

Microfotografía electrónica de un cloroplasto donde puede observarse con notable nitidez la estructura del mismo.

Los leucoplastos son plástidos incoloros y, por lo tanto, carentes de pigmentos. Se hallan ubicados en órganos de los vegetales que se desarrollan en la oscuridad, como así también en ciertos tejidos de las plantas que crecen en lugares poco iluminados.

Los leucoplastos son orgánulos filamentosos análogos a los condriocontos o un poco más anchos. Pueden deformarse, emitir prolongaciones temporarias, dilatarse o fragmentarse, presentando en este sentido una gran similitud con las mitocondrias.

Al microscopio electrónico los leucoplastos presentan una doble membrana. La externa es lisa y sirve como límite del plástido, mientras que la membrana interna da origen a vellosidades o crestas muy similares a las que presentan las mitocondrias. El estroma de los leucoplastos suele ser finamente fibrilar o granular.

En 1922, Guillermond sugirió que los leucoplastos podrían originarse a partir de los condriocontos que aparecen en las etapas tempranas de los tejidos meristemáticos. Sin embargo, más tarde se demostró que la filogenia de estos dos tipos de organoides es totalmente independiente. Se concluyó, finalmente, que los leucoplastos se originan, al igual que los cloroplastos, de otros leucoplastos pre-existentes o bien a partir de cierto tipo de plástidos primitivos a los que se denomina: proto-plástidos.

8. El condrioma o mitocondria

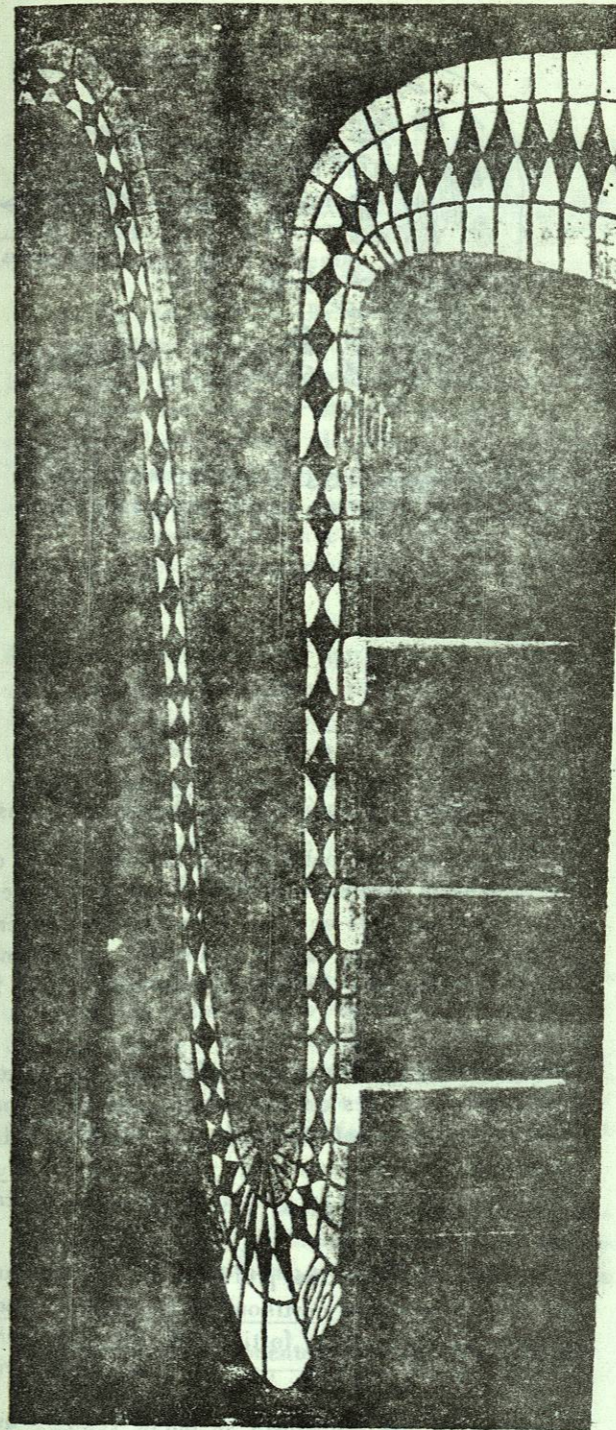
Se da el nombre genérico de condrioma al conjunto de organoides citoplasmáticos involucrados en los fenómenos de liberación de energía necesaria para la realización de la gran mayoría de los procesos vitales.

