidad celular. En las células que se mueven mediante cambios graduales de forma, como las amebas, aparecen concentrados en haces o en una maya cerca del borde móvil.
- Las fibras intermedias: como su nombre lo sugiere tienen un tamaño promedio, entre el de los microtúbulos y el de los microfilamentos, pues su diámetro es de 7 a 10 nanómetros. A diferencia de los microtúbulos y de los microfilamentos, que consisten en subunidades de proteína globular, las fibras intermedias están constituidas por proteínas fibrosas y la célula no puede desarmarlas con facilidad una vez que se han formado. Se supone que estas poseen una estructura con forma de soga semejante a la del colágeno y su densidad es máxima en las células sometidas a esfuerzos mecánicos.
- Los elementos del citoesqueleto descubiertos en épocas más recientes son las microtrabéculas, fibras a modo de mechones, que constituyen una densa red que interconecta a todas las otras estructuras citoplasmáticas, aunque todavía no se conoce bien su composición química, se supone que contienen proteínas.

Si bien el citoesqueleto confiere a la célula una estructura tridimensional muy ordenada, no es rígido ni permanente, sino que se trata de una armazón dinámica que se modifica y traslada según las actividades de la célula.

Mitocondria

Las mitocondrias son estructuras pequeñas, elongadas y ocasionalmente esféricas de 1 a 5 microm de longitud. El número de mitocondrias por célula varía con el tipo de célula, la edad y especie, siendo de unos pocos cientos a miles. Su función principal es la respiración celular – dentro de ella se llevan a cabo los procesos de conversión energética del ciclo del ácido tricarboxílico (CATC), transporte de electrones y fosforilación oxidativa, por consecuencia, son de importancia crítica en el reciclado de la energía almacenada después de la cosecha.

La mitocondria está rodeada por una membrana doble – la externa es relativamente porosa, mientras que la interna contiene numerosos dobleces llamados crestas, mientras más activa sea la célula más crestas tendrá la mitocondria. Las proteínas del transporte de electrones se encuentran en la superficie de las crestas. Muchas de las enzimas involucradas en el CATC se encuentran libres dentro de la matriz de la mitocondria, así como el ARN y ADN mitocondriales, que controlan la síntesis de algunas enzimas mitocondriales. El incremento en el número de mitocondrias ocurre durante el incremento en el tamaño de las células.

Centriolos y cuerpos basales

Muchas células, especialmente eucariotas poseen centriolos, que son pequeños cilindros de unos 0.2 micrómetros de diámetro, que están formados por 9 tripletes de microtúbulos. Estos centriolos se disponen en

pares con sus ejes perpendiculares entre sí, en el centro de la célula cerca del núcleo.

El centriolo forma parte del huso mitótico durante la división celular en animales y tendría alguna responsabilidad en el desplazamiento de los cromosomas.

Debajo de cada cilio y flagelo se encuentra un cuerpo basal de idéntica estructura que los centriolos.

Cuerpos de Golgi

Cada cuerpo de Golgi consiste en unos sacos membranosos aplanados que se hallan apilados flojamente los unos sobre los otros y están rodeados por túbulos y vesículas. El cuerpo de Golgi cumple la función de recibir vesículas procedentes del retículo endoplásmico, modificar las membranas de las vesículas, procesar más su contenido y distribuir el producto terminado a otras partes de las células, en particular a la superficie celular. En consecuencia, servirían de centros de empaquetamiento y distribución.

En el cuerpo de Golgi tiene lugar el montaje final de las proteínas y carbohidratos que están en la superficie de las membranas celulares. En las células vegetales, los cuerpos de Golgi también reúnen a algunos componentes de las células, donde se les ensambla. Los cuerpos de Golgi existen en la mayoría de las células eucarióticas, las células de los animales suelen contener de 10 a 20 cuerpos de Golgi y las de las plantas pueden contener varios centenares.

