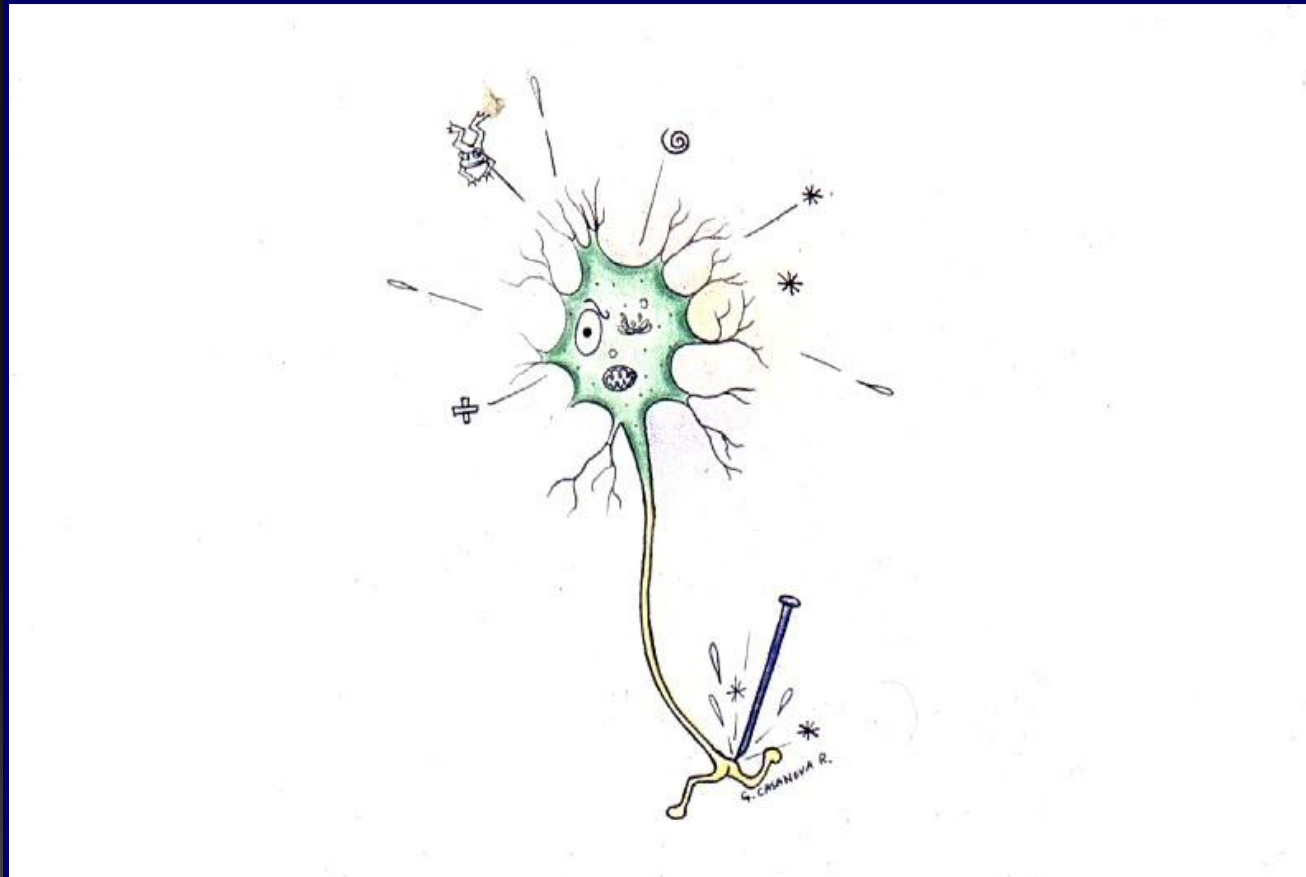


Biología Celular

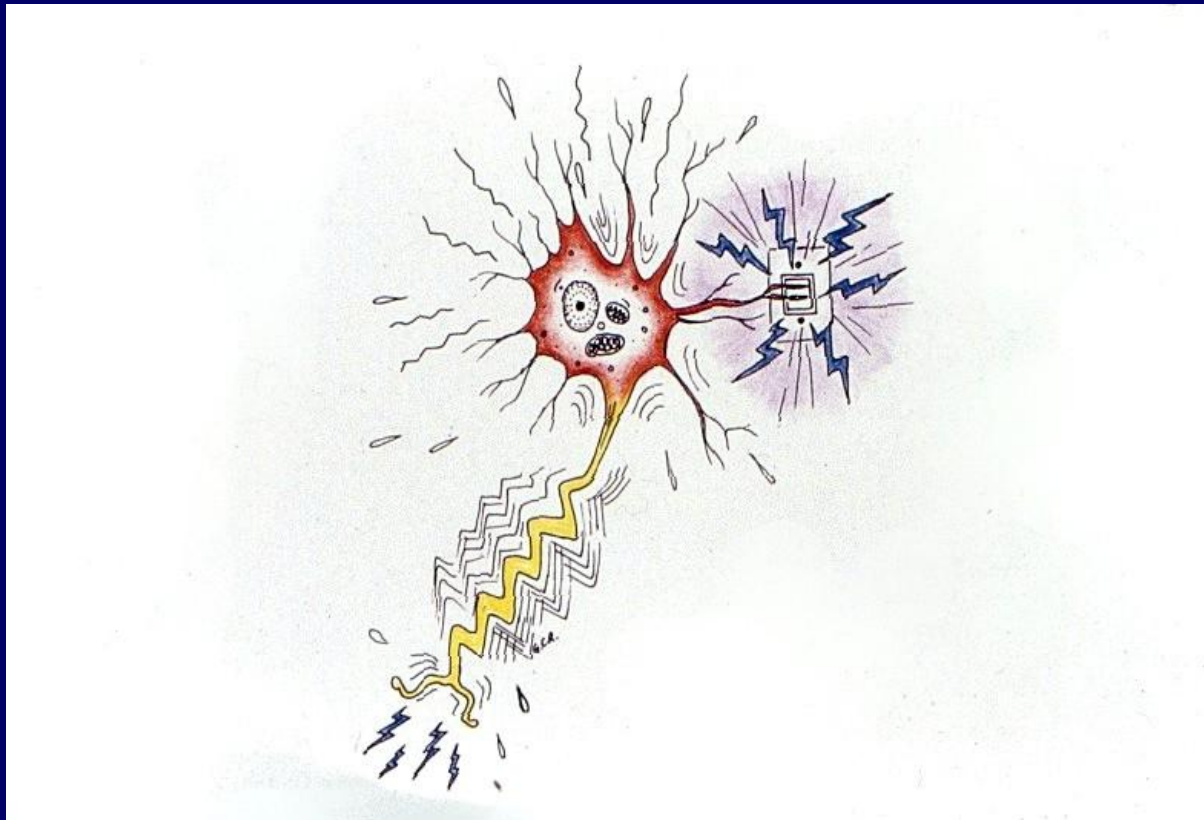
Departamento de Biología Celular y
Tisular.

Biología celular. La célula en general



Una de las propiedades fisiológicas fundamentales es la **irritabilidad** o **excitabilidad**. Es la capacidad de responder a estímulos. Si bien todas las células tienen esta propiedad, son las neuronas las que se consideran especializadas para ello.

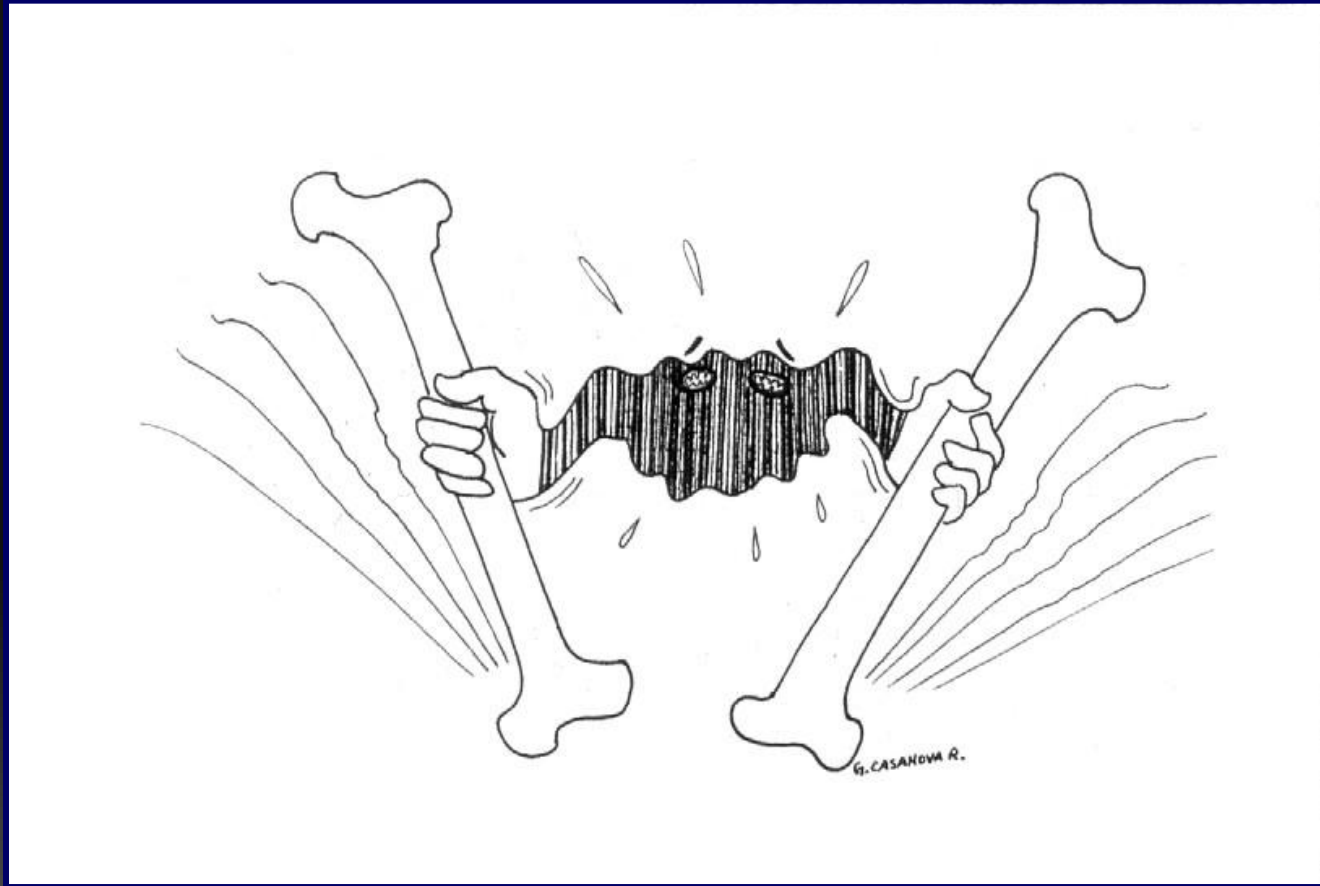
Biología celular. La célula en general.



Aquí se representa otra propiedad fisiológica fundamental. La capacidad de conducir un estímulo se conoce como **conductividad**. La neurona es una célula especializada en dicha propiedad.



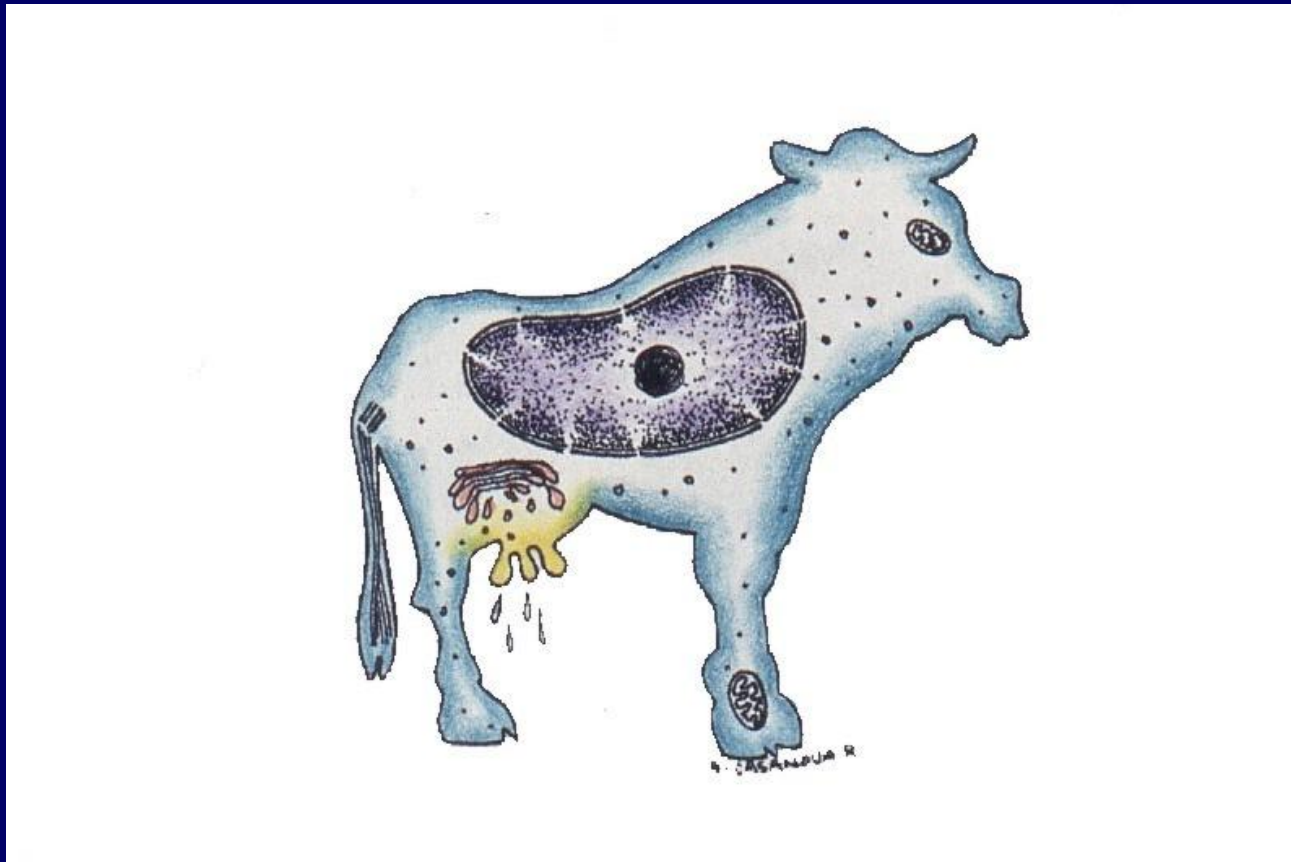
Biología celular. La célula en general.



Ahora tenemos la representación de la **contractilidad**. Propiedad fisiológica fundamental que consiste en la capacidad de acortar dimensiones. La célula especializada en esto es la muscular.



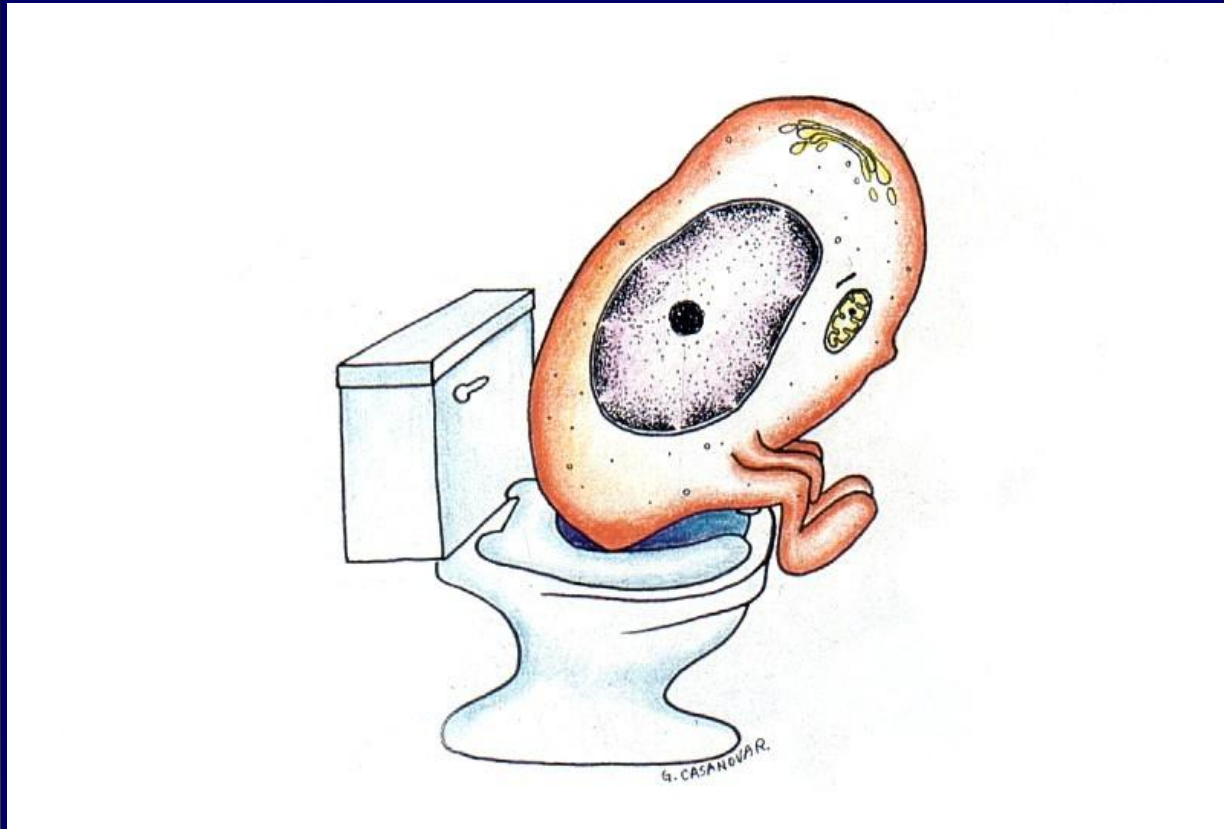
Biología celular. La célula en general.



La mayor parte de las células tienen la capacidad de liberar a su exterior sustancias que han sintetizado y que juegan papeles funcionales específicos. A esta propiedad se le conoce como **secreción**.



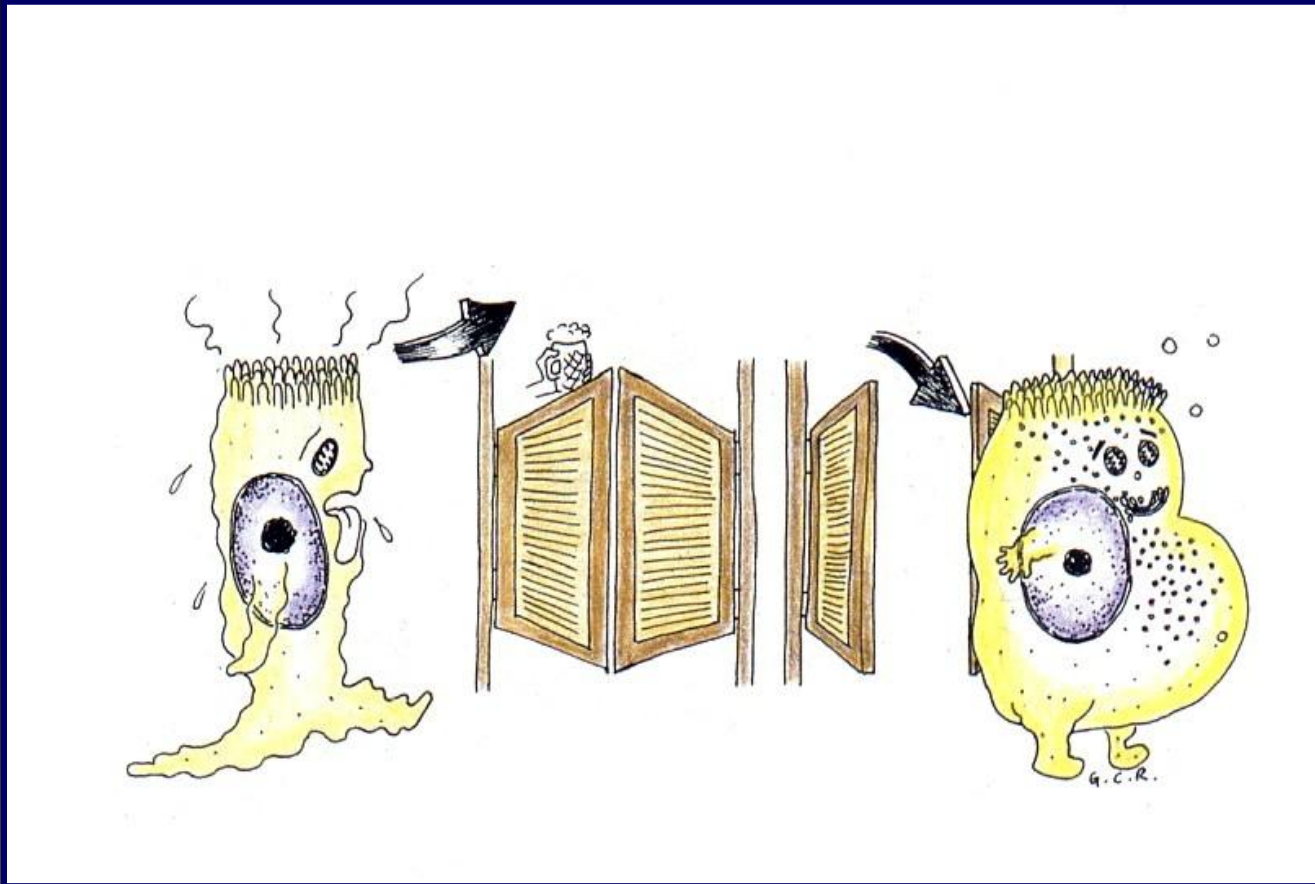
Biología celular. La célula en general.



Las células también tienen la capacidad de liberar a su exterior sustancias que ya no les son útiles. A este proceso se le conoce como **excreción**.



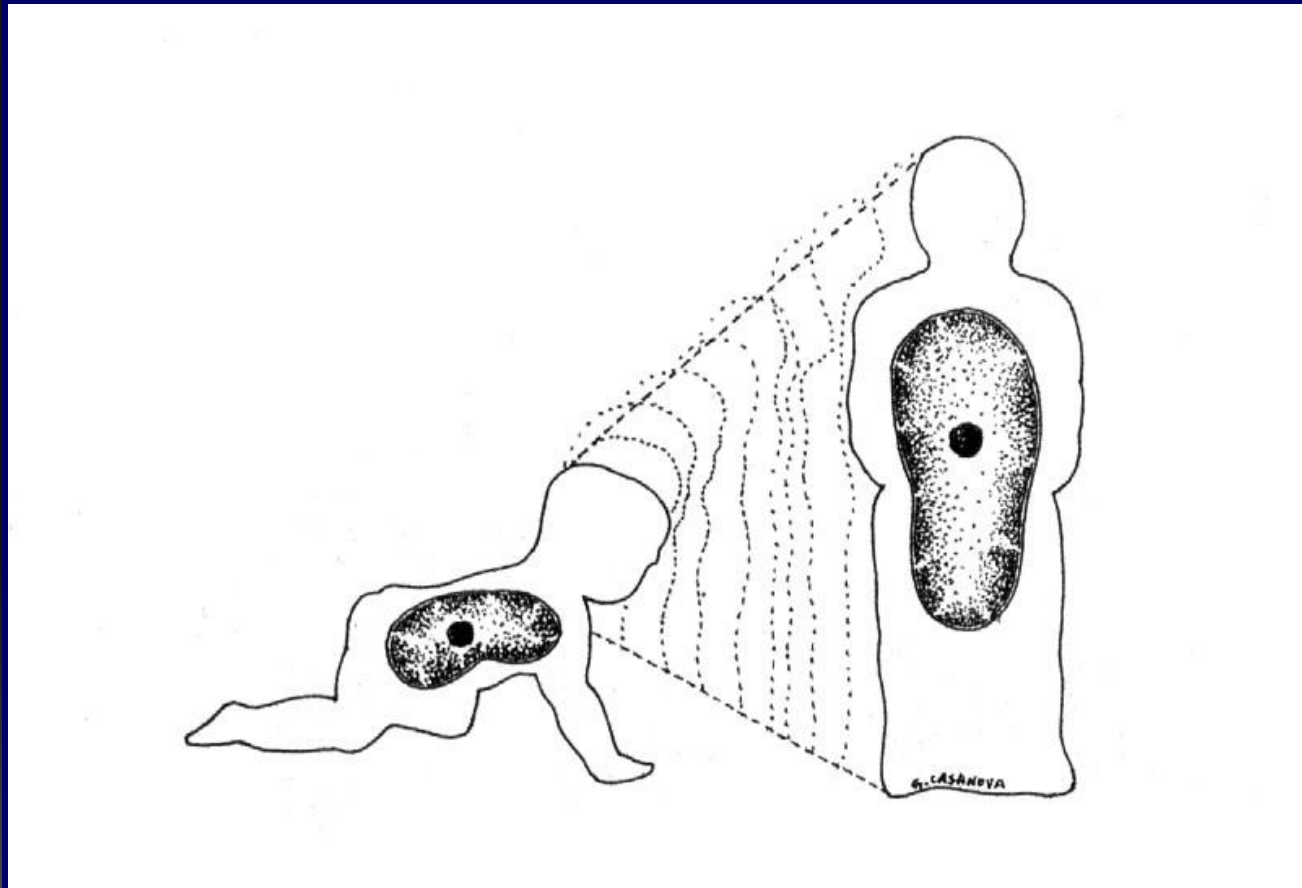
Biología celular. La célula en general.



En general las células tienen la capacidad de introducir sustancias externas al citoplasma, propiedad que se conoce como **absorción**. Cuando las sustancias absorbidas pasan a formar parte de la propia célula, hablamos de **asimilación**.



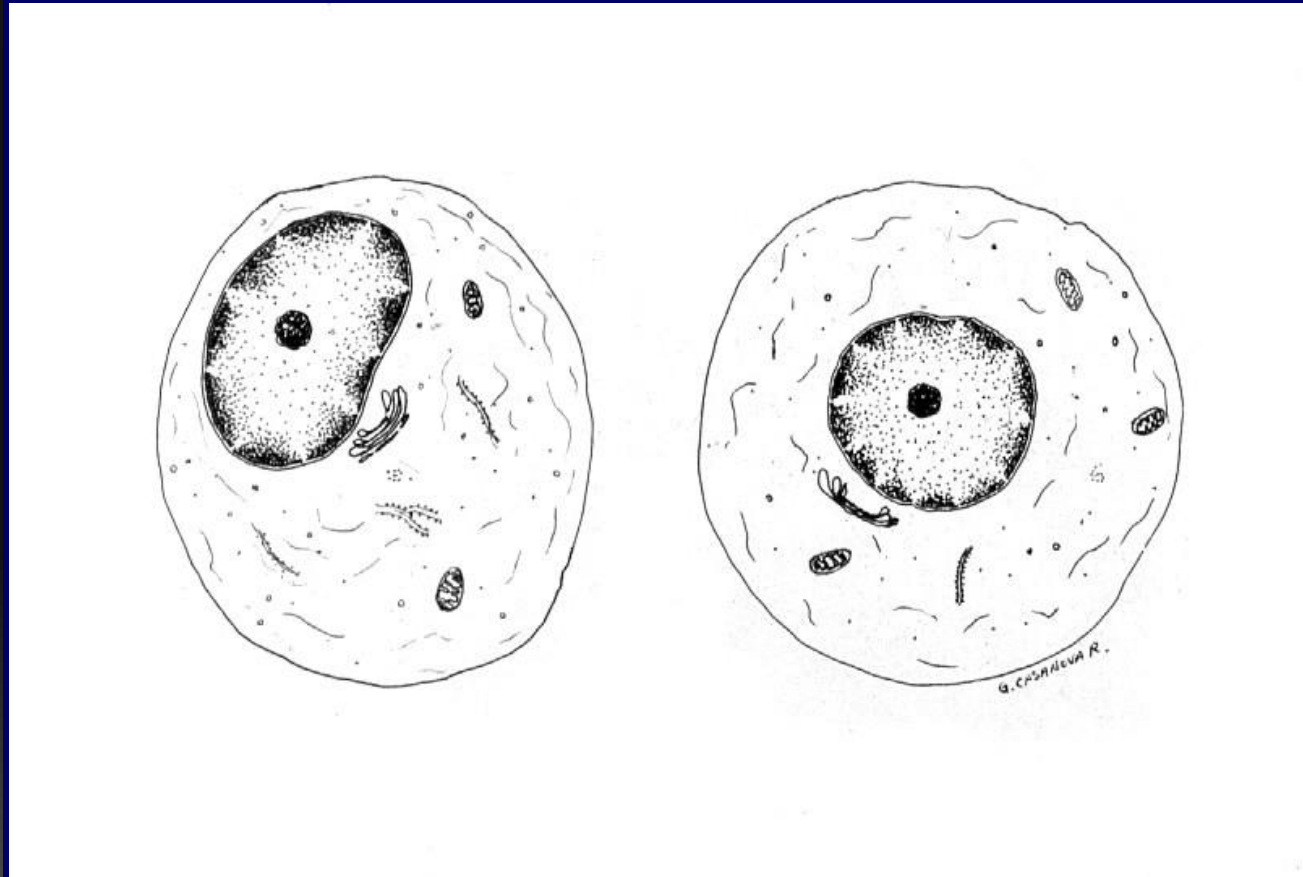
Biología celular. La célula en general.



Las células tienen además la capacidad de aumentar sus dimensiones y gradualmente cambiar su forma y su función. A estas dos propiedades se les conoce como **crecimiento** y **desarrollo**.



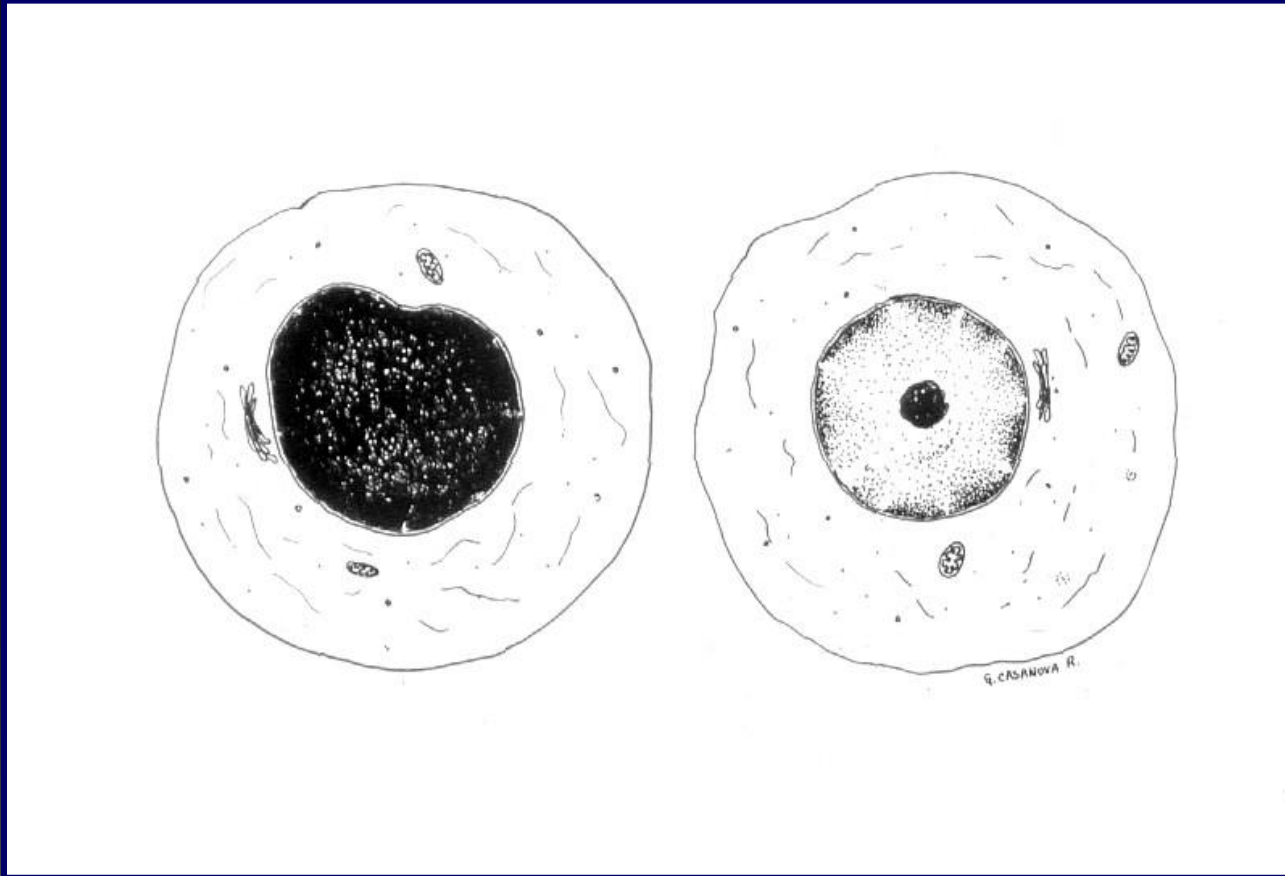
Biología celular. La célula en general.



Al estudiar las características de las células, deberemos describir su forma, las características tintoriales del citoplasma, y la cantidad, localización y forma del núcleo. Aquí observamos una célula con núcleo excéntrico y otra con núcleo central.

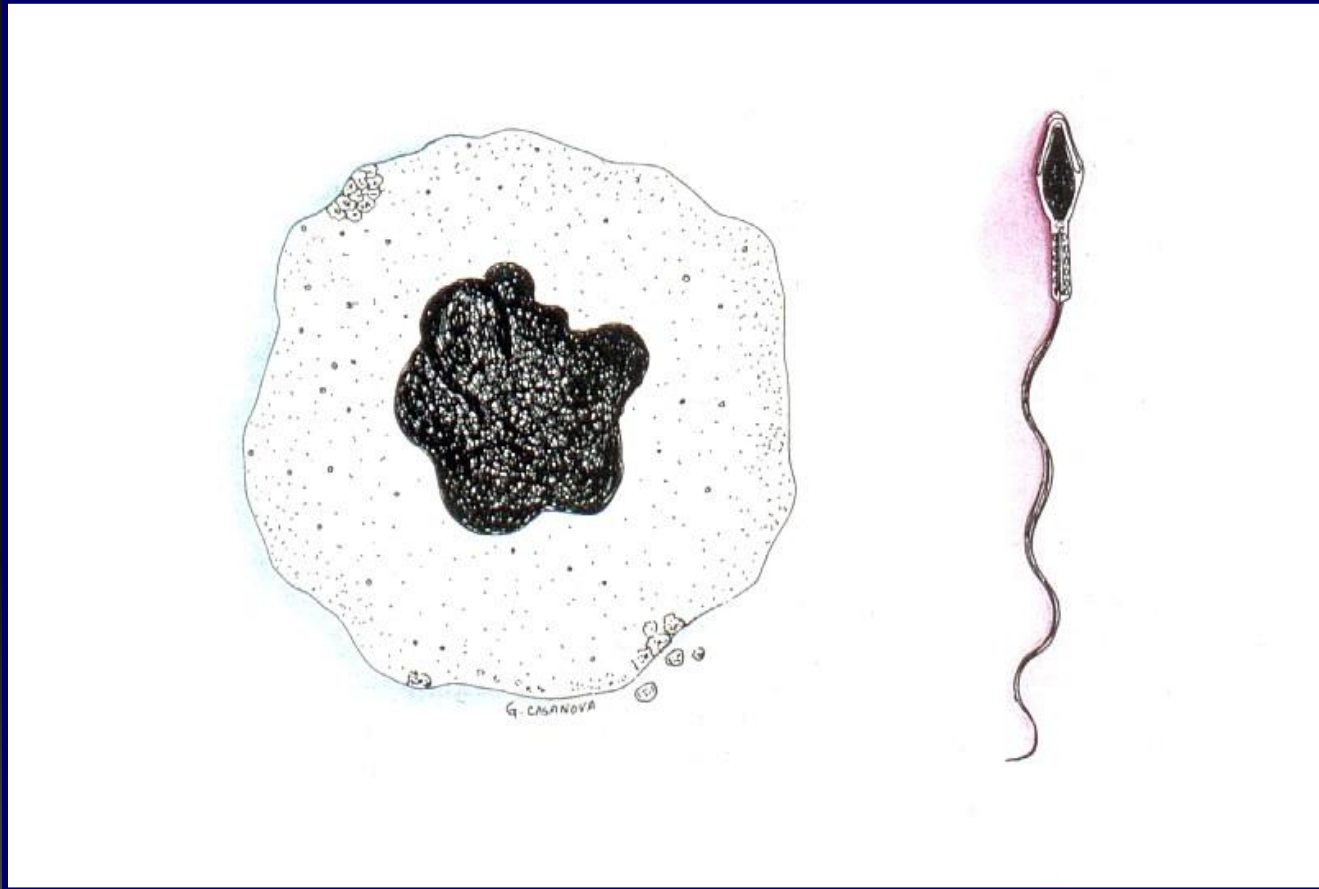


Biología celular. La célula en general.



Es importante también describir las características de la cromatina. Aquí observamos una célula con núcleo de cromatina condensada y otra con núcleo de cromatina extendida (núcleo de cara abierta).

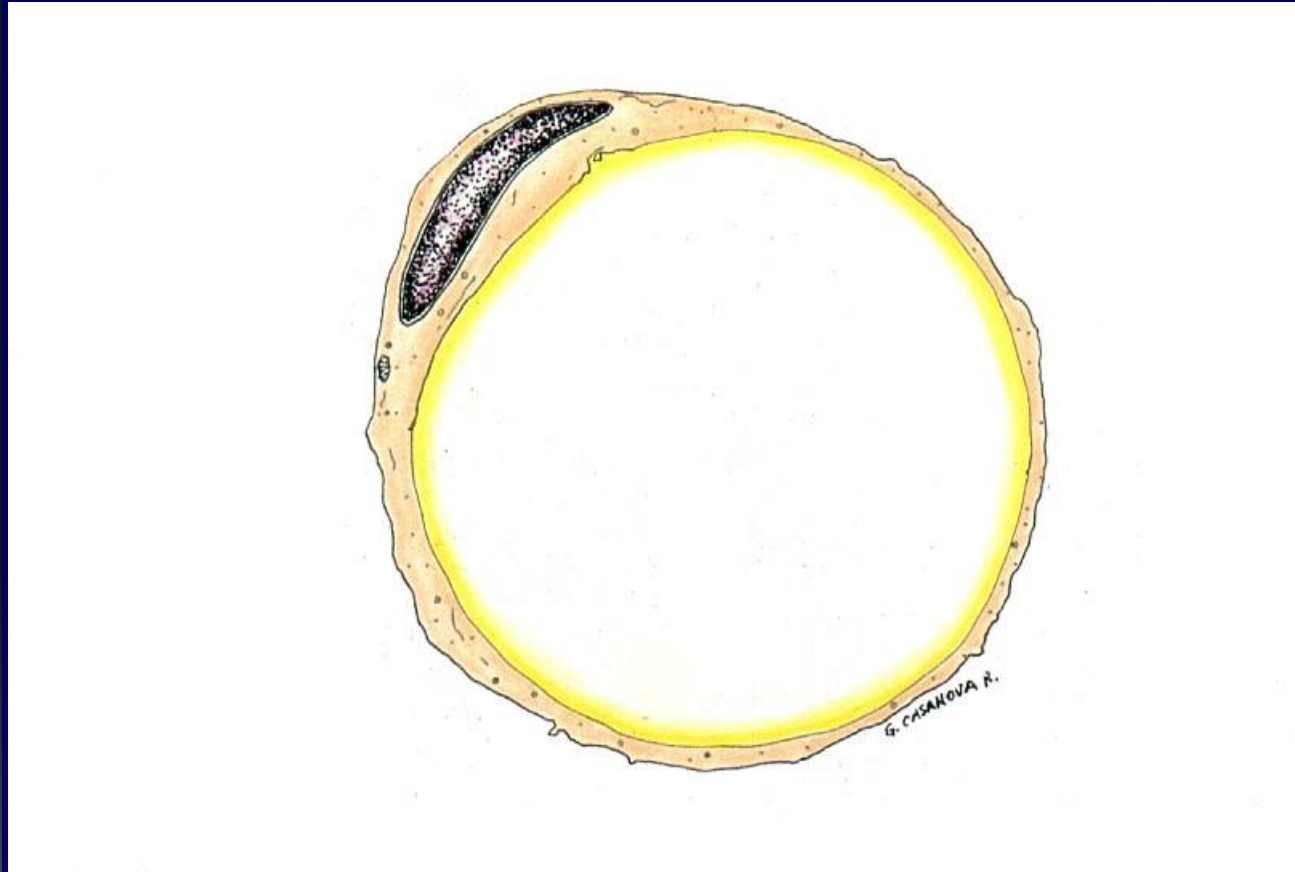
Biología celular. La célula en general.



Aunque no se aprecia con técnicas rutinarias, es importante saber que algunas células se diferencian entre otras cosas por la carga genética. En la izquierda tenemos un megacariocito con un enorme núcleo poliploide; mientras que a la derecha, tenemos a la célula más peligrosa –que usted desde luego reconoce– con núcleo haploide.



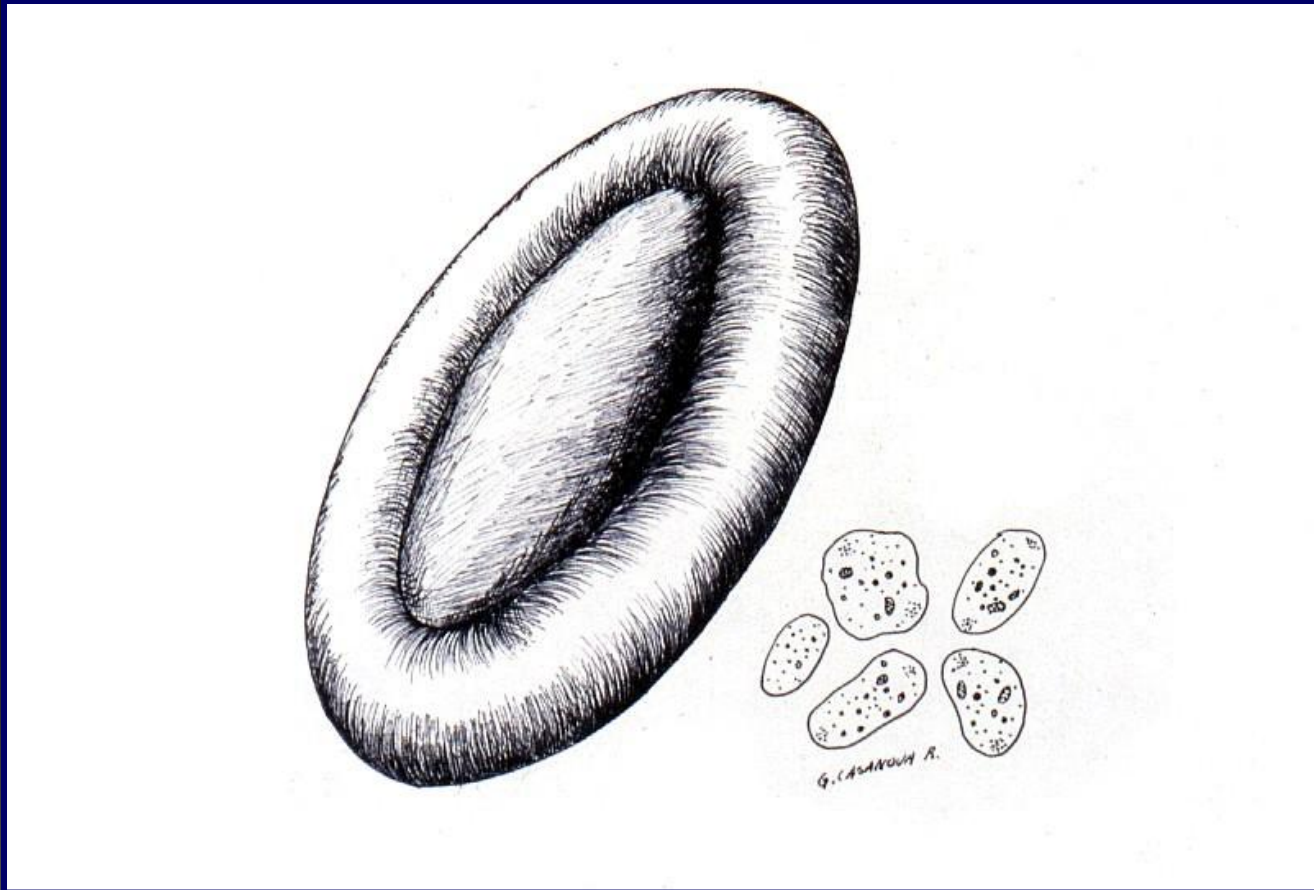
Biología celular. La célula en general.



El adipocito unilocular tiene una forma muy especial. La mayor parte del citoplasma está ocupada por una gran gota de grasa; el citoplasma queda rechazado hacia la periferia al igual que el núcleo.



Biología celular. La célula en general.



Algunas células en su estadio maduro carecen de núcleo. Los eritrocitos y las plaquetas, son ejemplos de células anucleadas.



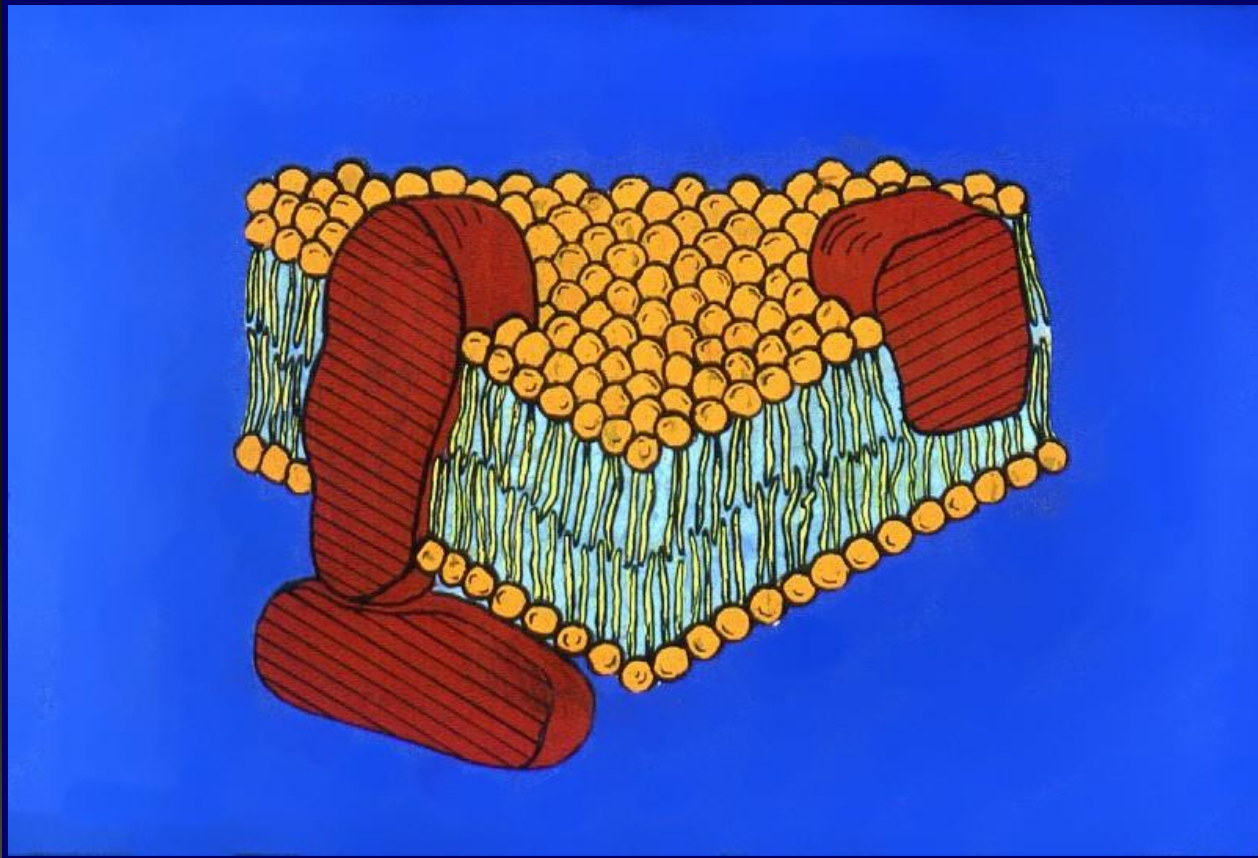
Biología celular. Membrana citoplásmica y es



La observación de límites celulares como se aprecian en este epitelio, sugirió a los estudiosos de la célula, la existencia de una membrana citoplásmica.



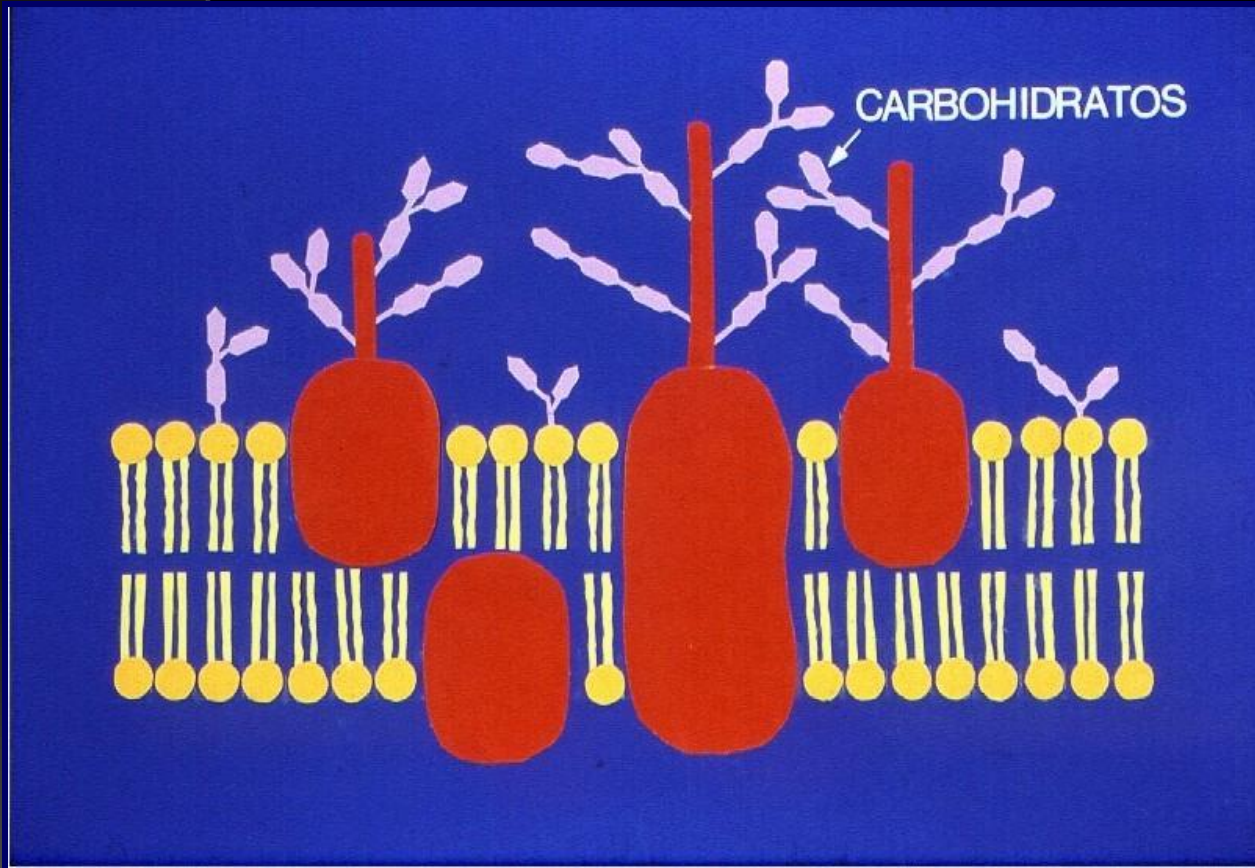
Biología celular. Membrana citoplásmica y especializaciones.