Estos organoides citoplasmáticos descubiertos por Altmann en 1894, han recibido luego más de 50 nombres diferentes. Entre otros: bioblastos, condriosomas, condriomitos, etc., hasta que en 1897 Benda los denominó mitocondrias (del griego "mitos" = filamento y "condrios" = cartilago), nombre con el que mejor se los conoce en la actualidad.

El número de mitocondrias por célula varía considerablemente en relación con la función específica de la célula y con las diferentes especies. Así, en el hígado de la rata se encuentra un promedio de 1.000 mitocondrias por célula, los huevos del erizo de mar contienen de 14.000 a 150.000 mitocondrias, y en la ameba Chaos-Chaos se ha llegado a contar hasta 500.000 mitocondrias.

El tamaño de las mitocondrias también varía en relación con la especie, con el estado funcional y con el número de mitocondrias por célula, aunque dicha variación es pequeña, ya que oscila entre 0.5 μ de ancho (cantidad relativamente constante) por 0.2 a 2 μ de largo.

Al microscopio electrónico las mitocondrias se presentan constituidas por una pared limitante formada por dos membranas, una interna y otra externa. Dichas membranas se hallan separadas por un espacio denominado cámara externa, de aproximadamente 80 Å que contiene un fluido acuoso. El espacio interno delimitado por la membrana interna se denomina cámara interna o matriz mitocondrial y



Esquema de la estructura interna de una mitocondria donde puede observarse la disposición de las dos membranas externa e interna.

presenta un aspecto homogéneo y opacidad electrónica.

Desde un punto de vista químico, estas membranas son de naturaleza lipoproteica y de aproximadamente 70 Å de ancho cada una. La membrana externa es algo más permeable, principalmente a sustancias liposolubles, y es relativamente más estable. La membrana interna es más selectiva y menos estable.

Las dos membranas mitocondriales presentan aspectos diferentes, a saber: la externa es lisa, sin repliegues, en tanto que la interna se proyecta hacia el interior formando vellosidades que no tocan a la pared de enfrente. Estos repliegues reciben el nombre de crestas. Las crestas se proyectan hacia el interior en forma de túbulos, muy comunes en las células vegetales. En algunos casos dichos túbulos se fragmentan en vesículas que quedan flotando en la matriz mitocondrial.

El microscopio electrónico ha revelado que las superficies de las membranas mitocondriales están revestidas por formaciones denominadas partículas elementales que se fijan a la superficie externa de la membrana externa y a la superficie interna de la

A menudo existen interrelaciones entre las mitocondrias y otras estructuras celulares. A veces se colocan contra la capa externa de la membrana nuclear, etc. El significado de estos hechos aún no está definido y tal vez sean puramente fortuitos.

Finalmente, es importante recalcar que las mitocondrias son consideradas como verdaderas máquinas bioquímicas, por medio de las cuales la energía almacenada en sustancias alimenticias es recuperada por la célula que la emplea en la realización de otras funciones celulares.

A las mitocondrias se las llama también central energética de las células, pero, en realidad, son mucho más que eso ya que realizan otras funciones además de suministrar energía.

102111447

9. Los lisosomas

El lisosoma es un organoide citoplasmático que contiene enzimas hidrolíticas que están implicadas en la digestión de materiales incorporados a la célula y en la remoción de materiales intra y extracelulares.

Su nombre proviene de su función: lisosoma = cuerpo lítico (del griego "lisis" = digestión y "soma" = cuerpo).

La primera pista sobre la existencia de los lisosomas la dió el Dr. Christian deDuve, de la Universidad Católica de Lovaina (Bélgica) en 1949, trabajando con células del hígado de la rana. Sin embargo, la identificación de los mismos al microscopio electrónico se logró recién en el año 1955.