Plastos o plastidios

Los plastidios son orgánulos membranosos que sólo existen en las células de las plantas y de las algas. Están rodeados por dos membranas, lo mismo que la mitocondrias, y poseen un sistema membranoso interno que puede formar intrincados plegamientos. Los plástidos maduros son de tres tipos.

- Los leucoplastos (leuco = blanco) almacenan almidón o, a veces, proteínas o aceites. Los leucoplastos tienden a ser numerosos en órganos de almacenamiento como raíces, el nabo, o tubérculos, ejemplo en la papa.
- Los cromoplastos (cromo = color) contienen pigmentos y se asocian con el intenso color anaranjado y amarillo de frutos, flores, hojas otoñales y zanahorias.
- Los cloroplastos (cloro = verde) son los plastidios que contienen la clorofila y en los cuales tiene lugar la fotosíntesis.

Lisosomas

Los lisosomas tienen una estructura muy sencilla, semejantes a vacuolas, rodeados solamente por una membrana, contienen gran cantidad de enzimas digestivas que degradan todas las moléculas inservibles para la célula.

Funcionan como "estómagos" de la célula y además de digerir cualquier sustancia que ingrese del exterior, vacuolas digestivas ingieren restos celulares viejos para digerirlos también, llamados entonces vacuolas autofágicas

Llamados "bolsas suicidas" porque si se rompiera su membrana, las enzimas encerradas en su interior, terminarían por destruir a toda la célula.

Los lisosomas se forman a partir del Retículo endoplásmico rugoso y posteriormente las enzimas son empaquetadas por el Complejo de Golgi.

Son vesículas englobadas por una membrana que se forman en el aparato de Golgi y que contienen un gran

número de enzimas digestivas (hidrolíticas y proteolíticas) capaces de romper una gran variedad de moléculas. La carencia de algunas de estas enzimas puede ocasionar enfermedades metabólicas como la enfermedad de Tay–Sachs

Las enzimas proteolíticas funcionan mejor a pH ácido y, para conseguirlo la membrana del lisosoma contiene una bomba de protones que introduce H^+ en la vesícula. Como consecuencia de esto, el lisosoma tiene un pH inferior a 5.0.

Las enzimas lisosomales son capaces de digerir bacterias y otras sustancias que entran en la célula por fagocitosis, u otros procesos de endocitosis. Eventualmente, los productos de la digestión son tan pequeños que pueden pasar la membrana del lisosoma volviendo al citosol donde son recicladas

Los lisosomas utilizan sus enzimas para reciclar los diferentes orgánulos de la célula, englobándolos, digiriéndolos y liberando sus componentes en el citosol. De esta forma los orgánulos de la célula se están continuamente reponiendo. El proceso de digestión de los orgánulos se llama autofagia. Por ejemplo, las células hepáticas se reconstituyen por completo una vez cada dos semanas. Otra función de los lisosomas es la digestión extracelular en heridas y quemaduras, preparando y limpiando el terreno para la reparación del tejido.

Retículo endoplásmico

Es una red de sacos aplanados, túbulos y conductos intercomunicantes que existen en las células eucariotas. La cantidad de retículo endoplasmático de una célula no es fija, sino que disminuye o aumenta según la actividad celular.

Existen dos tipos de retículo endoplasmático, el rugoso (con ribosomas adheridos) y el liso (sin ribosomas). El retículo endoplásmico rugoso predomina en las células que elaboran gran cantidad de proteínas para exportar. Este retículo se continua con la membrana externa de la envoltura nuclear, que también tiene ribosomas adheridos. Muchas veces el retículo endoplásmico rugoso comprende unos grandes sacos aplanados que se llaman cisternas. Si se permite que las células dedicadas a la síntesis de proteínas capten aminoácidos radiactivos, los marcadores radiactivos se detectan primero en la membrana del retículo endoplásmico rugoso y poco después dentro de sus cisternas. La porción inicial de proteínas sintetizadas en este retículo endoplásmico consiste en un "líder" de aminoácidos hidrofóbicos que contribuiría al transporte de la proteína a través de la doble capa lipídica hacia el interior del retículo. La molécula proteica recién sintetizada pasa del retículo endoplasmático rugoso al liso y luego a los cuerpos de Golgi. En el curso de este andar de un orgánulo a otro, la molécula experimenta un proceso adicional que comprende el clivaje de la secuencia inicial de aminoácidos hidrofóbicos y, a menudo, la adición de grupos carbohidrato a la proteína.