Esta representación esquemática nos muestra el modelo de la membrana citoplásmica en tres dimensiones. En amarillo los fosfolípidos y en rojo, las proteínas.



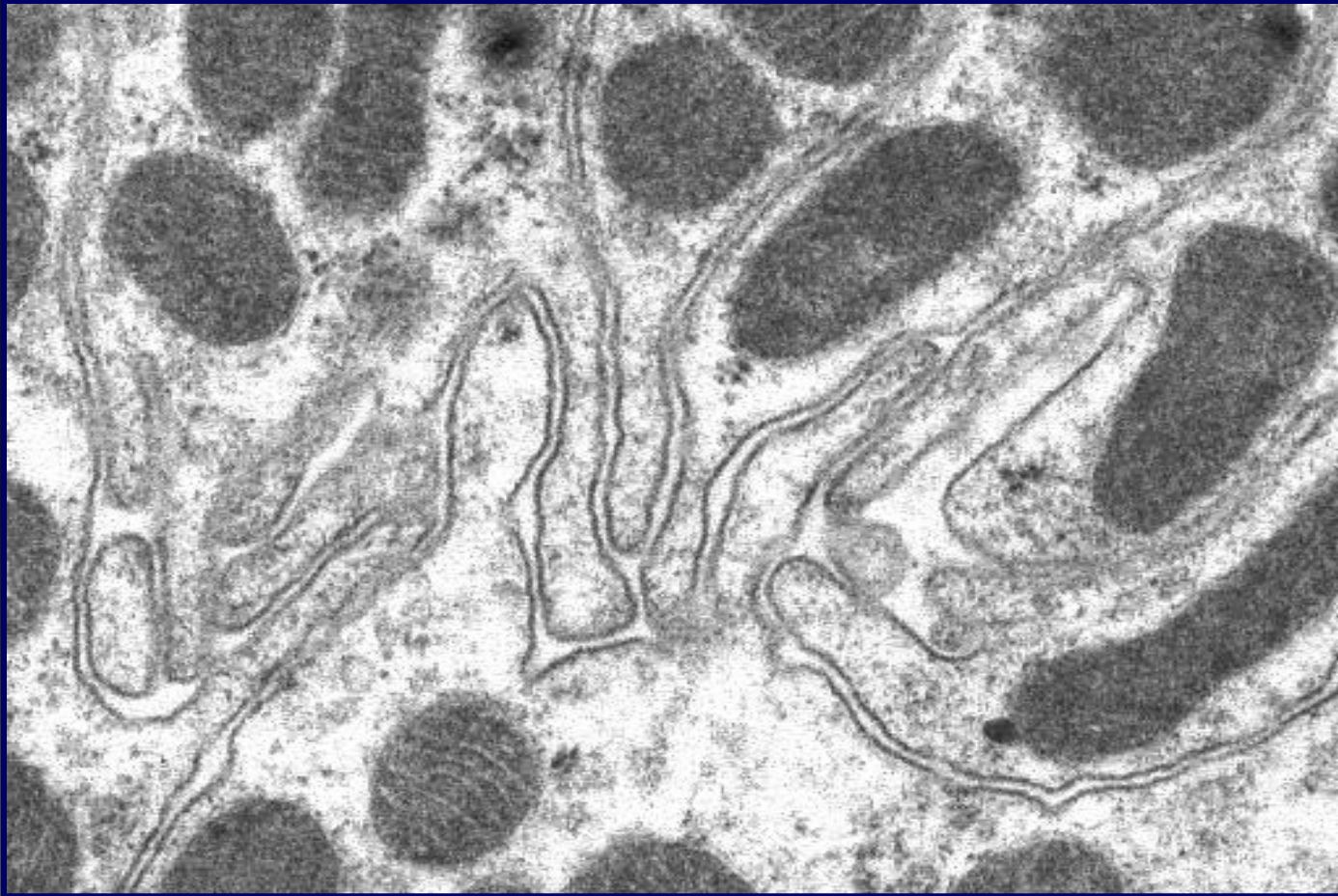
Biología celular. Membrana citoplásmica y especializaciones.



Esta es una representación esquemática simple del modelo de la membrana citoplásmica. En amarillo tenemos los fosfolípidos, en rojo las proteínas y en morado, con letra, el componente carbohidrato que constituye el glucocáliz.



Biología celular. Membrana citoplásmica y especializaciones.



El detalle estructural de la membrana citoplásmica sólo es apreciable por medio del microscopio electrónico de transmisión. Aquí observamos la notable flexibilidad de la membrana citoplásmica.



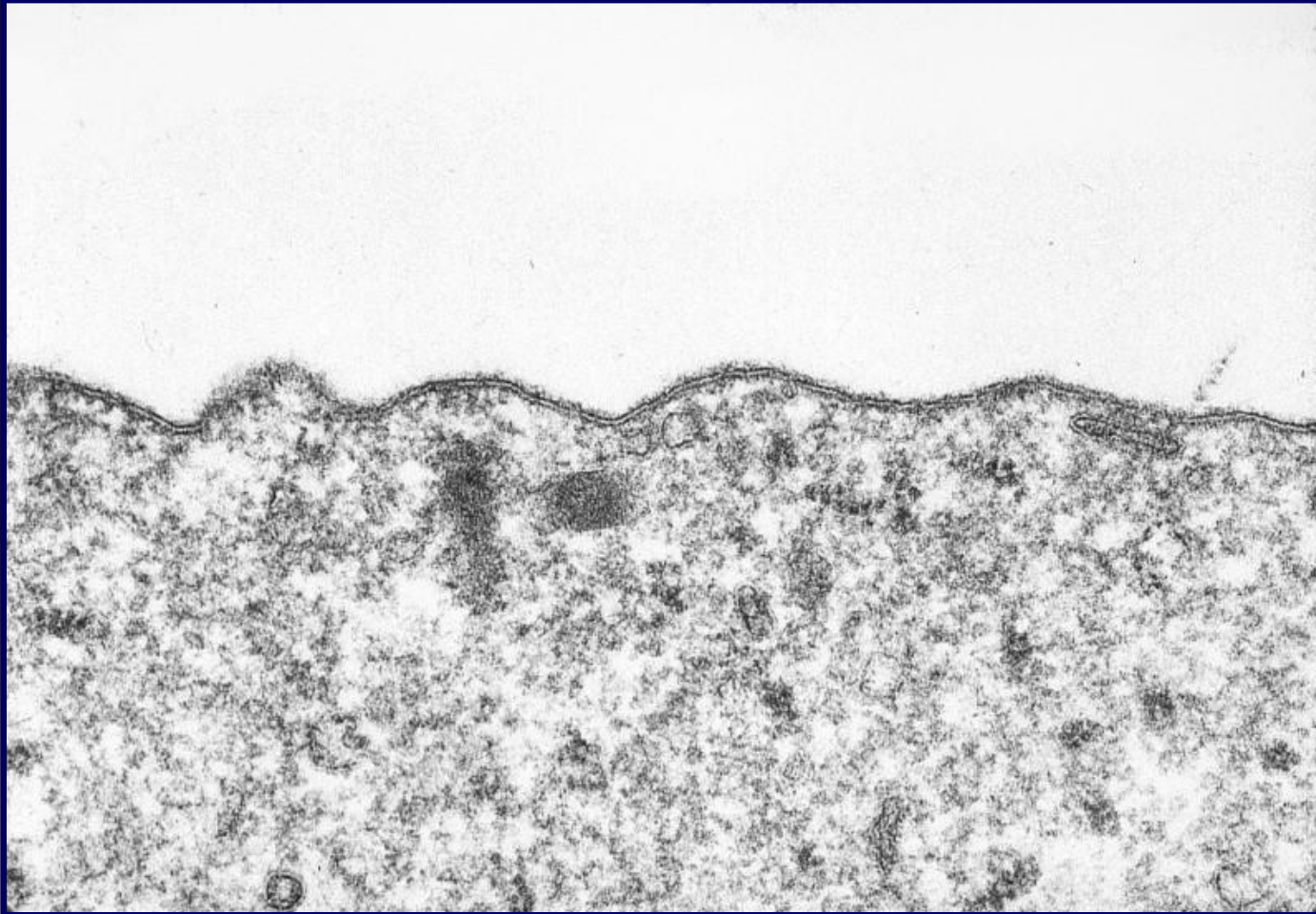
Biología celular. Membrana citoplásmica y especializaciones.



En condiciones ideales de procesamiento, el microscopio electrónico de transmisión nos muestra que la membrana citoplásmica está conformada por tres líneas: obscura-clara-obscura. A este aspecto se le conoce como **unidad de membrana**.



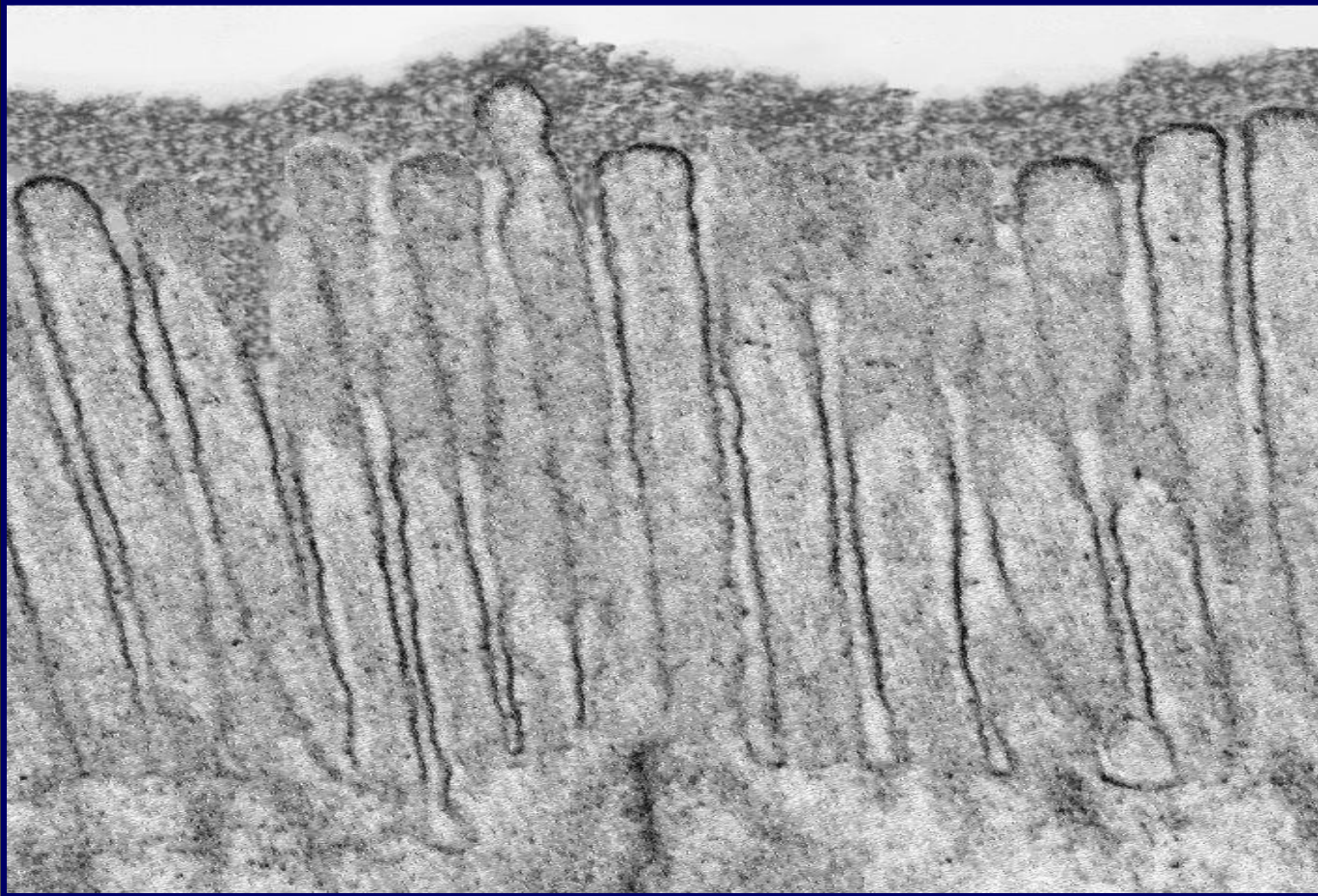
Biología celular. Membrana citoplásmica y especializaciones.



En esta micrografía electrónica de transmisión es mucho más evidente el aspecto de **unidad de membrana**.

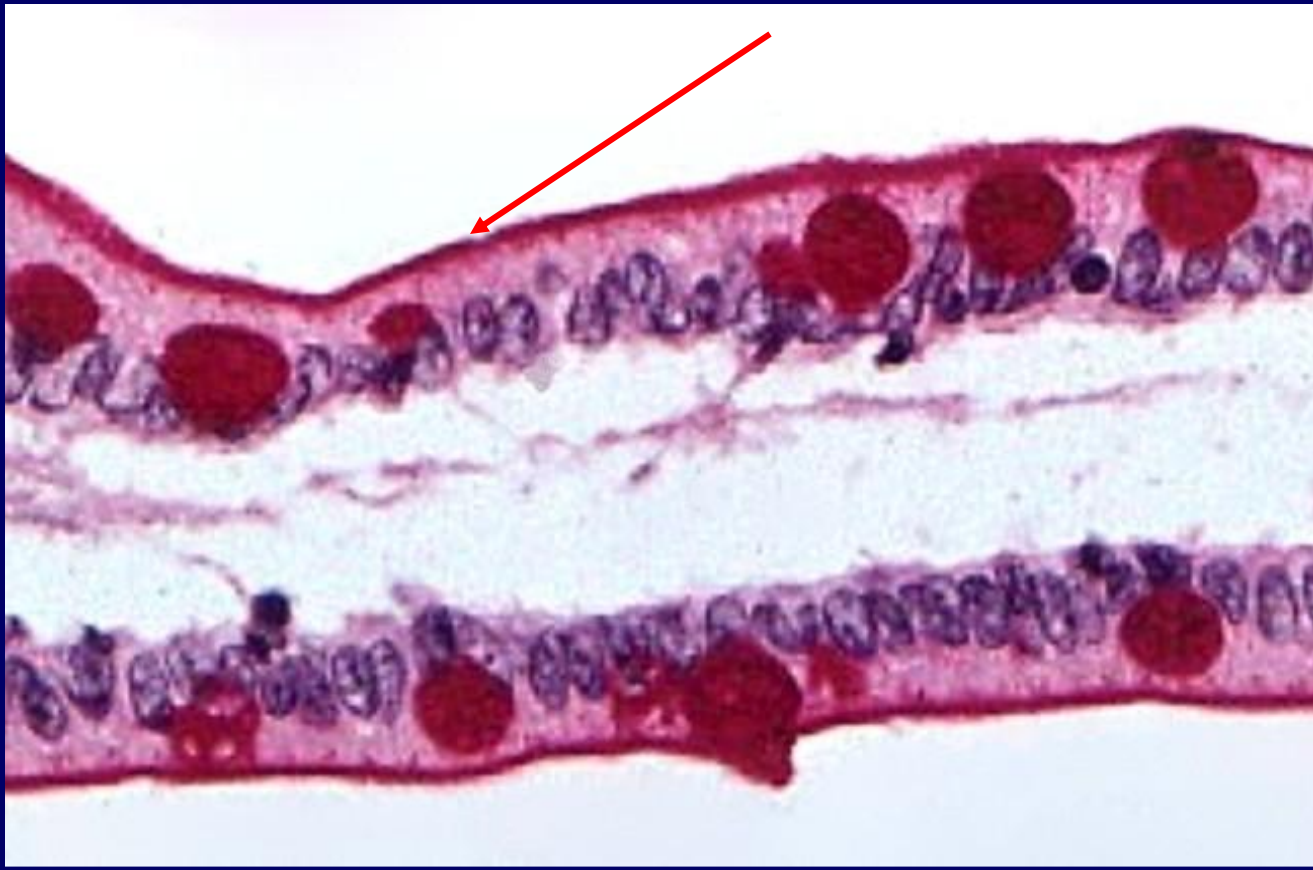


Biología celular. Membrana citoplásmica y especializaciones.



El glucocáliz se aprecia como un material grumoso en contacto con prolongaciones de citoplasma y membrana que se conocen como microvellosidades.

Biología celular. Membrana citoplásmica y especializaciones.



La constitución de tipo carbohidrato del glucocáliz se pone de manifiesto con la técnica de P.A.S. Observe que la superficie del epitelio intestinal muestra una línea roja que corresponde a esta zona de la membrana citoplásmica.



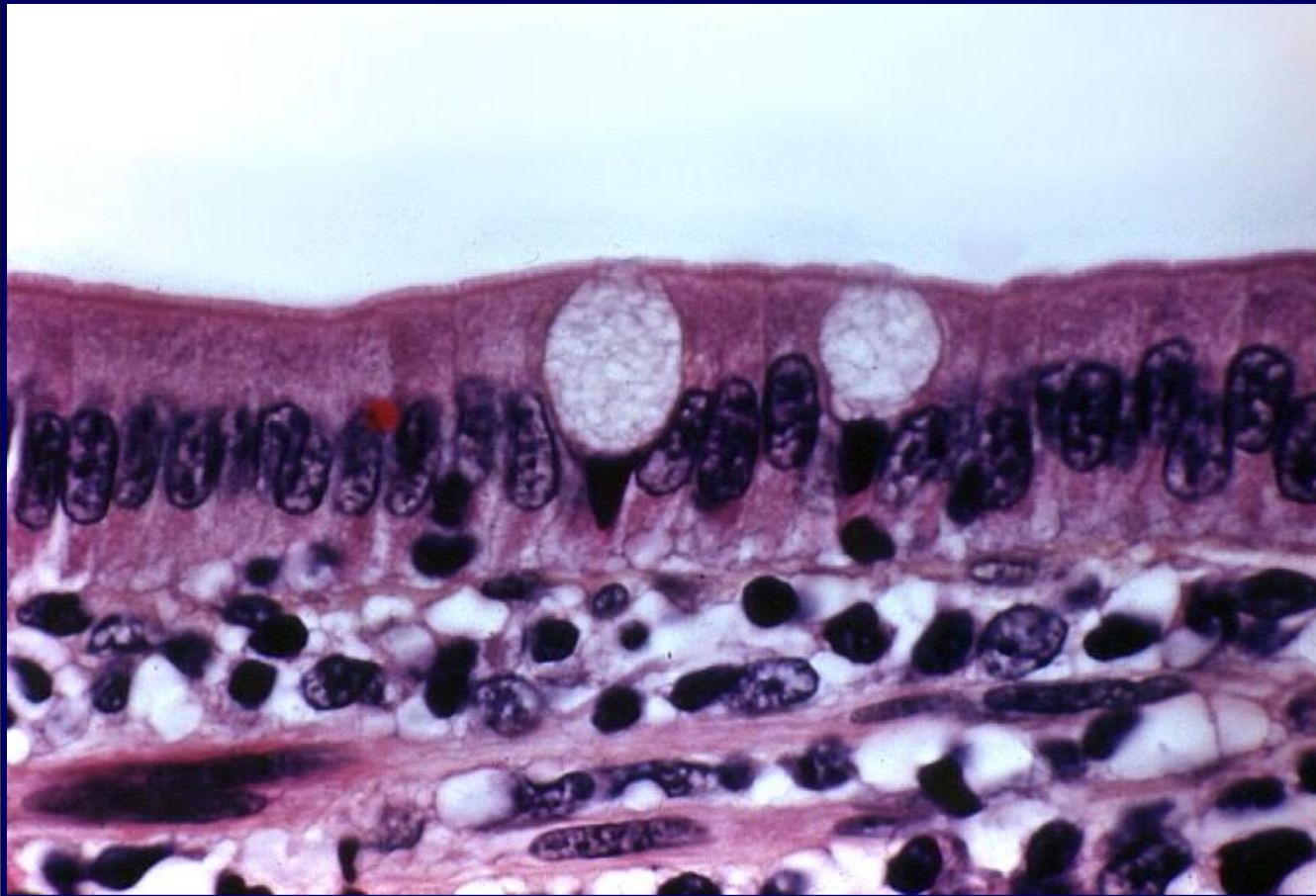
Biología celular. Membrana citoplásmica y especializaciones.



Las microvellosidades pueden identificarse con microscopio fotónico. Observe que la superficie de las células intestinales muestra numerosas microvellosidades que dan el aspecto de "borde estriado".



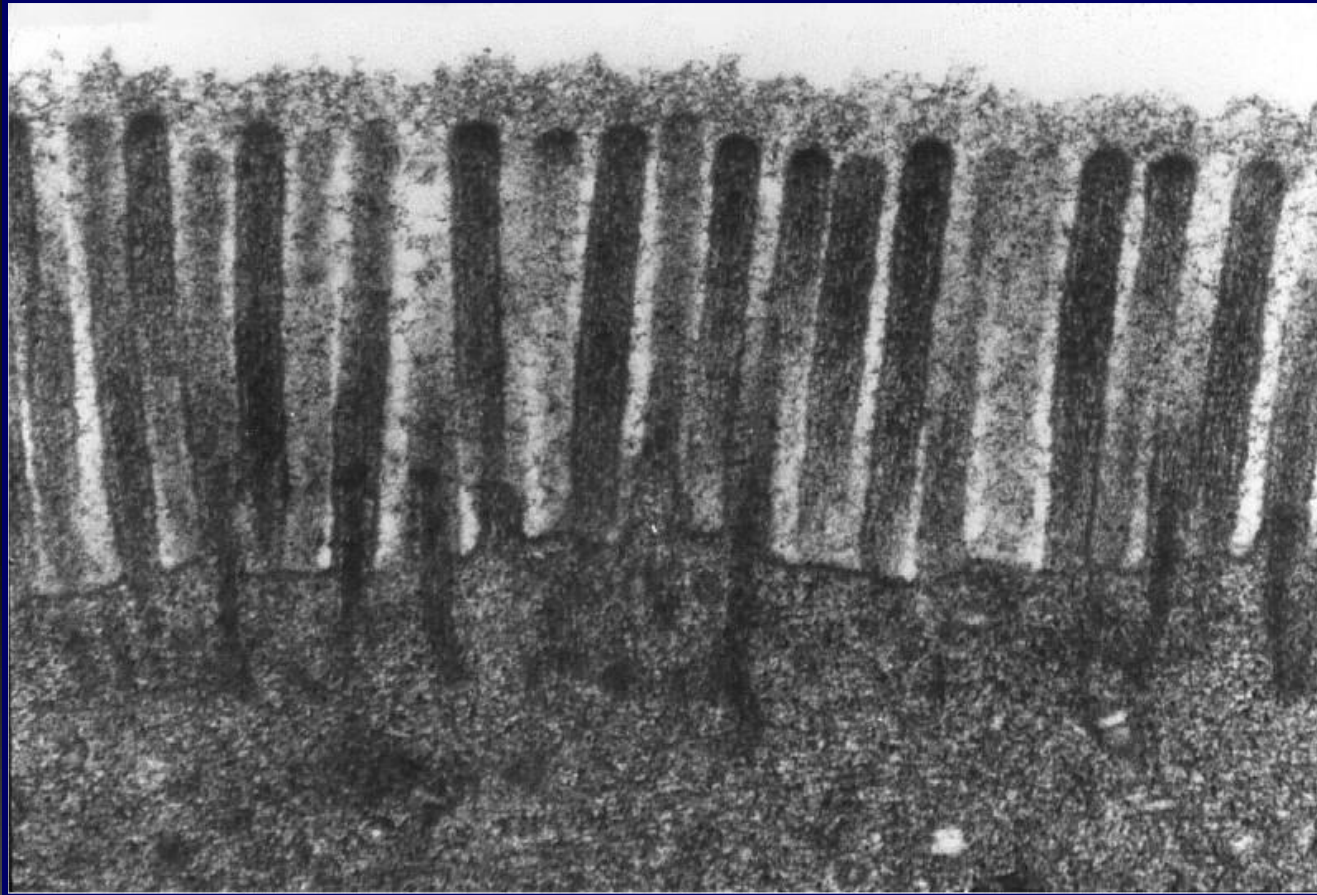
Biología celular. Membrana citoplásmica y especializaciones.



Este es otro corte de intestino en el que se puede identificar el aspecto de borde estriado. Corresponde a numerosísimas vellosidades en paralelo.



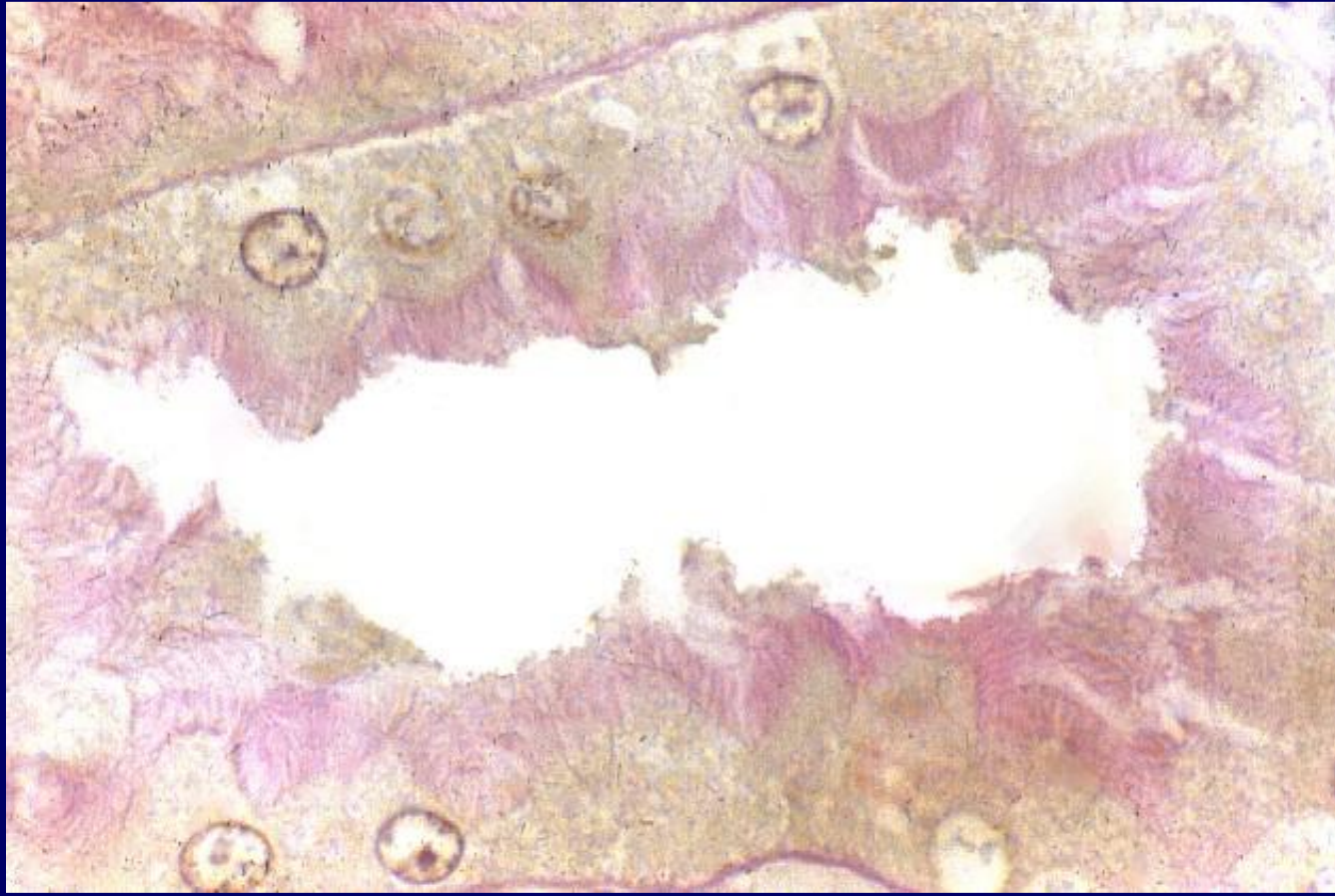
Biología celular. Membrana citoplásmica y especializaciones.



En esta micrografía electrónica de transmisión se aprecia el detalle de las microvellosidades rectas del intestino delgado, así como del glucocáliz en la superficie.



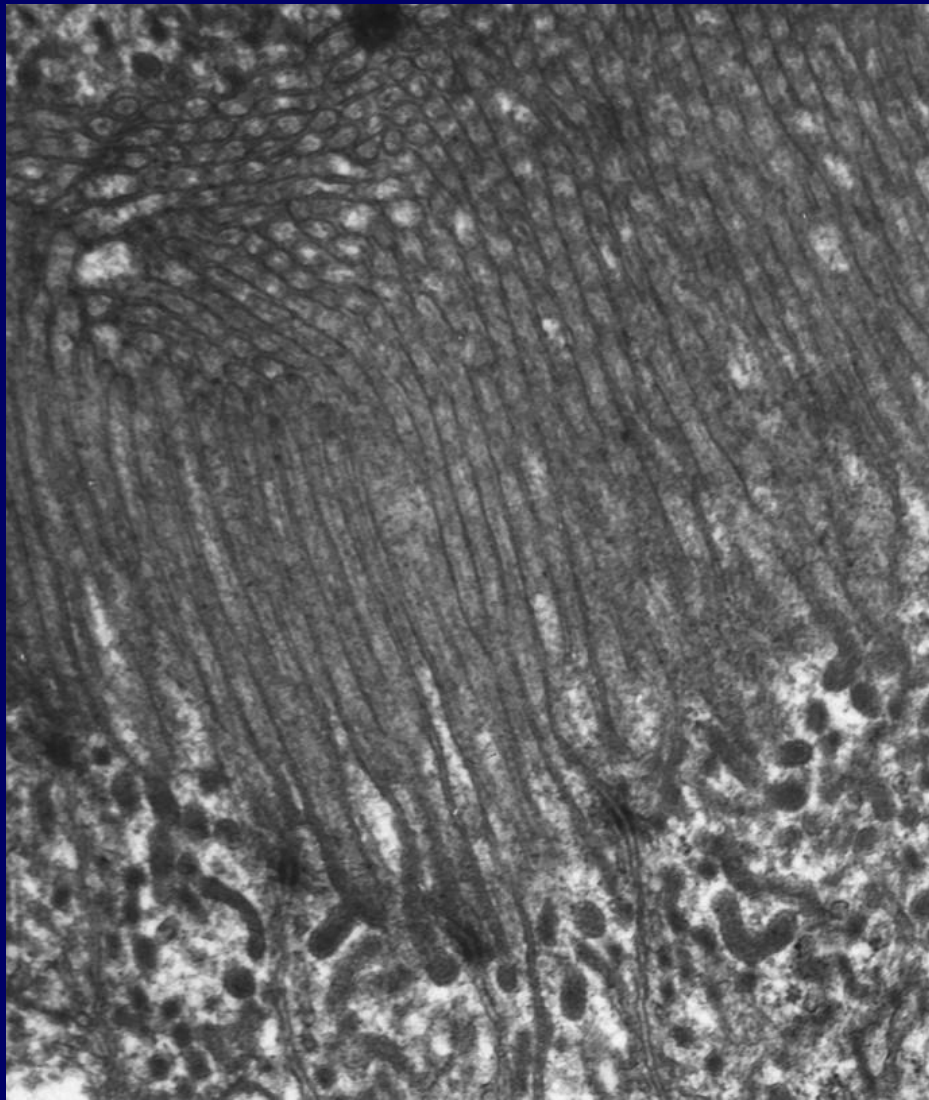
Biología celular. Membrana citoplásmica y especializaciones.



En el riñón, las microvellosidades son particularmente grandes. Aquí se observan en rosa. Note que en algunos casos la longitud de la microvellosidad es equivalente a la altura de la célula.



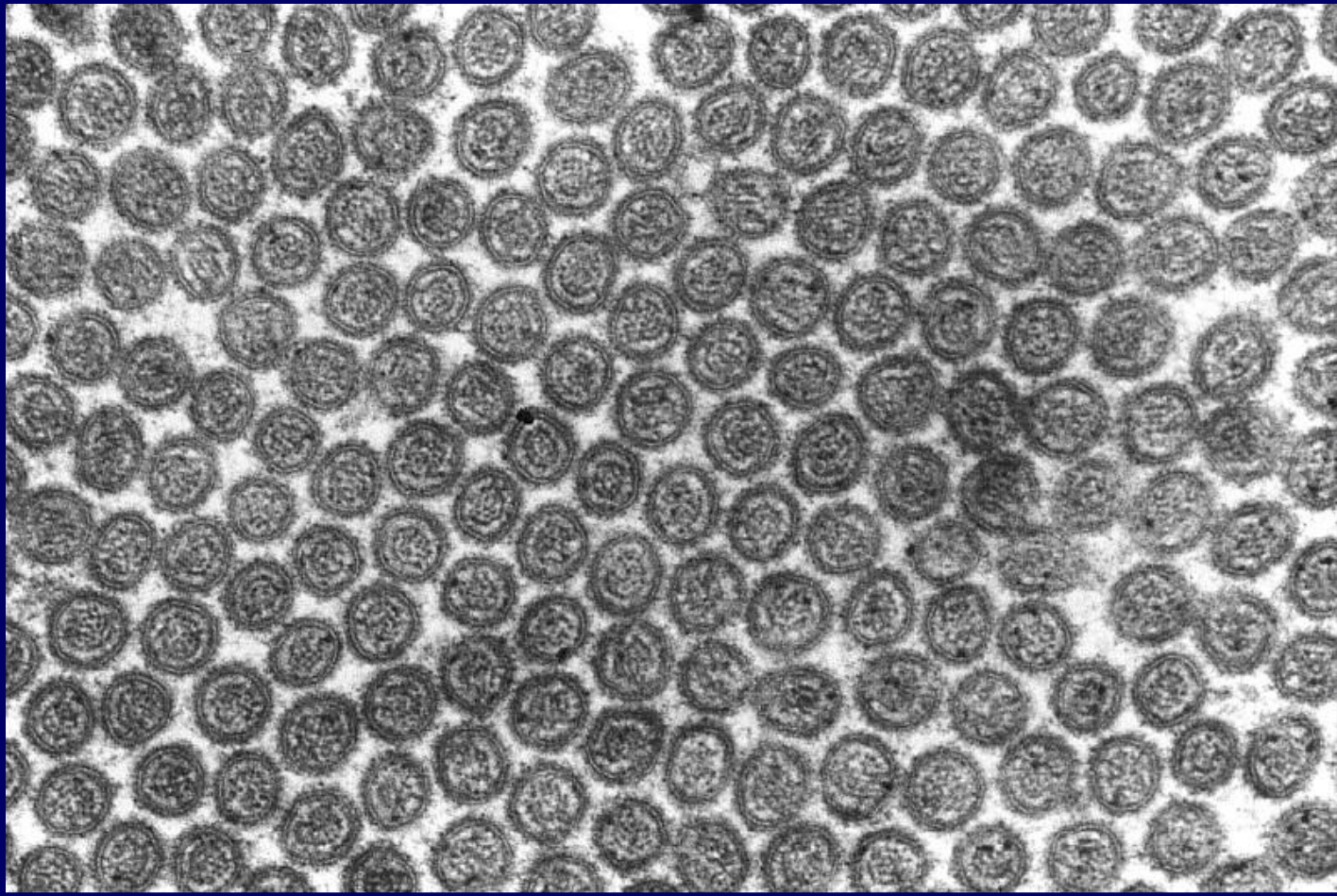
Biología celular. Membrana citoplásmica y especializaciones.



Corte de riñón. La superficie celular muestra una gran cantidad de microvellosidades.



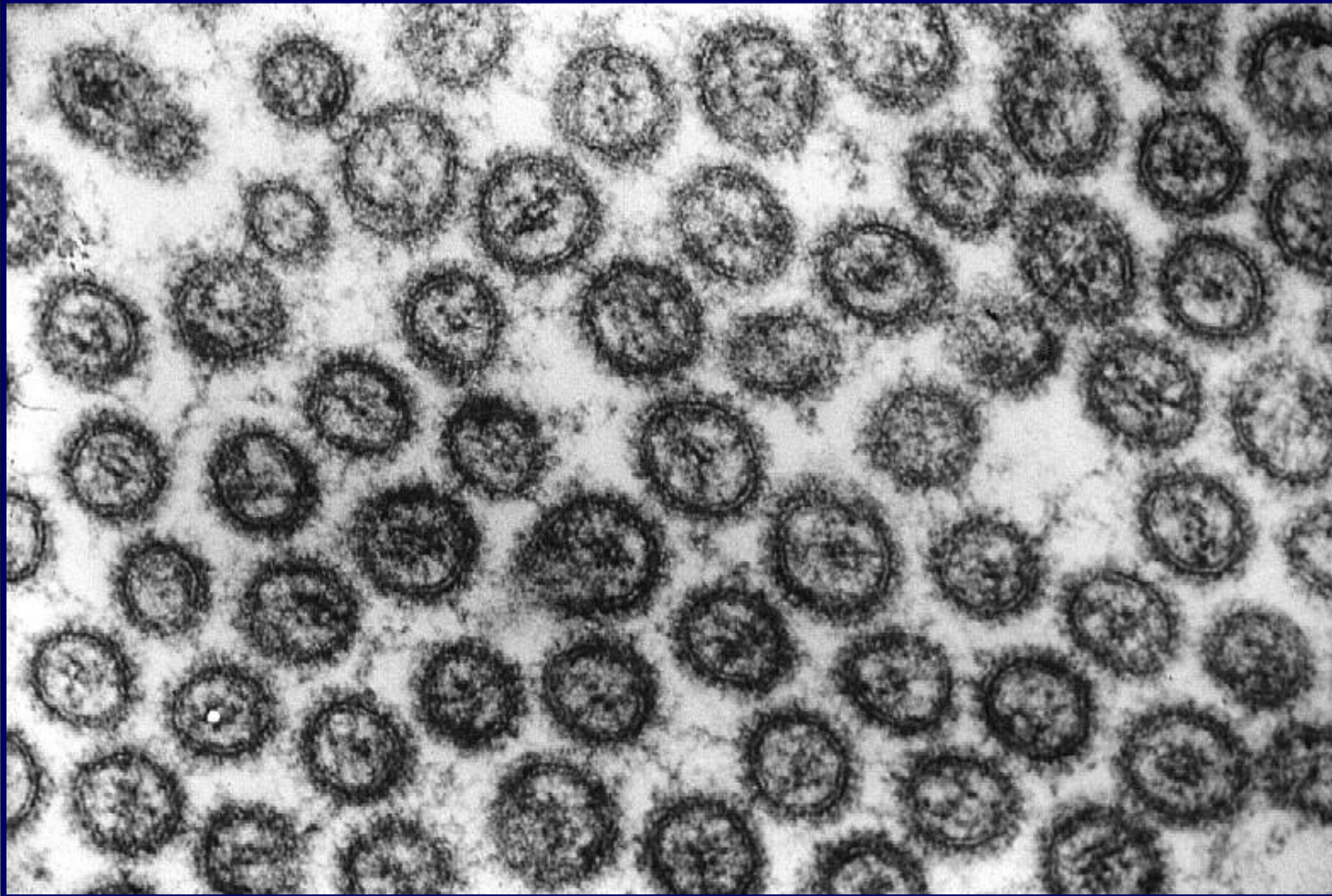
Biología celular. Membrana citoplásmica y especializaciones.



Cuando se cortan en sentido transversal, las microvellosidades intestinales se aprecian como cuerpo redondeados. En su porción central se identifican los filamentos. Hacia la periferia hay una "pelusita"; corresponde al glucocáliz.



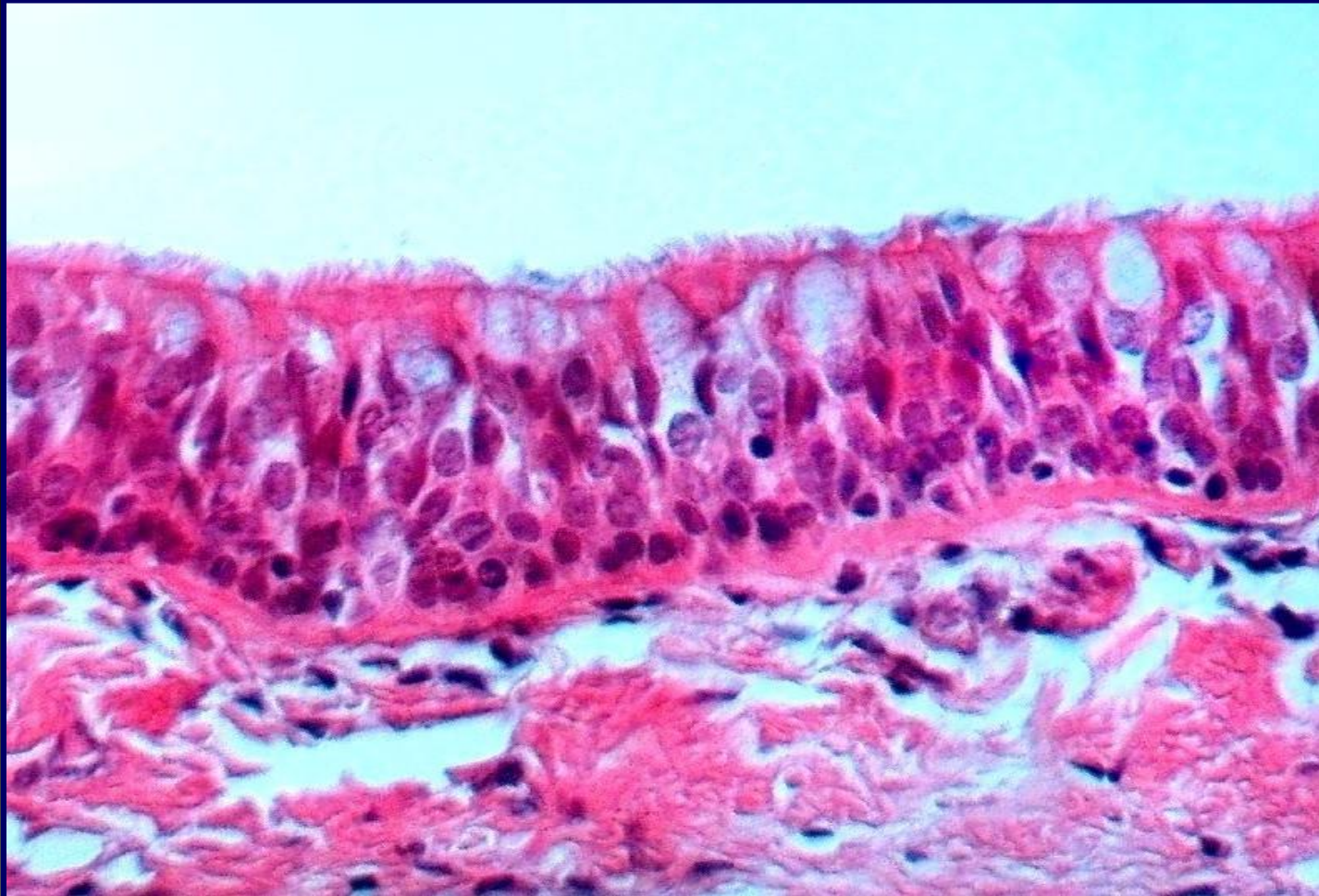
Biología celular. Membrana citoplásmica y especializaciones.



A mayores aumentos se logra identificar la imagen en unidad de membrana, además del glucocáliz y los filamentos de la porción central de las microvellosidades intestinales.



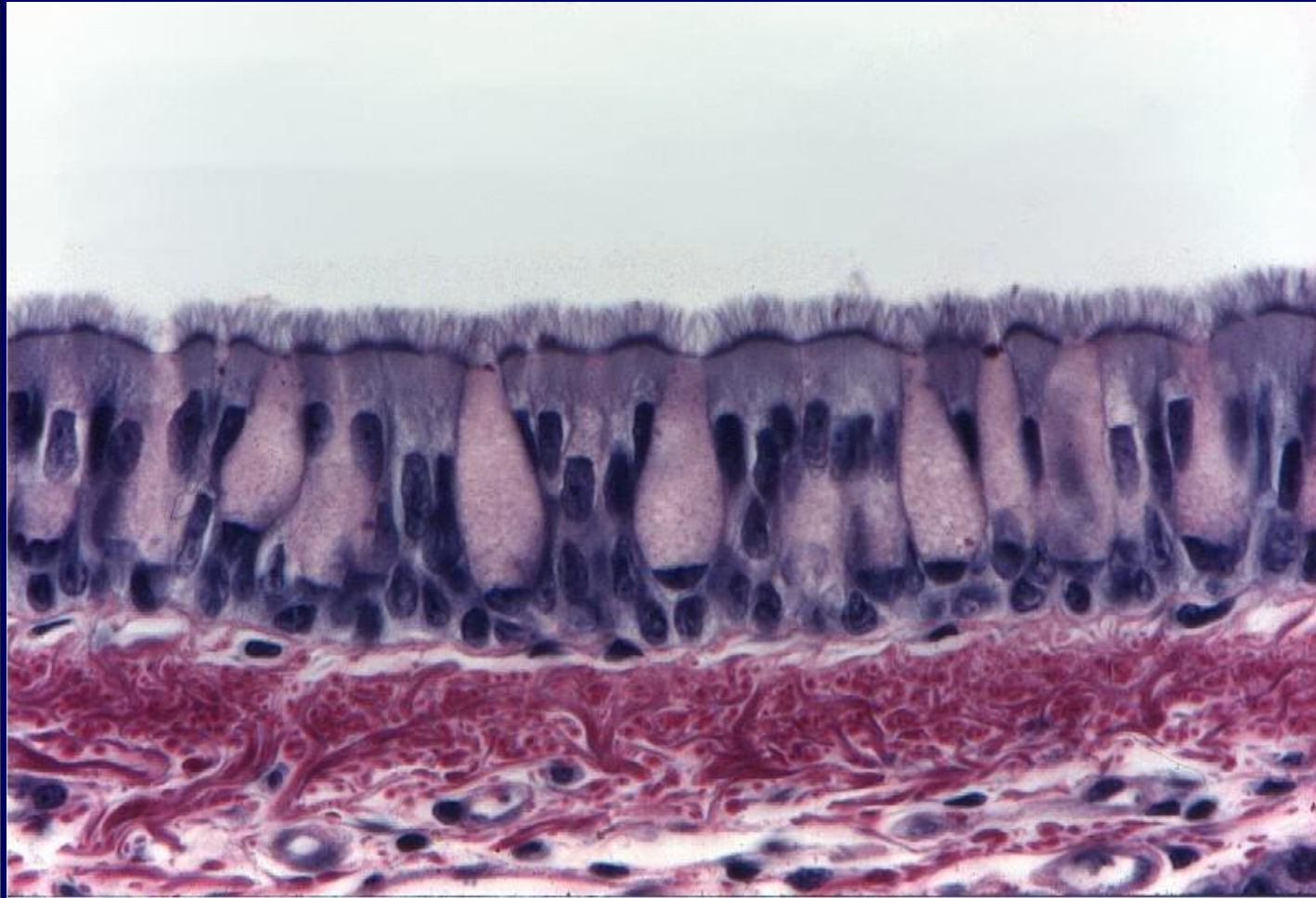
Biología celular. Membrana citoplásmica y especializaciones.



Corte de tráquea humana. La superficie epitelial muestra estructuras alargadas parecidas a diminutas pestañas. Se trata de los cilios.



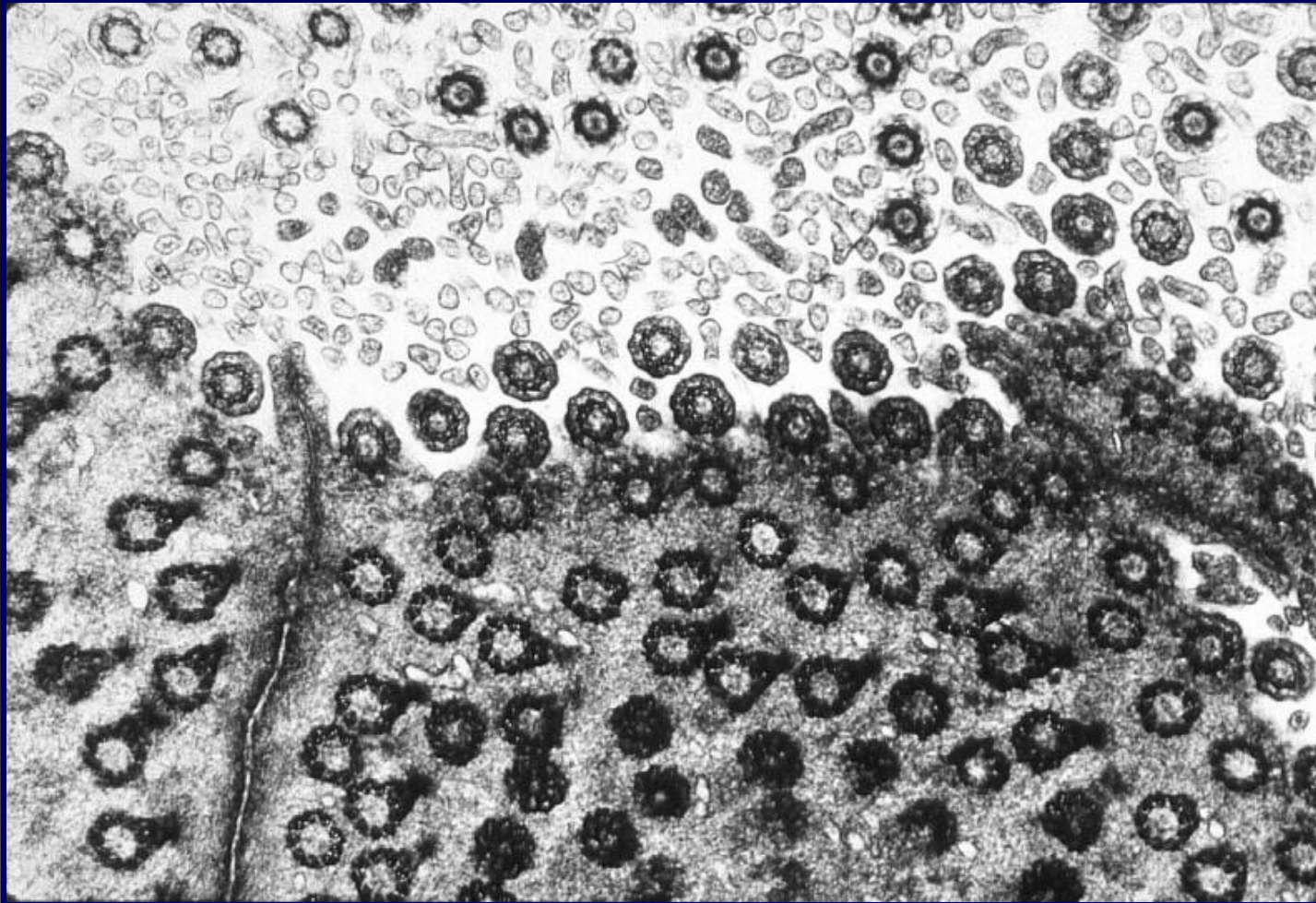
Biología celular. Membrana citoplásmica y especializaciones.