Se ha comprobado ya, definitivamente, que los lisosomas están presentes en todas las células animales y su presencia ha sido confirmada tam-

bién en ciertas células del tejido meristemático de la raíz de algunos vegetales. Sin embargo, aún no se los ha reconocido con uniformidad en la gran mayoría de las células de las plantas vivas.

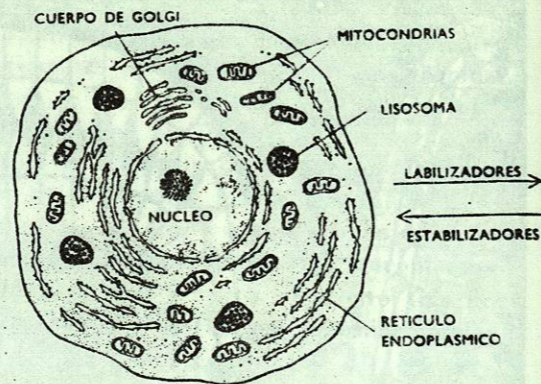
Los lisosomas son particularmente abundantes en aquellas células que desempeñan tareas digestivas especialmente importantes, como por ejemplo: los glóbulos blancos de la sangre y los macrófagos.

Se dedujo la activa participación de los lisosomas en los procesos digestivos extra e intracelulares, correlacionando dos hechos muy significativos:

- a) La abundancia de lisosomas en células que desempeñan fundamentalmente tareas digestivas, y
- b) El análisis bioquímico del contenido de los lisosomas, mediante el cual se logró determinar su composición química.

El hecho de que los lisosomas aparezcan en una asombrosa variedad de tamaños y formas, incluso dentro de un mismo tipo de células, dificultó durante mucho tiempo su estudio morfológico.

A pesar del notable polimorfismo que presentan, se ha logrado determinar que los lisosomas están formados fundamentalmente por una membrana envolvente de naturaleza lipoproteica, que rodea y aísla al complejo enzimático responsable de la acción digestora de los mismos. El tamaño de esta partícula varía de 0.2 a 0.8 μ .



Observese los Lisosomas en una célula normal típica.

La autodigestión o autólisis celular se explica así:

En ciertos procesos patológicos, las membranas de los lisosomas pueden romperse y las enzimas entonces liberadas, se activan, y comienzan a digerir al citoplasma y a los demás orgánoides citoplasmáticos, ocasionando finalmente la muerte de la célula.

Trabajando en colaboración, citólogos y fisiólogos de las universidades de Cambridge y del New York University School of Medicine, en los E.E.U.U., comprobaron que el exceso de vitamina A tiene un efecto labilizador de la membrana lisosómica oca-

sionando una alteración profunda de los mismos. Por el contrario, la cortisona y la hidrocortisona actúan estabilizando y fortificando su estructura, lo que explicaría su acción anti-inflamatoria.

El origen de los lisosomas se puede resumir así:

- a) El contenido enzimático de los lisosomas se origina, aparentemente, en el ergastoplasma, y específicamente, en los ribosomas.
- b) La estructura lipoproteica de la membrana lisosómica, hace suponer que la misma se origine a partir del complejo de Golgi. Sin embargo, esto no está definitivamente comprobado.

10. Los ribosomas

Los ribosomas son orgánoides citoplasmáticos que participan en las biosíntesis de proteínas y que son sólo visibles al microscopio electrónico. Son considerados hoy en día componentes obligados de todos los organismos vivos.

George Palade fue el primer citólogo que logró aislar ribosomas, allá por 1953, a los que él llamó partículas o gránulos densos. Más tarde, en 1963, este mismo investigador observó por primera vez ribosomas al microscopio electrónico, que entonces fueron denominados gránulos de Palade. Posteriormente, y después que se demostró el contenido de los ribosomas en ribonucleoproteínas, se los llamó gránulos de ribonucleoproteína (RNP) o simplemente ribosomas.