Las células que intervienen en la síntesis de lípidos poseen grandes cantidades de retículo endoplásmico liso. También se presenta en las células hepáticas, donde intervendría en diversos procesos de detoxificación. Por ejemplo en animales de experimentación, a los que se le da por la boca grandes cantidades de fenobarbital, la cantidad de retículo endoplásmico liso de las células hepáticas aumenta varias veces. En retículo endoplásmico liso también intervendría en la degradación hepática del glucógeno a glucosa. Además, como ya señalamos, serviría de conducto para el material que pasa desde el retículo endoplásmico rugoso a los cuerpos de Golgi.

Ribosomas

Son los orgánulos celulares más numerosos. Estos orgánulos están presentes en todas las células y están asociados al retículo endoplásmico rugoso, formando juntos lo que se denomina el ergatoplasma. Tienen forma de elipsoide suavemente alargado y su tamaño en seco es de $170\text{\AA} \times 170\text{\AA} \times 200\text{\AA}$ ($\text{\AA} = \text{angström} = 1/100000000 \text{ cm}$). Están compuestos de dos subunidades, fácilmente disociables y aislables por

ultracentrifugación, que se caracterizan por sus coeficientes de sedimentación. Con frecuencia, los ribosomas se asocian entre ellos para formar complejos denominados polirribosomas o polisomas. Estos desempeñan una función biológica muy importante ya que son el soporte activo de la síntesis proteica celular. Intervienen en la unión del mRNA, del tRNA y en la formación del enlace peptídico durante la síntesis del ribosoma de las paredes celulares. En cuanto a composición podemos distinguir dos tipos de componentes:

- a) Componentes de alto peso molecular, que son los ácidos ribonucleicos y las proteínas. Contienen en la célula eucariota un 50% de ARN y un 50% de proteínas.
- b) Componentes de bajo peso molecular, que son los iones de magnesio y las di y poliaminas. Los iones magnésicos son necesarios para la integridad estructural del ribosoma; su falta conduce a la disociación de las subpartículas y a la degradación enzimática de RNA ribosómico.

Vacuolas y perixosomas

Además de los orgánulos y del citoesqueleto, el citoplasma de muchas células, en particular de las células vegetales, contiene vacuolas. La vacuola es un espacio del citoplasma ocupado por agua y solutos, rodeado por una membrana simple.

Es característico que las células vegetales inmaduras posean muchas vacuolas, pero a medida que estas maduran, las numerosas vacuolas pequeñas comienzan a formar una gran vacuola central llena de líquido que después se convierte en un importante medio de sostén de la célula. Además, la vacuola agranda a la célula, incluso la superficie expuesta al ambiente, con inversión mínima de materiales estructurales de parte de la célula.

Las vesículas, más comunes en los animales, poseen la misma estructura general que las vacuolas y se distinguen por su tamaño, pues suelen medir menos de 100 nanómetros de diámetro, mientras que las vacuolas son más grandes.

Otro tipo de vesícula que contiene destructivas son los perixosomas. Los perixosomas son unas vesículas en las cuales células degrada purinas (una de las dos categorías principales de base nitrogenada). En los perixosomas de las plantas también ocurren una serie de reacciones bajo la luz solar cuando la célula contiene concentraciones relativamente grandes de oxígeno. Estas reacciones y la degradación de las purinas producen peróxido de hidrogeno (H_2O_2), que es sumamente tóxico para las células vivas pero los perixosomas contienen otra enzima que inmediatamente desdobra al peróxido de hidrogeno en agua y oxígeno, evitando que la célula se lesione.