Corte de tráquea en el que se pueden contar los numerosos cilios de la superficie del epitelio respiratorio.

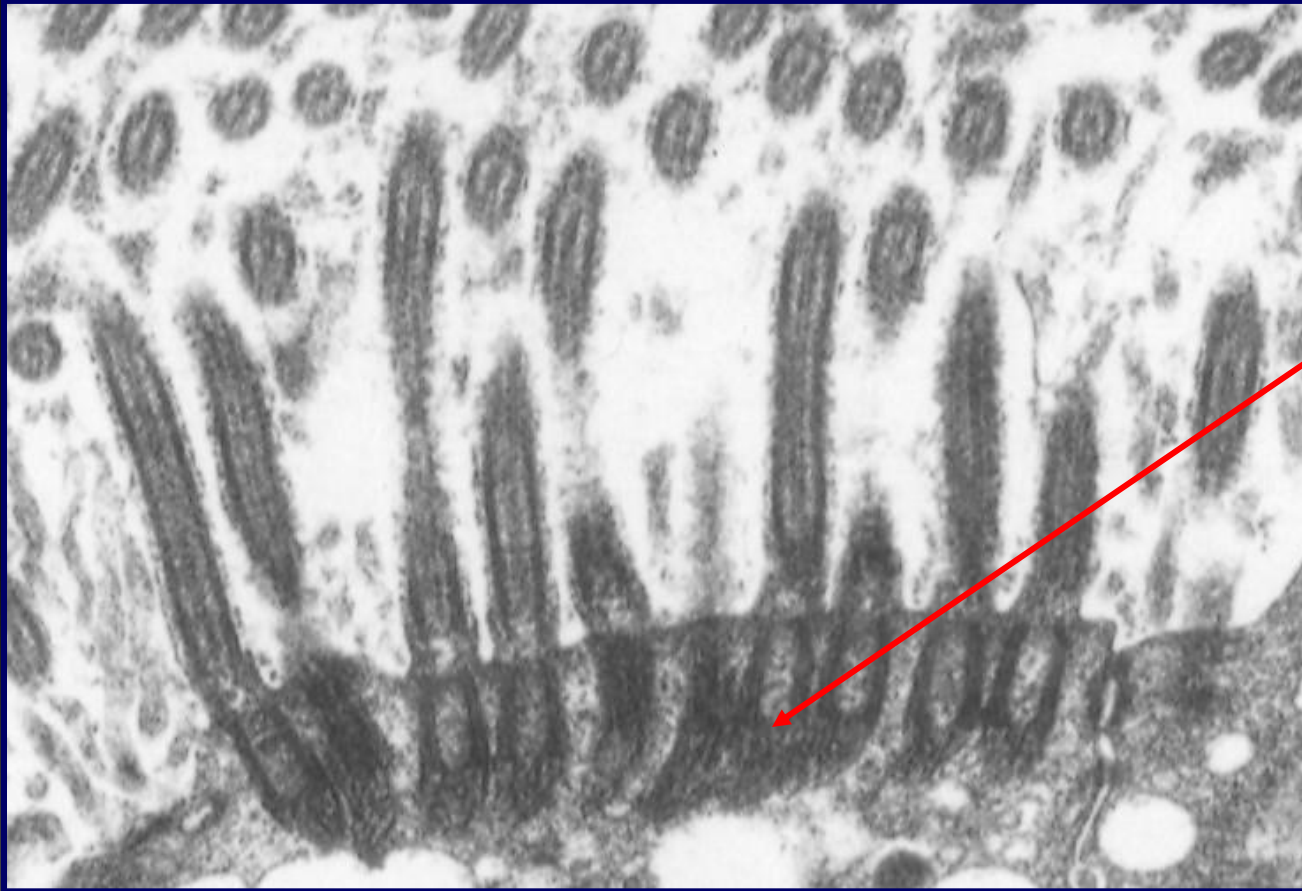


Biología celular. Membrana citoplásmica y especializaciones.



El microscopio electrónico de transmisión nos permite apreciar la estructura interna de los cilios.

Biología celular. Membrana citoplásmica y especializaciones.

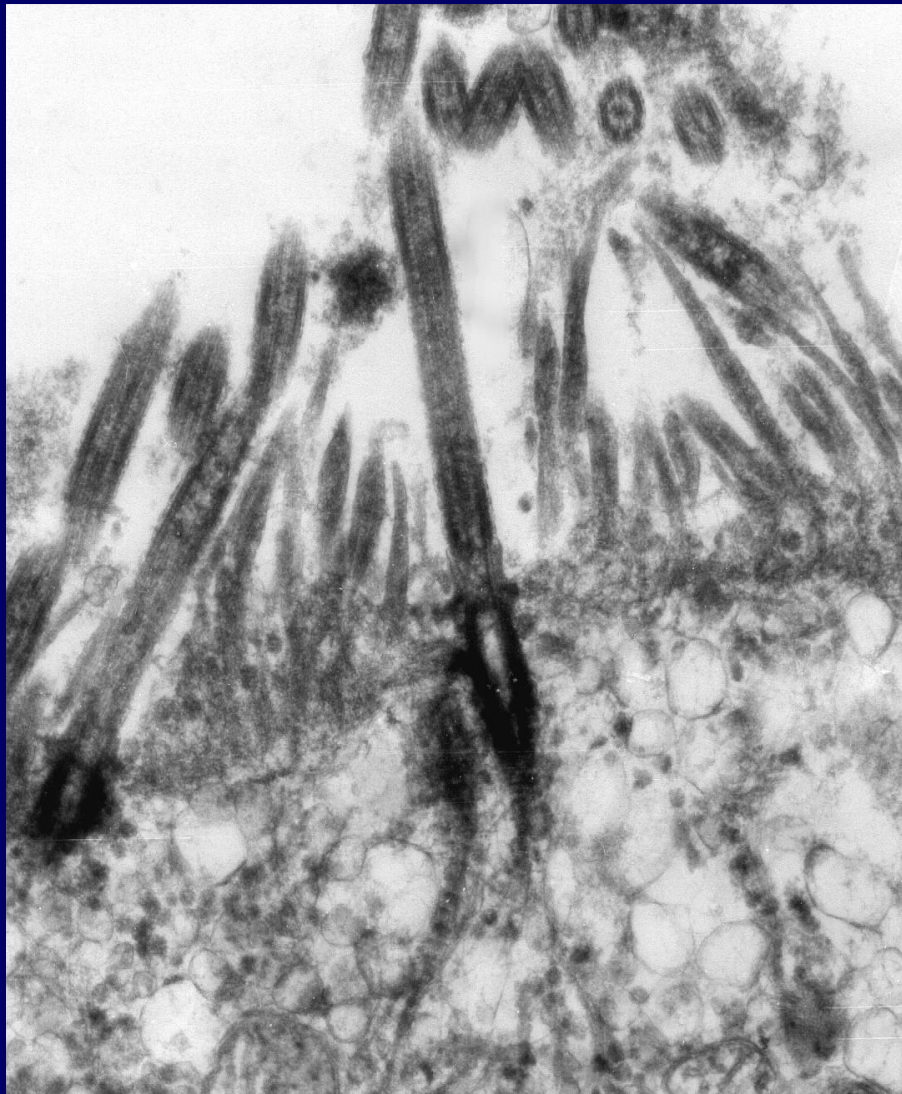


CUERPOS BASALES

En esta micrografía electrónica de transmisión observamos varios cilios en corte longitudinal. En la cara citoplásmica se encuentran los cuerpos basales



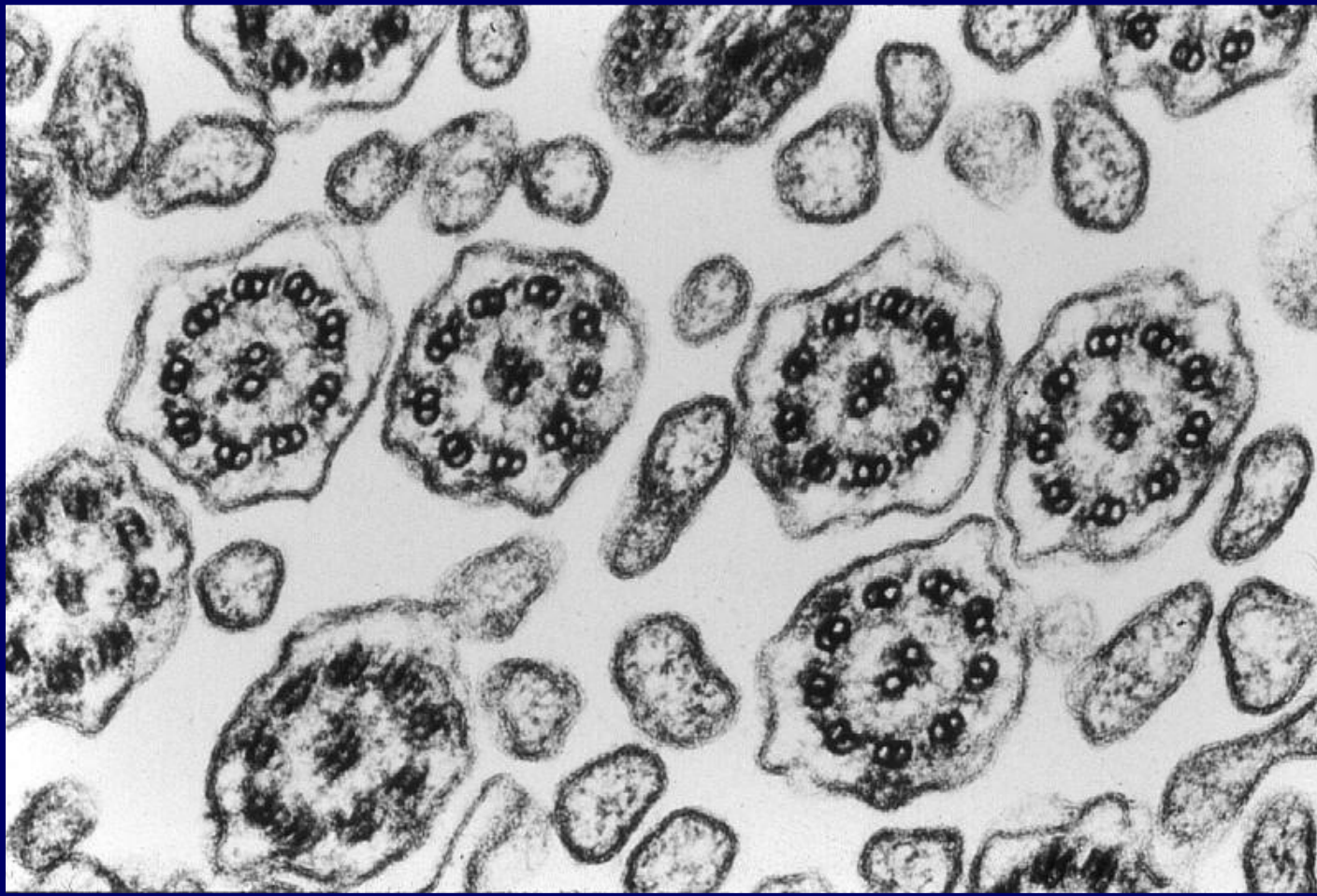
Biología celular. Membrana citoplásmica y especializaciones.



Aquí observamos un cilio en corte longitudinal. Se identifica el cuerpo basal y los elementos del Citoesqueleto que constituyen la raicilla ciliar.



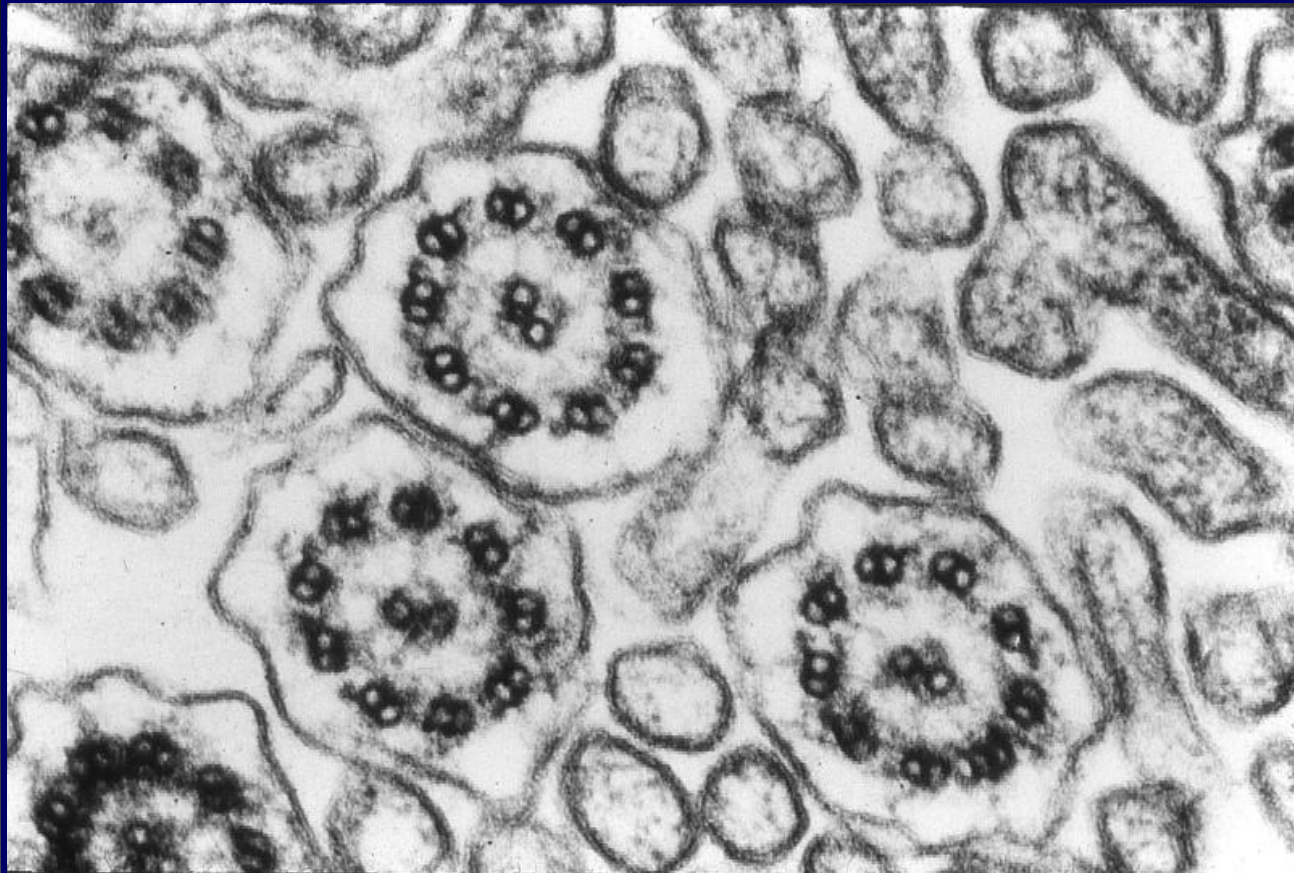
Biología celular. Membrana citoplásmica y especializaciones.



El corte transversal de los cilios nos muestra el arreglo interno de los microtúbulos.



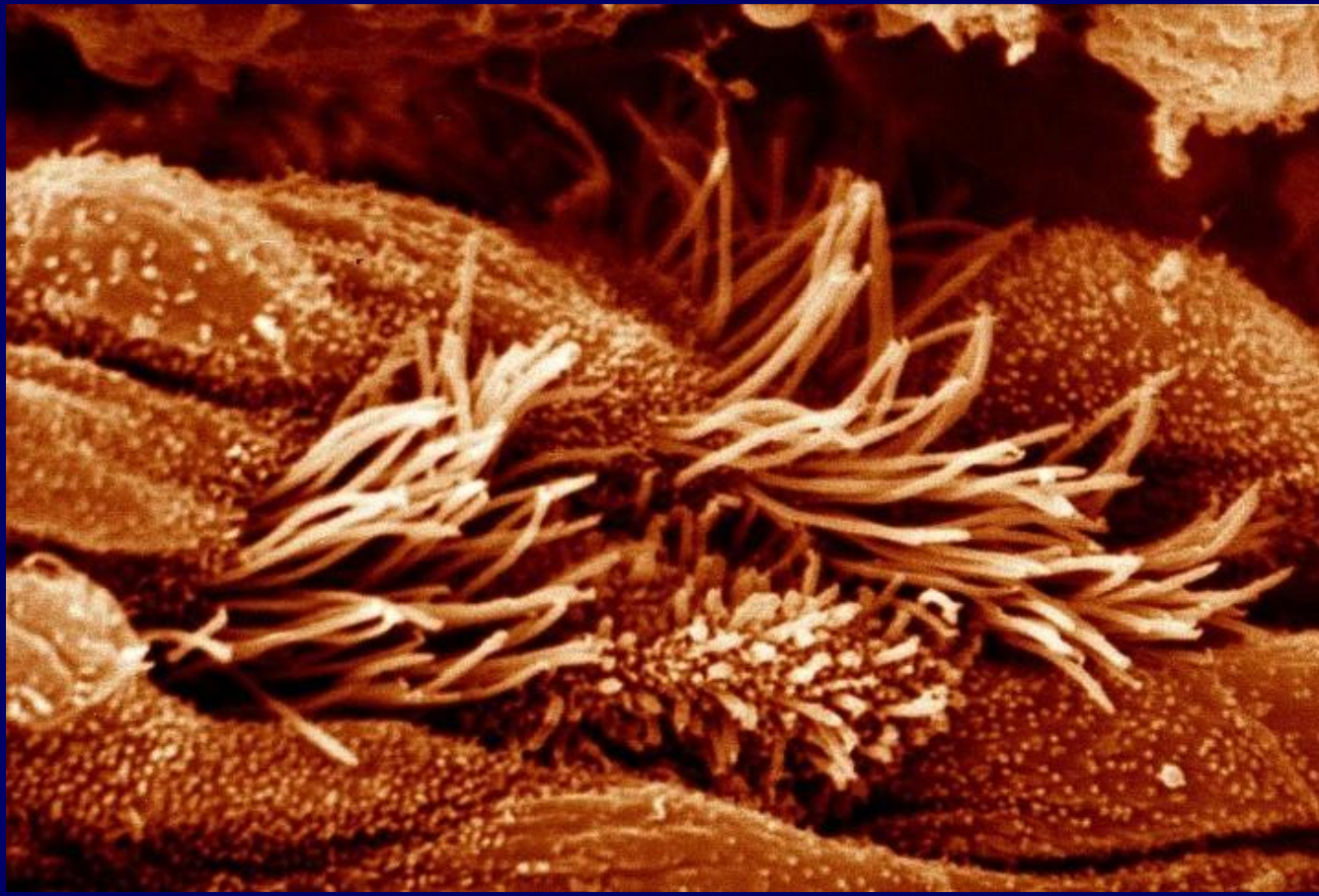
Biología celular. Membrana citoplásmica y especializaciones.



A grandes aumentos podemos apreciar claramente los nueve dobletes periféricos de microtúbulos y el par de singletes centrales. Se pueden identificar además, las prolongaciones que corresponden a la dineína.



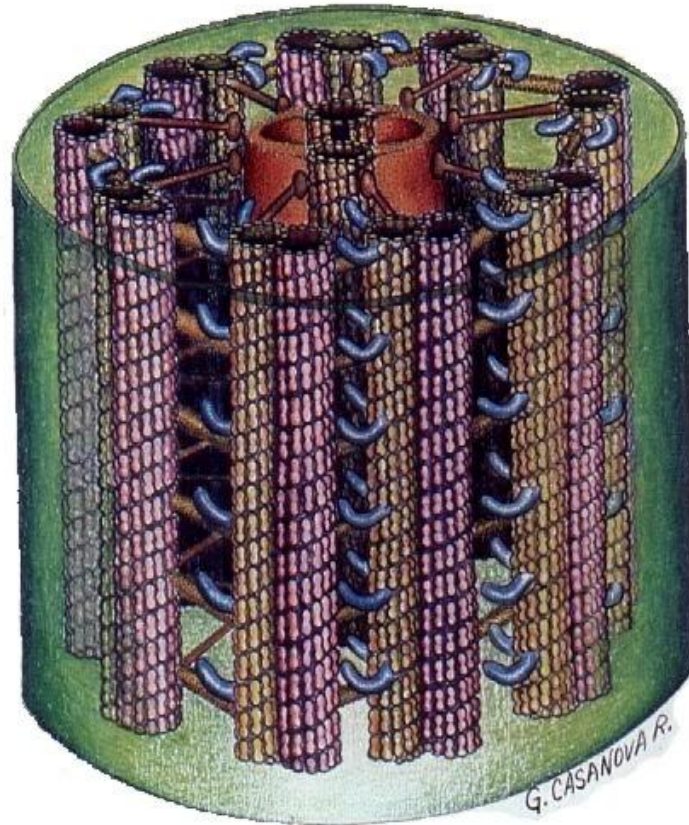
Biología celular. Membrana citoplásmica y especializaciones.



El microscopio electrónico de barrido nos muestra el aspecto comparativo de las microvellosidades (prolongaciones cortas en la superficie celular) y el de los cilios (prolongaciones alargadas)

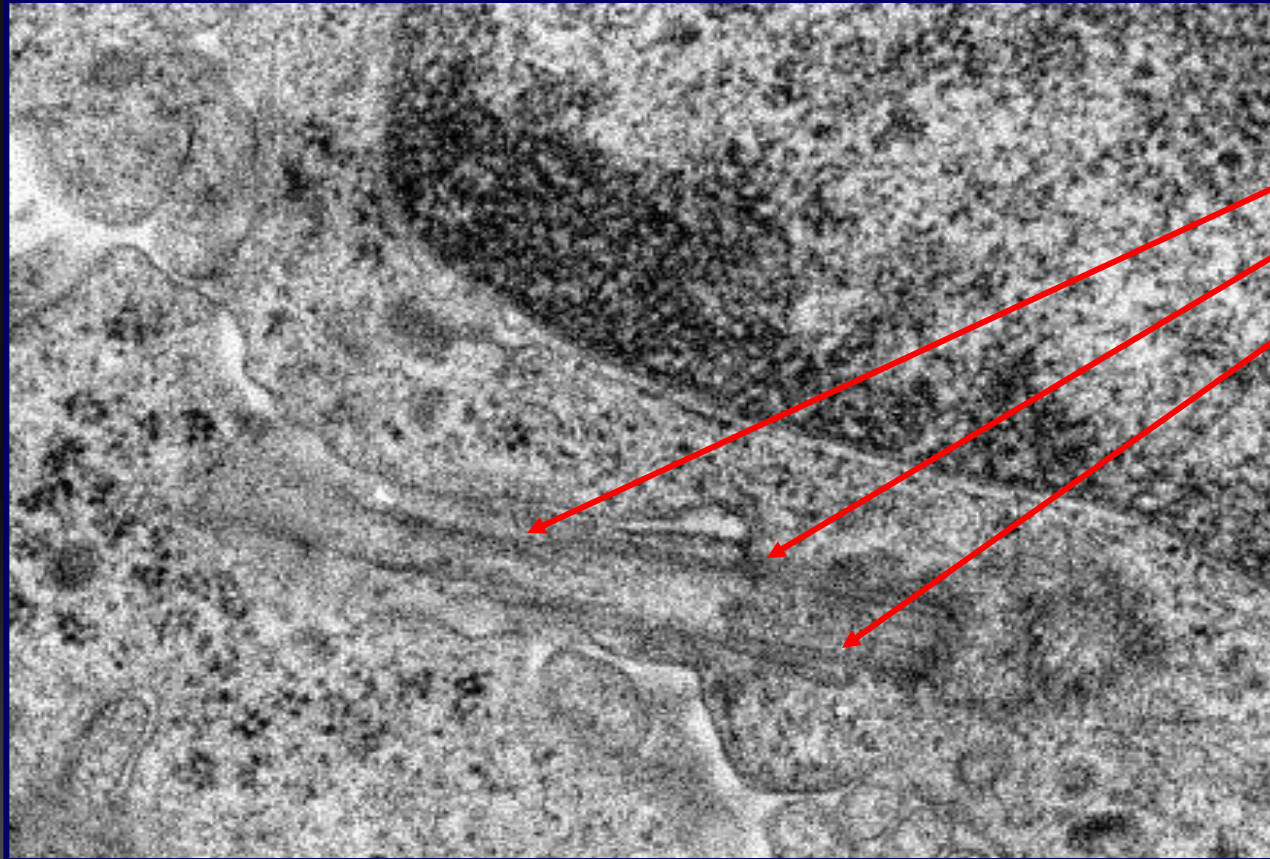


Biología celular. Membrana citoplásmica y especializaciones.



Dibujo semiesquemático en que se muestran los componentes del axonema ciliar en gran detalle.

Biología celular. Membrana citoplásmica y especializaciones.



TALLO

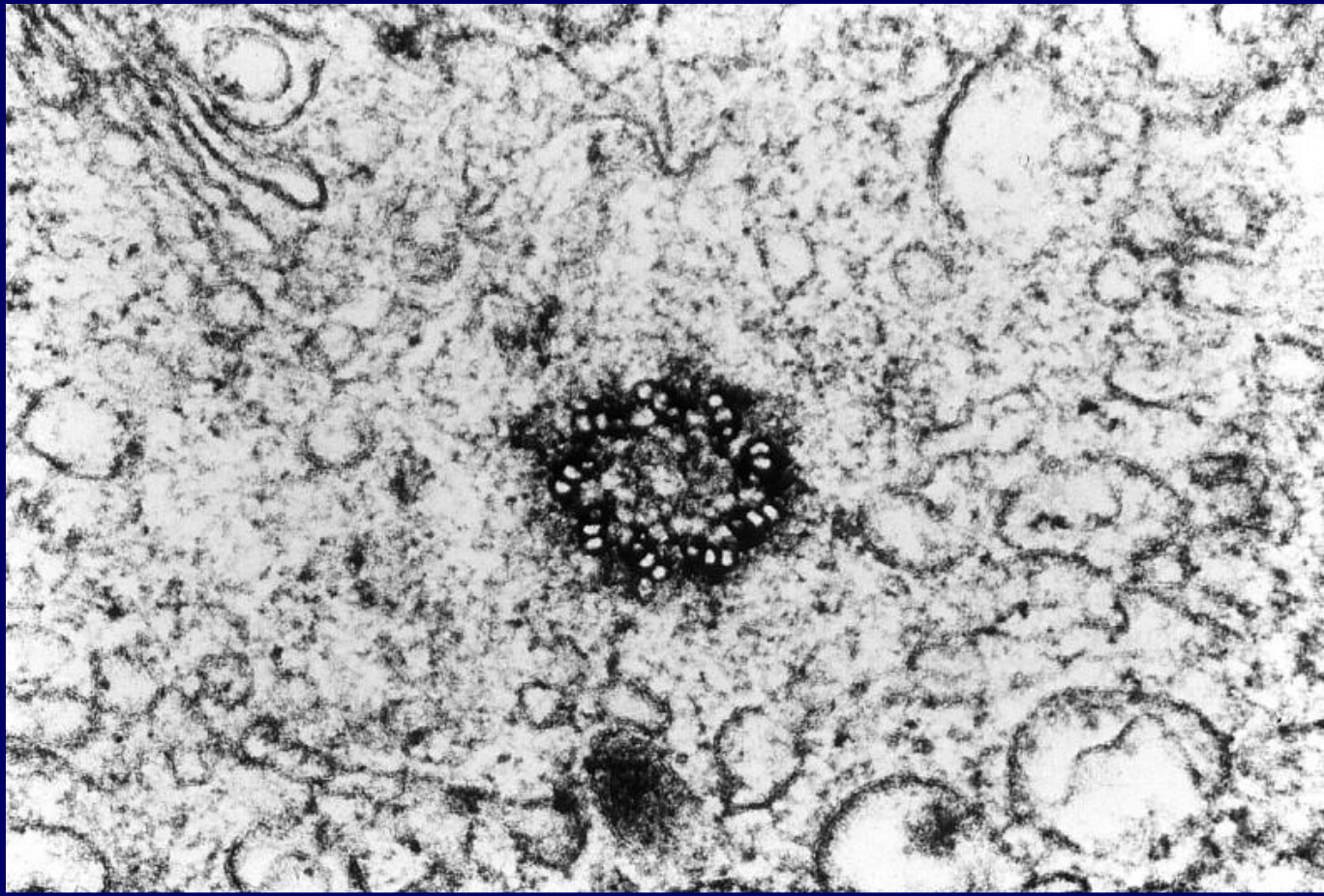
CUERPO BASAL

CENTRÍOLO SECUNDARIO

En esta micrografía electrónica de transmisión observamos un cilio con su tallo, su cuerpo basal y el segundo centríolo que se encuentra en ángulo recto.



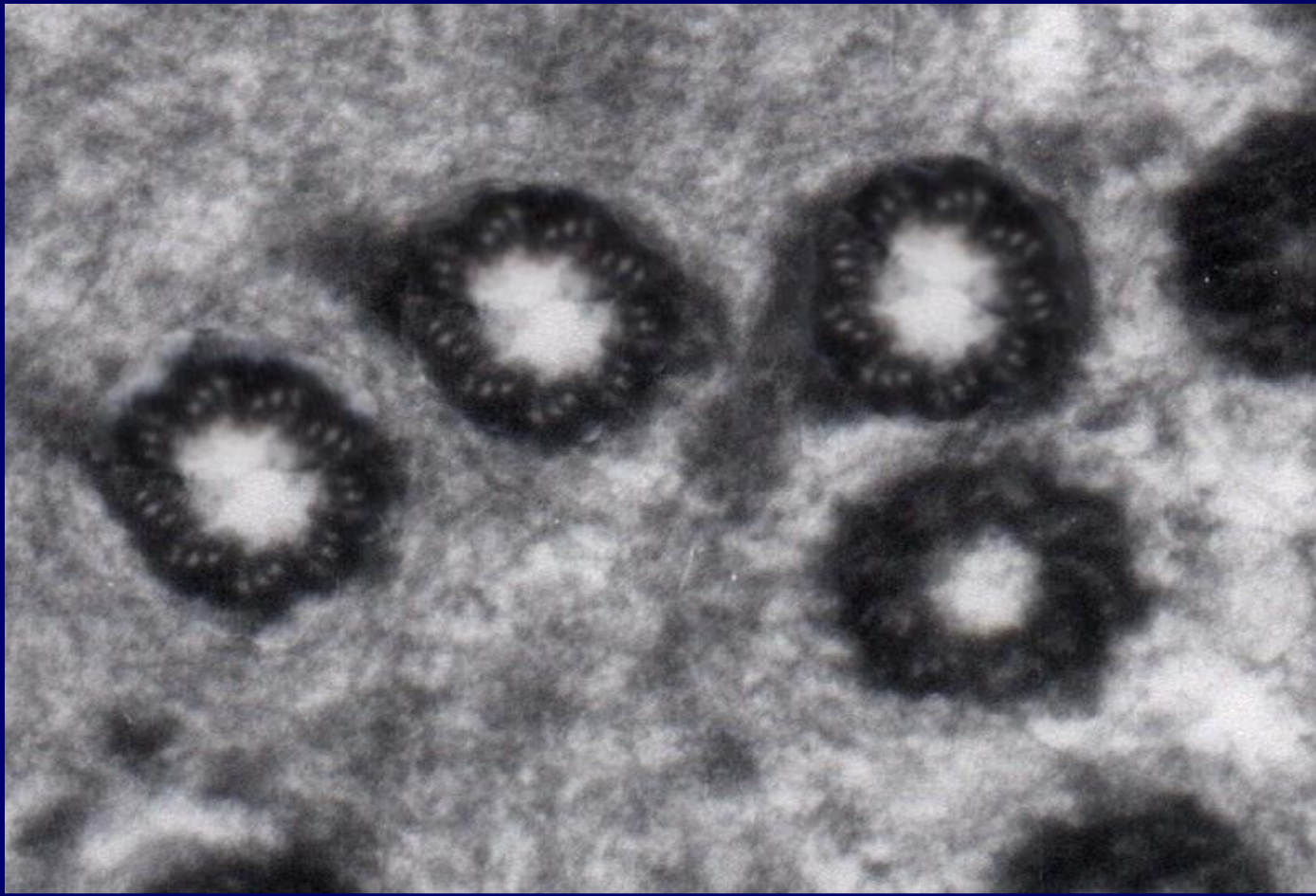
Biología celular. Membrana citoplásmica y especializaciones.



Este es el aspecto del axonema de un centriolo. Observe que está constituido por nueve triplete periféricos de microtúbulos.



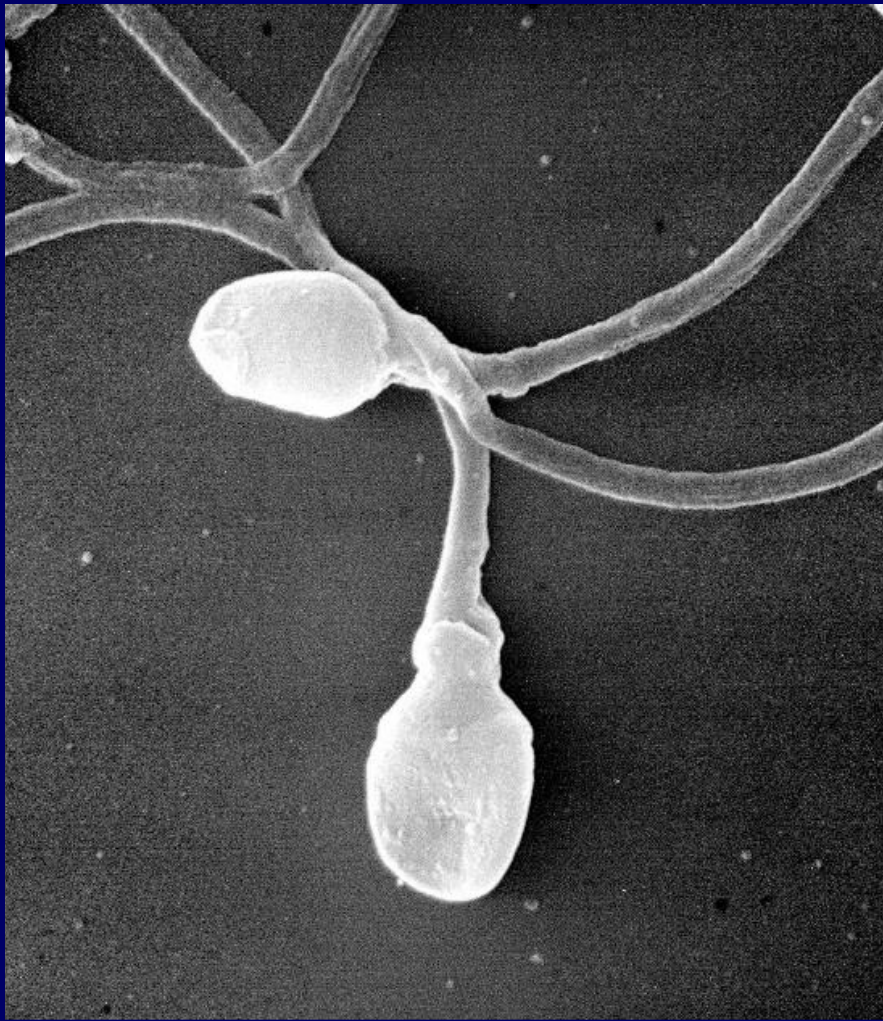
Biología celular. Membrana citoplásmica y especializaciones.



Aquí tenemos una convención de centríolos. Cuente los triletes de microtúbulos periféricos.



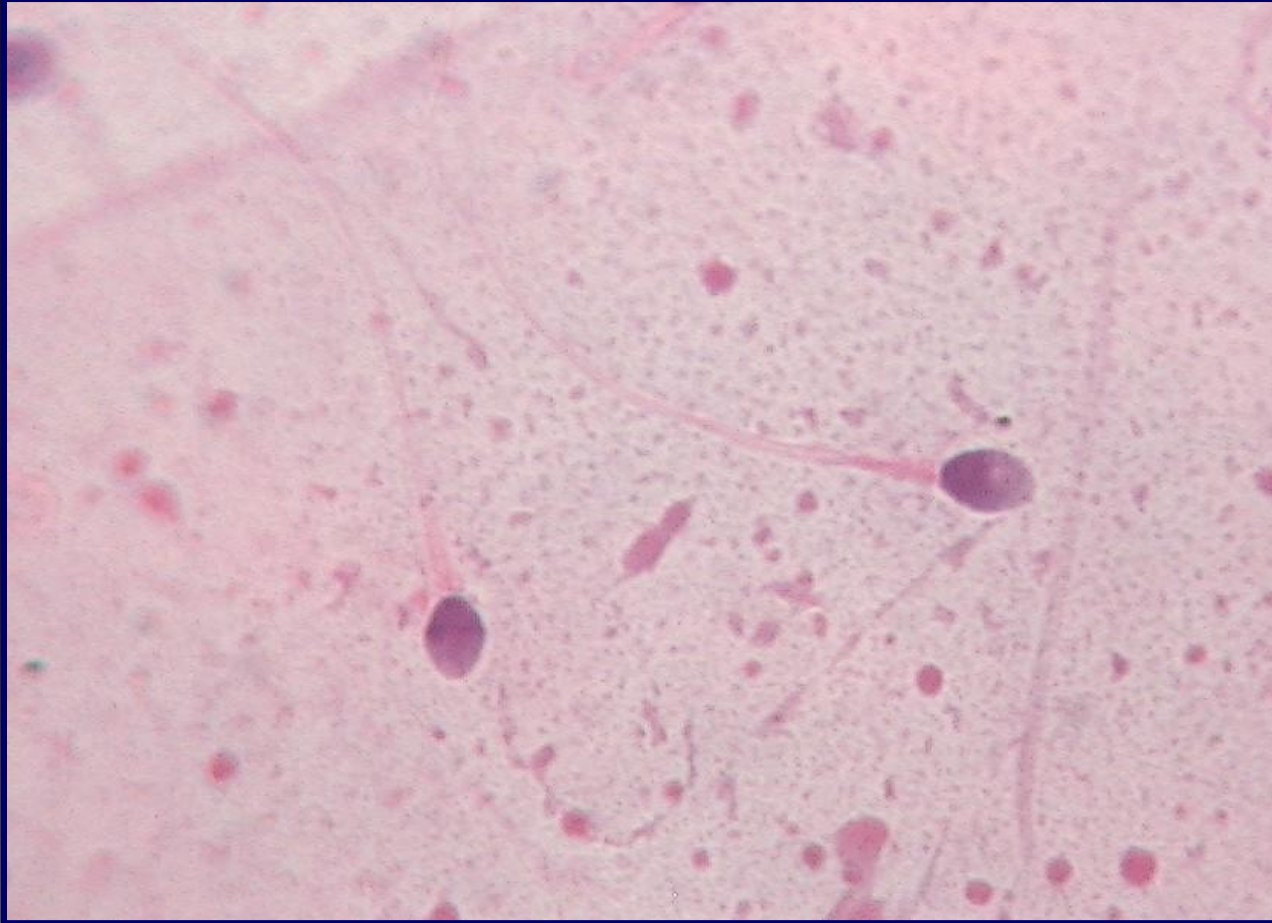
Biología celular. Membrana citoplásmica y especializaciones.



El microscopio electrónico de barrido nos muestra el aspecto de la única célula flagelada humana.

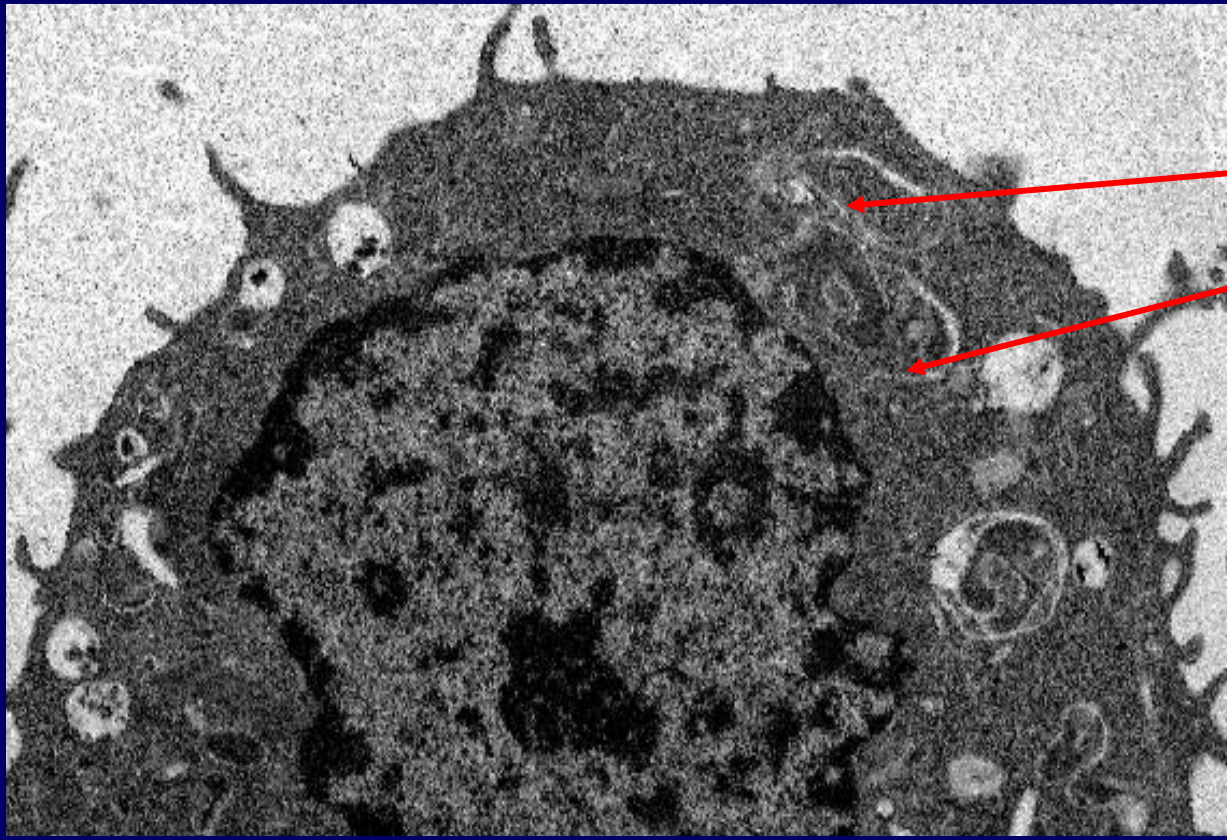


Biología celular. Membrana citoplásmica y especializaciones.



Con microscopio fotónico, el aspecto de los espermatozoides es muy característico.

Biología celular. Membrana citoplásmica y especializaciones

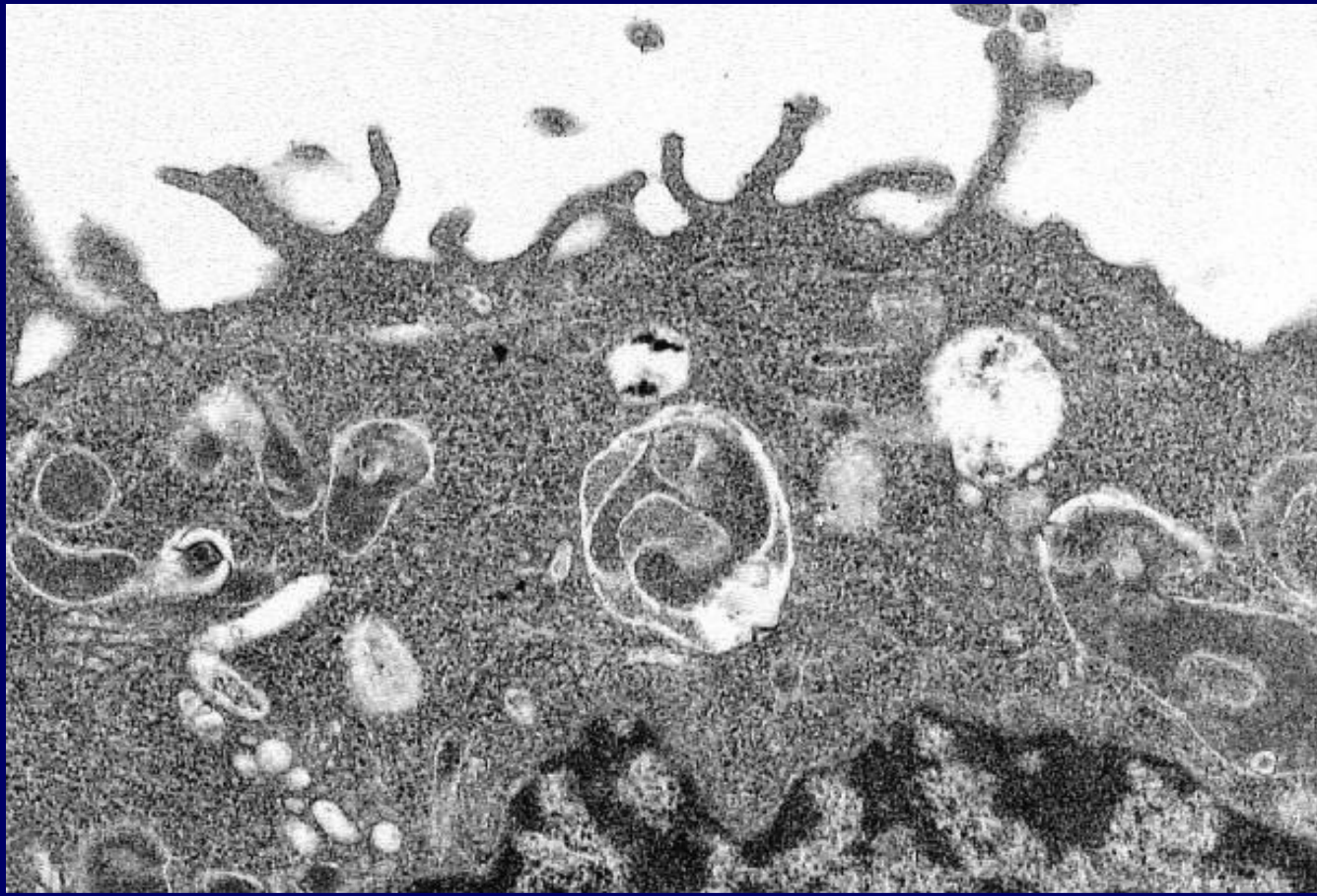


FAGOSOMAS

Aquí observamos con microscopio electrónico de transmisión, parte del citoplasma de un macrófago. Note que se encuentran numerosas estructuras redondeadas que contienen material de forma irregular. Estos son los fagosomas.



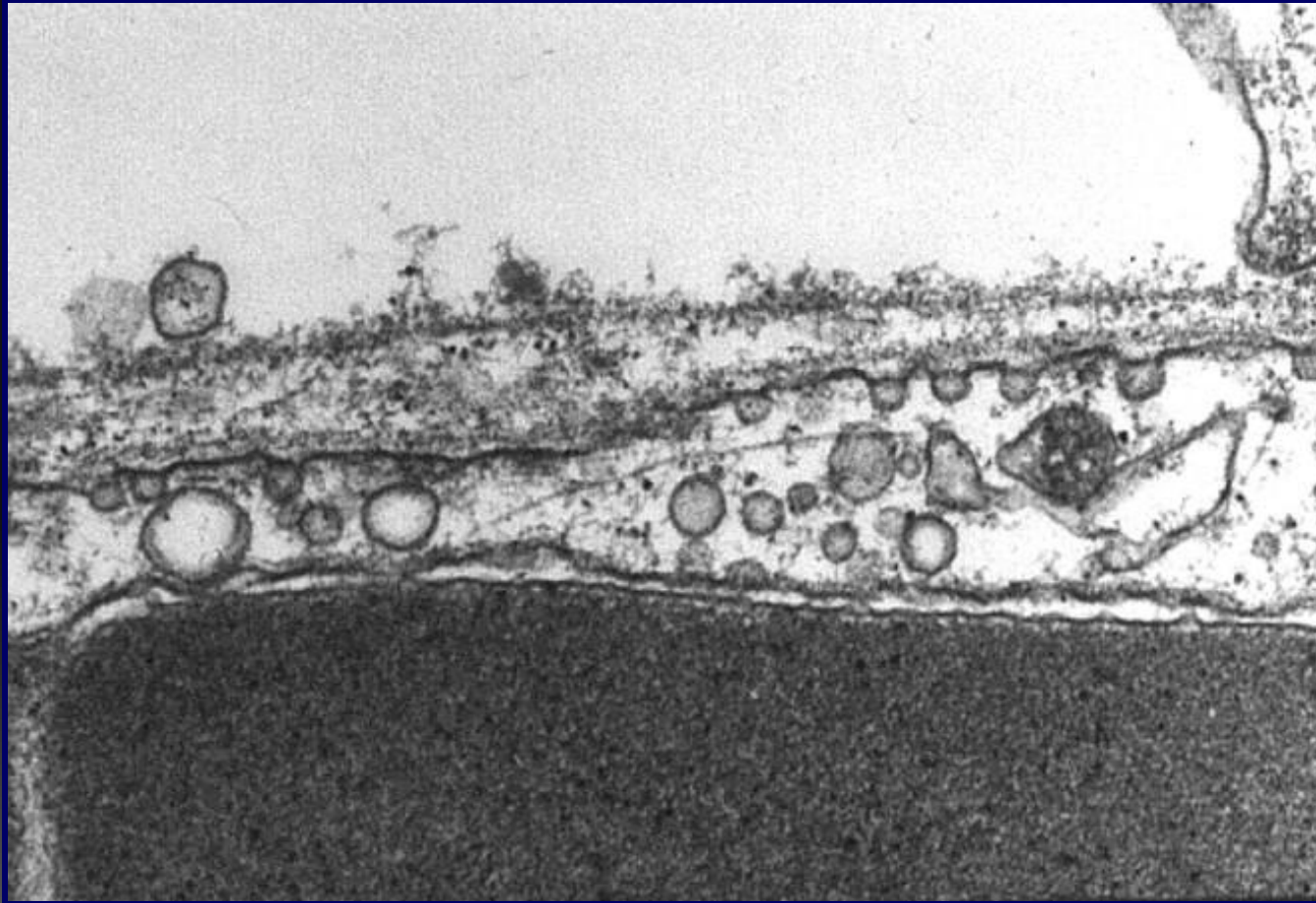
Biología celular. Membrana citoplásmica y especializaciones



A mayores aumentos notamos el aspecto de los fagosomas y el material que se encuentra en su interior (fagocitado).