Desde el punto de vista funcional, los ribosomas son considerados máquinas empleadas por las células en la síntesis o construcción de sus proteínas. Sin embargo, en la actualidad se piensa que las fábricas de proteínas no son los ribosomas trabajando aisladamente, sino agrupaciones de ribosomas que actúan en cadena. A estas agrupaciones se las llama polirribosomas, polisomas o ergosomas.

En los organismos multicelulares y muy especialmente en las células de tejidos secretores (activos en la síntesis de proteínas), los ribosomas se encuentran ubicados en la cara interna del retículo endoplasmático, formando lo que se ha dado en llamar retículo endoplasmático granuloso. Aunque

hay que señalar que, normalmente, también se encuentran ribosomas aislados, uniformemente distribuidos por el citoplasma y ocasionalmente incluso en el núcleo.

Los principales componentes químicos de los ribosomas son:

- Acido ribonucleico ribosómico: 63%
- Proteínas básicas semejante a las histonas: 37%

11. Centro celular

Se da el nombre de centro celular a un organoide citoplasmático de estructura sumamente compleja que se presenta en todas las células animales, con excepción de los ovositos, y en las células de algunos vegetales inferiores, pero hasta hoy día no ha sido descubierto en el citoplasma de células vegetales superiores.

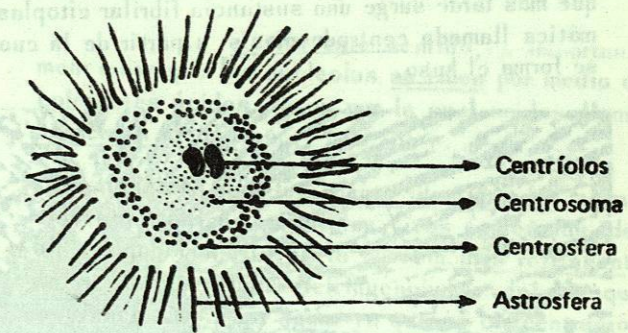


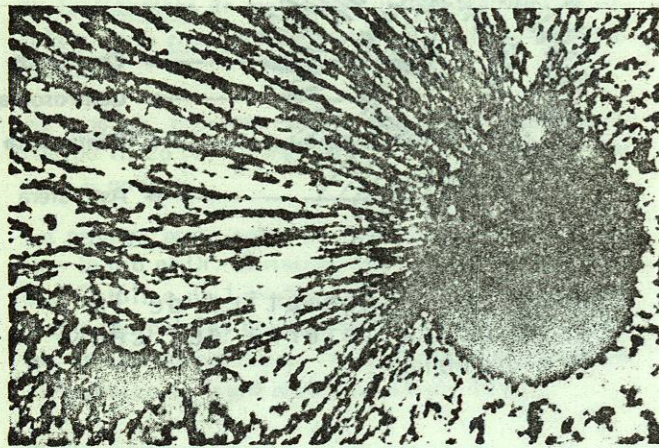
Diagrama esquemático de la estructura interna del centro celular.

La existencia del centro celular fue sugerida ya hace varios años por Van Beneden, Boveri, Wilson y otros. Debido a que su tamaño es apenas superior al límite de resolución del microscopio óptico, su presencia fue confirmada recién en 1956 por Bernhard y De Harven, quienes, con la ayuda del microscopio electrónico, estudiaron exhaustivamente la estructura y función de estos orgánoides citoplasmáticos.

Numerosos estudios comparativos comprobaron, no hace muchos años, que la posición del centro celular en el hialoplasma es, en la gran mayoría de los casos, fija y constante para cada tipo de célula. En algunas células tiende a ocupar el centro geométrico de la misma, tal como ocurre con los leucocitos que presentan un núcleo poco desarrollado y algo desplazado. Sin embargo, normalmente es el núcleo el que ocupa el centro geométrico y entonces es el centro celular el que queda desplazado. En otros casos, algo menos numerosos, el centro celular se ubica periféricamente, tal como sucede en las neuronas, y excepcionalmente puede localizarse intranuclearmente, como acontece en las células del Ascaris megalocephala univalens.