Núcleo

En las células eucarióticas el núcleo es un cuerpo grande, menudo esférico, que por lo general es la estructura que más se destaca dentro de la célula. Esta rodeado por dos membranas lipoproteicas, que juntas forman la envoltura nuclear. Entre estas dos membranas hay un espacio de veinte a cuarenta nanómetros, pero a intervalos frecuentes se hallan fusionadas para crear unos poros por los cuales pasan materiales entre el núcleo y el citoplasma. Los poros que se hallan rodeados por unos grandes gránulos que contienen proteína y están dispuestos en forma octogonal, forman un conducto estrecho que pasa a través de la doble capa lipídica fusionada.

Los cromosomas están dentro del núcleo. Cuando la célula no está dividiéndose, los cromosomas, sólo se ven como una maraña de delgados filamentos que se denomina cromatina. El cuerpo más conspicuo del interior del núcleo es el nucleolo. En general hay dos nucleolos por núcleo, aunque muchas veces se ve uno solo en una micrografía. El nucleolo es el sitio donde se construyen las subunidades ribosómicas.

Funciones del núcleo

Los conocimientos actuales sobre el papel del núcleo en la vida de las células comenzaron con algunas de las primeras observaciones microscópicas. Una de las más importante fue realizada hace más de un siglo por el embriólogo alemán Oscar Hertwig con óvulos y espermatozoides del erizo de mar. Los erizos de mar producen grandes cantidades de óvulos y espermatozoides. Los óvulos son relativamente grandes y, por lo tanto, fáciles de observar. Se fecundan en el agua exterior y no en un medio interno, como sucede con los vertebrados terrestres. Mirando con su microscopio como se fecundaban los óvulos, Hertwig notó que sólo se requería de un espermatozoide además a medida que el espermatozoide penetraba en el óvulo, su núcleo se liberaba y se fusionaba con el núcleo ovular. Esta observación confirmaba por otros hombres de ciencia y en otros tipos de organismo, fue importante, para establecer que el núcleo es el portador de la información hereditaria, el único vínculo entre el padre y los hijos es el núcleo del espermatozoide.

Otro indicio de la importancia del núcleo surgió merced a las observaciones de Walther Flemming, también hace unos cien años, él observó la "danza de los cromosomas" que ocurre cuando las células eucarióticas se dividen y reconstruyó minuciosamente la sucesión de acontecimientos. Desde la época de Flemming se hicieron diversos experimentos para explorar el papel del núcleo celular. En un sencillo experimento se eliminó el núcleo de una ameba mediante microcirugía. La ameba dejó de dividirse y murió pocos días después, en cambio si en las 24 horas consecutivas a la eliminación del núcleo original se le implantaba el núcleo de otra ameba, la célula sobrevivía y se dividía con normalidad.

A comienzo de la década del 1930 Joachim Hämmerling estudió las funciones comparativas del núcleo y del citoplasma, aprovechando algunas propiedades inusuales del alga marina *Acetabularia*. El cuerpo de *Acetabularia* consiste en una célula enorme de 2 a 5 centímetros de altura, él experimentó con esta alga e interpretó que estos resultados significan que bajo la dirección del núcleo se producen ciertas sustancias que determinan la forma del sombrero de la alga. Estas sustancias se acumulan en el citoplasma, razón por la cual el primer sombrero formado después de haber transplantado el núcleo tuvo una forma intermedia, pero para el momento en que se formó el segundo las sustancias determinantes del mismo que había en el citoplasma antes del trasplante, se habían agotado y la forma del sombrero estuvo por completo bajo el control del nuevo núcleo.

Estos experimentos indican que el núcleo desempeña dos funciones cruciales para la célula. Primero es el portador de la información hereditaria que determina las características de células hijas. Segundo, como indicaba el trabajo de Hämmerling, el núcleo ejerce una actividad incesante sobre las actividades de las células, asegurando que se sinteticen en las cantidades y tipos necesarios las moléculas complejas que la célula requiere

Estructuras nucleares

- Jugo nuclear o cariolinfa: se encuentra encerrado dentro de la membrana nuclear, es un líquido en el se encuentran suspendidos los componentes principales del núcleo.
- Nucléolo: en realidad el nucléolo no es una entidad estructural, sino una aglomeración de asas de cromatina de cromosomas distintos. Por ejemplo, 10 de 46 cromosomas humanos aportan tales asas de cromatina al nucleolo.