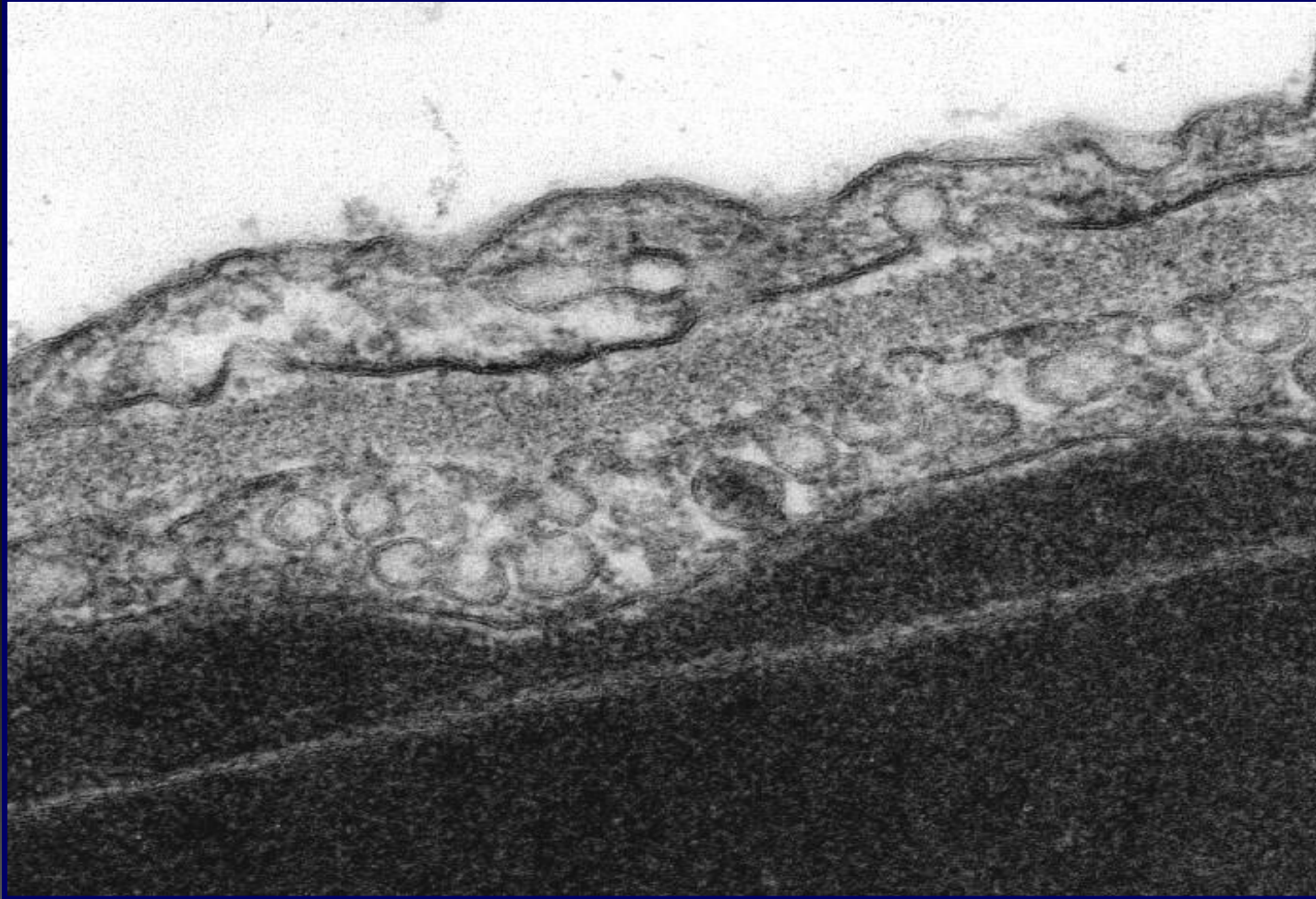
Biología celular. Membrana citoplásmica y especializaciones.



Este es el aspecto de una célula endotelial con numerosas vesículas de pinocitosis.

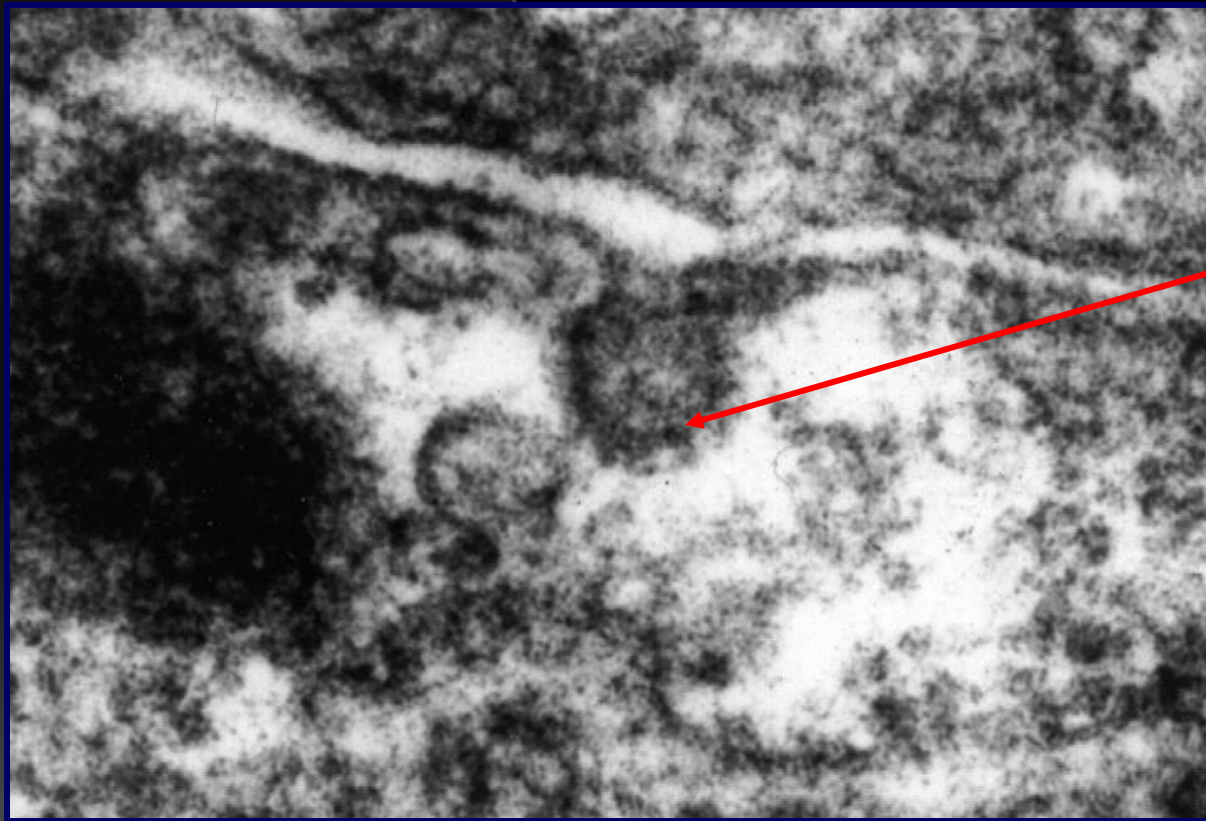


Biología celular. Membrana citoplásmica y especializaciones.



Otra célula endotelial con numerosas vesículas de pinocitosis.

Biología celular. Membrana citoplásmica y especializaciones.

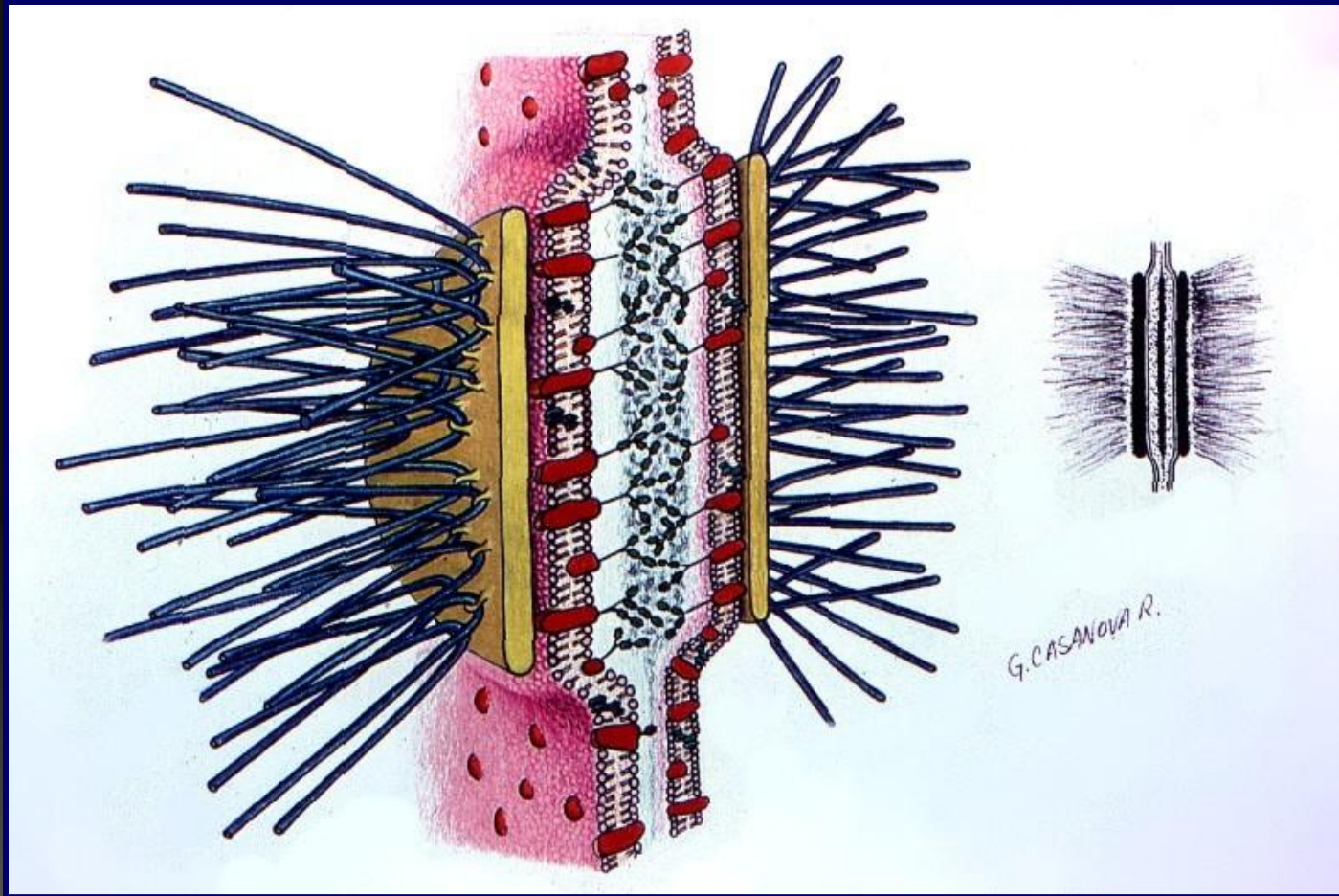


CUBIERTA DE CLATRINA

Algunas moléculas son endocitadas por un mecanismo especializado. En la endocitosis mediada por receptores la superficie citoplásmica de la vesícula tiene una cubierta de clatrina. Aquí observamos un pozo con cubierta a punto de pasar a ser una vesícula con cubierta.



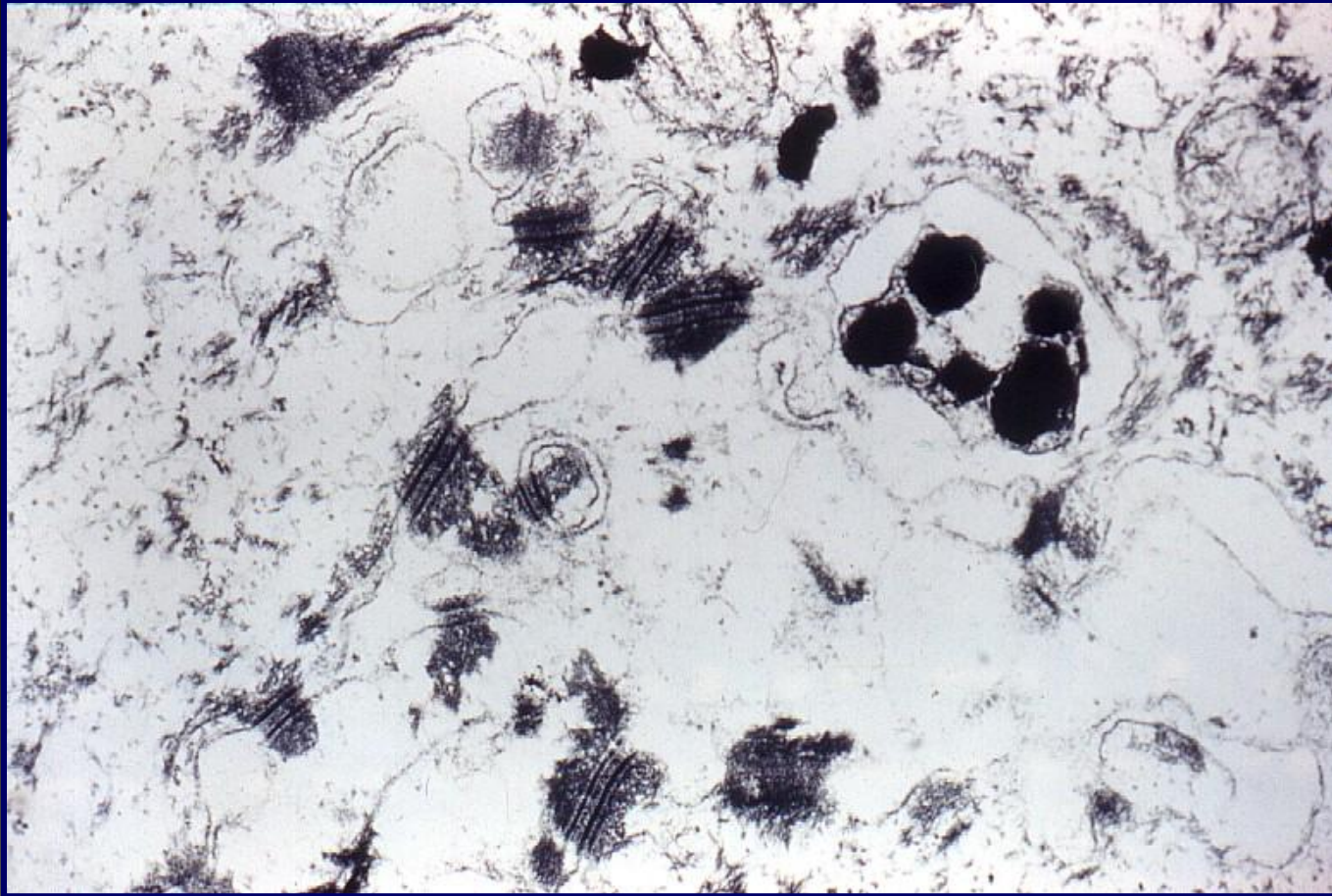
Biología celular. Membrana citoplásmica y especializaciones.



Dibujo semiesquemático que muestra un modelo de la estructura de los demosomas y en el extremo derecho, el aspecto esperado con microscopio electrónico de transmisión.



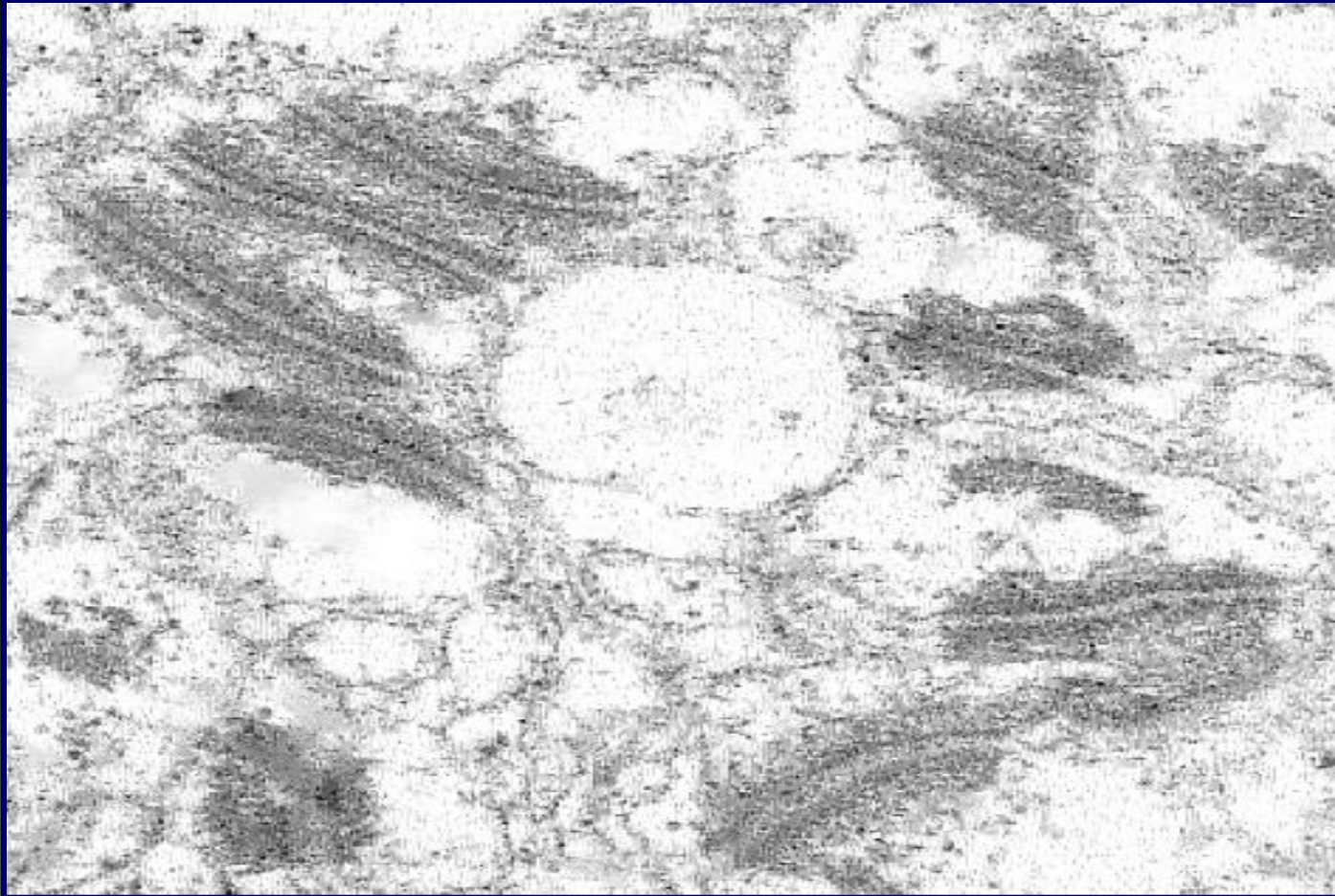
Biología celular. Membrana citoplásmica y especializaciones.



Microscopio electrónico de transmisión. Numerosos desmosomas. Se identifica la membrana y un material con aspecto de “pelusa” a los lados. Corresponde a numerosos filamentos intermedios de tipo queratina que aquí se conocen como tonofilamentos.



Biología celular. Membrana citoplásmica y especializaciones.



Otra imagen con microscopio electrónico de transmisión de los demosomas (uniones intercelulares de tipo mácula adherente)



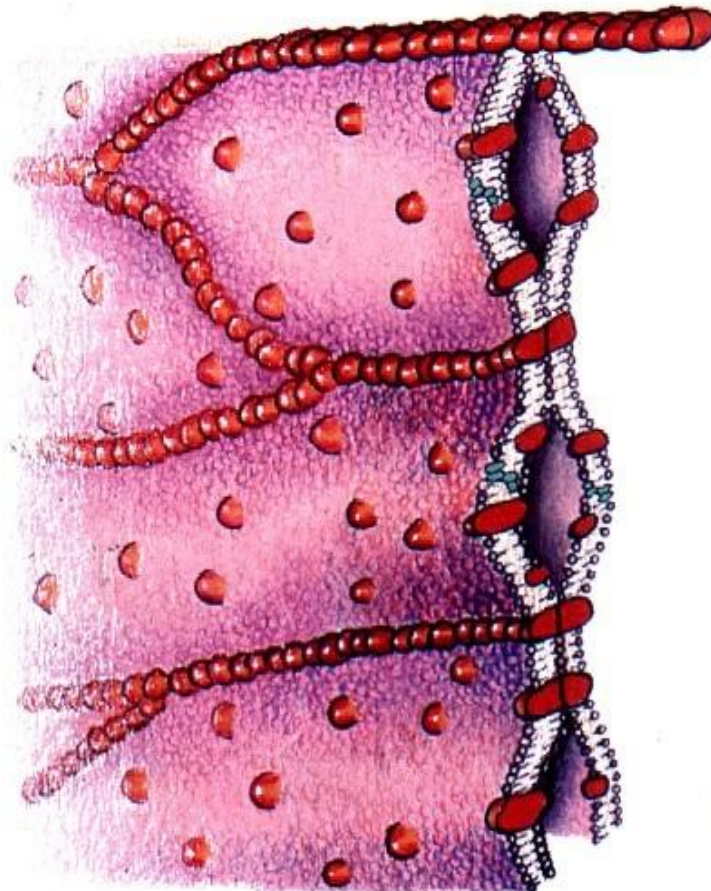
Biología celular. Membrana citoplásmica y especializaciones.



El detalle ultraestructural apreciable en esta micrografía electrónica de transmisión es espectacular. Desmosomas en piel.



Biología celular. Membrana citoplásmica y especializaciones.

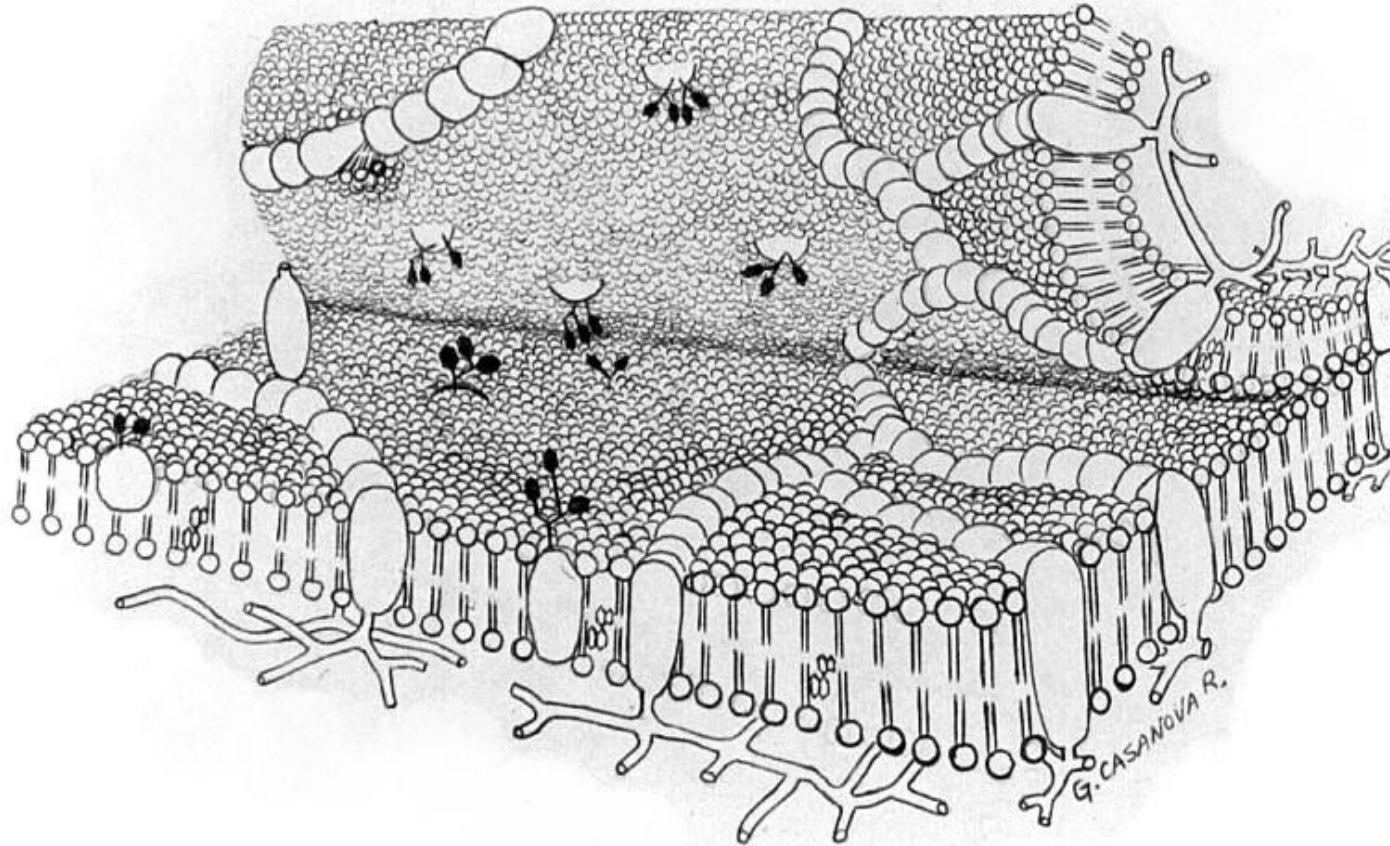


G. CASANOVA R.

Dibujo semiesquemático que muestra un modelo de la estructura de las uniones ocluyentes.



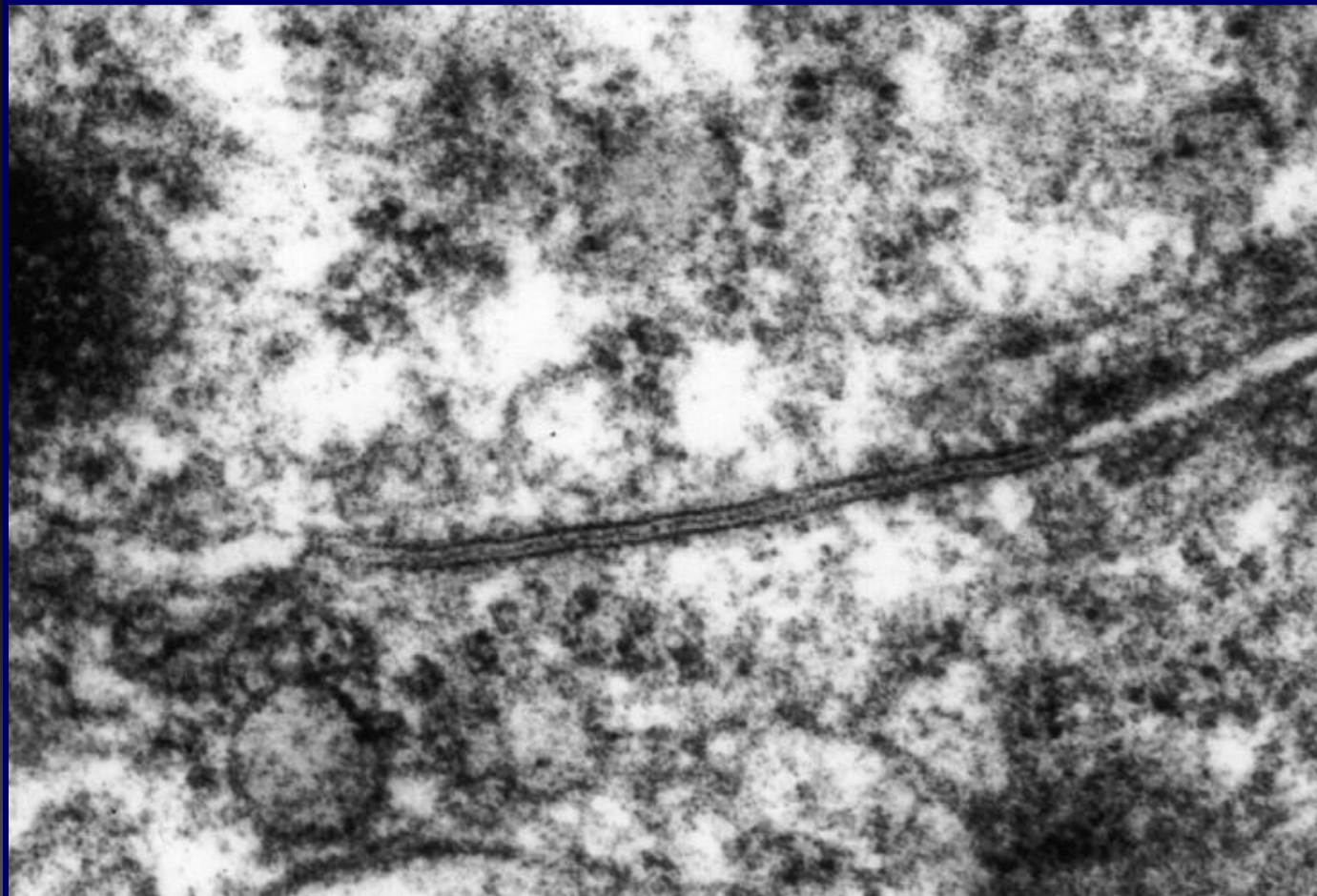
Biología celular. Membrana citoplásmica y especializaciones.



Representación tridimensional de uniones de tipo ocluyente.



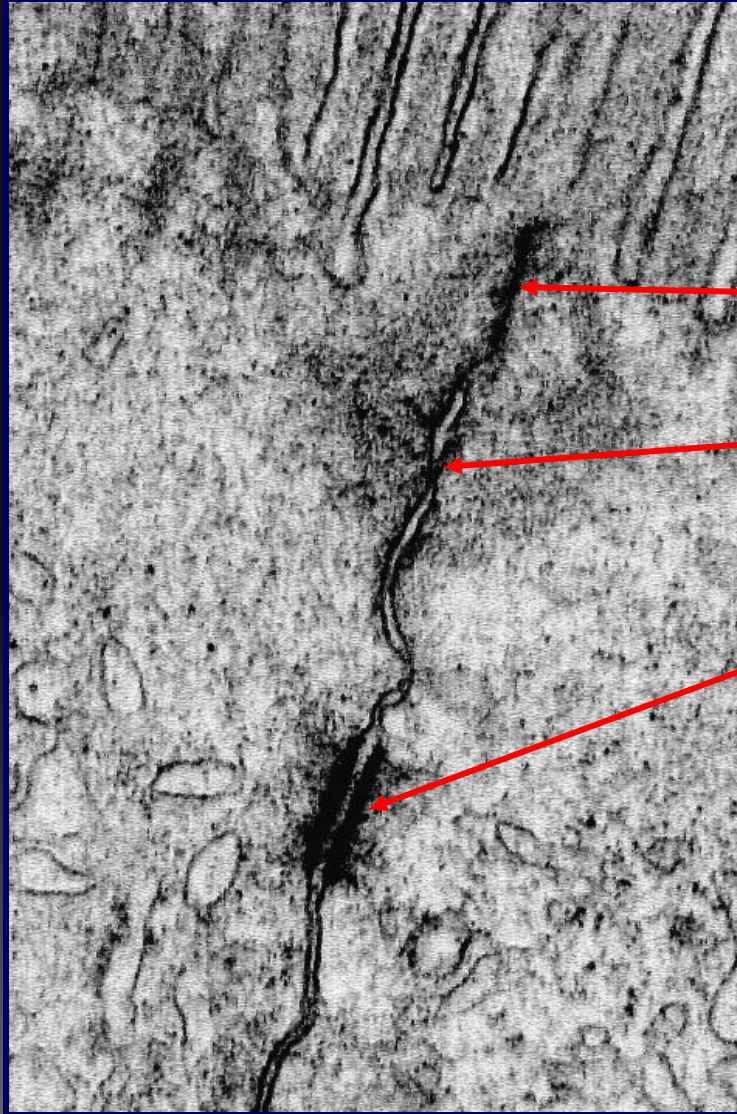
Biología celular. Membrana citoplásmica y especializaciones.



Aspecto de una unión ocluyente con el microscopio electrónico de transmisión.



Biología celular. Membrana citoplásmica v especializaciones.



ZO

ZA

MA

Este es el aspecto del llamado complejo de unión. Este término se refiere a la coexistencia de tres tipos específicos de uniones intercelulares: MA (mácula adherente), ZA (zónula adherente) y ZO (zónula ocluyente). MAZAZO

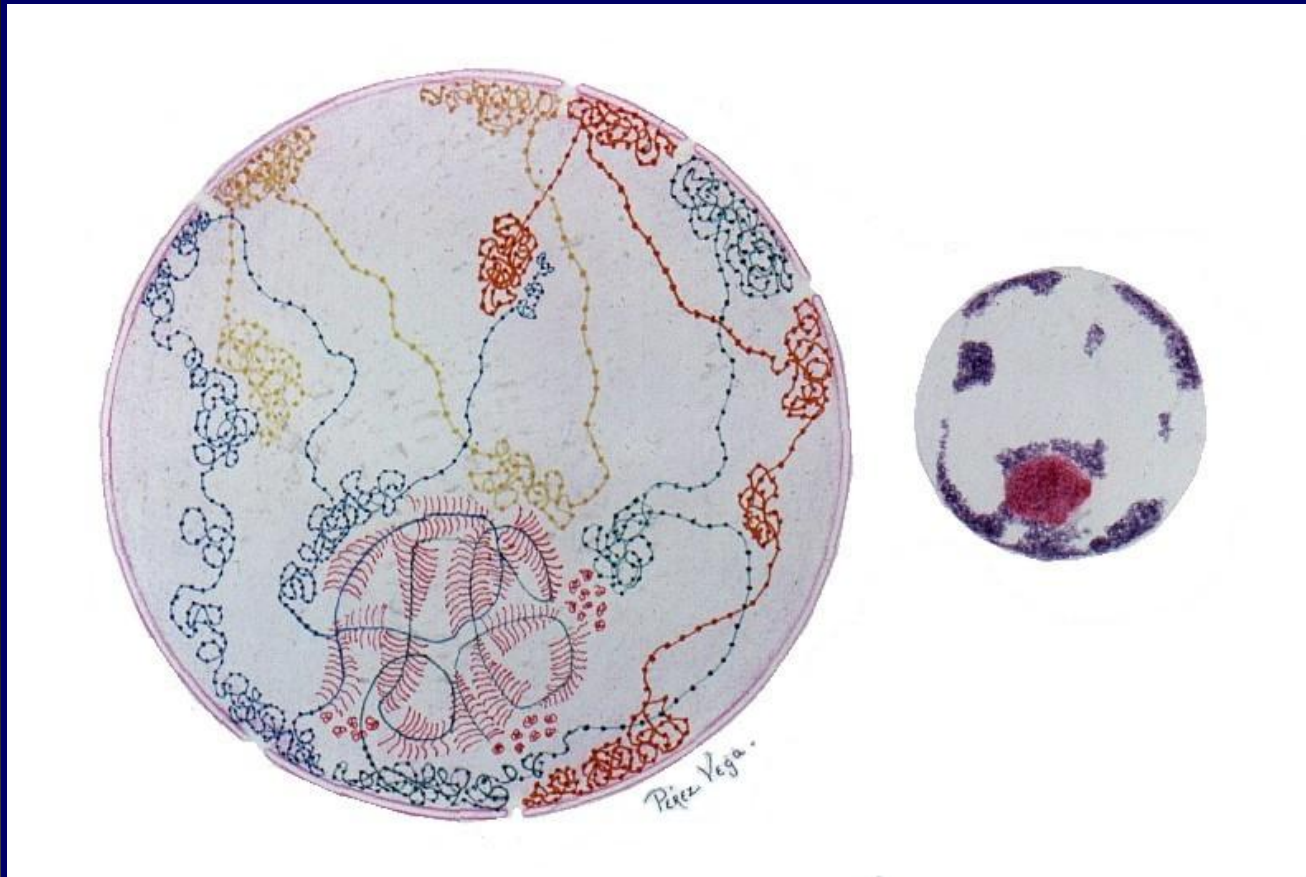


Biología celular. El núcleo celular (interfase)



El núcleo celular encierra el material genético. En este dibujo semiesquemático se representan los niveles de complejidad del mismo, desde la doble cadena de ADN, pasando por la asociación con histonas formando nucleosomas, de aquí a los sistemas plegados conocidos como solenoides, hasta llegar a un cromosoma.

Biología celular. El núcleo celular (interfase)



En este dibujo semiesquemático se representa a la cromatina (ADN + proteínas) como filamentos con pequeñas “bolitas” que equivalen a los nucleosomas. El dibujo de la izquierda muestra zonas donde la cromatina está enrollada y otras donde está extendida. El dibujo de la derecha muestra el aspecto que veríamos con microscopio fotónico. Note que donde la cromatina está extendida (eucromatina) se aprecia un espacio claro, mientras que donde está enrollada vemos grumos basófilos de heterocromatina.



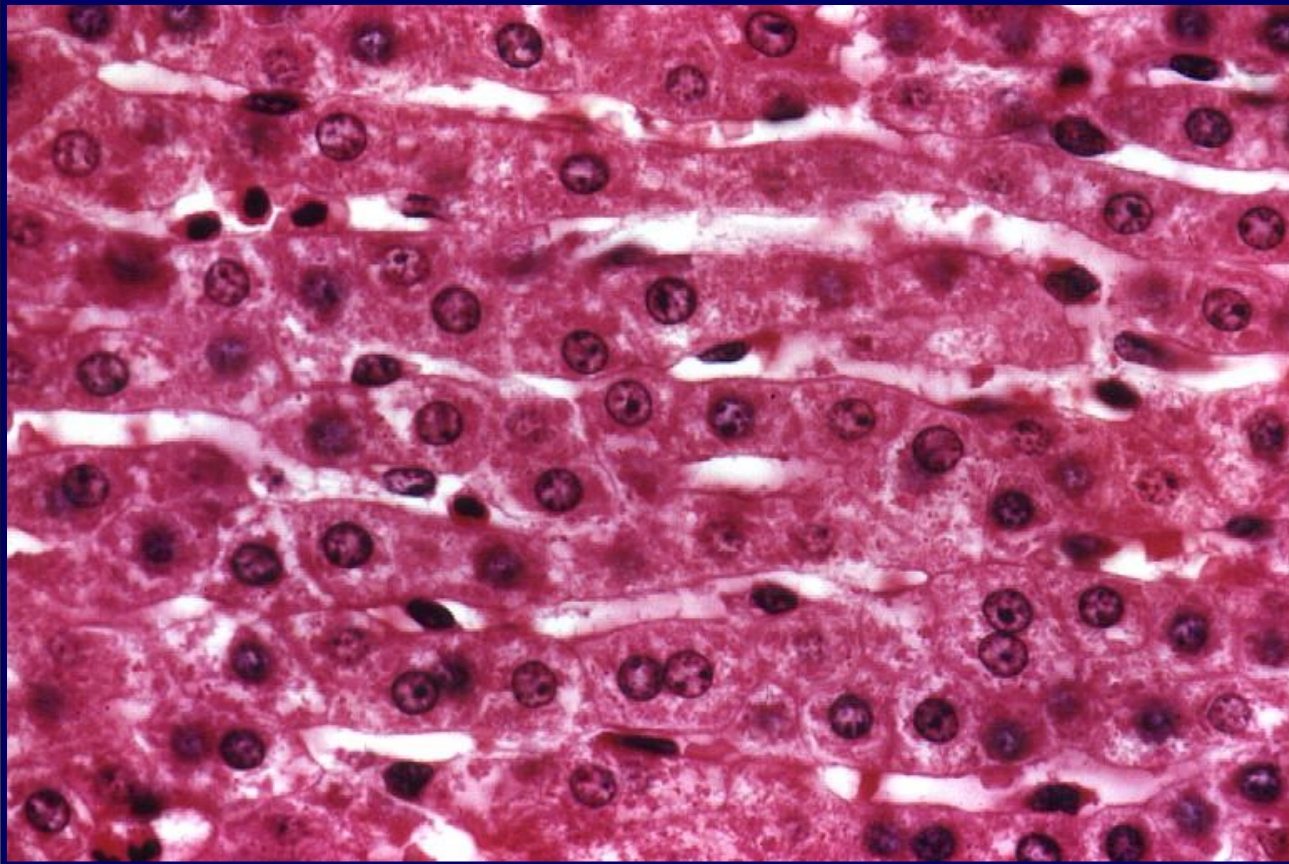
Biología celular. El núcleo celular (interfase)



Este dibujo semiesquemático tiene el mismo principio que el anterior. Aquí se muestra el equivalente a un núcleo de cromatina condensada.



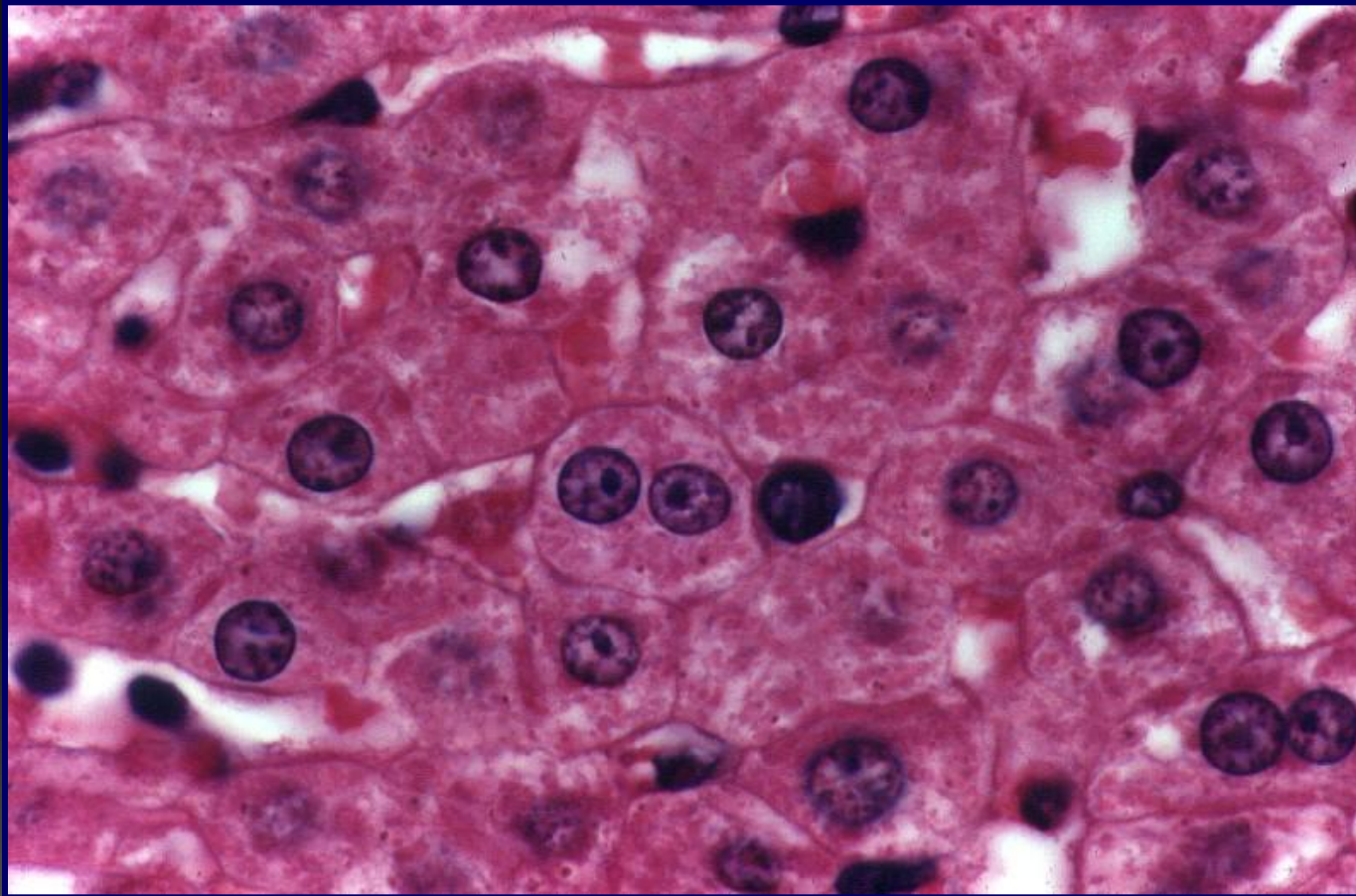
Biología celular. El núcleo celular (interfase)



Un corte histológico de hígado resulta muy adecuado para observar los detalles del núcleo y del citoplasma. Observe que el interior de los núcleos redondeados muestra zonas oscuras (heterocromatina), alternando con zonas claras (eucromatina). Note que hay varias células binucleadas.



Biología celular. El núcleo celular (interfase)



A mayores aumentos el detalle de las zonas con eucromatina y heterocromatina es mucho más evidente. Es posible además identificar los nucléolos. En este campo cuando menos hay dos células binucleadas.



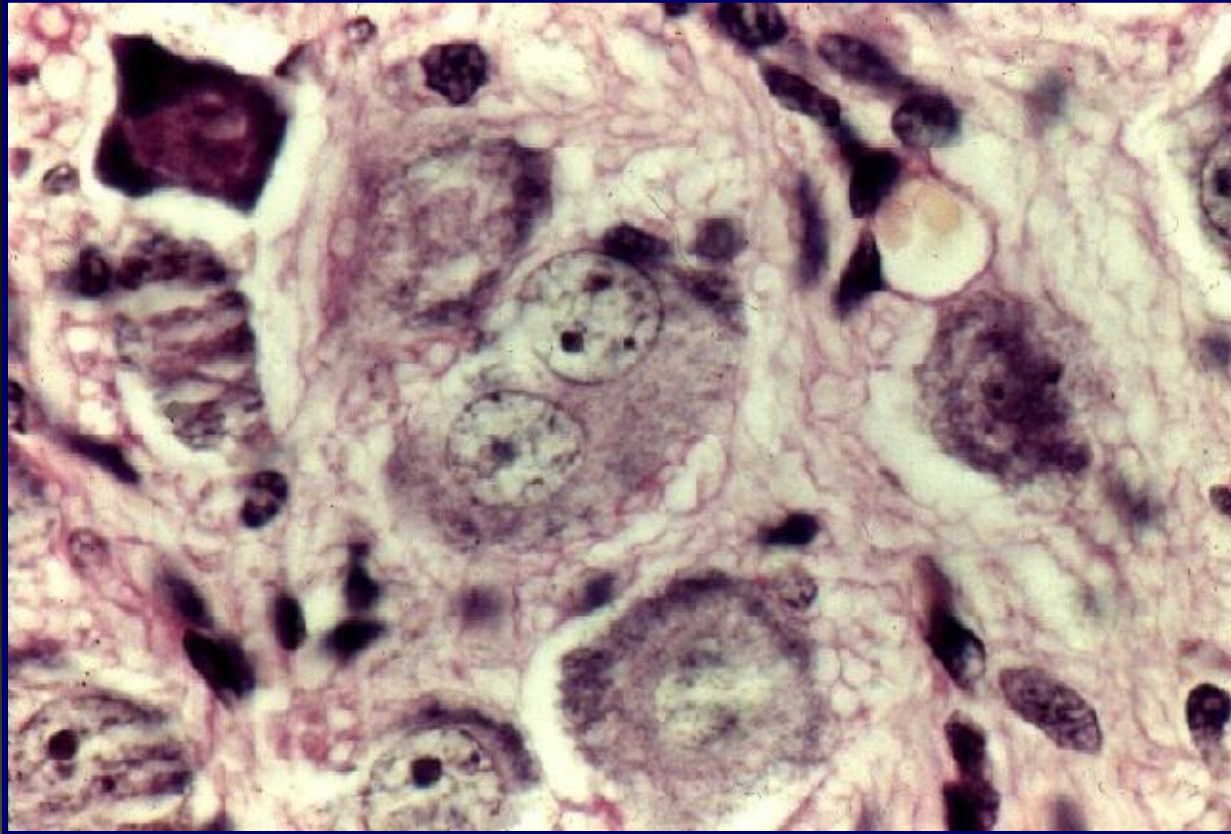
Biología celular. El núcleo celular (interfase)



Otro sitio donde normalmente encontramos células binucleadas es el estómago. Aquí mostramos a grandes aumentos un acercamiento a las glándulas gástricas. En el centro se observa una célula productora de ácido clorhídrico (célula parietal) que claramente muestra dos núcleos, cada uno con su nucléolo correspondiente.