Si se estudia la organización interna del centro celular al microscopio óptico, se observa que el mismo aparece constituido por uno o dos gránulos denominados centriolos, que se encuentran rodeados por una zona algo más clara del hialoplasma conocida como centrosoma o microcentro. Sin embargo, cuando la célula entra en división, aparece una nueva estructura mucho más densa que rodea al centrosoma y que se denomina centrosfera. La centrosfera emite luego una formación radial característica conocida como áster o astrosfera, de la

que más tarde surge una sustancia fibrilar citoplasmática llamada centrodesmosis, a partir de la cual se forma el huso.



Sección longitudinal del aparato mitótico de Barbalumympha. La masa oscura a la derecha es un gran centriolo en que irradian las fibras del huso.

12. Inclusiones citoplasmáticas

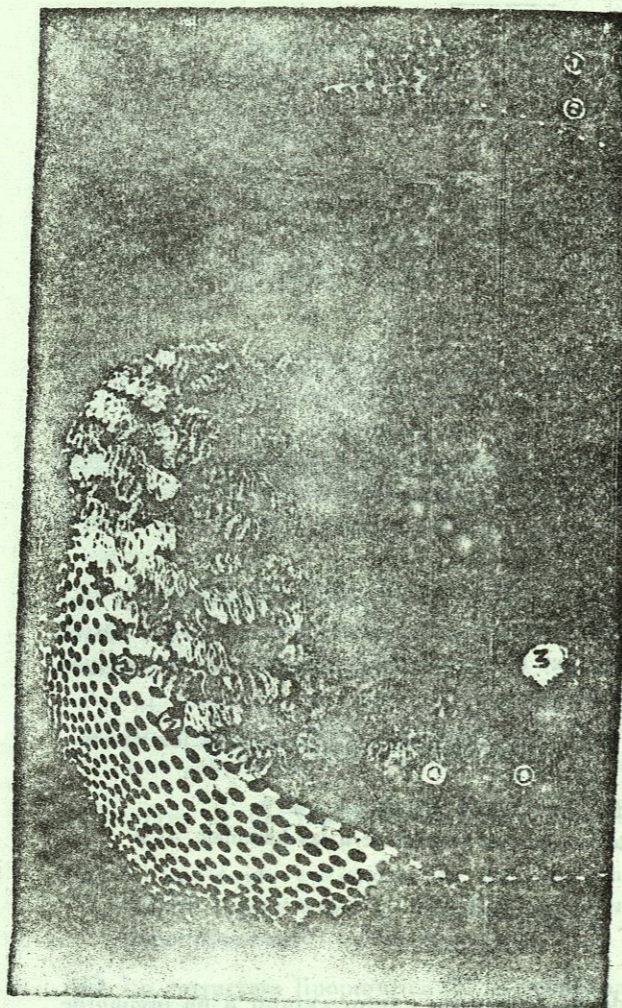
Con el término de inclusiones citoplasmáticas se engloba a una gran variedad de materiales de carácter no esencial para la célula, que normalmente se encuentran suspendidos en el hialoplasma y que carecen de una estructura y composición química determinada.

A las inclusiones citoplasmáticas se las agrupa frecuentemente bajo los nombres de paraplasma o metaplasma, que hacen alusión a la independencia y transitoriedad de estas inclusiones con relación al protoplasma celular.

Las inclusiones citoplasmáticas se presentan siempre aisladas o limitadas por membranas de naturaleza lipoproteica, a pesar de poseer una estructura y una composición química sumamente heterogénea.

La gran variedad de partículas y sustancias englobadas como inclusiones citoplasmáticas, pueden ser clasificadas de acuerdo a su origen en la siguiente forma:

- a) Productos de excreción y secreción = Co-enzimas, pre-hormonas, etc.
- b) Pigmentos resultantes del metabolismo celular: Lipofucsina, melalina, etc.
- c) Sustancias de reserva: Almidón en vegetales, glucógeno en animales y lípidos.
- d) Material fagocitado: corresponde a una forma de los lisosomas llamados fagosomas.
- e) Material incorporado por pinocitosis.
- f) Sustancias varias acumuladas anormalmente.