En el nucléolo se producen los ribosomas. Los ribosomas de las células eucarióticas se parecen a los de los procariotas en que consisten en dos subunidades, cada una constituida por ARN y proteínas, y en que en ellos se traduce ARNm a proteína, pero difieren en que los ribosomas eucarióticos son mucho mas grandes que los procarióticos y en sus proteínas individuales y sus ARN son distintos.

Tres de los cuatro ARNr se transcriben en las asas del nucléolo. Las proteínas ribosómicas, que se traducen en

el citoplasma a partir del ARNm, se mandan de nuevo al núcleo, donde se combinan con los ARNr. Luego las subunidades de los ribosomas se exportan hacia al citoplasma.

El nucléolo no tiene membrana alguna.

Pueden existir uno o más nucleolos por núcleo, estas estructuras son sumamente variables, ya que a menudo cambian de forma y tamaño.

Cuando una célula se esta dividiendo los nucleolos suelen desaparecer y, luego, reaparecen rápidamente una vez que la división celular ha terminado.

- **Membrana nuclear:** es la membrana que rodea al núcleo y lo separa del protoplasma adyacente. Al igual que la membrana plasmática, está formada por protoplasma y es lipoproteica.

Regula la constante salida y entrada de sustancias al núcleo

Esta membrana es doble y está atravesada por gran cantidad de pequeños poros, a través de los cuales pueden pasar algunas sustancias desde el núcleo al citoplasma y viceversa.

- **Cromatina:** está constituida por filamentos larguísimos, que en el "núcleo en reposo", cuando no se moviendo, parecen desenrollados o despiralizados y enredados unos con otros.

Están constituidos químicamente por ácido desoxirribonucleico (ADN) y proteínas. El ADN es la sustancia portadora de la información hereditaria y, controla las actividades celulares, es decir, dirige la vida de la célula.

Cuando la célula va a dividirse, la cromatina se condensa, los filamentos se enrollan en espiral y se hacen muy visibles al microscopio óptico. A estas estructuras se les denominan cromosomas (cromo = color; soma = cuerpo).

Estructura de un cromosoma: el cuerpo de un cromosoma recibe el nombre de brazo. El cromosoma presenta divisiones o entradas que se denominan constricciones. La constricción primaria se ubica en el punto donde se unen los brazos.

Dentro de la constricción hay una zona clara, el centrómero. En ella se observan estructuras proteicas, los cinetocoros.

Aparte de una constricción primaria hay a veces una constricción secundaria y un cuerpo redondo llamado satélite. Como dato interesante más de la mitad de la cromatina consiste en proteínas, estas proteínas son de centenares de tipos distintos.

Conclusión.

En este trabajo que hemos realizado nos ha servido principalmente para ampliar nuestros conocimientos. Muchos conceptos ya los conocíamos, debido ha que estos temas los habíamos estudiado anteriormente, en este trabajo se ha profundizado más, en distintas partes de la célula (núcleo, membranas, etc.). Todo esto nos llevó a pensar como un organismo tan ínfimo es tan inteligente y hace cosas verdaderamente curiosas.

También como una cosa tan pequeña como una célula puede "reproducirse, alimentarse, respirar, comunicarse, moverse en algunos casos".

Personalmente creemos que nuestras células animales o el de cualquier organismo es una máquina muy

compleja y muy difícil de analizar.

Bibliografía

- Biología 2° medio. Editorial Arrayán.
- Biología 3° medio. Editorial Arrayán.
- Biología Claude Villee. 8° edición.
- Biología de Helen Curtis.
- Diccionario enciclopédico Grijalbo.
- Diccionario enciclopédico ilustrado Sopena.