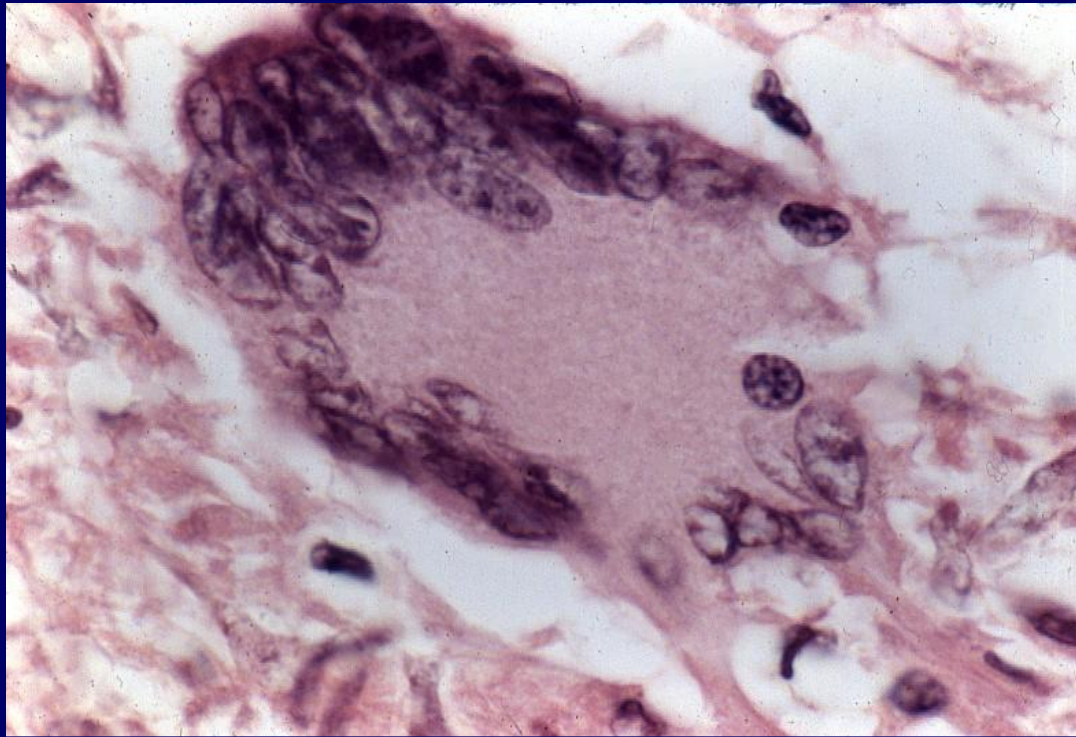
Biología celular. El núcleo celular (interfase)



Este es otro tipo de célula binucleada menos común que los anteriores. Se trata de una neurona ganglionar del sistema nervioso periférico. Observe que los núcleos tienen un predominio de cromatina extendida. (Núcleos de "cara abierta").



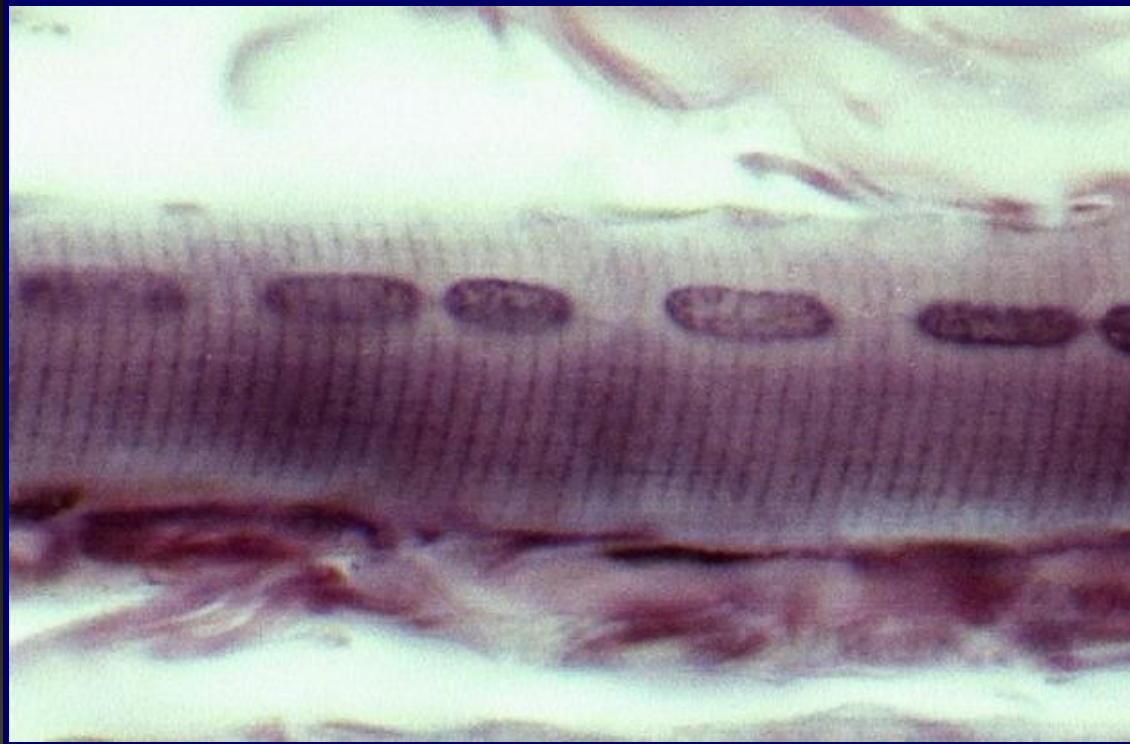
Biología celular.



Esta célula no tiene dos núcleos. Tiene cerca de cuarenta. Se trata de una célula gigante de reacción a cuerpo extraño. Es una célula reactiva que participa en los mecanismos de defensa del cuerpo humano.



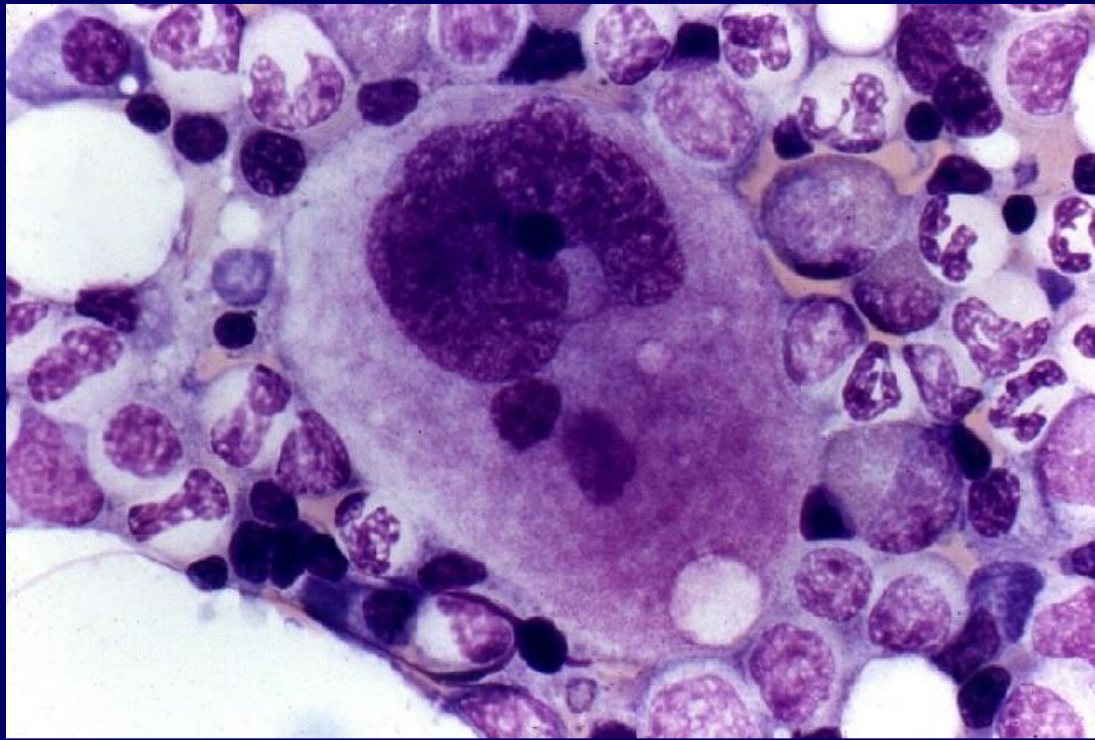
Biología celular.



El ejemplo de célula multinucleada (sincitio) normal más fácil de identificar es el rbdomiocito esquelético o célula del músculo esquelético. Los núcleos alargados se encuentran a la periferia de la célula que tiene forma de cilindro.



Biología celular.



Esta es una célula normal con un núcleo gigante, multilobulado y poliploide. Se trata del precursor inmediato de las plaquetas, el megacariocito. Observe que el núcleo de este gigante es mucho mayor que varias de las células que le rodean juntas.



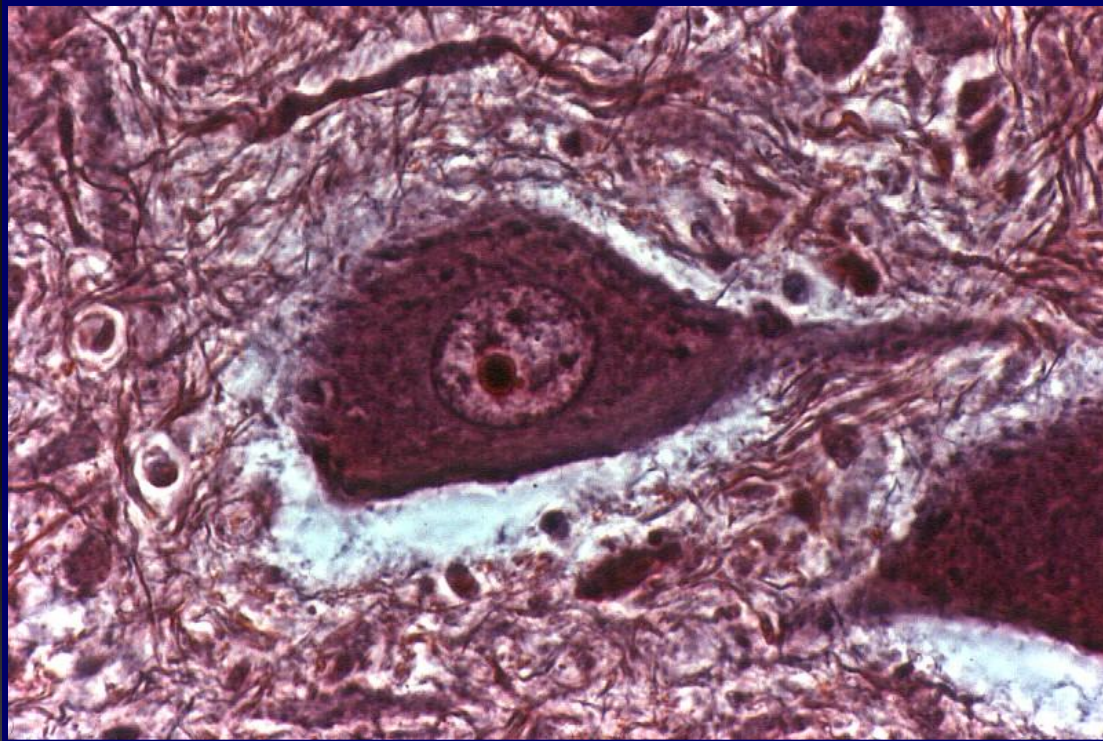
Biología celular.



Las formas de los núcleos pueden ser muy variadas. Aquí observamos un leucocito neutrófilo. Observe su núcleo multilobulado y de cromatina condensada. Si observa con cuidado, notará que se trata de una niña. Pase el cursor sobre el núcleo y busque el "zapatito rosa"



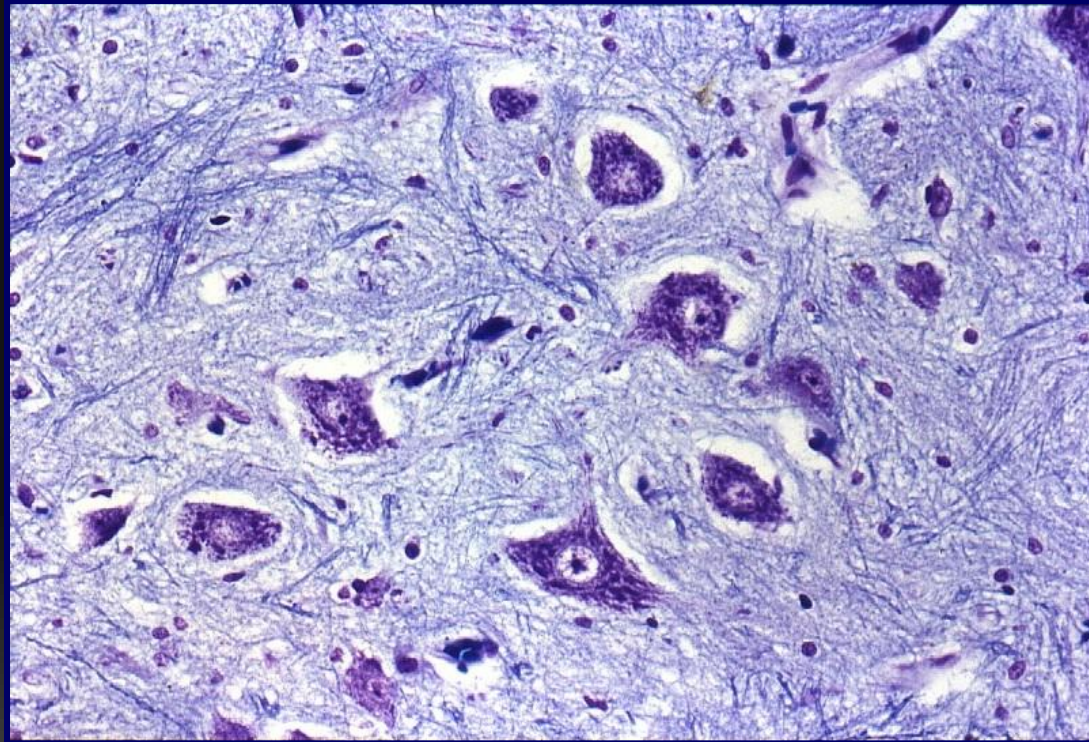
Biología celular.



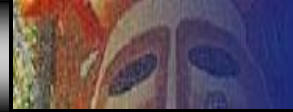
Observe esta neurona. El núcleo es de cromatina extendida con un nucléolo prominente (se conoce como "núcleo en ojo de lechuza"). Note que el nucléolo tiene una pequeña saliente redondeada. En efecto, se trata del cuerpo de Barr.



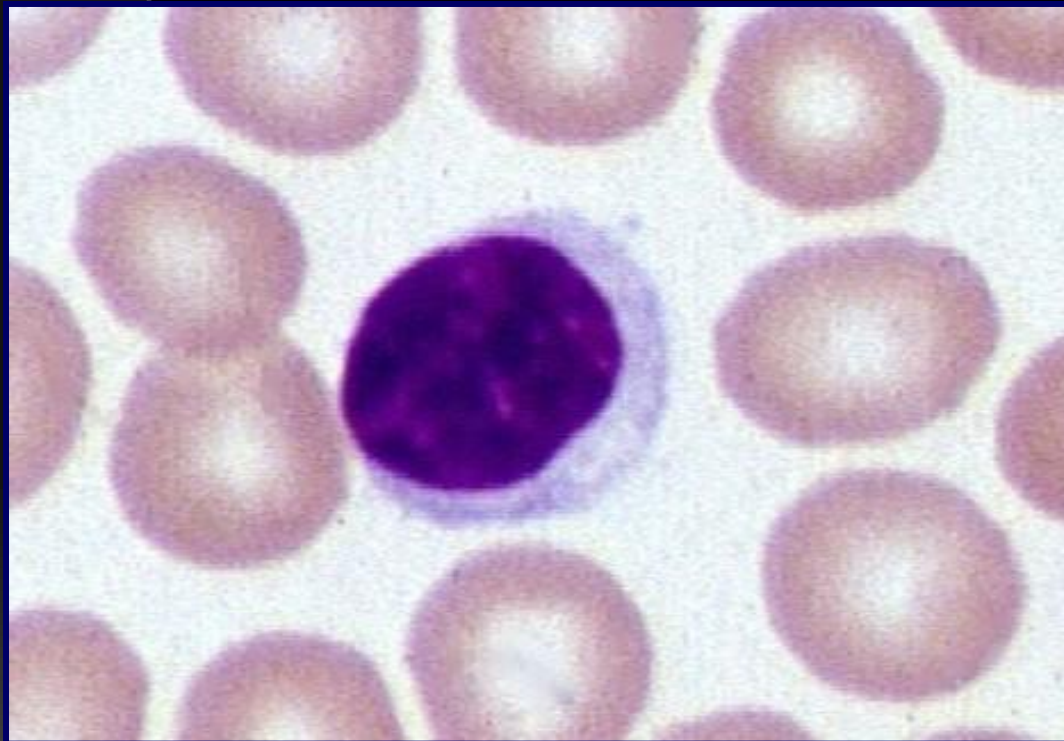
Biología celular.



Estas son neuronas de la médula espinal. Note que los núcleos son de cromatina extendida con nucléolo prominente (‘‘en ojo de lechuza’’).



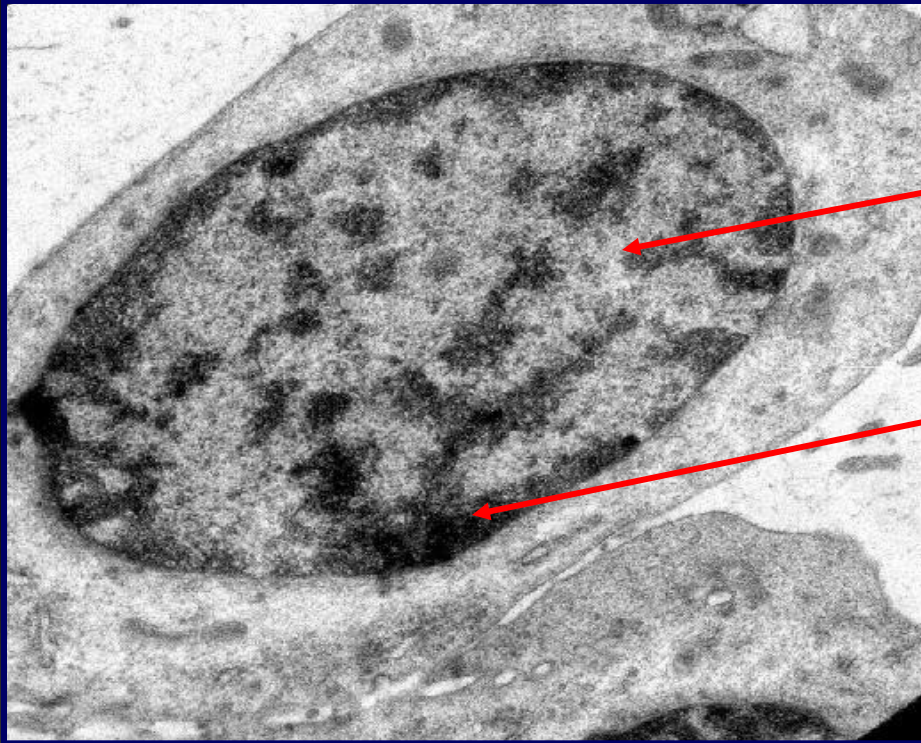
Biología celular.



El linfocito es un leucocito encargado de diversas funciones de defensa del organismo. Como se aprecia aquí, tiene un núcleo redondeado de cromatina condensada. Por cierto, en estos casos no se acepta; "núcleo de cara cerrada".



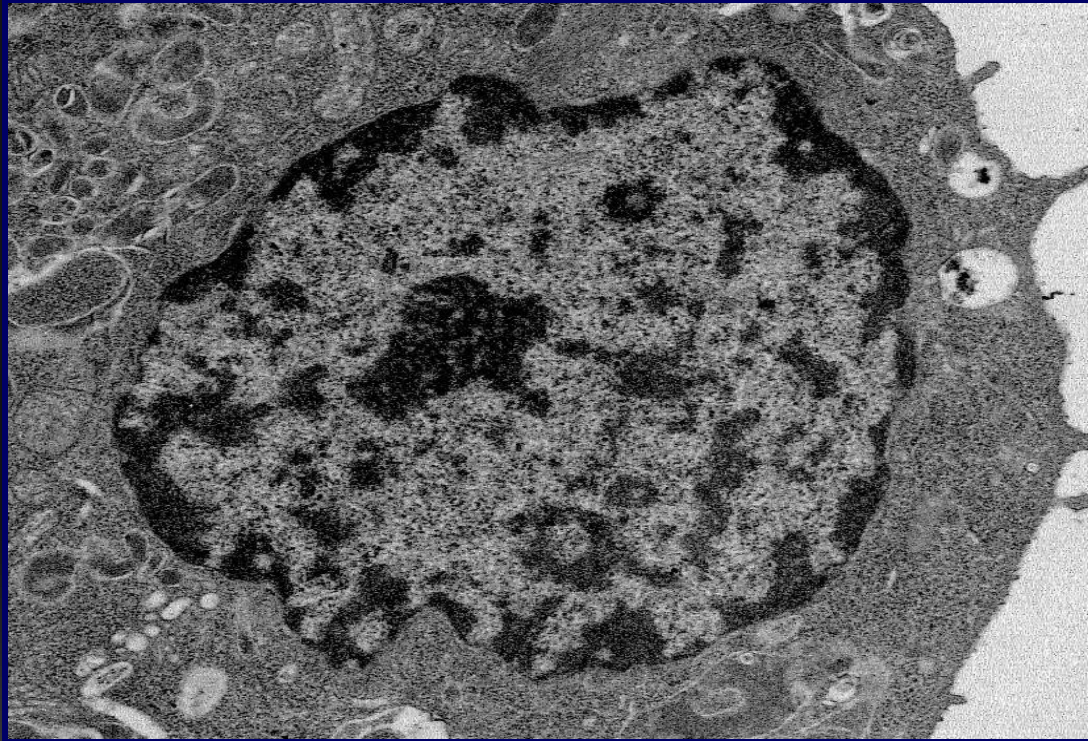
Biología celular.



El microscopio electrónico de transmisión nos muestra con mucho mayor detalle las características de un núcleo celular. Observe los grumos gruesos de heterocromatina y el aspecto de polvo fino de las zonas con eucromatina.



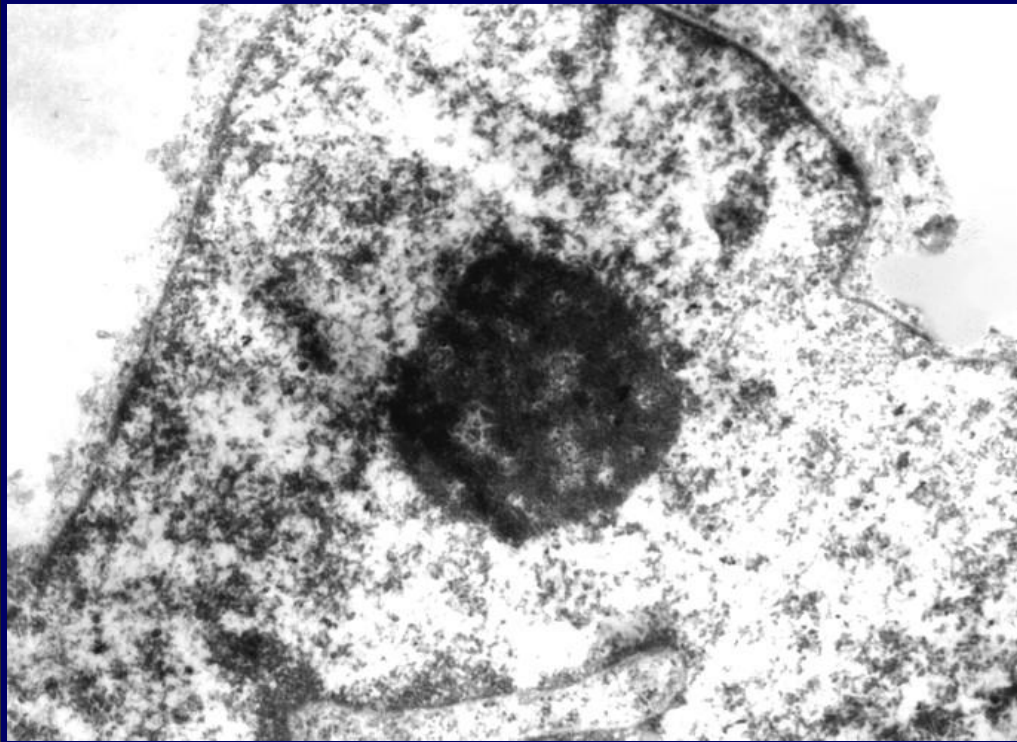
Biología celular.



Esta micrografía electrónica de transmisión muestra la distribución de la cromatina: alrededor de la envoltura nuclear (cromatina periférica), asociada al nucléolo y libre en el jugo nuclear.



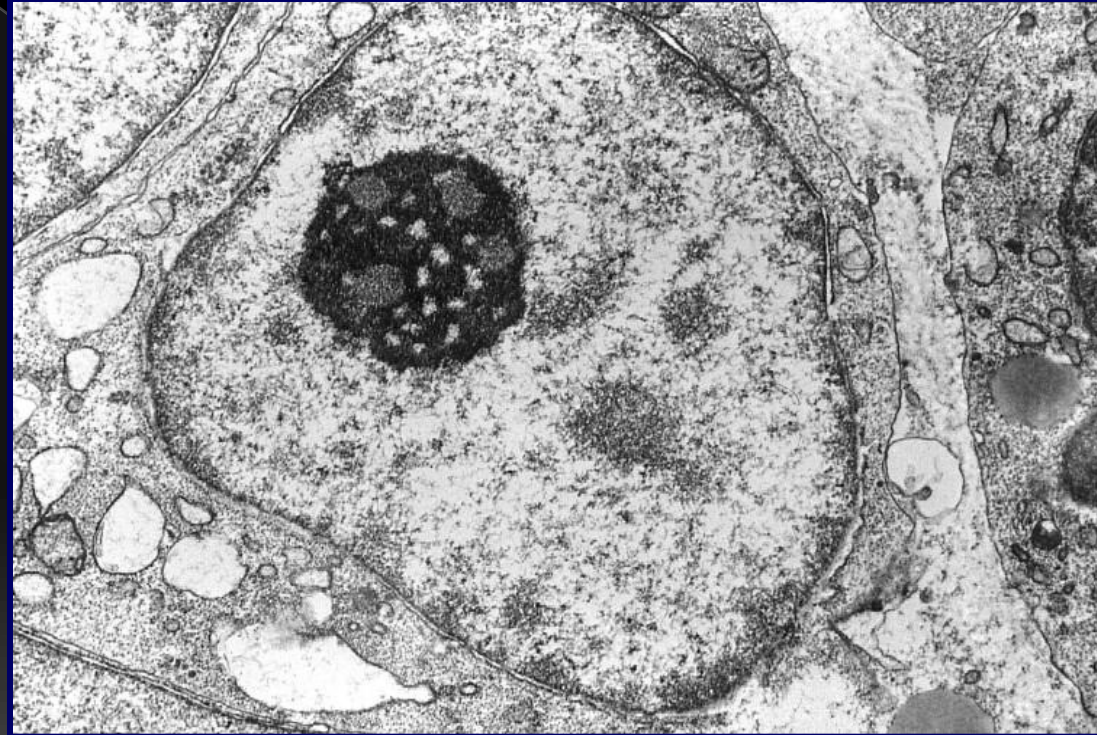
Biología celular.



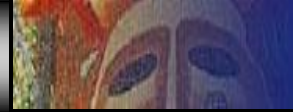
En esta imagen podemos apreciar el detalle ultraestructural del nucléolo. Note que tiene zonas oscuras alternando con zonas claras.



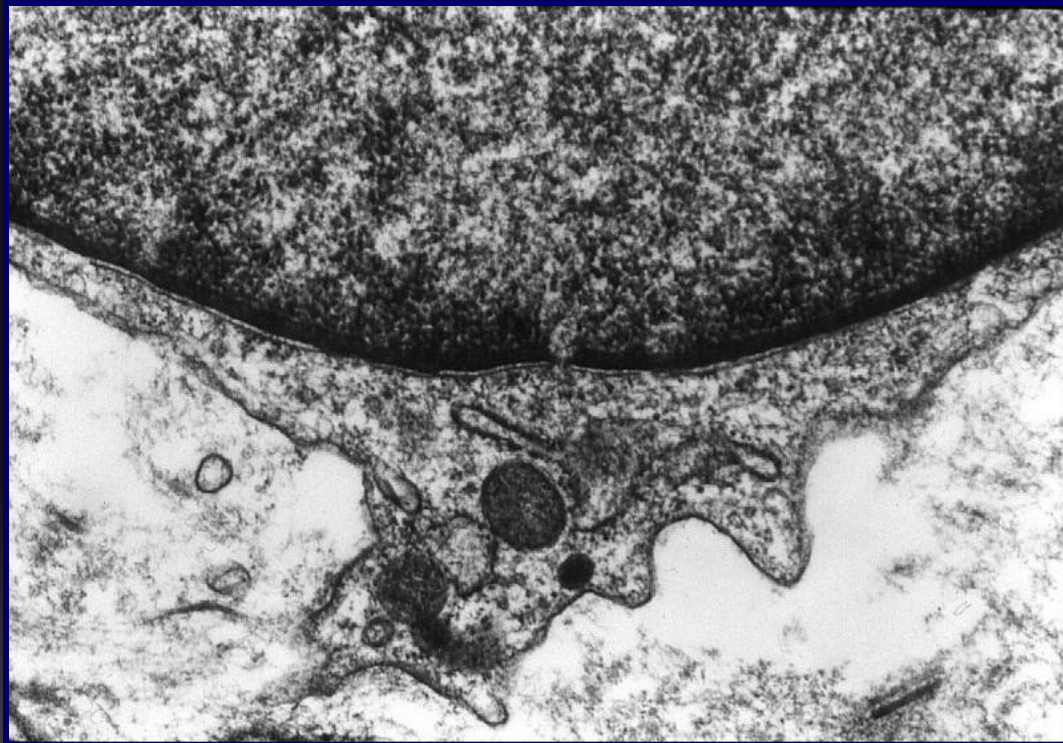
Biología celular.



En esta imagen podemos apreciar el detalle del nucléolo, las localizaciones de la cromatina y la “doble membrana” que constituye la envoltura nuclear. Si usted sigue el contorno de la misma, podrá identificar varios poros nucleares.



Biología celular.



Por medio del microscopio electrónico de transmisión, en esta imagen debemos identificar las membranas de la envoltura nuclear, un poro nuclear en el centro del campo y una barra oscura (electrodensa) en la cara interna del núcleo que corresponde a la lámina nuclear interna.



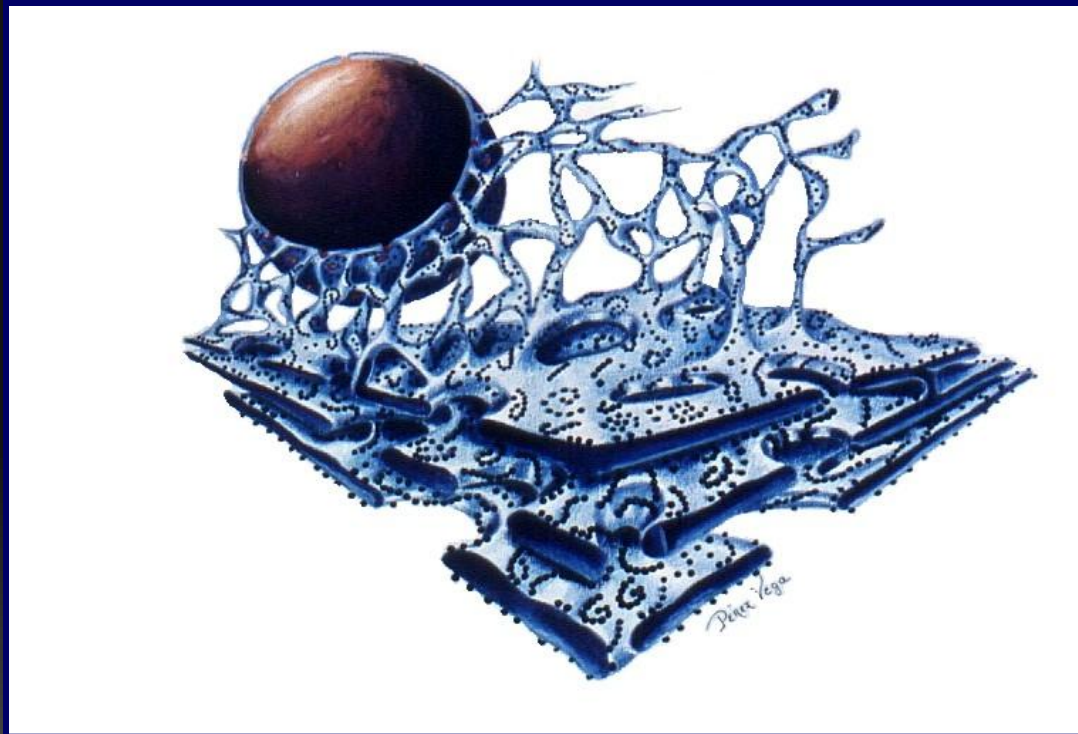
Biología celular.



En esta imagen podemos identificar tres poros nucleares. Observe que la membrana citoplásmica de la envoltura nuclear tiene pequeñas estructuras redondeadas; son ribosomas. De aquí que una de las funciones del núcleo sea la síntesis de proteínas de exportación.



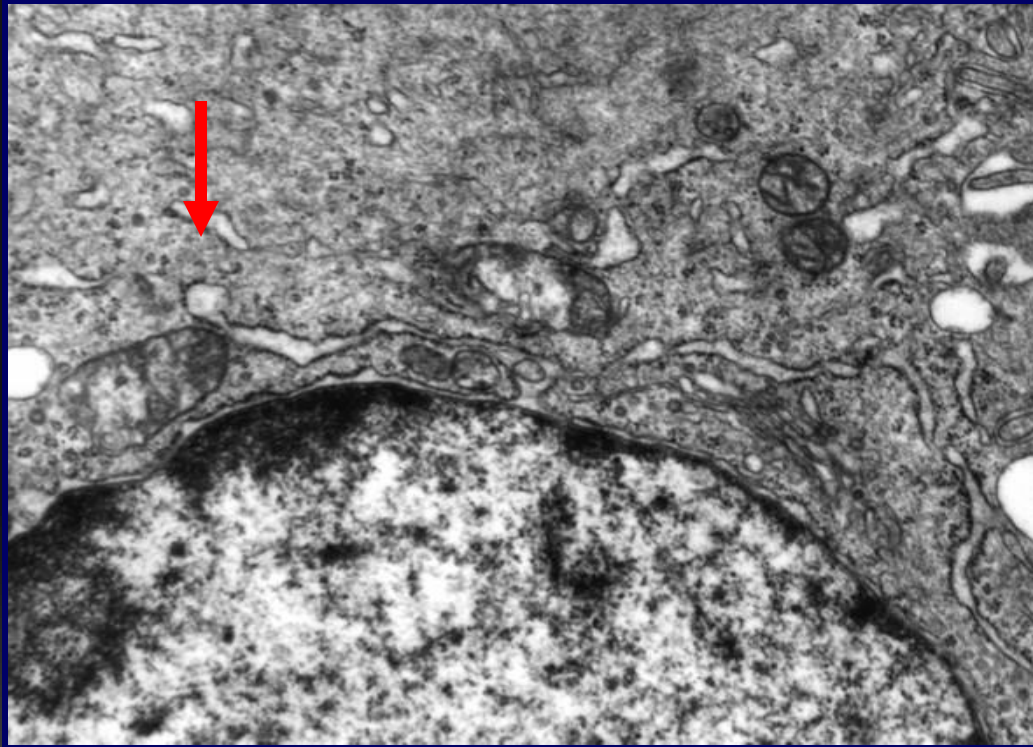
Biología celular.



Dibujo semiesquemático que muestra en tres dimensiones, la relación existente entre la membrana externa de la envoltura nuclear y el retículo endoplásmico rugoso, aquí representado en azul.



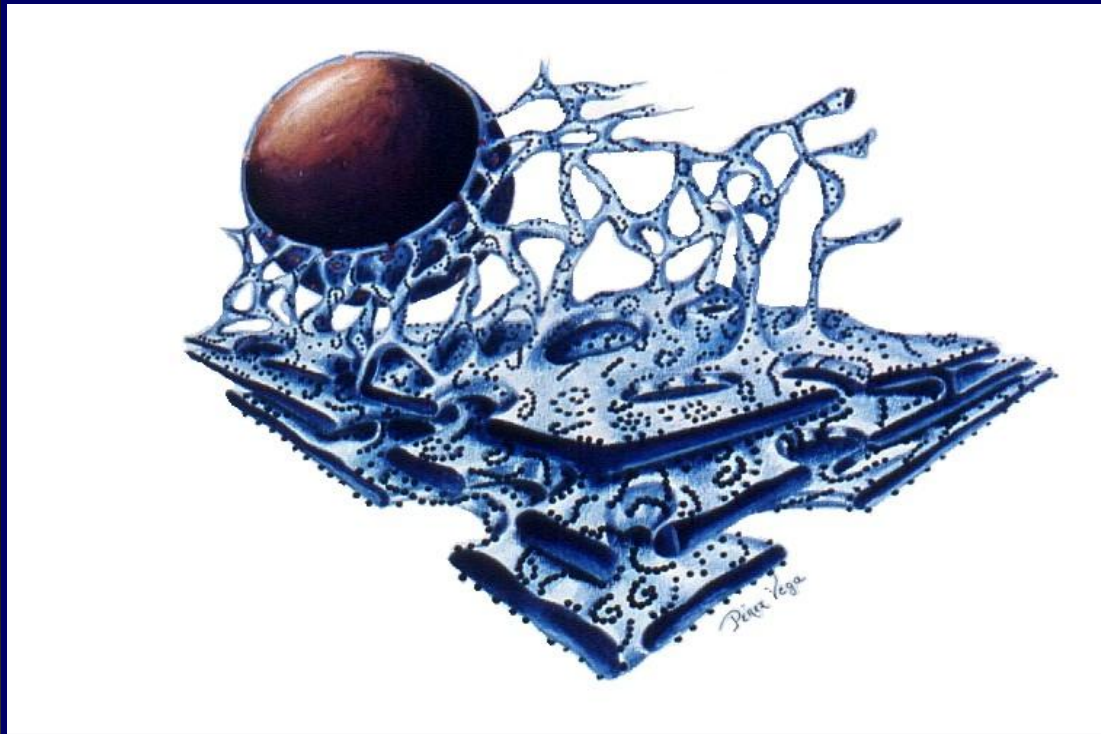
Biología celular.



En esta micrografía electrónica de transmisión se observa en la parte central la continuidad entre la membrana externa de la envoltura nuclear y el retículo endoplásmico rugoso.



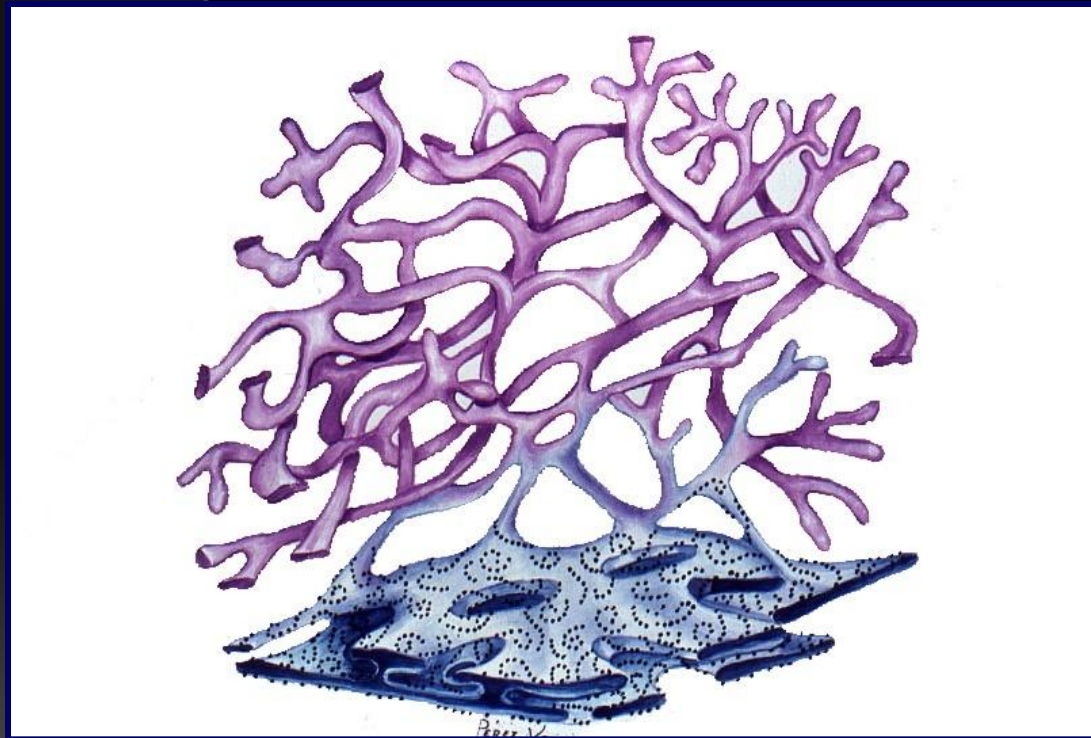
Biología celular.



Ya se ha comentado que la membrana externa de la envoltura nuclear se continúa con un sistema de membranas en el citoplasma, constituyendo el **retículo endoplásmico**. Este dibujo semiesquemático muestra en tres dimensiones el concepto.



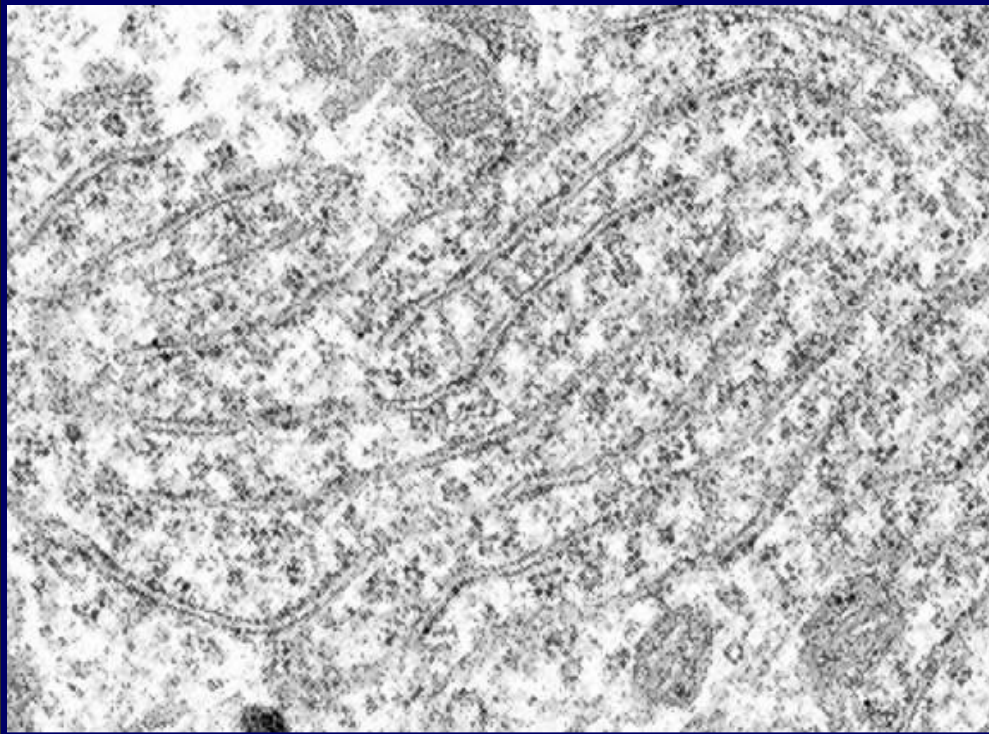
Biología celular.



Los estudios con microscopio electrónico de transmisión permitieron identificar dos zonas en el retículo endoplásmico. Una con ribosomas (organelos encargados de la síntesis de proteínas) denominada **retículo endoplásmico rugoso** o granular, y otra sin ribosomas, que se conoce como **retículo endoplásmico liso**. Este dibujo semiesquemático muestra una representación tridimensional del retículo endoplásmico con sus dos componentes.



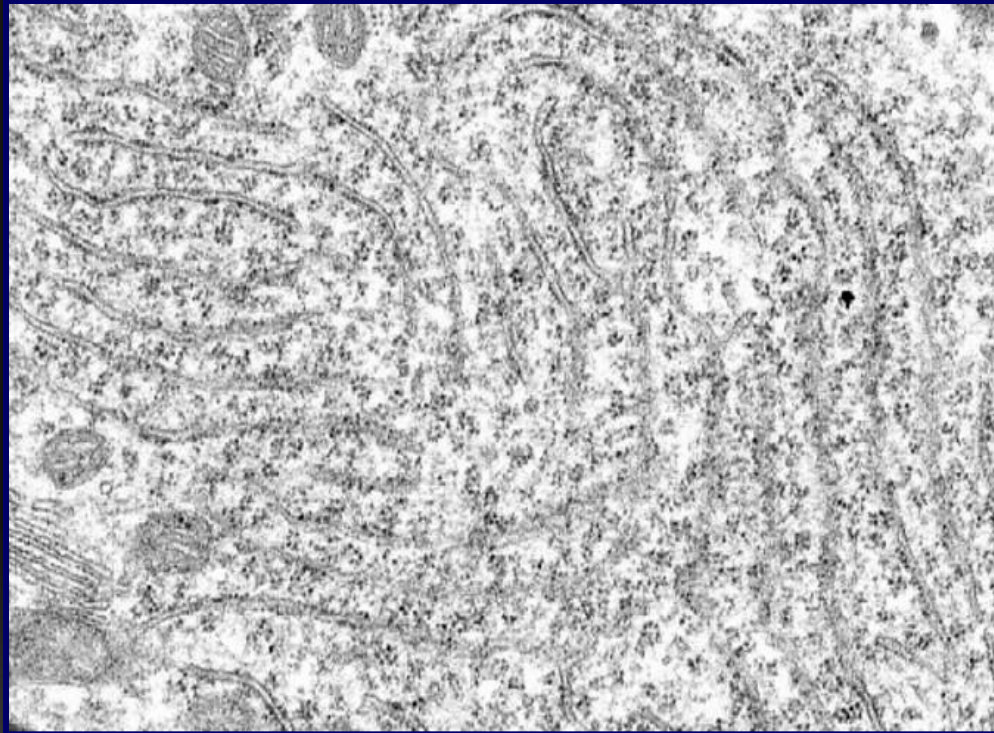
Biología celular.



Este es el aspecto del retículo endoplásmico rugoso con el microscopio electrónico de transmisión. Note que se trata de sistemas de membrana en paralelo con pequeñas estructuras redondeadas electrodenas que corresponden a los ribosomas.



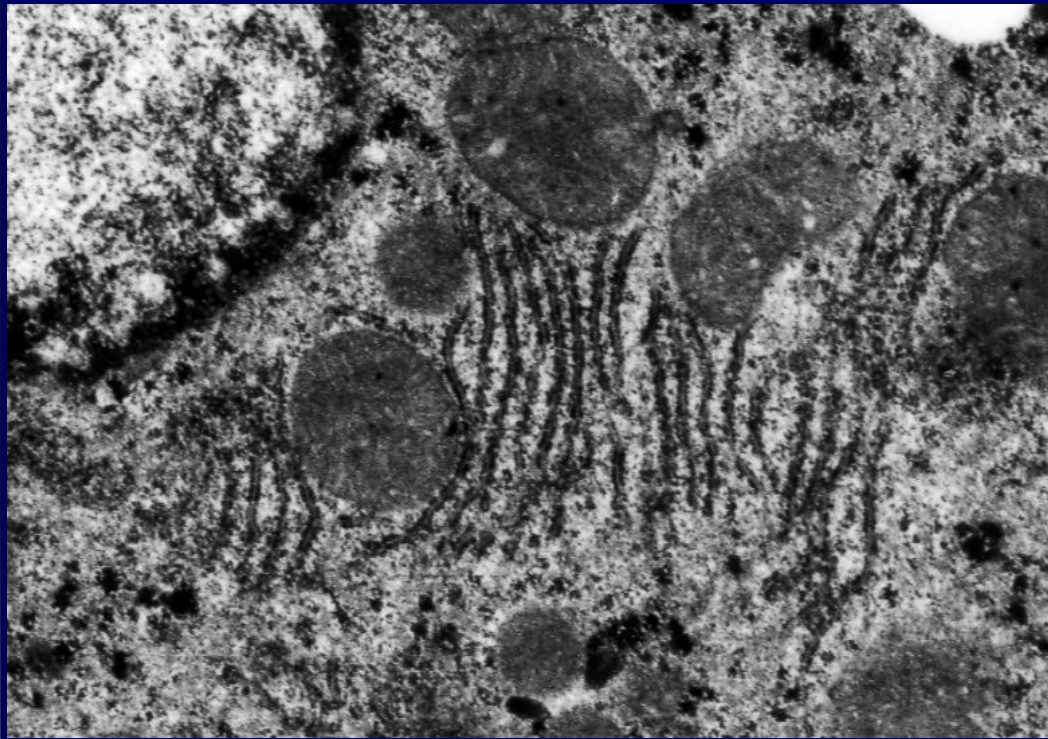
Biología celular.



El microscopio electrónico de transmisión nos muestra el característico aspecto del **retículo endoplásmico rugoso (Rer)**.



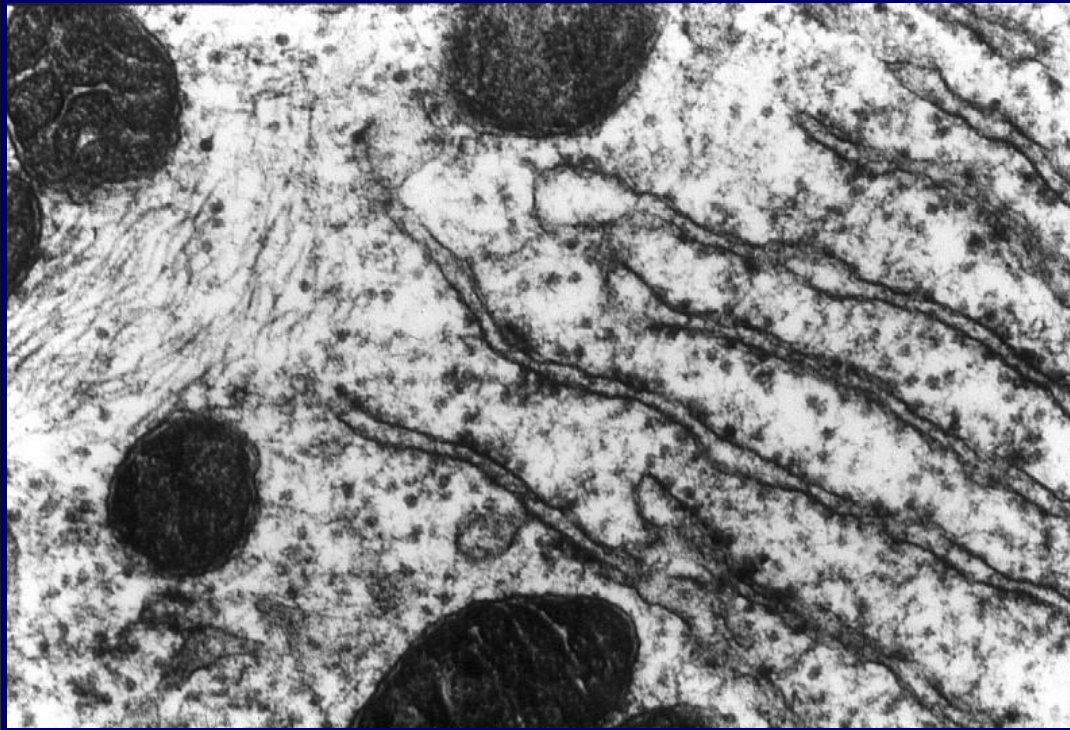
Biología celular.