Esquema figurado de un núcleo o típico: 1) Membrana nuclear. 2) Poros de la membrana. 3) Nucleolo. 4) Cromatina. 5) Nucleoplasma

13. Jugo nuclear

Al igual que en el citoplasma, en el núcleo también es posible distinguir dos fases, una dispersante que es la que se conoce con el nombre de jugo nuclear, y otra dispersa: nucleolos, cromatina y cromosomas.

Esta fase nuclear dispersante ha recibido con el tiempo varias denominaciones, a saber: nucleoplasma, carioplasma, cariolina, jugo nuclear, etc., sin que exista preferencia alguna con respecto a las mismas.

Gracias a los numerosos poros que presenta la membrana nuclear o carioteca, el jugo nuclear está en amplia comunicación con el hialoplasma o matriz citoplasmática, y como tal, presenta un aspecto homogéneo, algo viscoso y con escasa o ninguna afinidad por los colorantes. En cuanto a su fluidéz, puede variar dentro de un amplio margen que va desde el estado líquido hasta el gel.

Químicamente, el componente principal del jugo nuclear es el agua, además de la cual es posible encontrar sales disueltas de numerosos iones tales como: magnesio, calcio, hierro, cobalto, zinc, etc., proteínas globulares, de cuya concentración depende la mayor o menor fluidéz del jugo nuclear, fosfatos y enzimas varias que participan en el metabolismo de nucleótidos y nucleoproteínas.

El rol fisiológico que el jugo nuclear desempeña en la célula aún no ha sido interpretado totalmente. No obstante, como elemento dispersante del núcleo, y siendo que los elementos nucleares dispersos carecen de membranas limitantes, es el jugo nuclear el que sirve de asiento a todas las reacciones químicas que ocurren dentro del núcleo.

Además, recientes experiencias hacen suponer que por lo menos una co-enzima, importante para numerosas actividades citoplasmáticas, el difosfopirid nucleótido, es sintetizada en el núcleo.

14. El nucleolo

La existencia de un corpúsculo esférico intra-nuclear fue mencionada primeramente por Fontana, en 1781, y corroborada más tarde por Wagner, en 1832, quien denominó a dicho corpúsculo: nucleolo.

En este sentido, es importante mencionar que los nucleolos se tiñen por medio de colorantes ácidos, razón por la cual se los llama: nucleolos acidófilos.

Los nucleolos son fácilmente identificados al microscopio óptico, en células vivas no teñidas, debido a que constituyen la porción más refringente de la célula. Dicha refringencia se debe a que contienen muy poca agua, ya que su concentración en materia seca oscila entre 40 y 80%; mientras que toda la célula apenas llega al 15 o 20% de materia seca.

En la mayor parte de las células animales y vegetales existe una estrecha correlación entre el número de nucleolos y el número de cromosomas. Así, se ha llegado a determinar que en la generalidad de los casos existe un nucleolo por cada juego haploide de cromosomas, lo que significa que una célula diploide presenta dos nucleolos. Sin embargo, se conocen numerosas excepciones a esta regla, como por ejemplo: ciertas células que no presentan nucleolos y otras, como los ovocitos de algunos anfibios, en que pueden encontrarse hasta 1.000 nucleolos (aunque algunos citólogos suponen que estos numerosos micronucleolos no son más que fragmentos de un solo nucleolo original).

Desde el punto de vista de la composición química, Casperson y Brachet demostraron ya hace varios años la presencia de ácido ribonucleico (ARN) en los nucleolos. El hecho de que los mismos den reacción negativa con el colorante de Feulgen (específico para ADN), indica que, por lo general, no contienen ácido desoxirribonucleico (ADN). También se han logrado identificar como componentes

del nucleolo a diversos polinucleótidos, fosfoproteínas y enzimas varias.

Utilizando avanzadas técnicas de citología y microscopía para conocer el origen de los nucleolos, se ha logrado determinar la existencia de una íntima asociación entre ciertos cromosomas específicos y los nucleolos. En el punto de unión entre cromosoma y nucleolo se supone la existencia de una zona cromosómica especial denominada organizador nucleolar, a partir del cual se formaría el nucleolo luego de cada división mitótica.