Observe en el extremo superior izquierdo al núcleo celular. En el citoplasma se encuentran varias cisternas de retículo endoplásmico rugoso (ReR) y algunas mitocondrias.



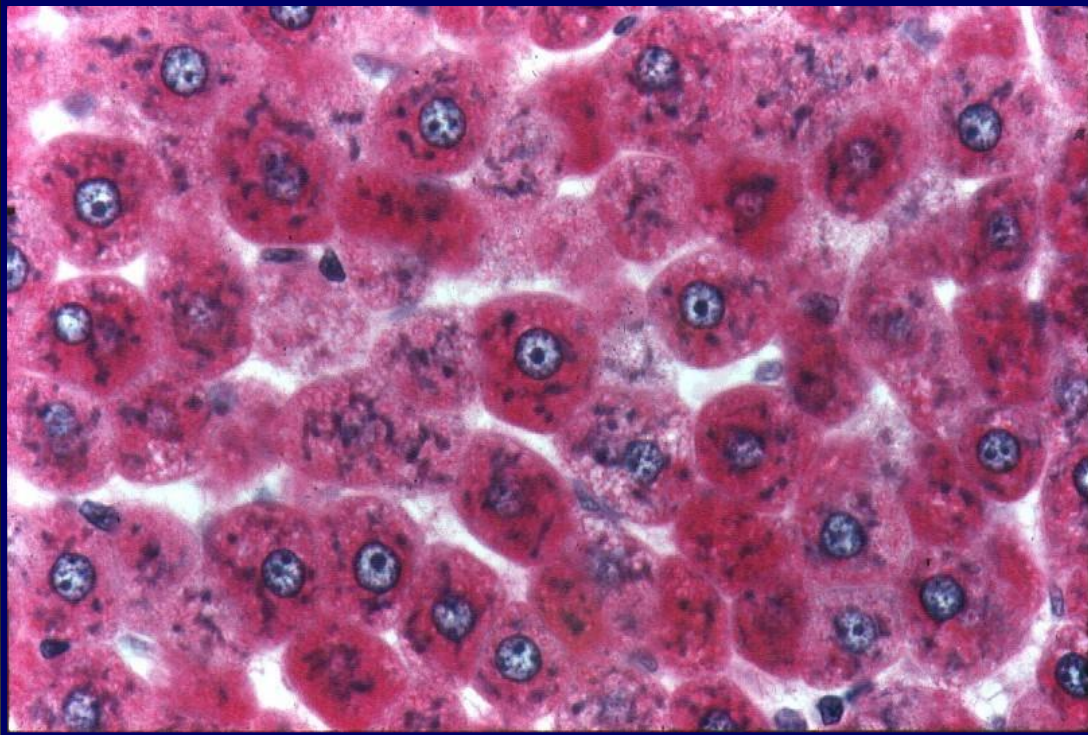
Biología celular.



A grandes aumentos con el microscopio electrónico de transmisión apreciamos el detalle de las cisternas de **retículo endoplásmico rugoso** y sus ribosomas asociados.



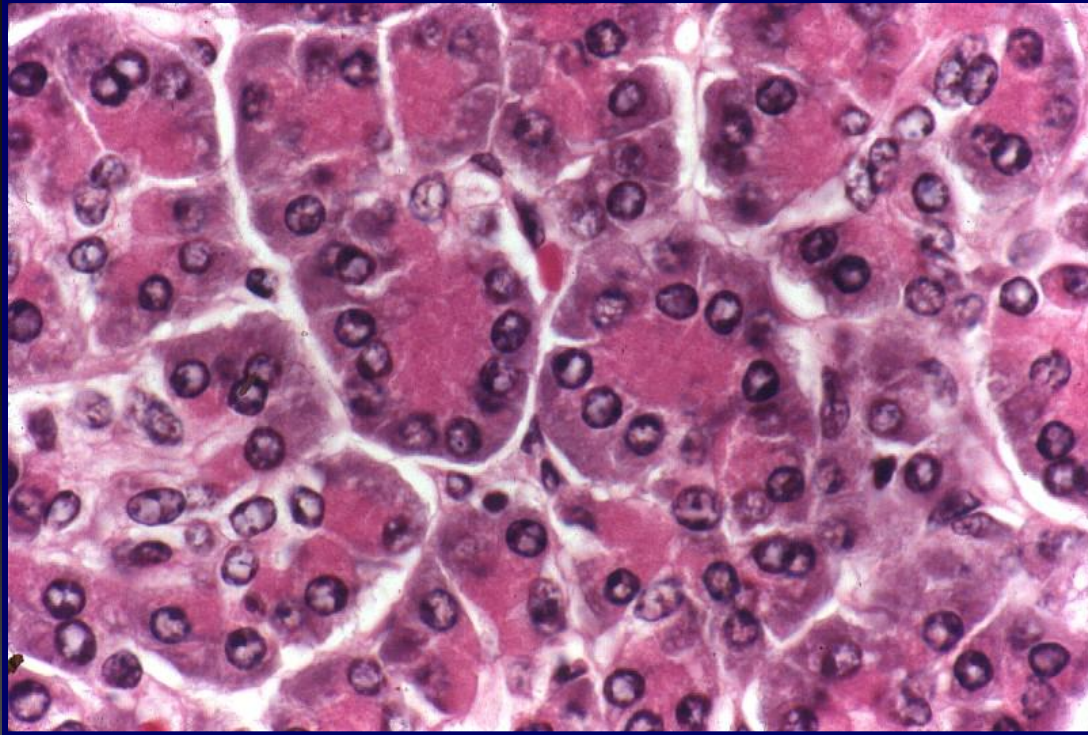
Biología celular.



Como ocurre con otros organelos, lo que ahora conocemos como retículo endoplásmico rugoso fue identificado por los antiguos histólogos. De hecho, se asoció con trabajo celular, por lo que se le dio el nombre de ergastoplasma de Garnier. Aquí lo observamos como estructuras irregulares azules en el citoplasma de los hepatocitos.



Biología celular.



Si bien el microscopio fotónico no nos permite apreciar el detalle ultraestructural del retículo endoplásmico rugoso, la tinción basófila del citoplasma con H y E nos permite identificar su presencia. Páncreas.



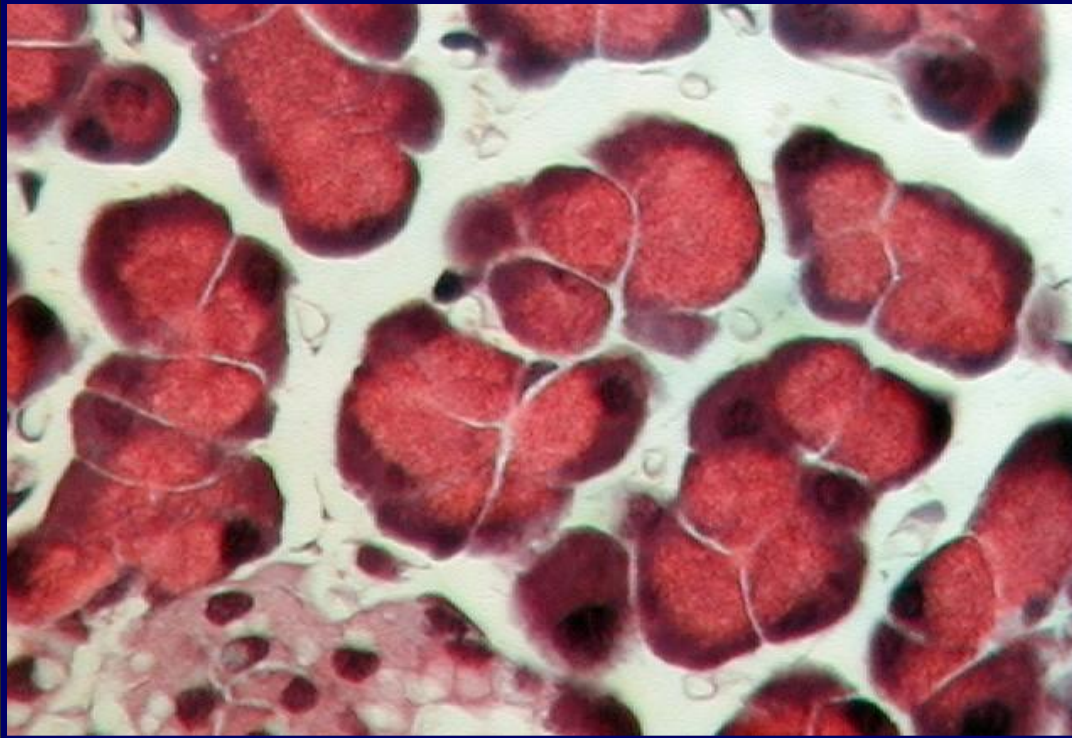
Biología celular.



Este corte de páncreas humano con H y E nos muestra que el citoplasma de las células secretoras tiene una zona basófila que corresponde al retículo endoplásmico rugoso y otra acidófila que corresponde a los gránulos secretorios.



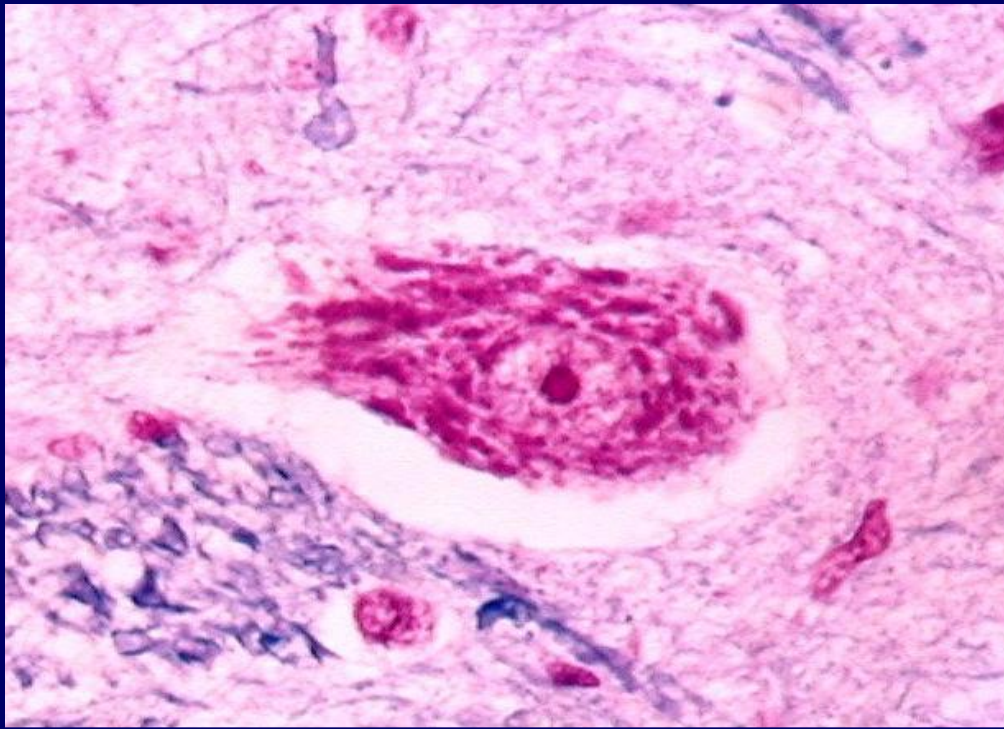
Biología celular.



Los cortes de páncreas obtenidos de animales que fueron sometidos a fijación por perfusión intravascular, permiten apreciar con mayor claridad la zona basófila y la acidófila.



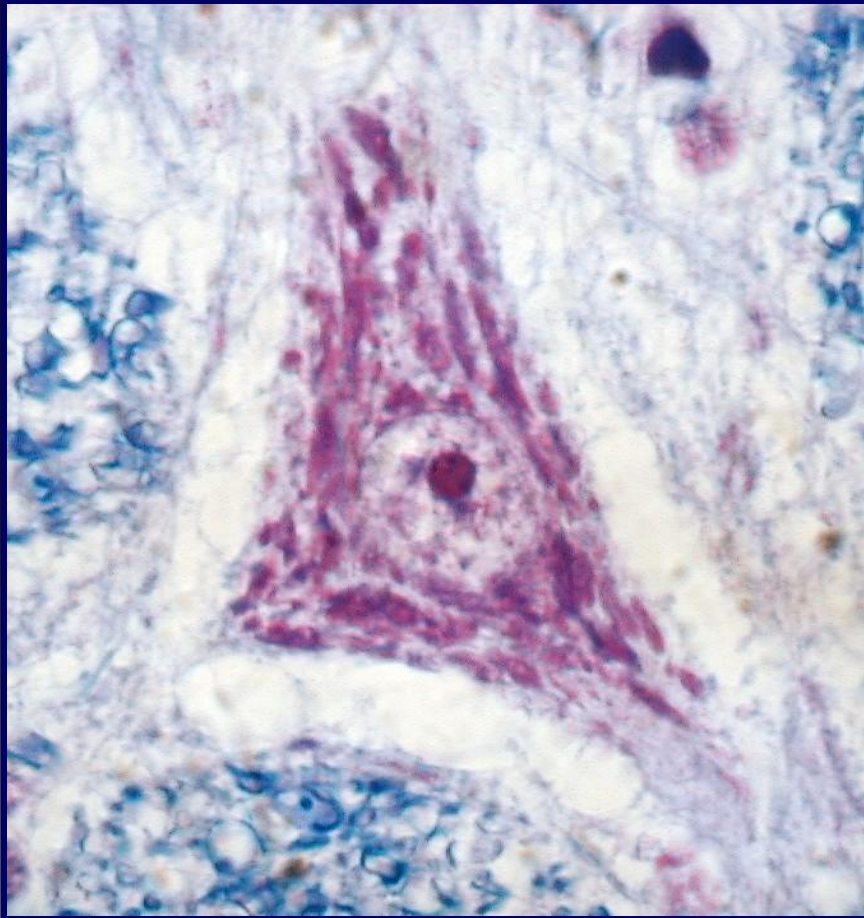
Biología celular.



En algunas neuronas el retículo endoplásmico rugoso se encuentra en subunidades dispersas en el citoplasma que se aprecian como grumos gruesos basófilos. Esta es la sustancia de Nissl.



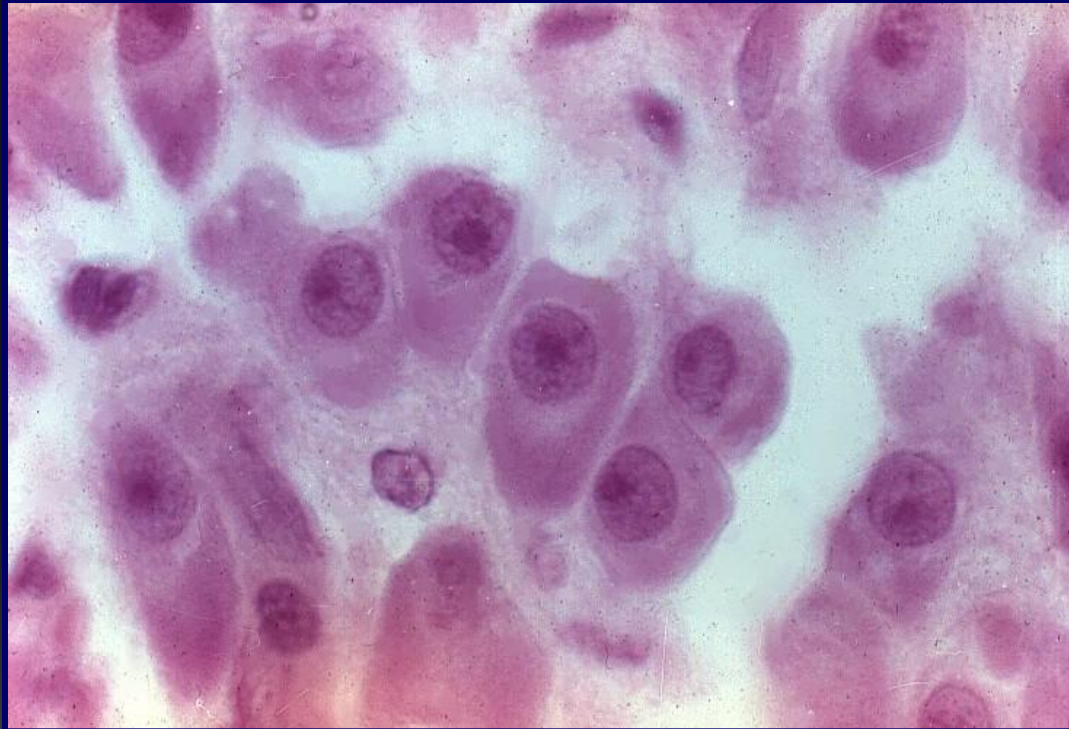
Biología celular.



Aquí tenemos otra neurona con grumos de Nissl. Note el núcleo voluminoso de cromatina extendida con nucléolo prominente.



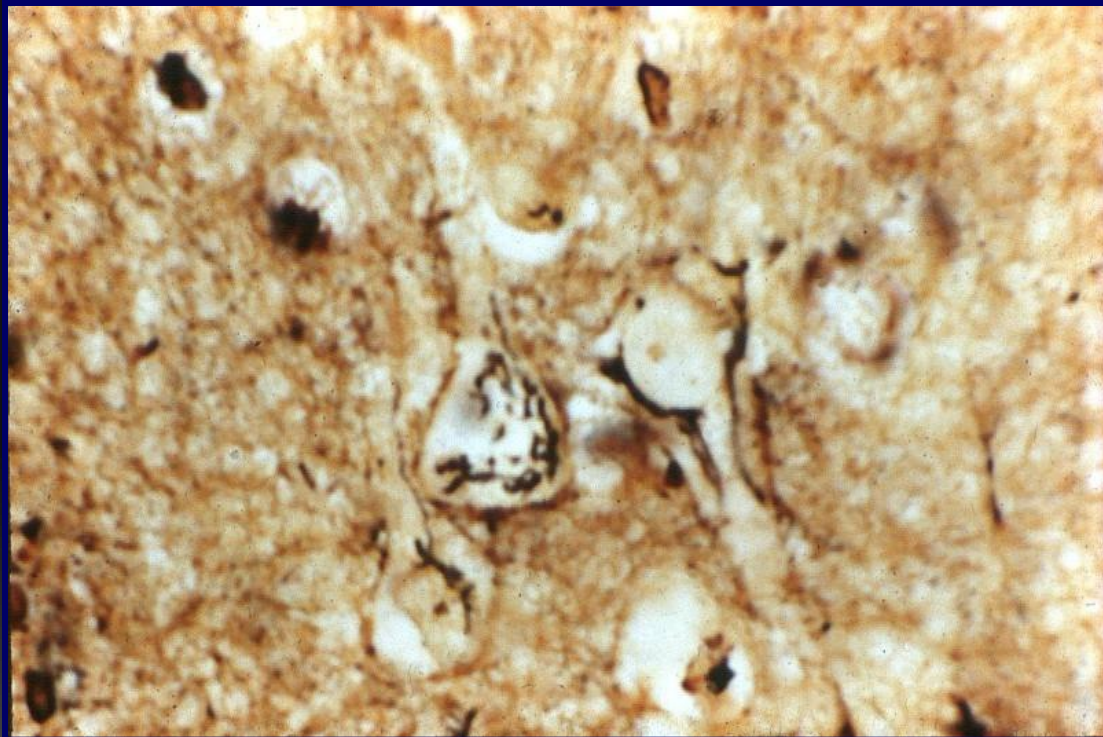
Biología celular.



Estas con células plasmáticas. Note la intensa basofilia citoplásmica que corresponde a retículo endoplásmico rugoso. Observe una zona clara perinuclear que corresponde al aparato de Golgi. Imagen negativa de Golgi.



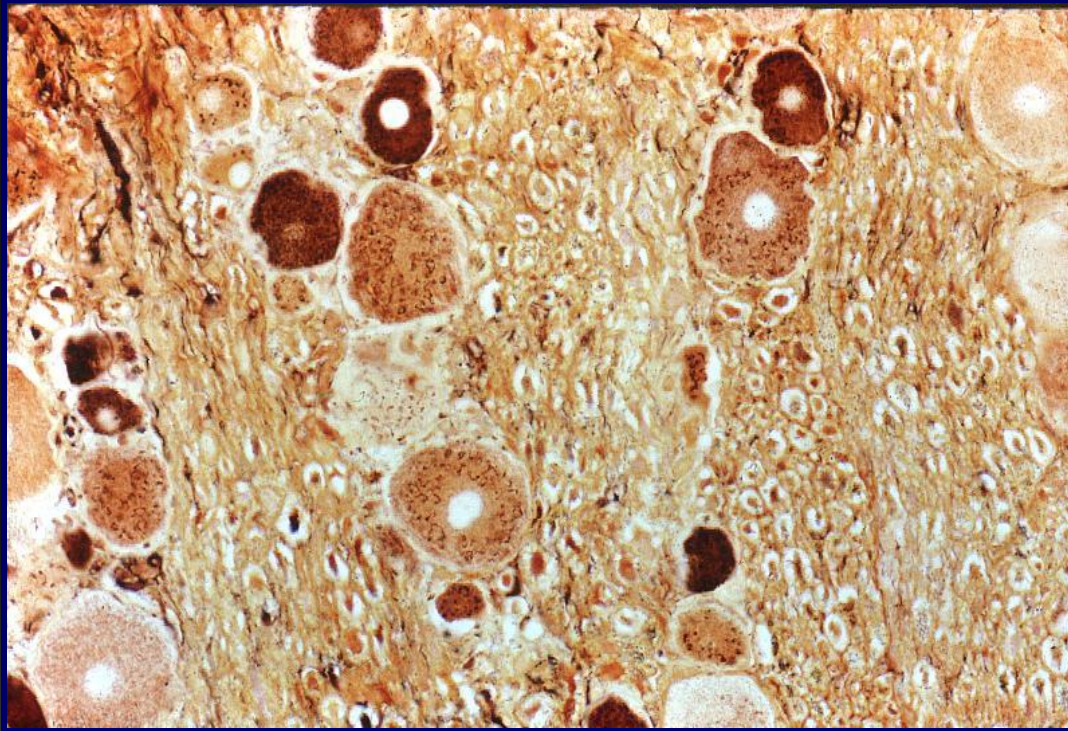
Biología celular.



Corte de cerebelo procesado con impregnación metálica clásica. Note en la porción central una célula de Purkinje cuyo soma tiene forma de higo. Observe unos corpúsculos oscuros que forman una especie de red. Don Camilo Golgi llamó a estas estructuras "aparato reticular interno". Ahora le conocemos como aparato de Golgi.



Biología celular.



Otra impregnación metálica clásica es la técnica de Da Fano. Aquí se observan neuronas ganglionares con soma redondeado. Note que el fondo del citoplasma es café amarillento y contiene estructuras de forma irregular obscuras. Corresponden al aparato de Golgi.



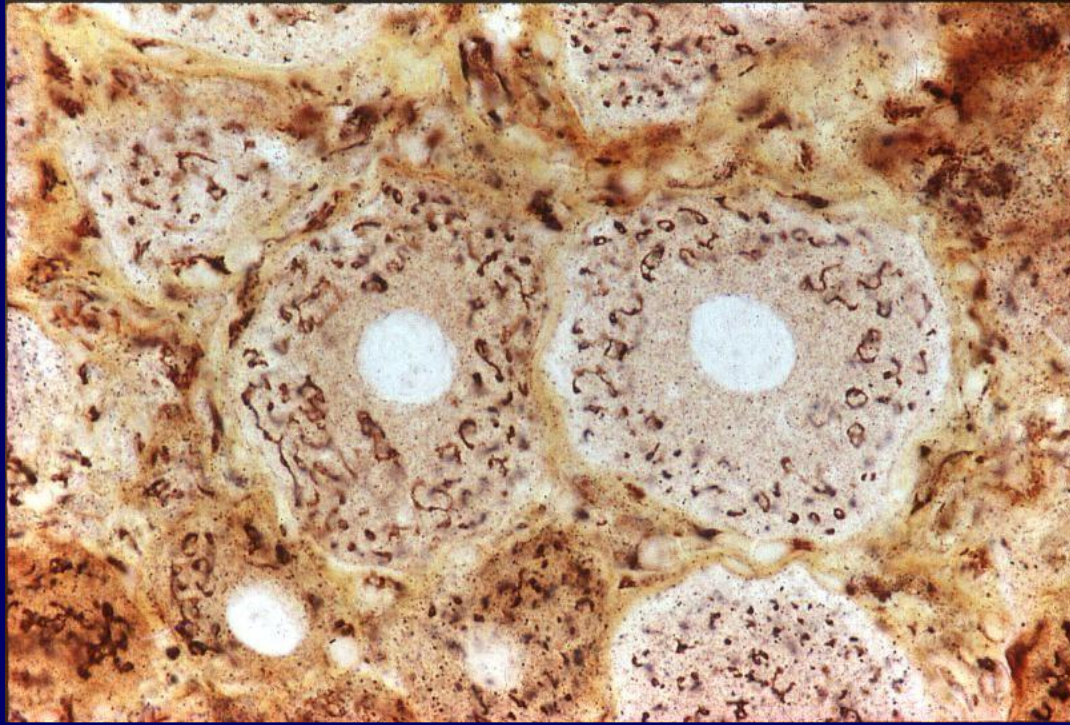
Biología celular.



Ganglio nervioso a mayor aumento con técnica de Da Fano. Observe el citoplasma redondeado de las neuronas. Fondo café claro con pequeños grumitos oscuros. Corresponden al aparato de Golgi. Note que los núcleos no se impregnan, quedan huecos blancos. Es la imagen negativa del núcleo.



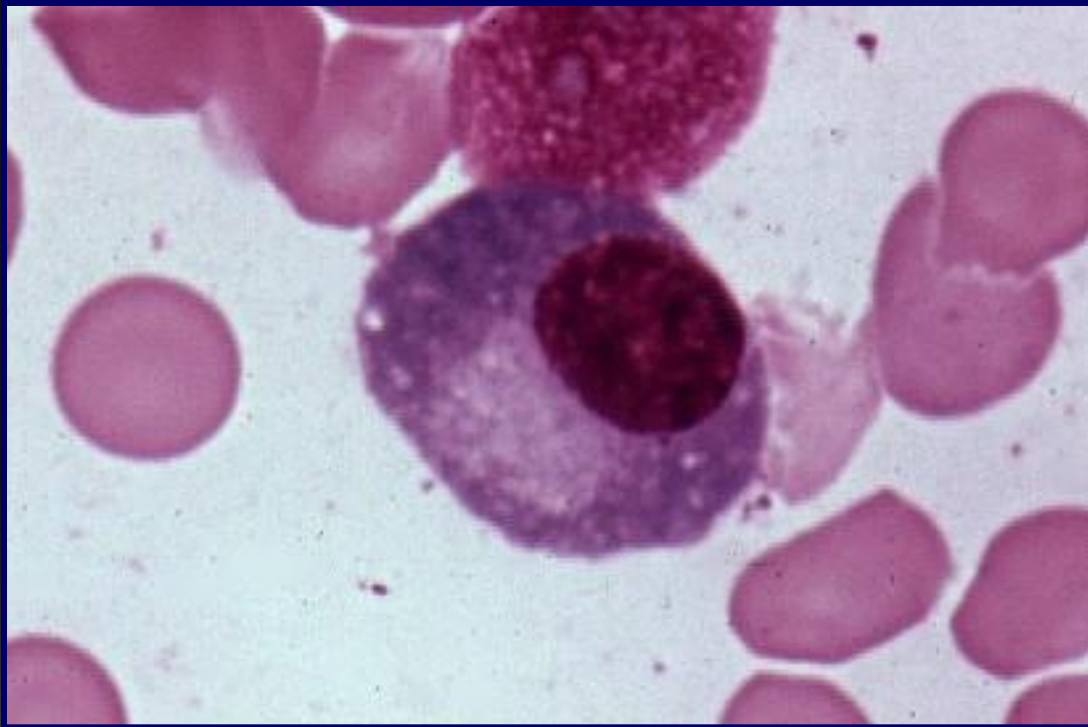
Biología celular.



A grandes aumentos, la técnica de Da Fano nos muestra el aspecto irregular del complejo de Golgi en neuronas ganglionares.



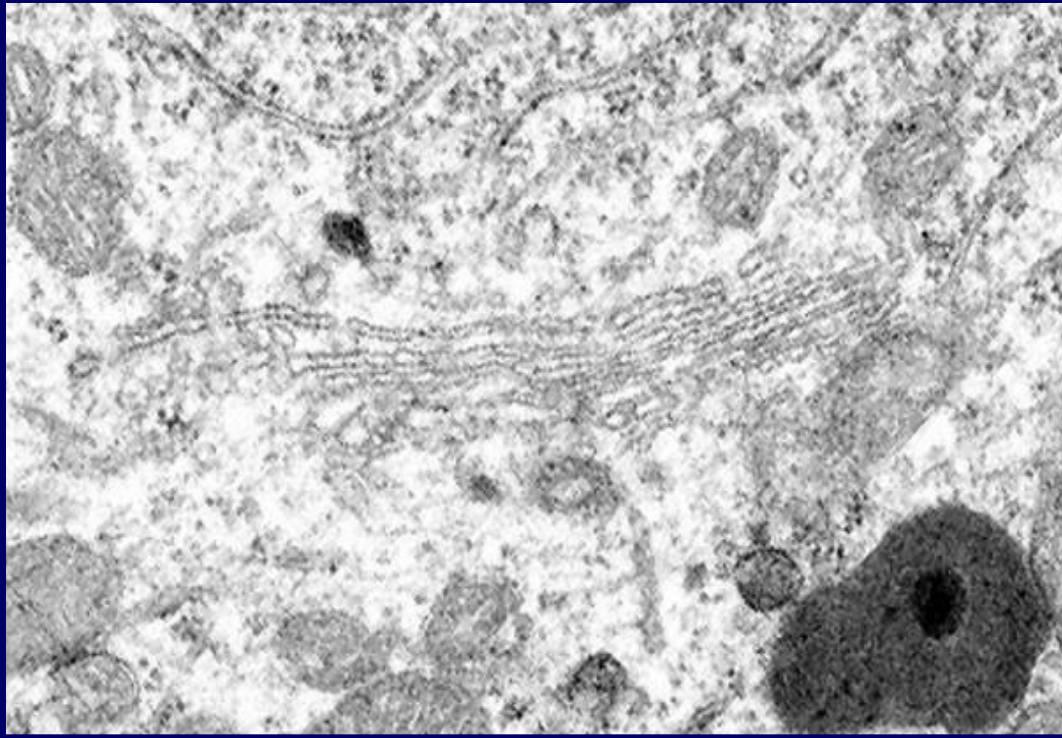
Biología celular.



Célula plasmática de Cajal con citoplasma intensamente basófilo (Retículo endoplásmico rugoso) y una amplia **imagen negativa de Golgi**.



Biología celular.



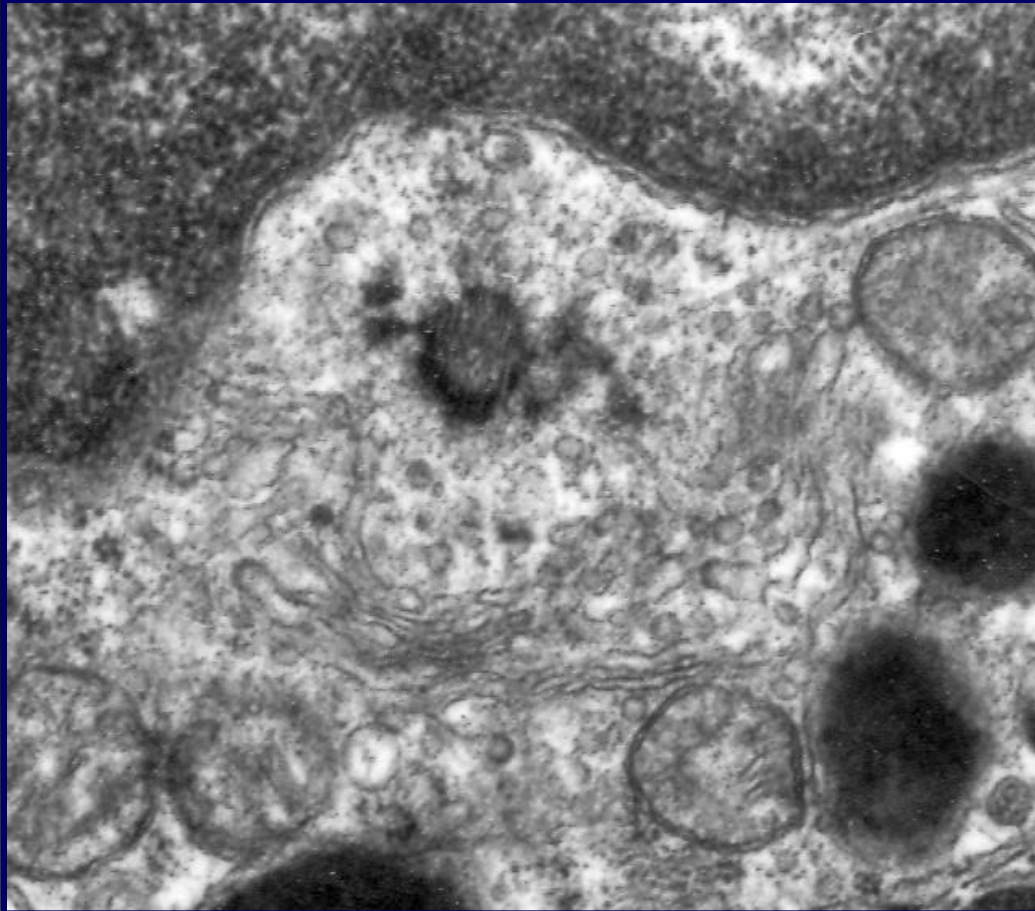
El microscopio electrónico de transmisión nos muestra en el centro de la imagen, el aspecto de los sáculos del aparato de Golgi. Observe que en la porción superior de la imagen se identifican cisternas de Rer.



Biología celular.



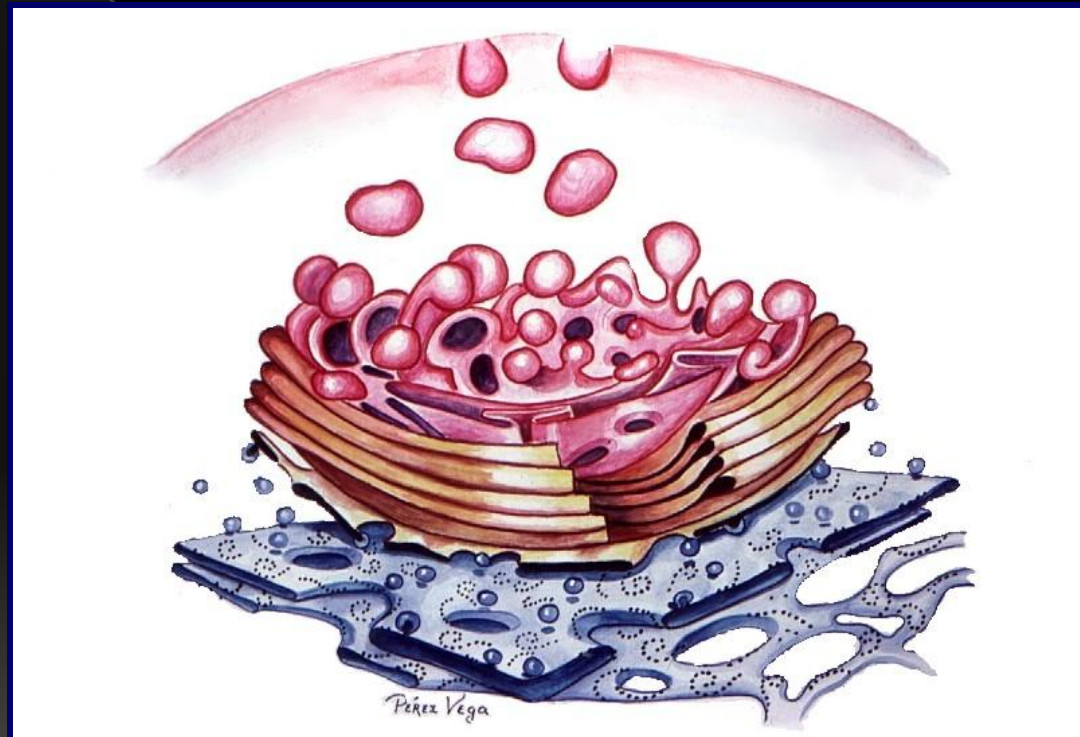
Esta impresionante micrografía electrónica de transmisión muestra con tal detalle la estructura del aparato de Golgi, que pareciera que fue dibujada. Note las caras *cis* y *trans*.



Esta micrografía electrónica de transmisión nos muestra el aparato de Golgi. Además usted ahora debe ser capaz de identificar el núcleo celular, un centríolo y algunas mitocondrias.



Biología celular.



El dibujo semiesquemático nos muestra la representación tridimensional de los componentes básicos del aparato anabólico. En azul, tenemos el retículo endoplásmico rugoso, en amarillo y rosa, el aparato de Golgi, y separándose del mismo, también en rosa, los gránulos secretorios que liberan su contenido al exterior de la célula.



Biología celular.



Páncreas de rata profundida. Note la basofilia citoplásmica (Rer) y la zona acidófila con numerosos gránulos secretorios.



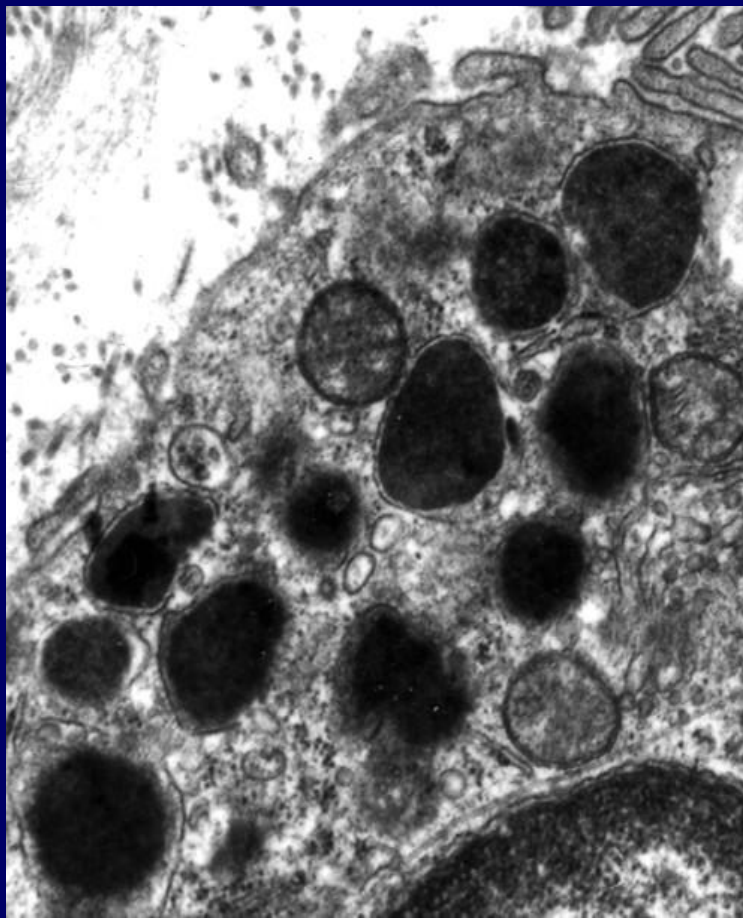
Biología celular.



Intestino delgado. Observe que las células de la izquierda tienen en el citoplasma numerosos gránulos secretorios oscuros. Estas son las células de la base de las criptas intestinales también conocidas como células de Paneth.



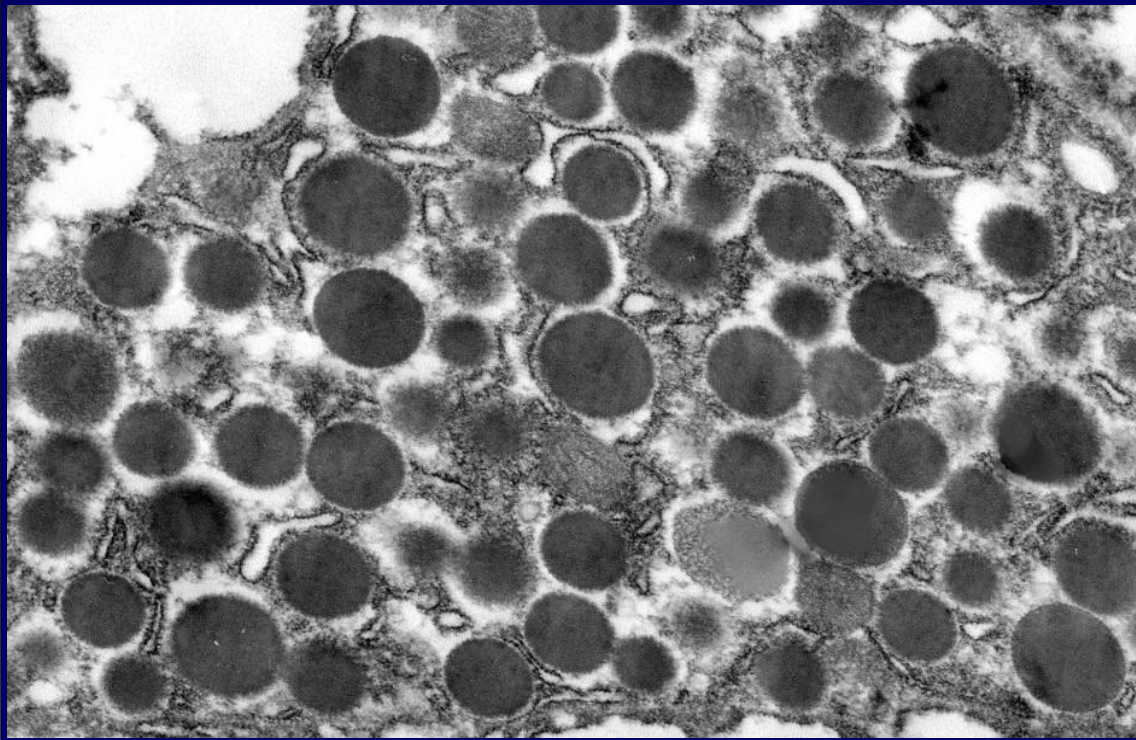
Biología celular.



El microscopio electrónico de transmisión nos muestra el detalle de gránulos secretorios. Observe que están limitados por membrana y que su contenido es electrodenso. Note en el extremo inferior derecho un fragmento del núcleo celular.



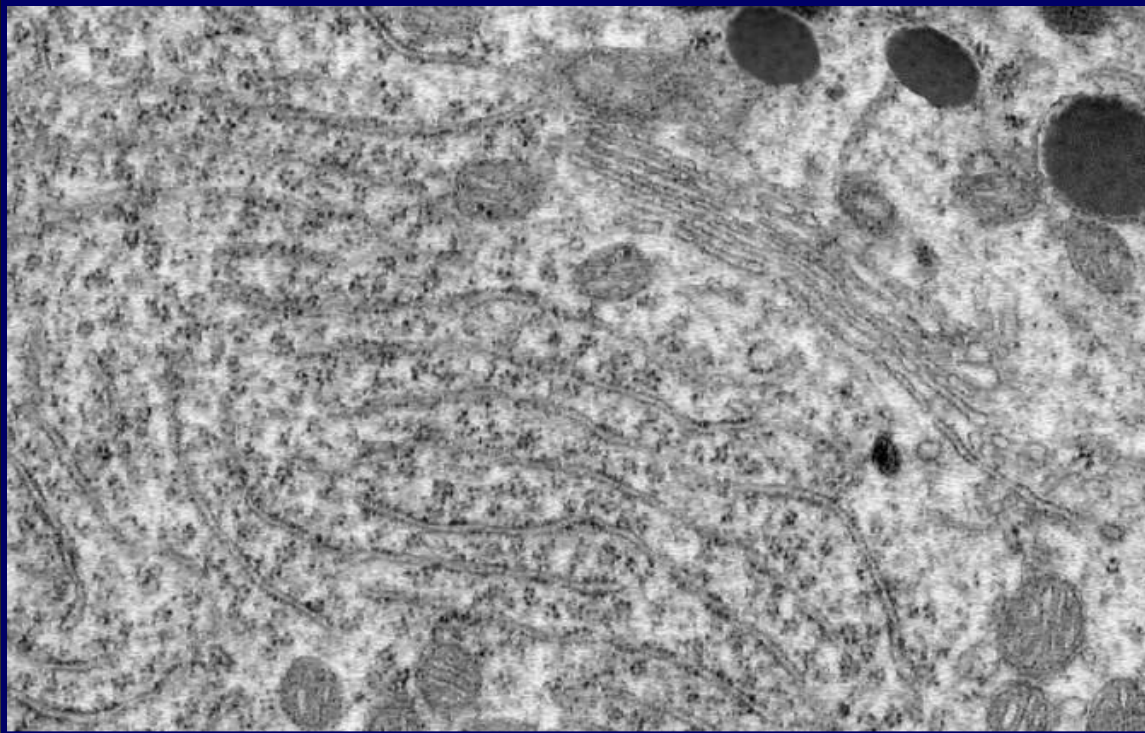
Biología celular.



En las células de tipo neuroendocrino es característico que los gránulos secretorios se observen con microscopio electrónico de transmisión, como estructuras redondeadas separadas de la membrana que les limita.



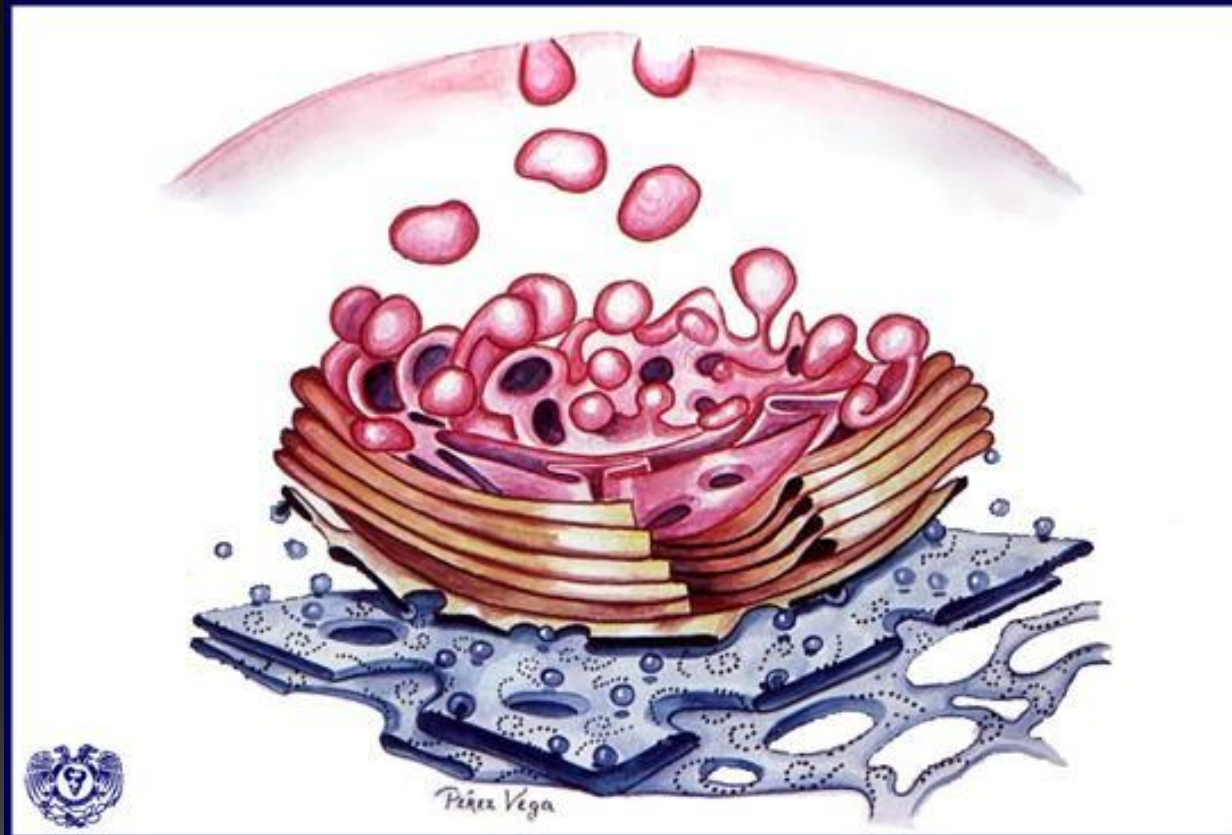
Biología celular.



Esta micrografía electrónica de transmisión resume varios de los puntos hasta aquí tratados. Identifique el retículo endoplásmico rugoso, vea que se encuentra adyacente al aparato de Golgi, que a su vez se asocia con gránulos secretorios.



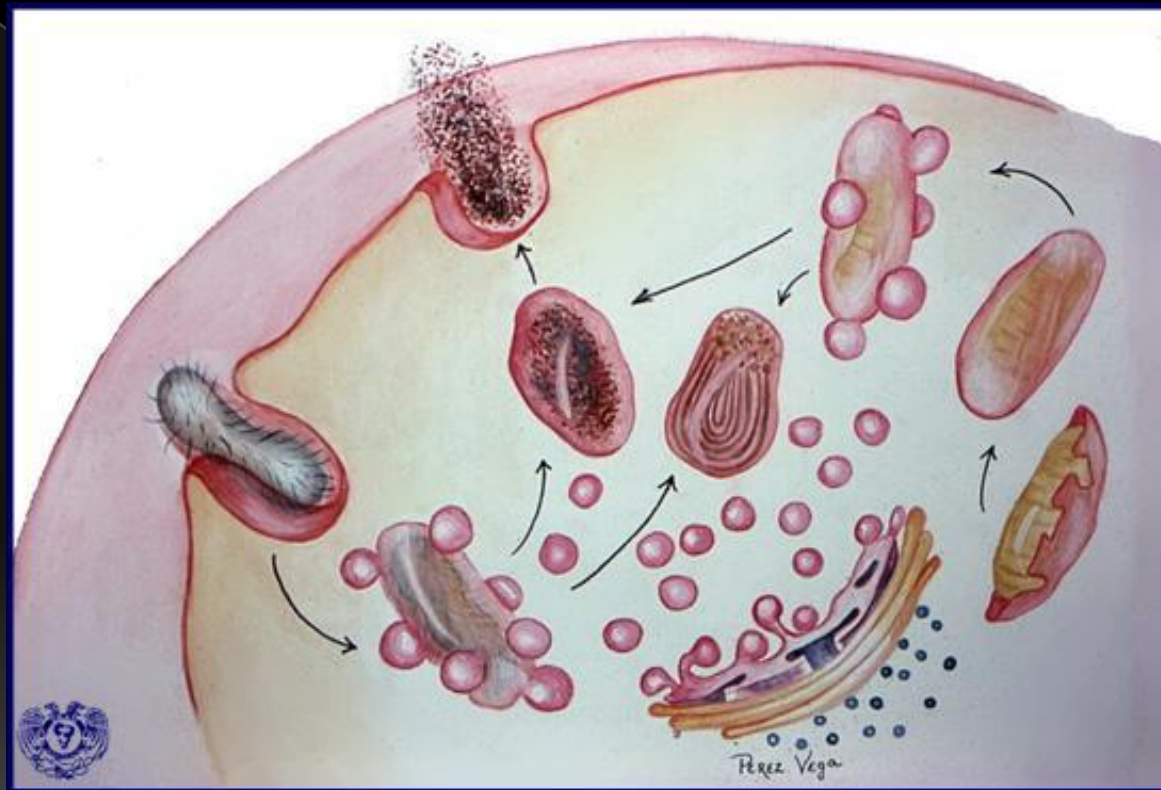
Biología celular.



Del aparato de Golgi se derivan tres tipos específicos de organelos con membrana: los gránulos secretorios, los lisosomas y los melanosomas. Esto significa que las proteínas que contienen, se sintetizan en el Rer.



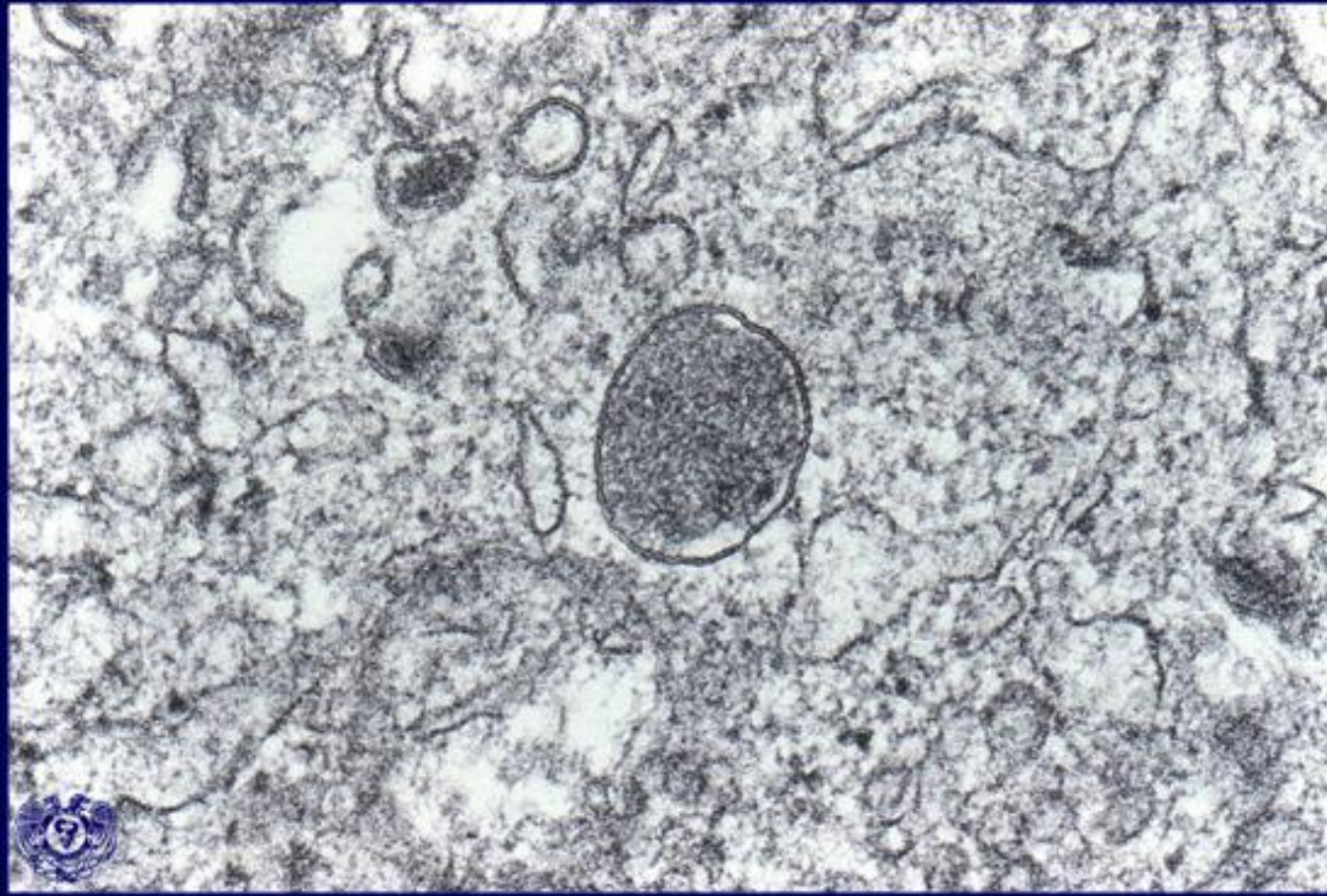
Biología celular.



Este dibujo semiesquemático representa en tres dimensiones el ciclo del lisosoma. Observe la fagocitosis de una bacteria peluda; al fagosoma se unen lisosomas derivados del Golgi descargando sus enzimas hidrolíticas. Si el contenido se puede destruir, es sujeto de exocitosis, en caso contrario queda como cuerpo residual. Los organelos "viejos" son autofagocitados. El autofagosoma sigue una suerte similar a la ya descrita para el fagosoma.

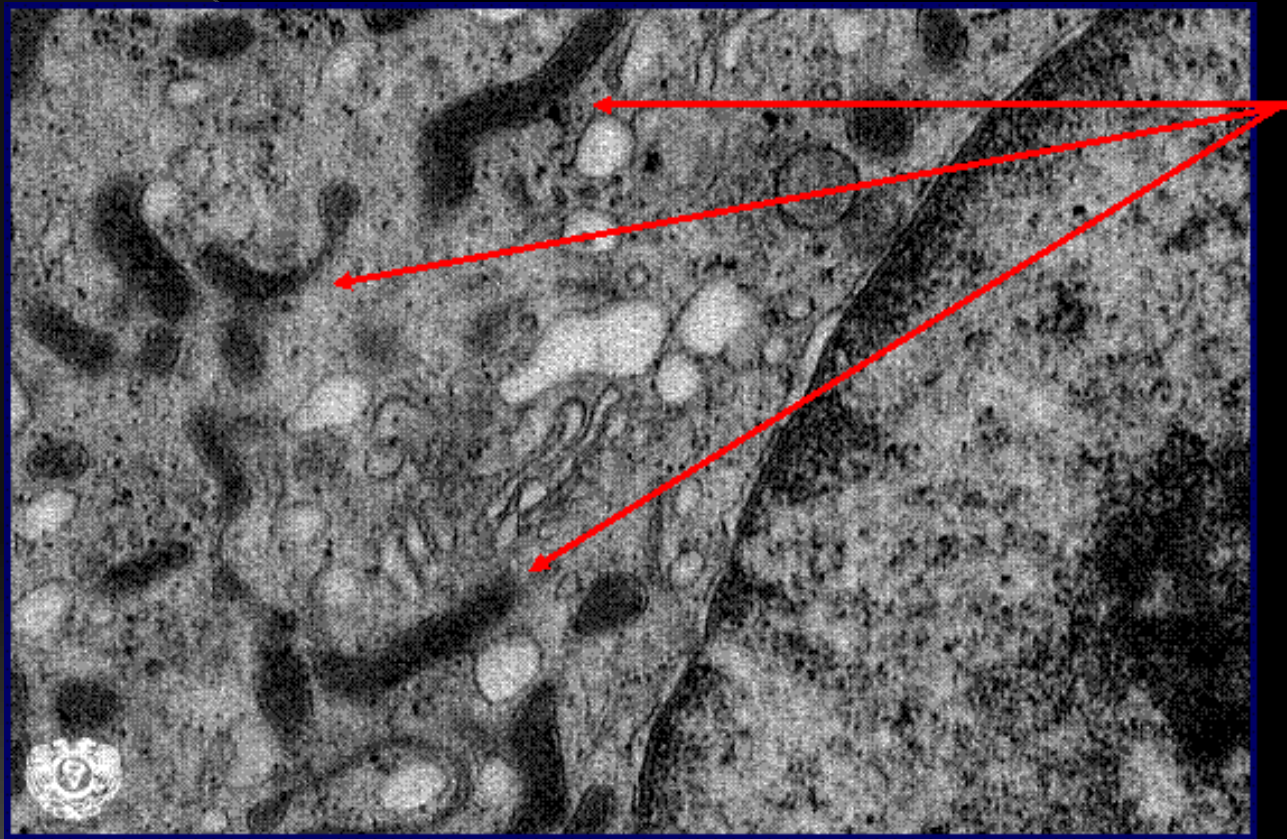


Biología celular



El microscopio electrónico de transmisión nos muestra el aspecto de un lisosoma primario. Note que la membrana que le limita tiene el aspecto de unidad de membrana. El material grumoso corresponde a las enzimas hidrolíticas ácidas.

Biología celular.



Aunque clásicamente se describe a los lisosomas primarios como organelos redondeados, en ocasiones muestran perfiles irregulares y polimórficos, como los que aquí se aprecian.



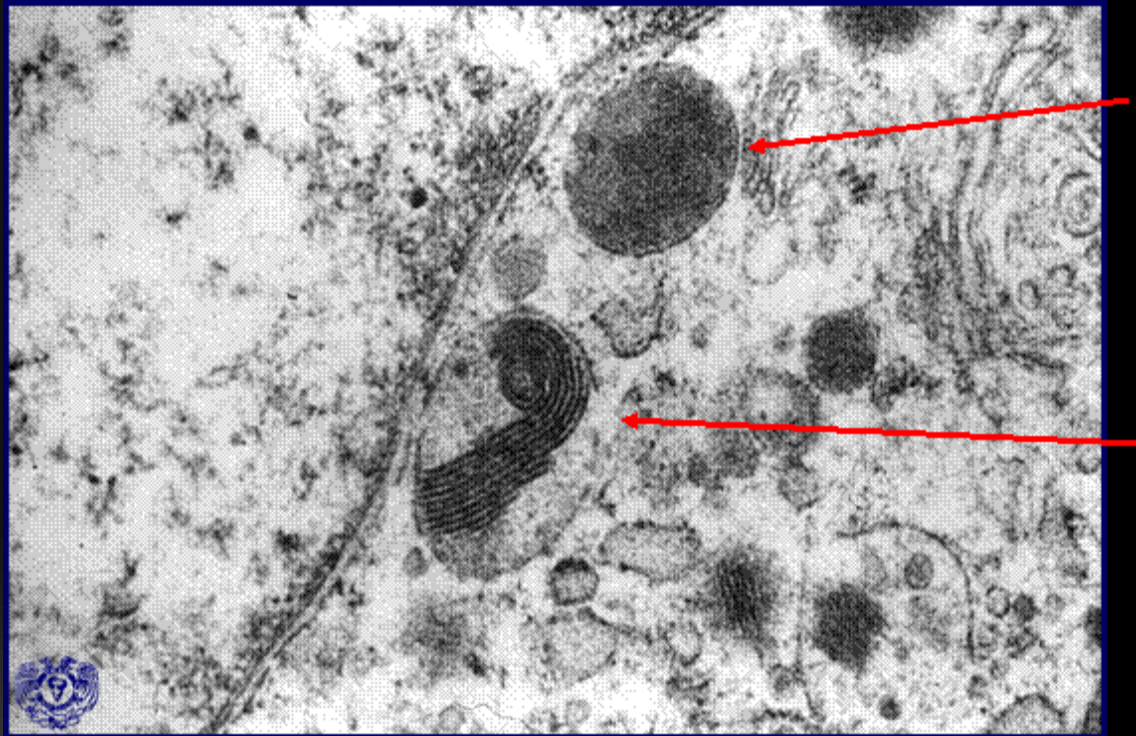
Biología celular.



Ocasionalmente los lisosomas muestran un contenido grumoso muy electrodenso, como el que aquí se observa.



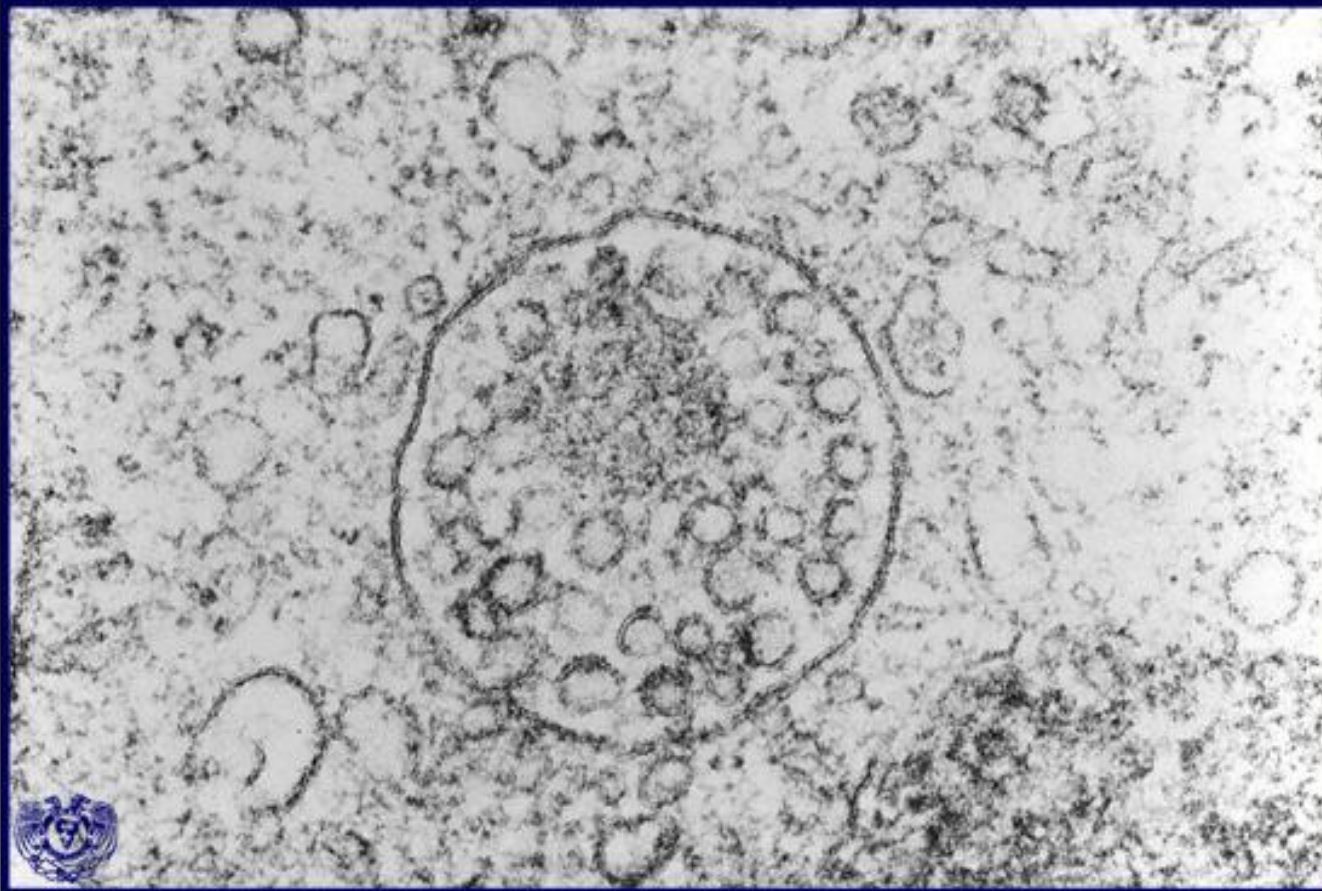
Biología celular.



Esta micrografía electrónica de transmisión muestra un fragmento del núcleo celular, así como un lisosoma primario y un lisosoma secundario de tipo cuerpo residual con arreglos paralelos de fosfolípidos que se conocen como cuerpo mielínico.



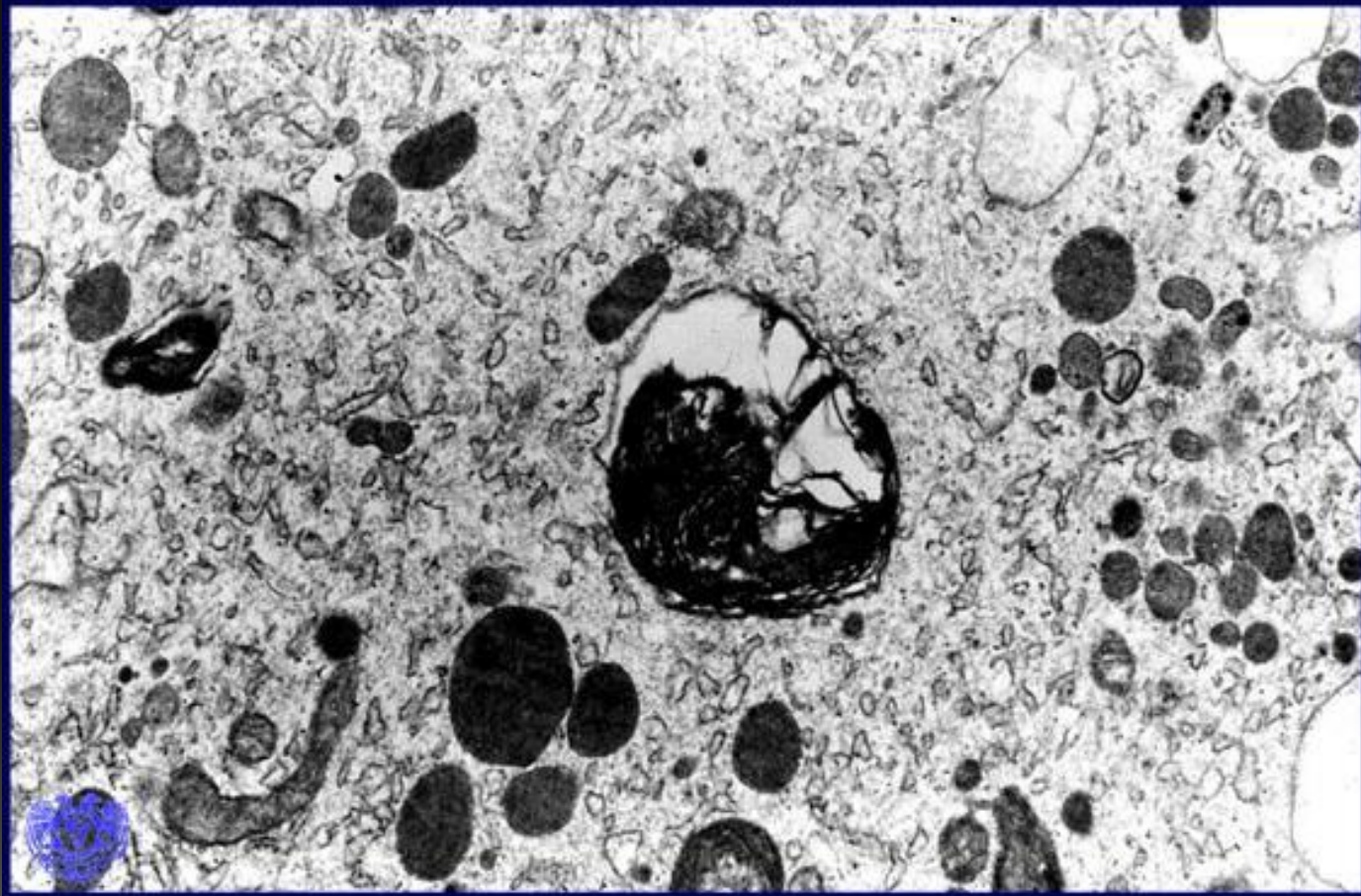
Biología celular.



Los cuerpos multivesiculares como el que aquí se muestra se relacionan con el metabolismo de vesículas de pinocitosis.



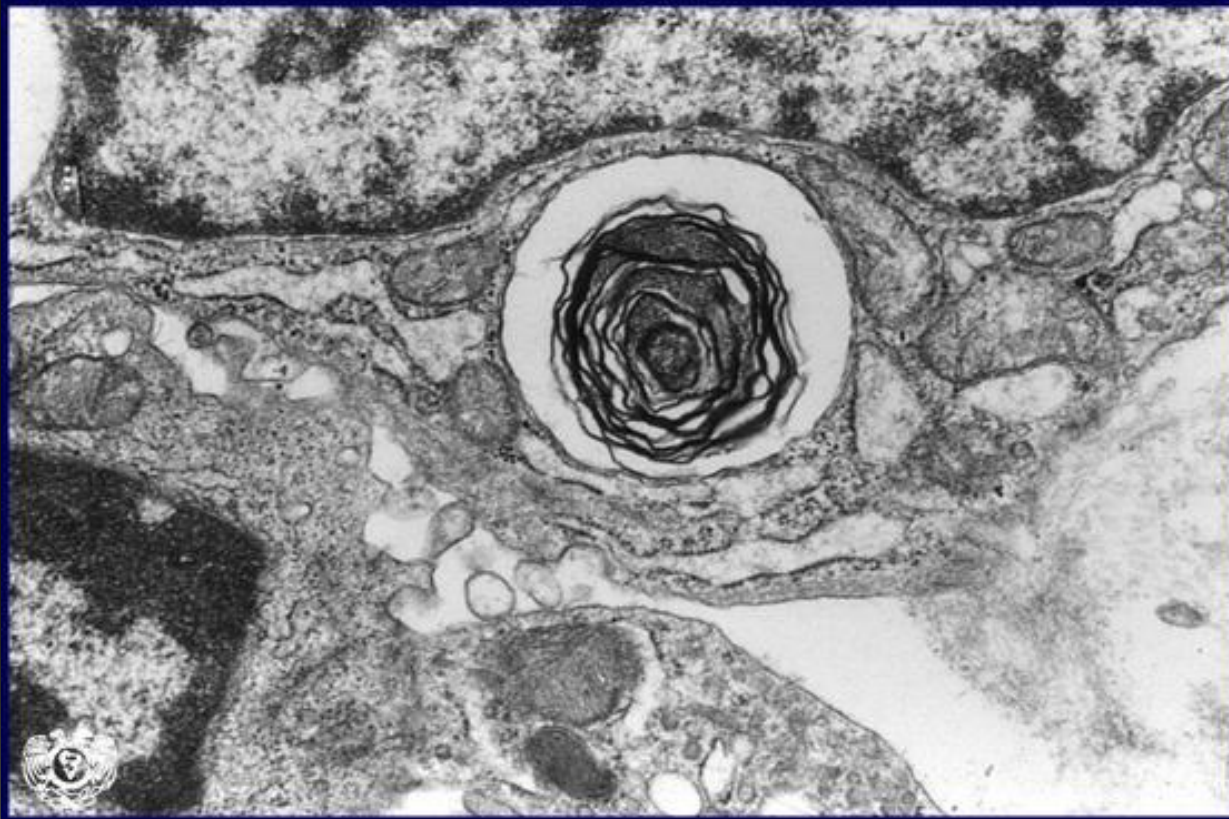
Biología celular.



En el centro de la imagen se identifica un cuerpo residual voluminoso. Note las láminas paralelas de material lipídico. Rodeando al cuerpo residual se aprecia una gran cantidad de sistemas de membrana tubulares y vesiculares que corresponden al retículo endoplásmico liso.



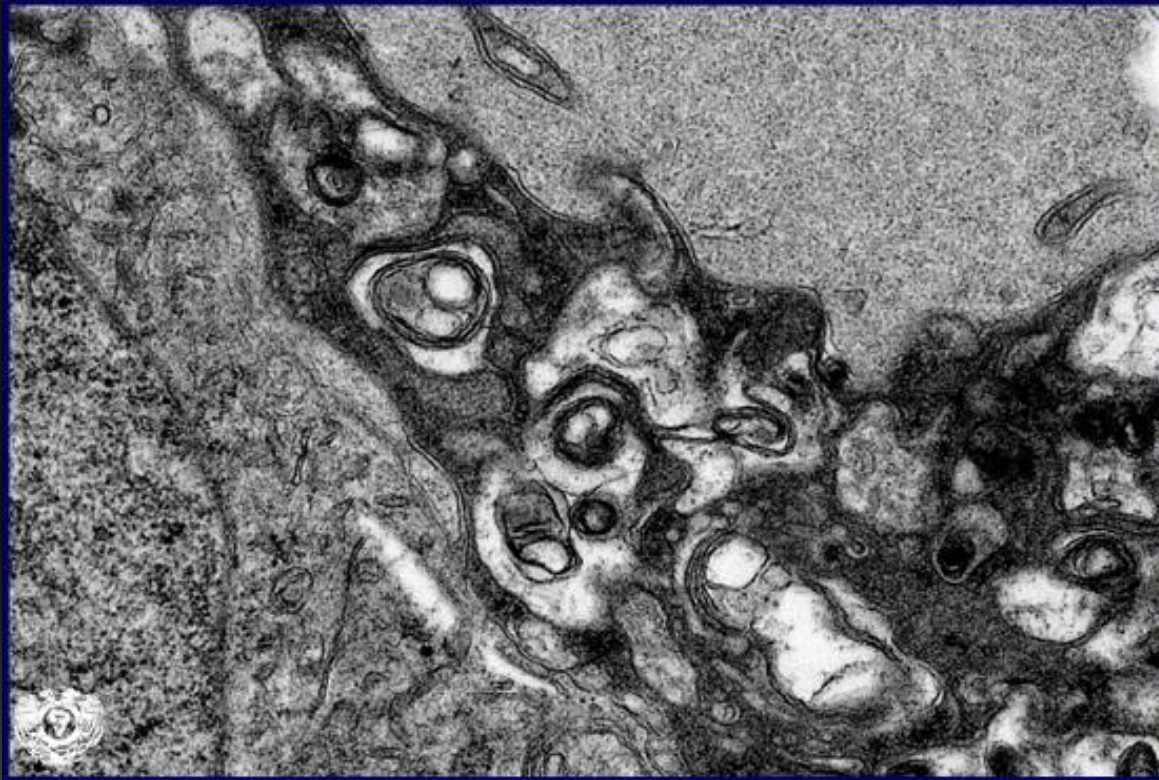
Biología celular.



Aquí observamos otro gran cuerpo residual. Usted debe ser capaz ahora de indentificar dos fragmentos de núcleo celular, algunas mitocondrias y cisternas dilatadas de retículo endoplásmico rugoso.



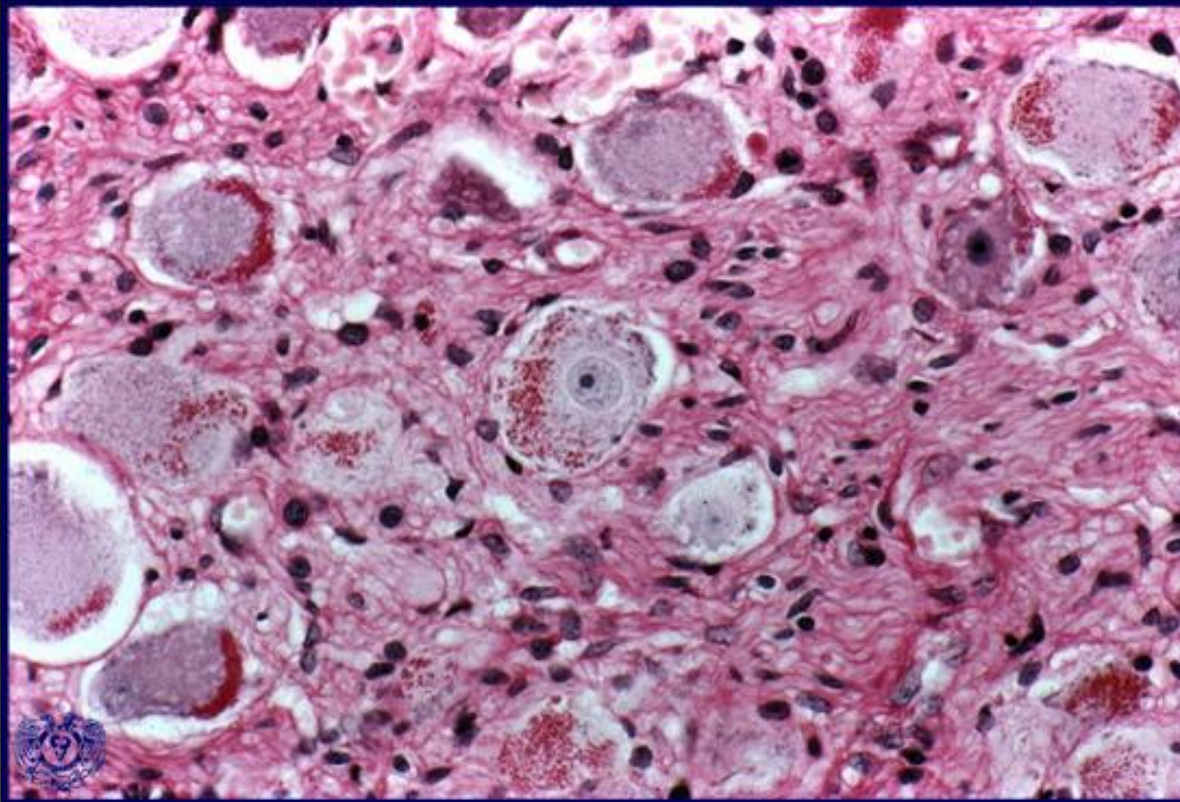
Biología celular.



En condiciones normales los cuerpos residuales se acumulan en regiones específicas del citoplasma formando un complejo macromolecular rico en lípidos que corresponde al llamado “pigmento de desgaste”, conocido también como lipofuscina.



Biología celular.



Algunas células en condiciones normales, al paso de los años, acumulan en su citoplasma grandes cantidades de lipofuscina, como se observa en estas neuronas ganglionares. A lipofuscina es un pigmento pardo, aquí lo vemos como gránulos rojos porque el corte se ha teñido con la técnica de P.A.S.



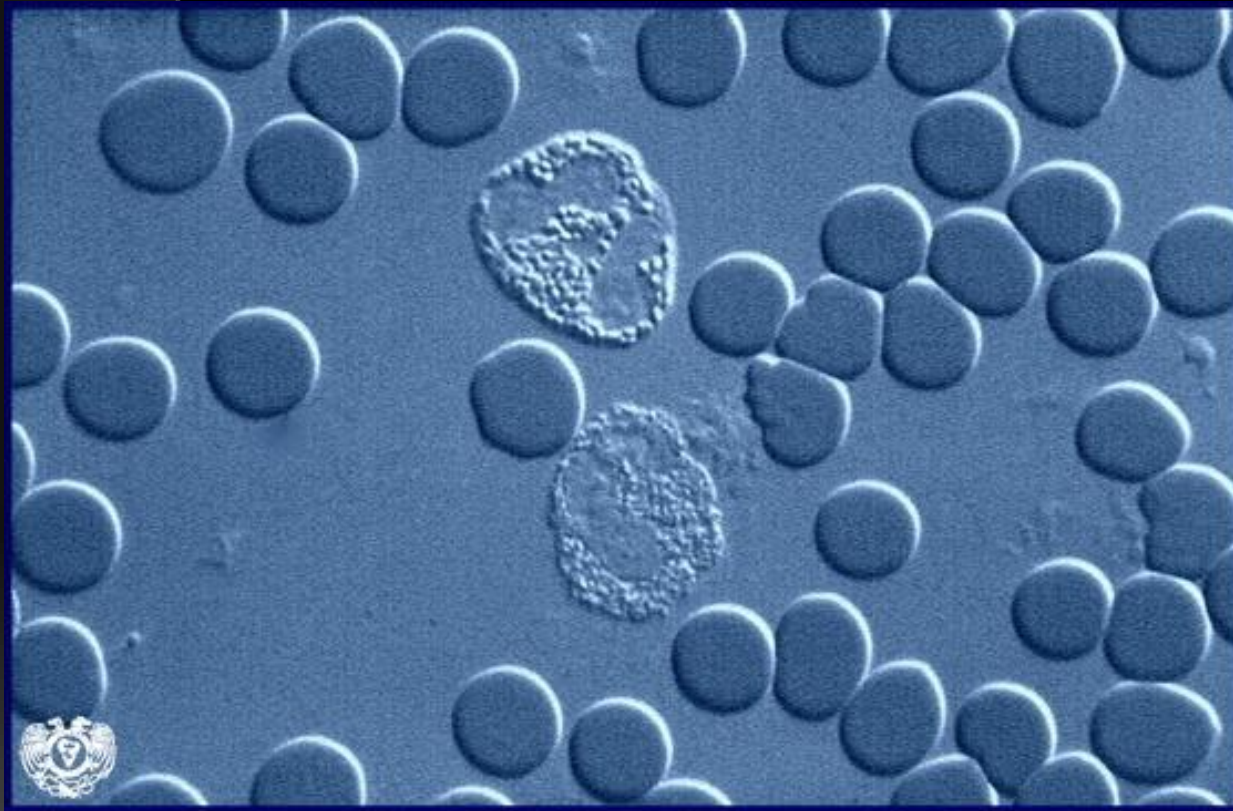
Biología celular.



Los leucocitos neutrófilos, como el que se observa en el centro de esta imagen, son células relacionadas con fagocitosis como mecanismo de defensa. Su citoplasma contiene grandes cantidades de lisosomas que se pueden apreciar con el microscopio fotónico como grumos finos rosados.



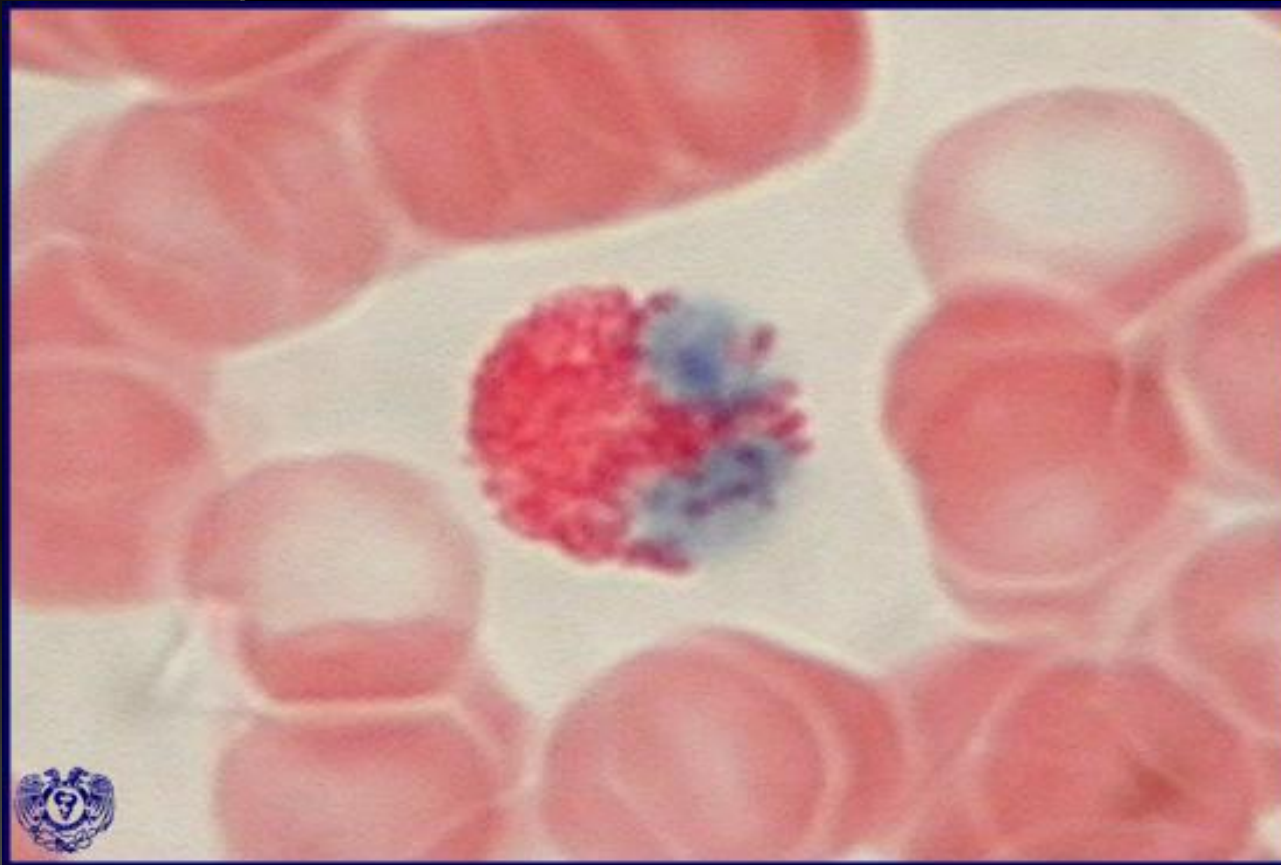
Biología celular.



El sistema óptico de interferencia diferencial según Nomarski nos permite apreciar con detalle el aspecto de los lisosomas en dos leucocitos.



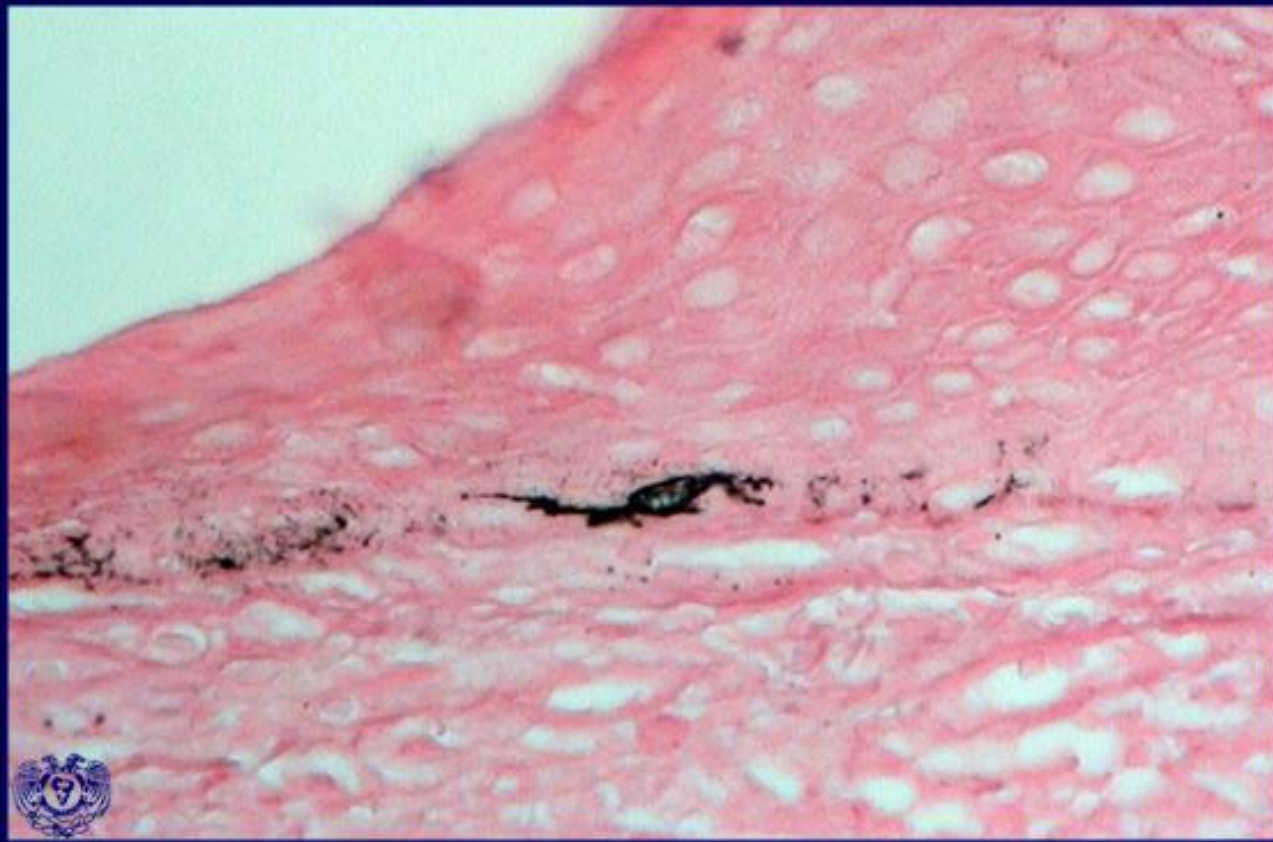
Biología celular.



Este es un leucocito eosinófilo. Observe que el citoplasma contiene grandes cantidades de lisosomas que se aprecian como gránulos gruesos rojos.



Biología celular.

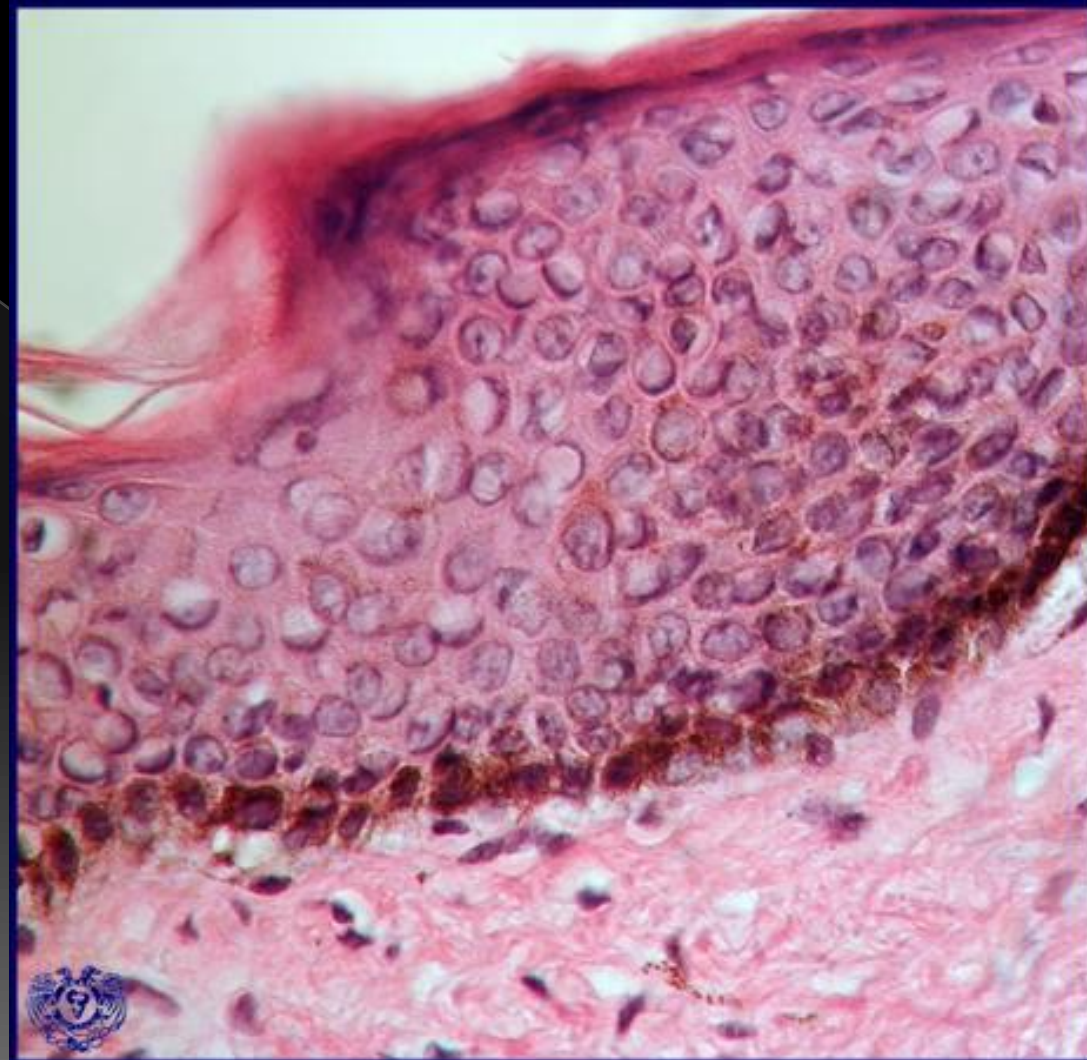


Los melanosomas son organelos con membrana que derivan del aparato de Golgi. Las células que contienen melanosomas tienen en común el derivarse del tubo neural. Los melanocitos, como el que aquí se muestra con una impregnación metálica, se encuentran en la porción basal de la epidermis.



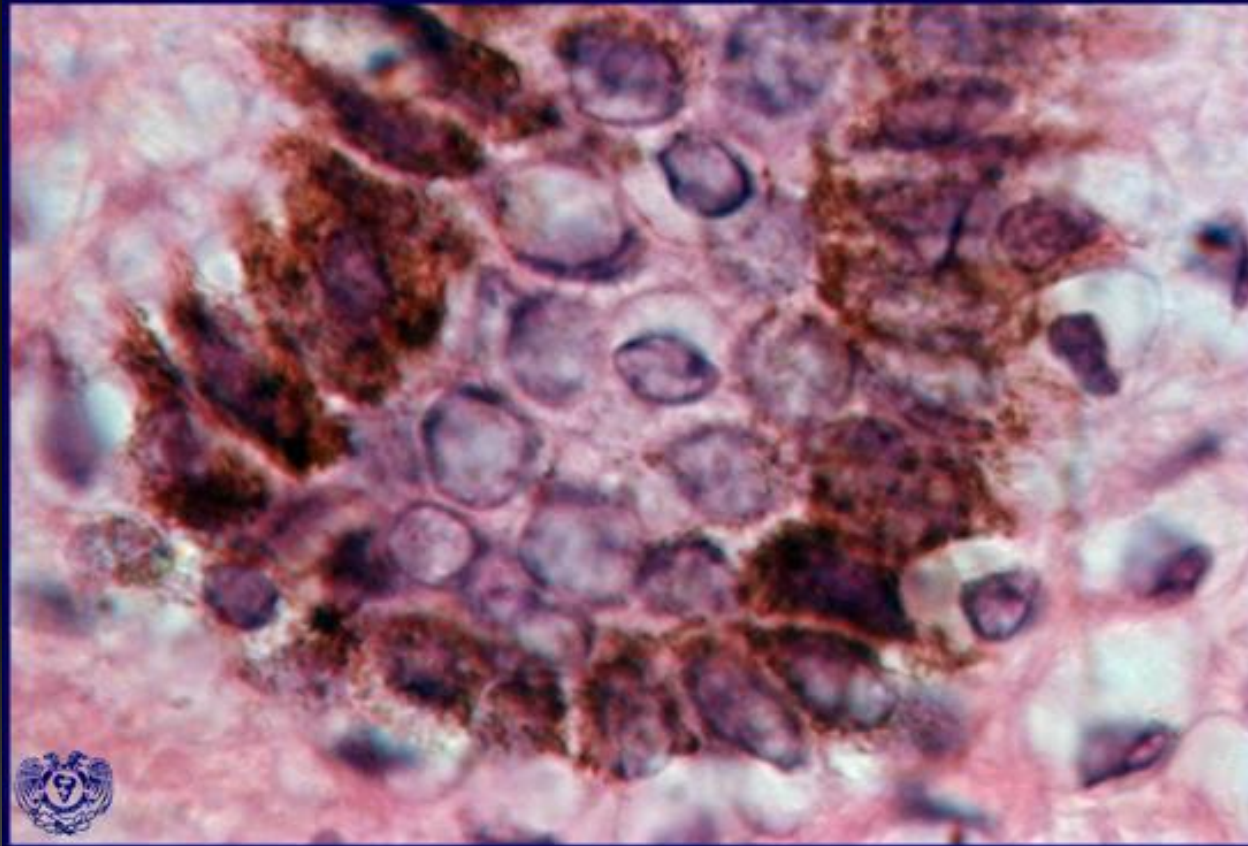
Biología celular.

La melanina es un pigmento pardo, contenido en los melanosomas. Los melanocitos “inyectan” los melanosomas en el citoplasma de las células epiteliales de la epidermis, que se conocen como queratinocitos. En este corte de piel humana observamos una hilera de queratinocitos basales con abundante melanina.





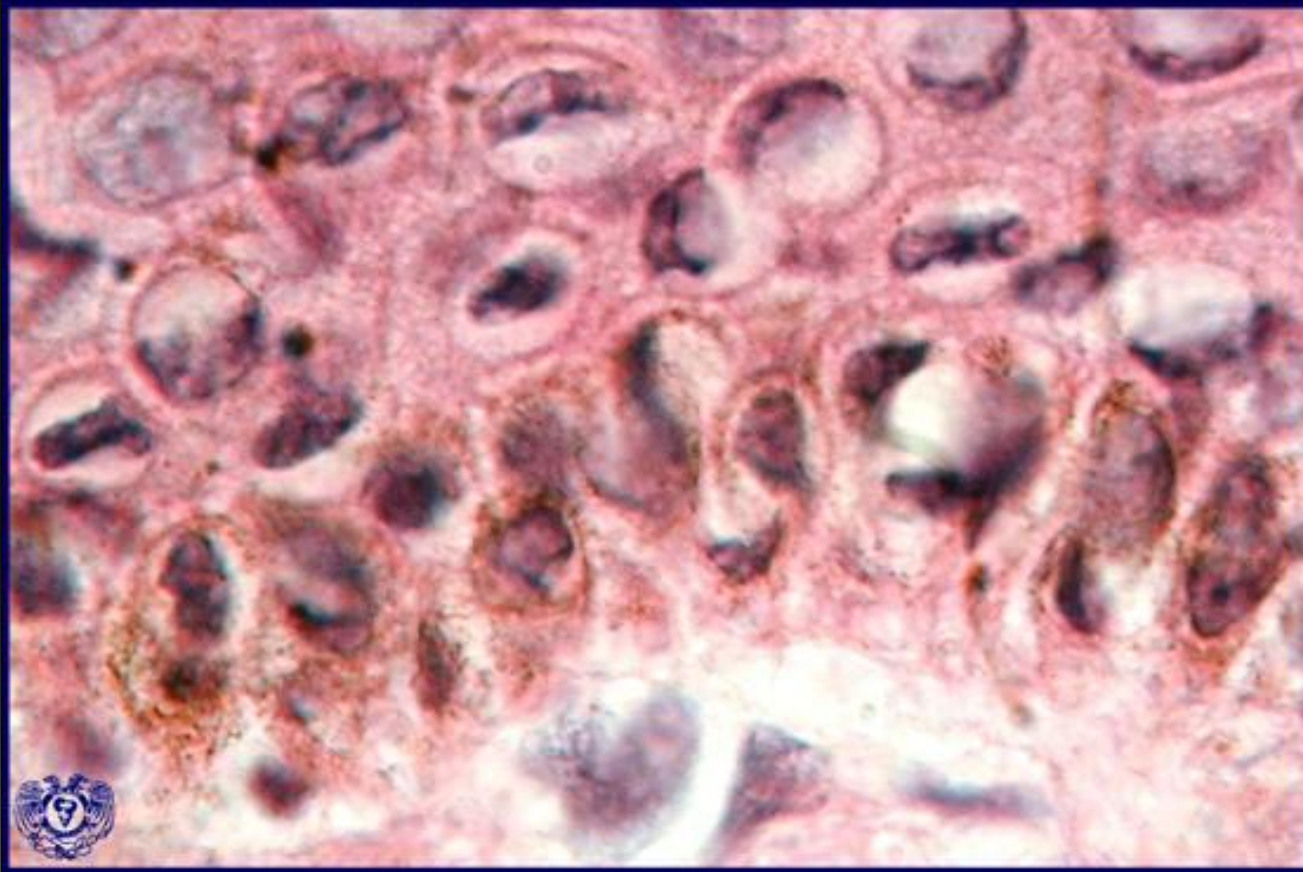
Biología celular.



Con grandes aumentos, notamos el aspecto de los numerosos gránulos de melanina en los queratinocitos basales de la epidermis humana.



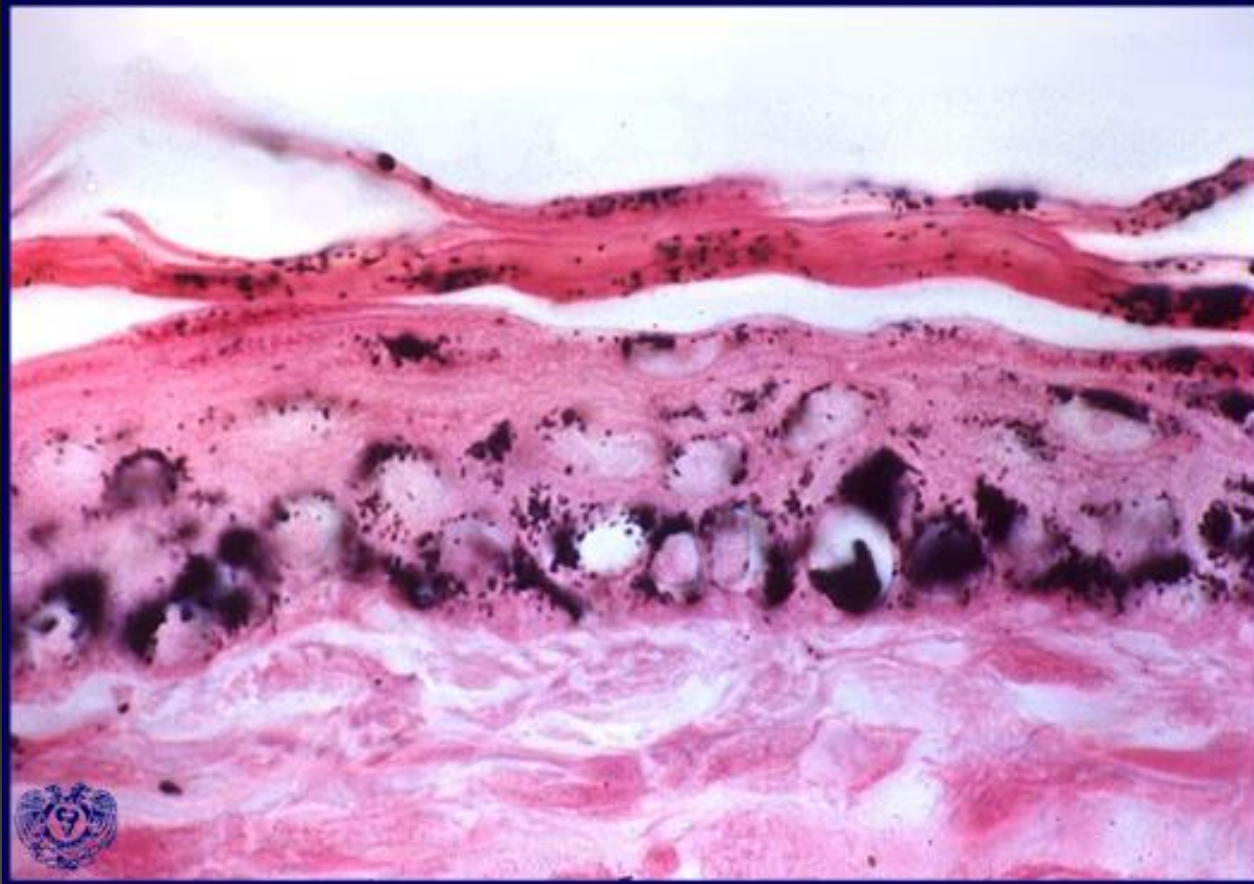
Biología celular.



Queratinocitos basales de epidermis humana con numerosos gránulos de melanina citoplásmica. La tinción es H y E.



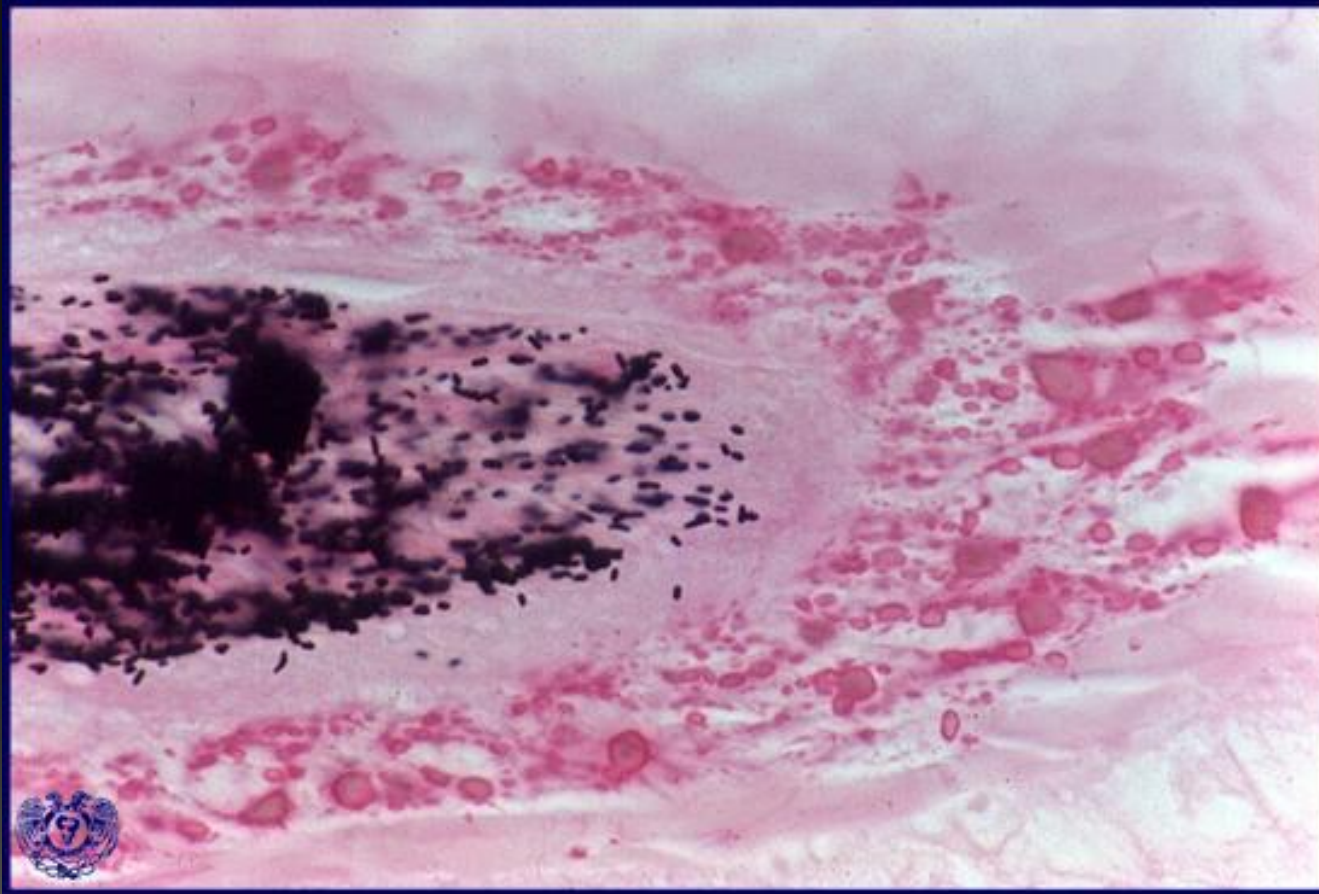
Biología celular



Cuando empleamos la técnica de Fontana-Masson, la melanina expresa argentafinidad, por lo que ahora los gránulos se ven negros.



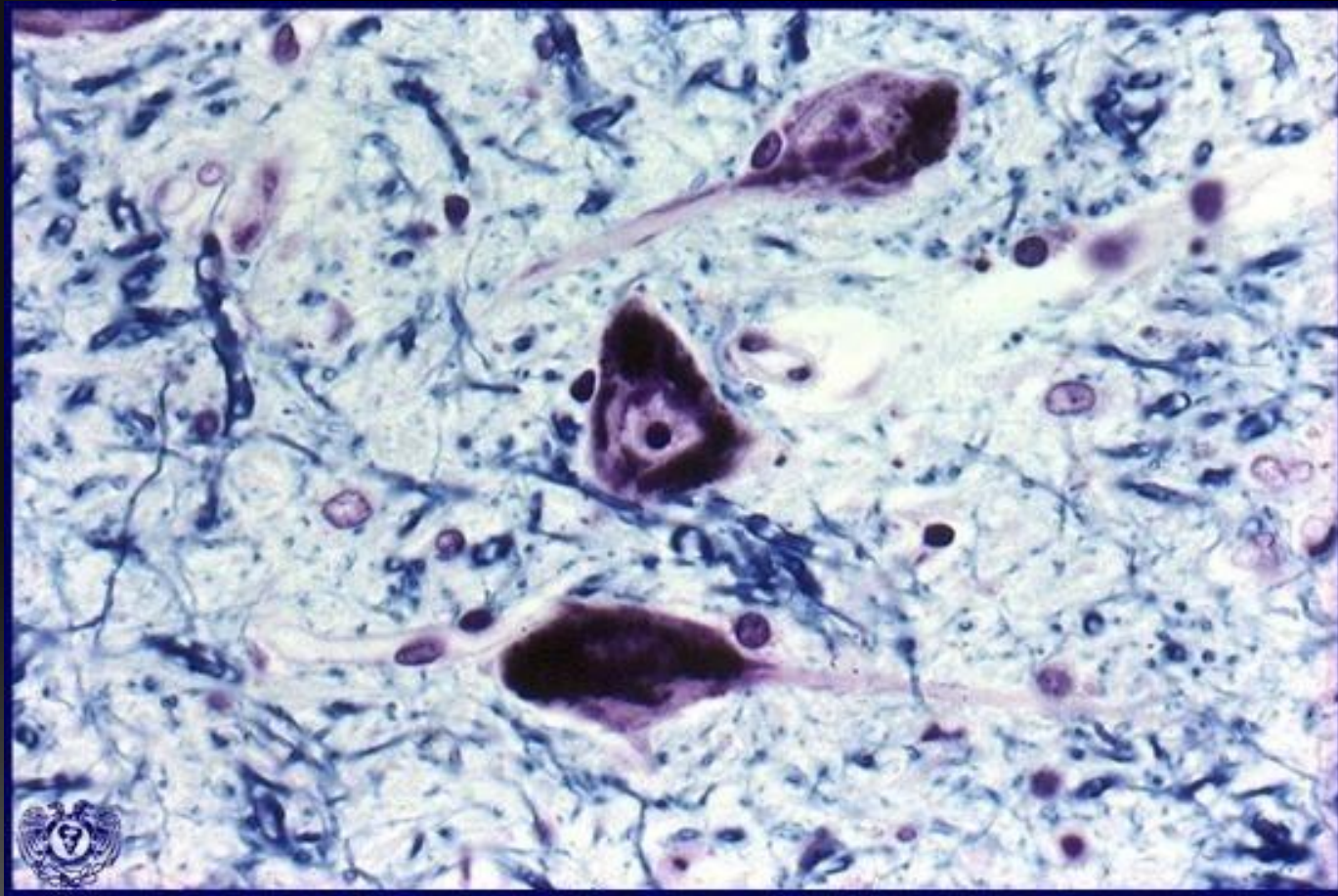
Biología celular.



Corte tangencial de un folículo piloso teñido con la técnica de Fontana-Masson. Los melanosomas son tan claros que se pueden contar.



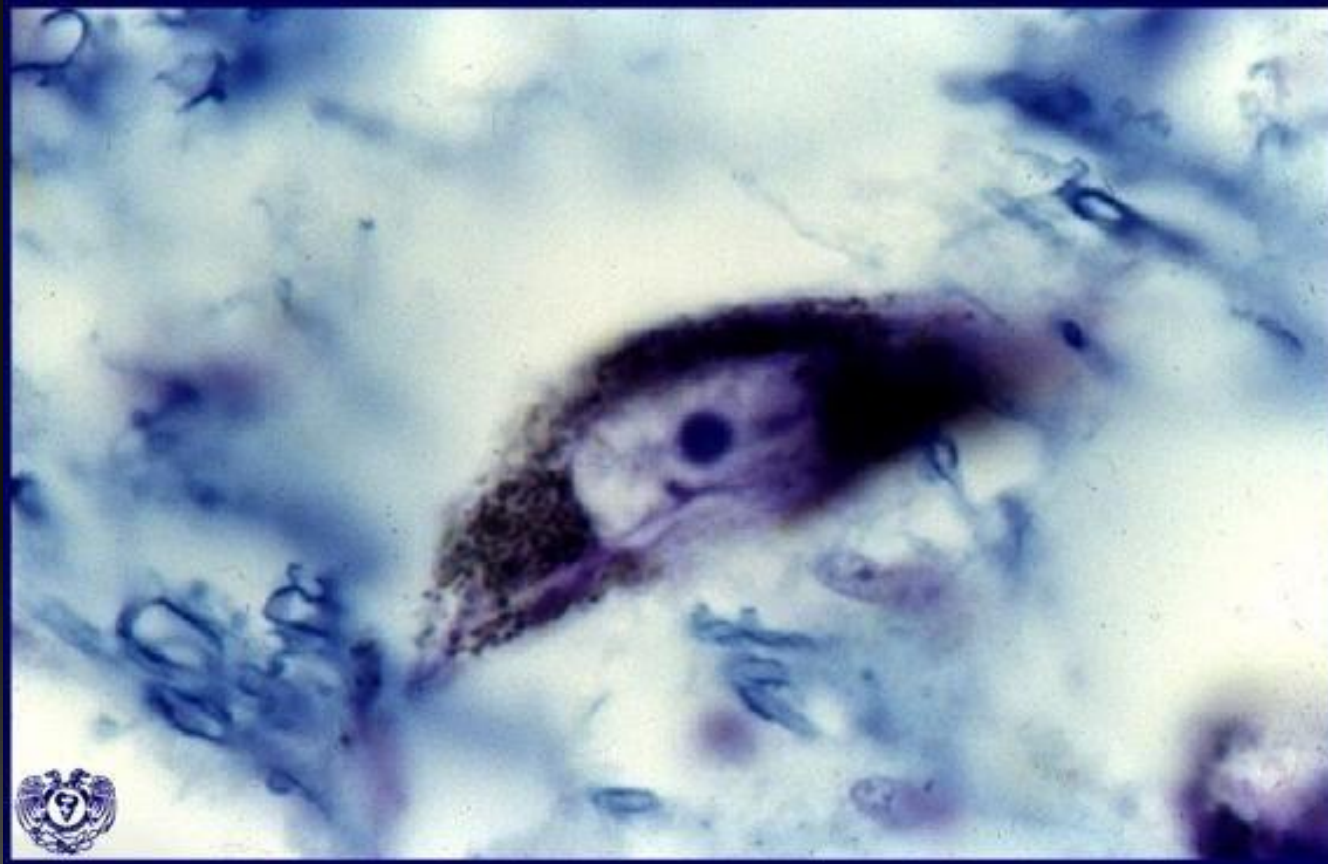
Biología celular.



En el encéfalo se encuentra un conglomerado de somas de neuronas conocido como "locus niger". Aquí, las neuronas –note el núcleo en ojo de lechuga-, tienen en su citoplasma grandes cantidades de melanosomas. En esta imagen la melanina se ve negra porque el corte se tiñó con Luxol Fast Blue.



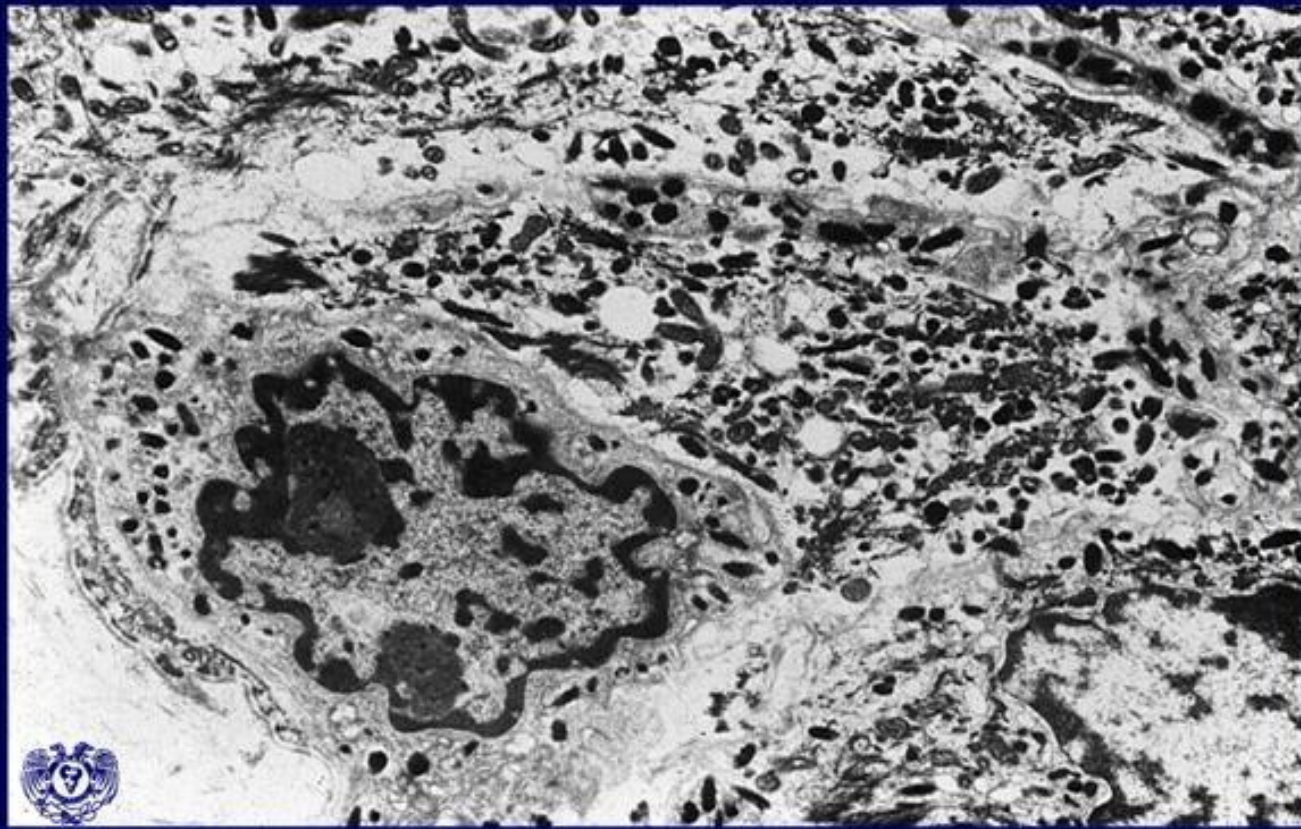
Biología celular.



Con grandes aumentos podemos ver el detalle de los numerosos melanosomas en el citoplasma de esta neurona del Locus Níger.



Biología celular.



Con el microscopio electrónico de transmisión, los melanosomas se aprecian como estructuras redondeadas u ovoides con un material intensamente electrodenso.

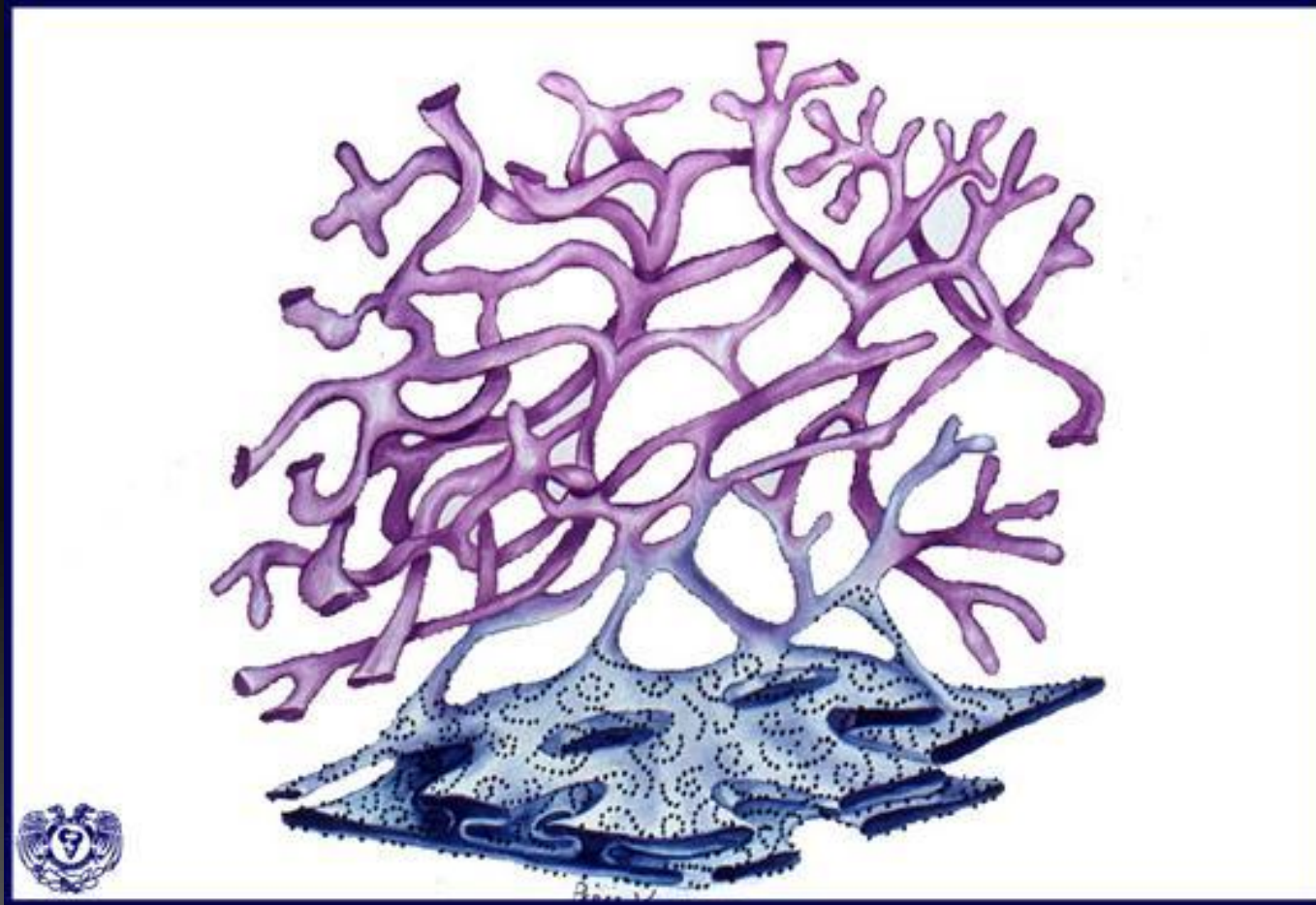
Biología celular.



En esta micrografía electrónica de transmisión observamos una prolongación citoplásmica de un melanocito que contiene grandes cantidades de melanosomas.



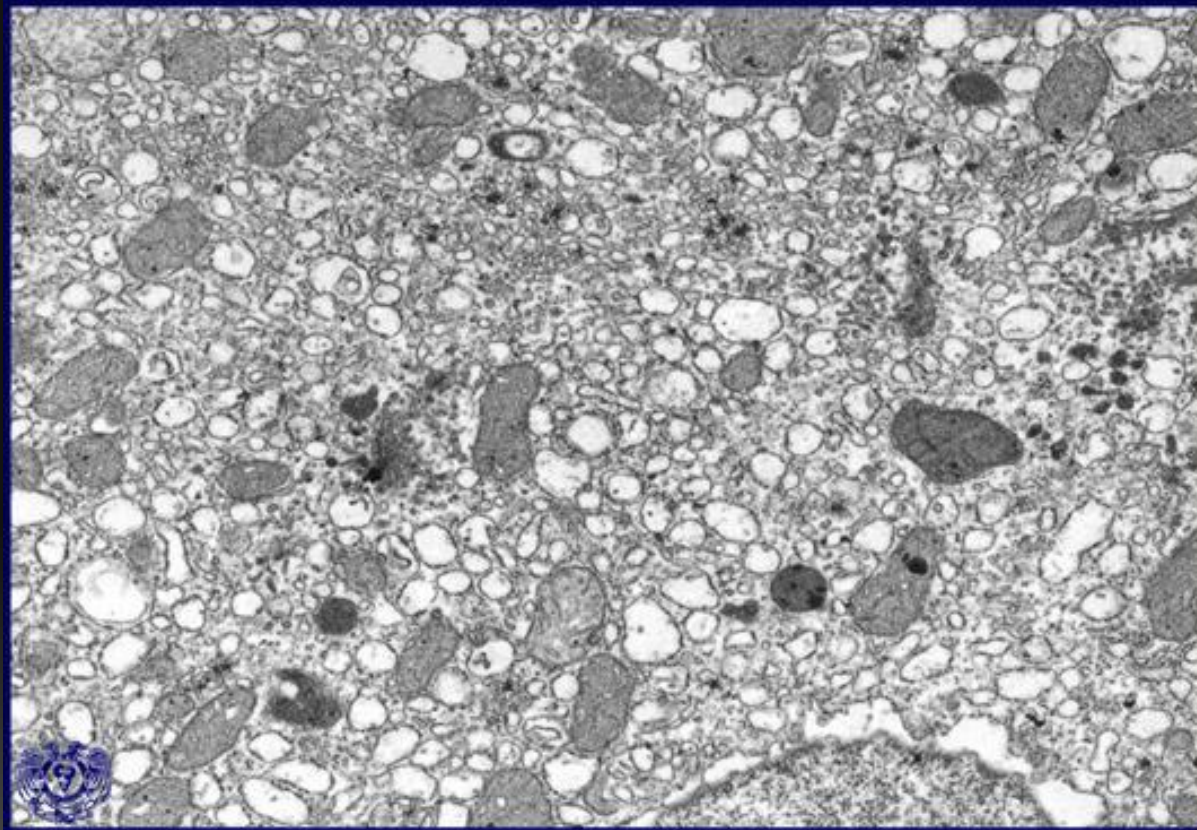
Biología celular.



El retículo endoplásmico liso es un organelo membranoso constituido por una serie de túbulos anastomosados que se comunican directamente con el retículo endoplásmico rugoso.

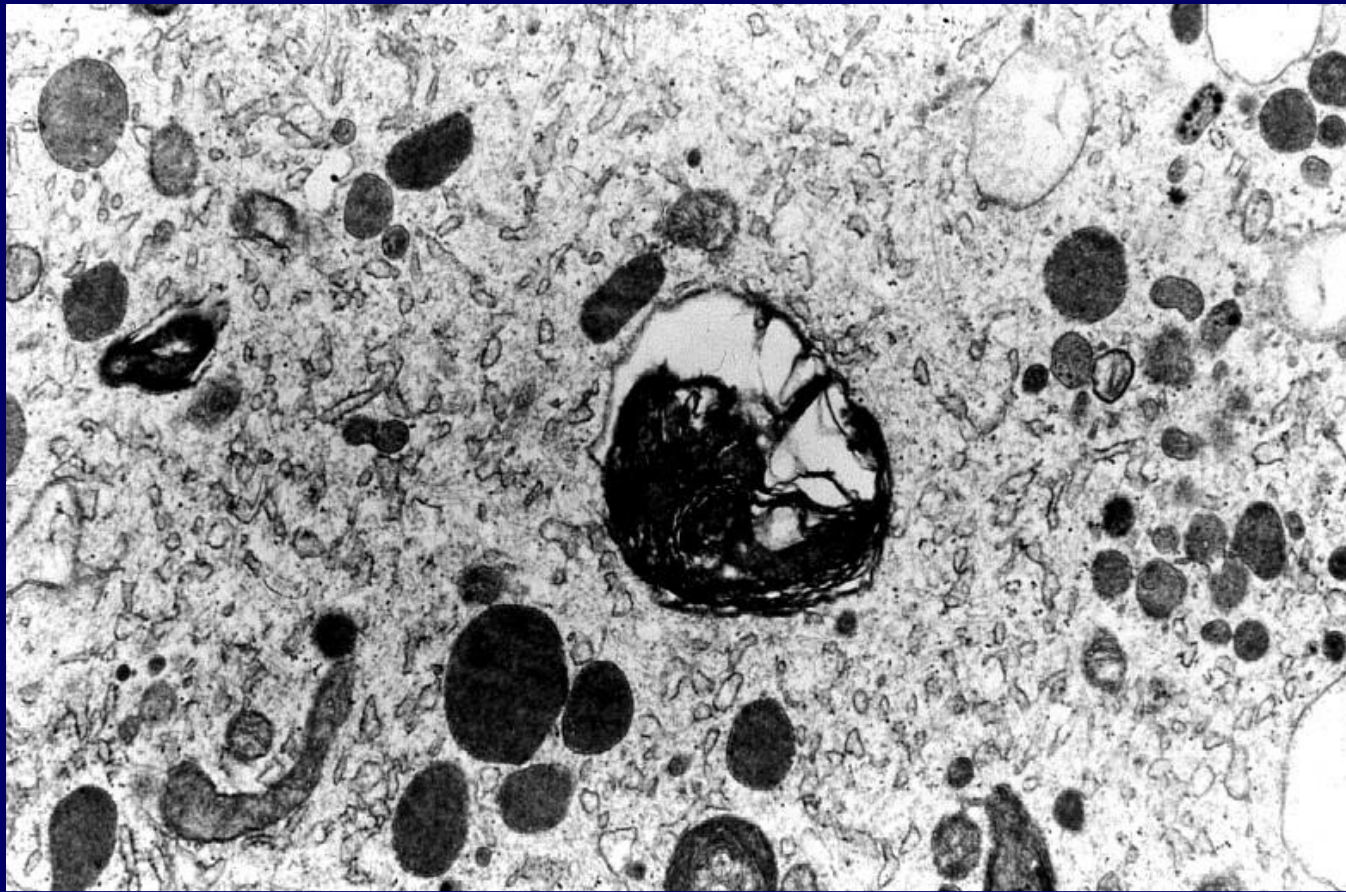


Biología celular.



El retículo endoplásmico liso sólo puede apreciarse con el microscopio electrónico de transmisión. Note en el citoplasma de esta célula una gran cantidad de estructuras limitadas por membrana, en su mayor parte redondeadas; son cortes en distintos planos del retículo endoplásmico liso.

Biología celular.



Esta micrografía electrónica de transmisión fue revisada al hablar de los cuerpos residuales. En efecto, en el centro del campo usted identifica uno muy voluminoso. Ahora ponga atención en el citoplasma que rodea al cuerpo residual, deberá notar que se encuentra una gran cantidad de estructuras tubulovesiculares limitadas por membrana. Correcto, se trata de perfiles de retículo endoplásmico liso.

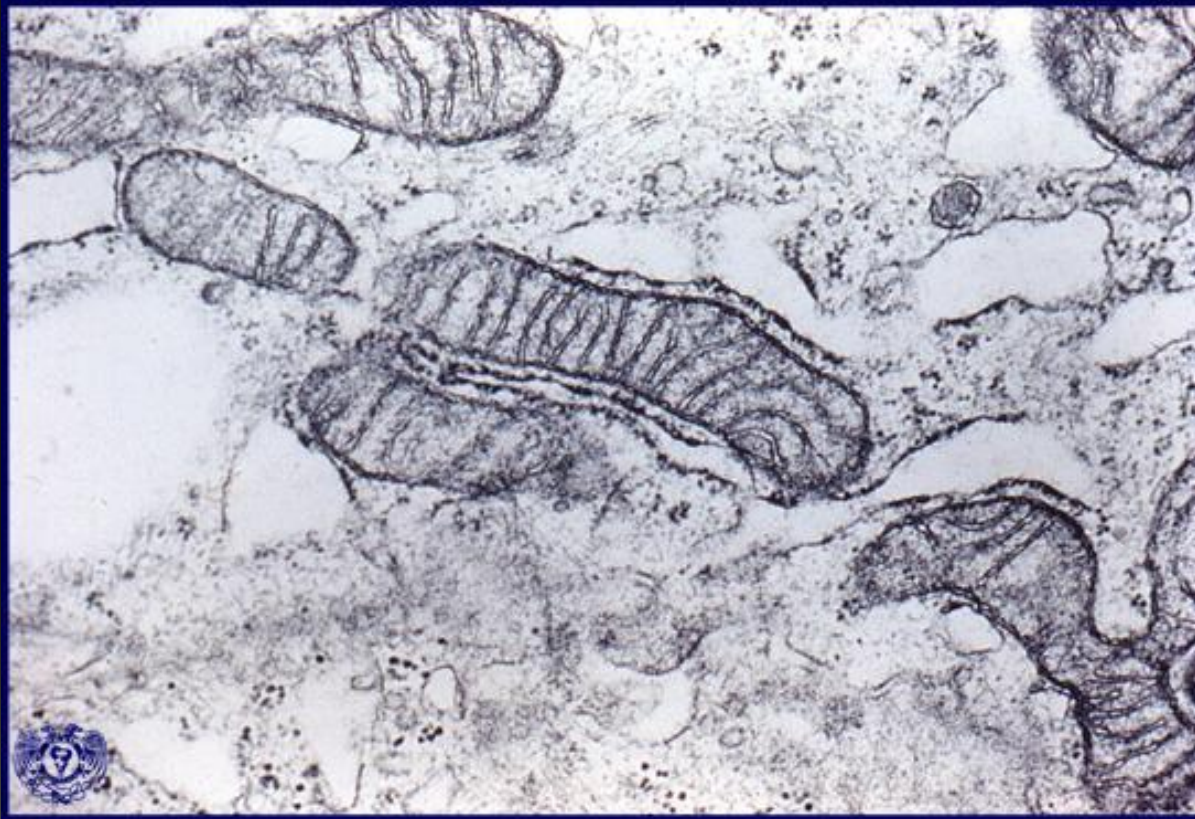
Biología celular.



El organelo membranoso más conocido sin duda es la mitocondria. Aquí observamos sus características estructurales en una representación tridimensional.



Biología celular.



El microscopio electrónico de transmisión nos muestra el detalle de las membranas mitocondriales. Las características crestas se encuentran en plano transversal al eje largo del organelo.



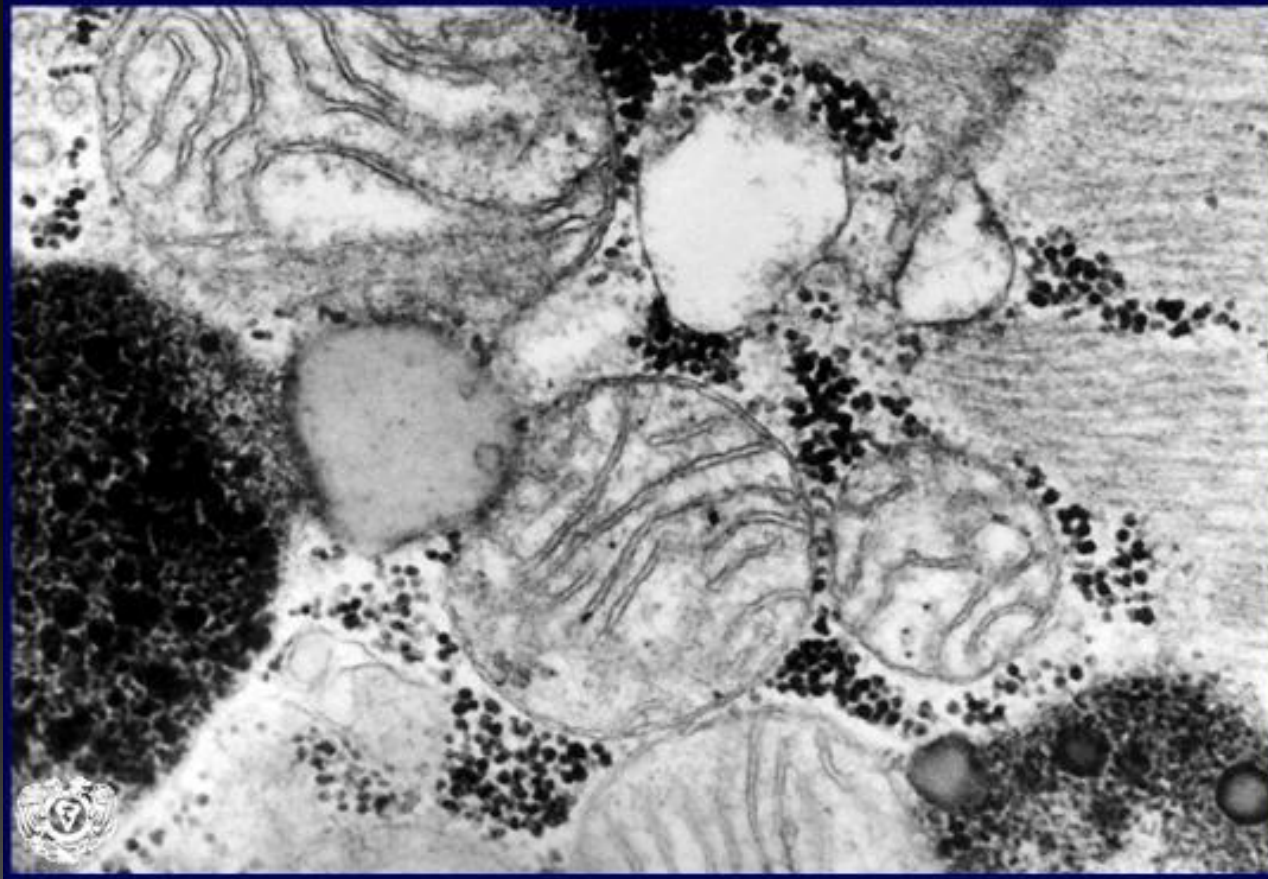
Biología celular.



Los distintos planos de corte nos pueden mostrar perfiles mitocondriales alargados o redondeados, como en esta micrografía electrónica de transmisión.



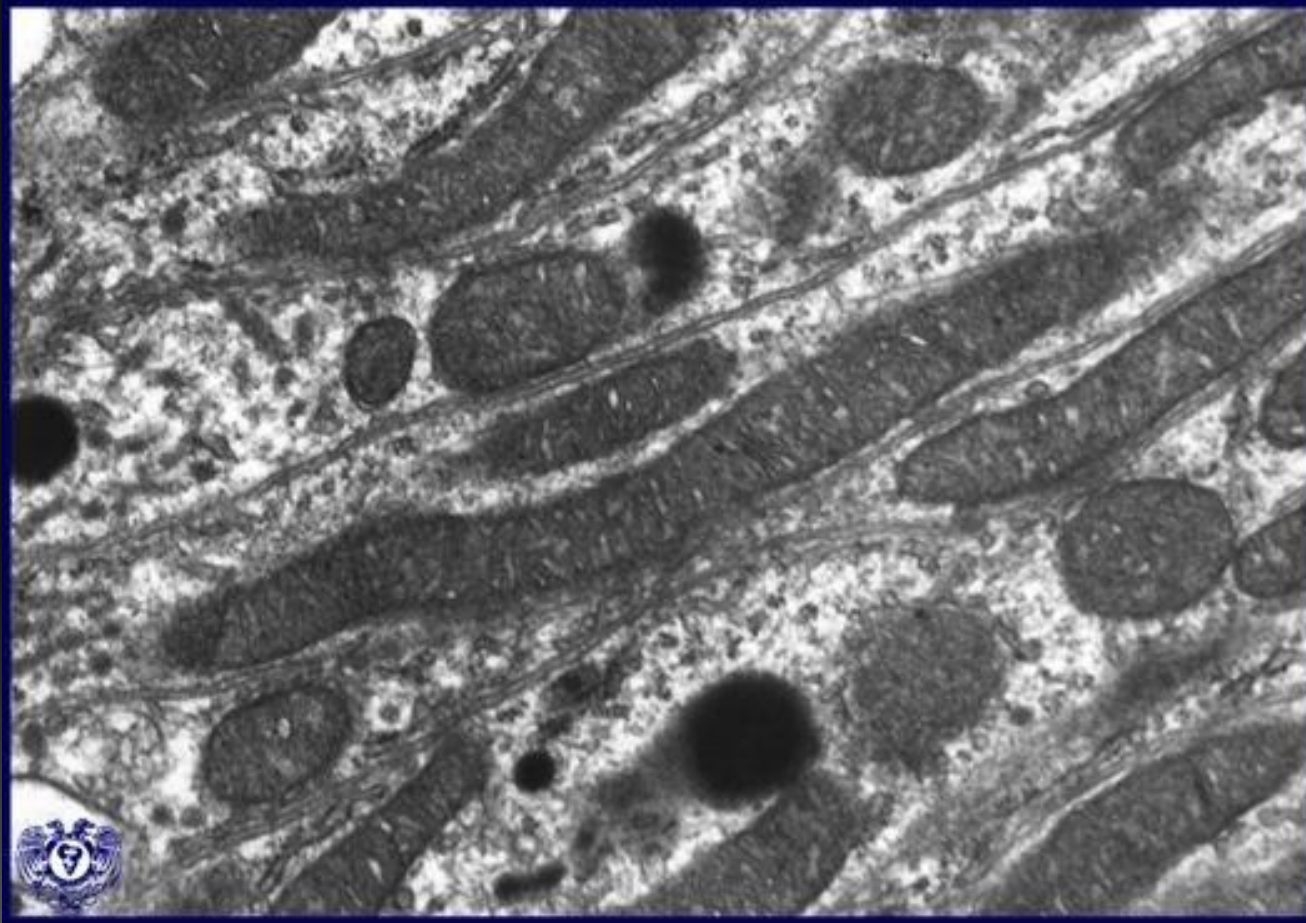
Biología celular.



Este corte ultrafino de tejido muscular, nos permite apreciar varias mitocondrias con sus crestas transversales. Los grumos gruesos y electrodensos corresponden a glucógeno.



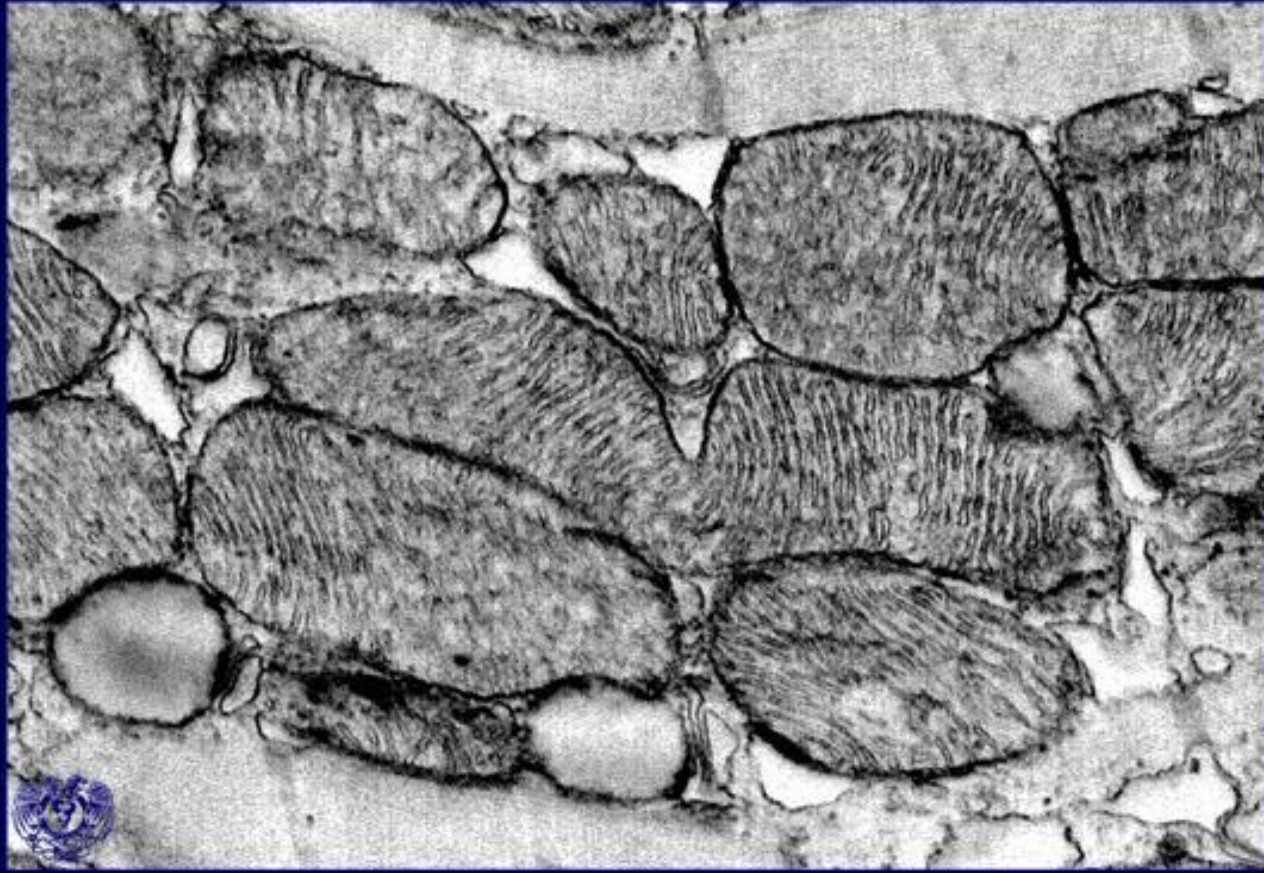
Biología celular.



Un sitio muy rico en mitocondrias es el riñón. Observamos numerosas mitocondrias, algunas redondeadas y otras alargadas con numerosas crestas. En este caso, la matriz mitocondrial es más electrodensa que en las anteriores.



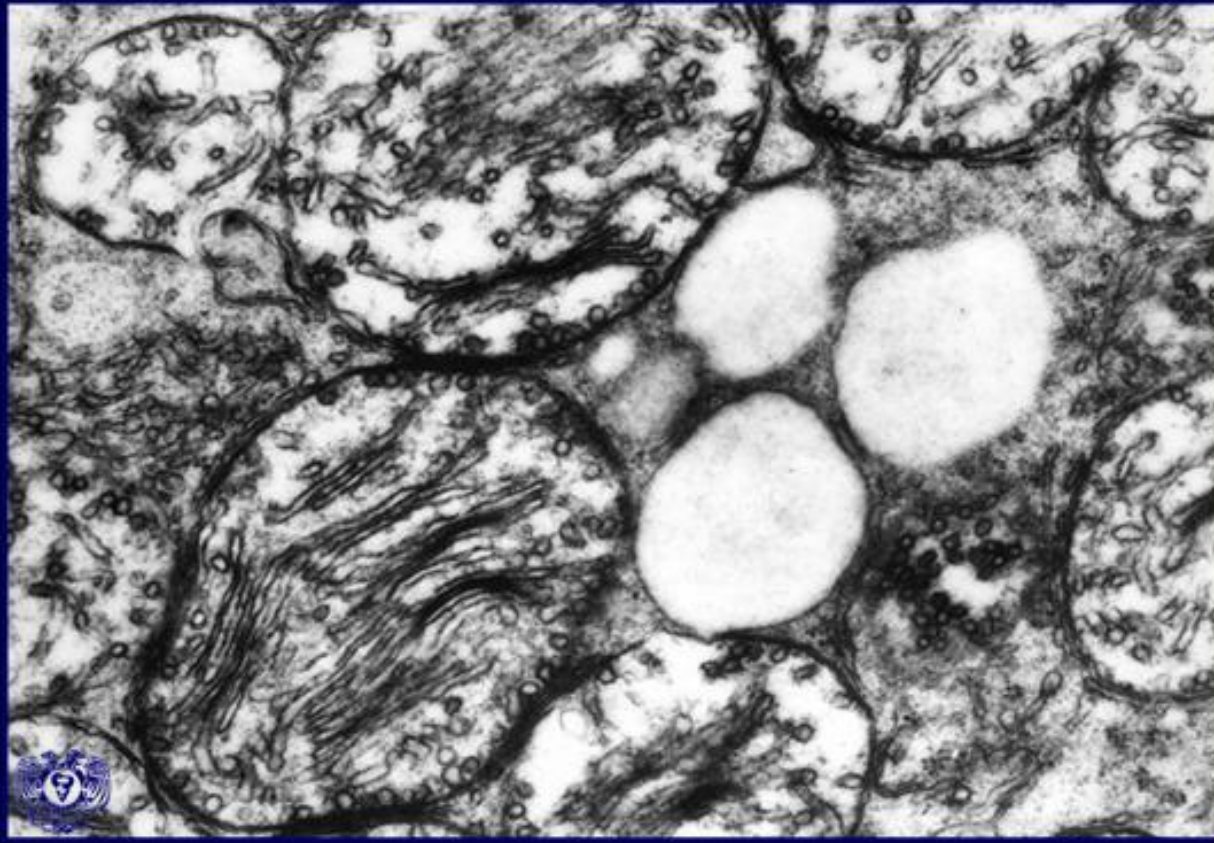
Biología celular.



En el incansable músculo cardíaco, las mitocondrias son muy numerosas y cada una tiene más crestas que en otros tejidos. Esto probablemente se relaciona con un mayor requerimiento energético. Note que la mitocondria del centro del campo pareciera estar sufriendo una bipartición, como ocurre con las bacterias.



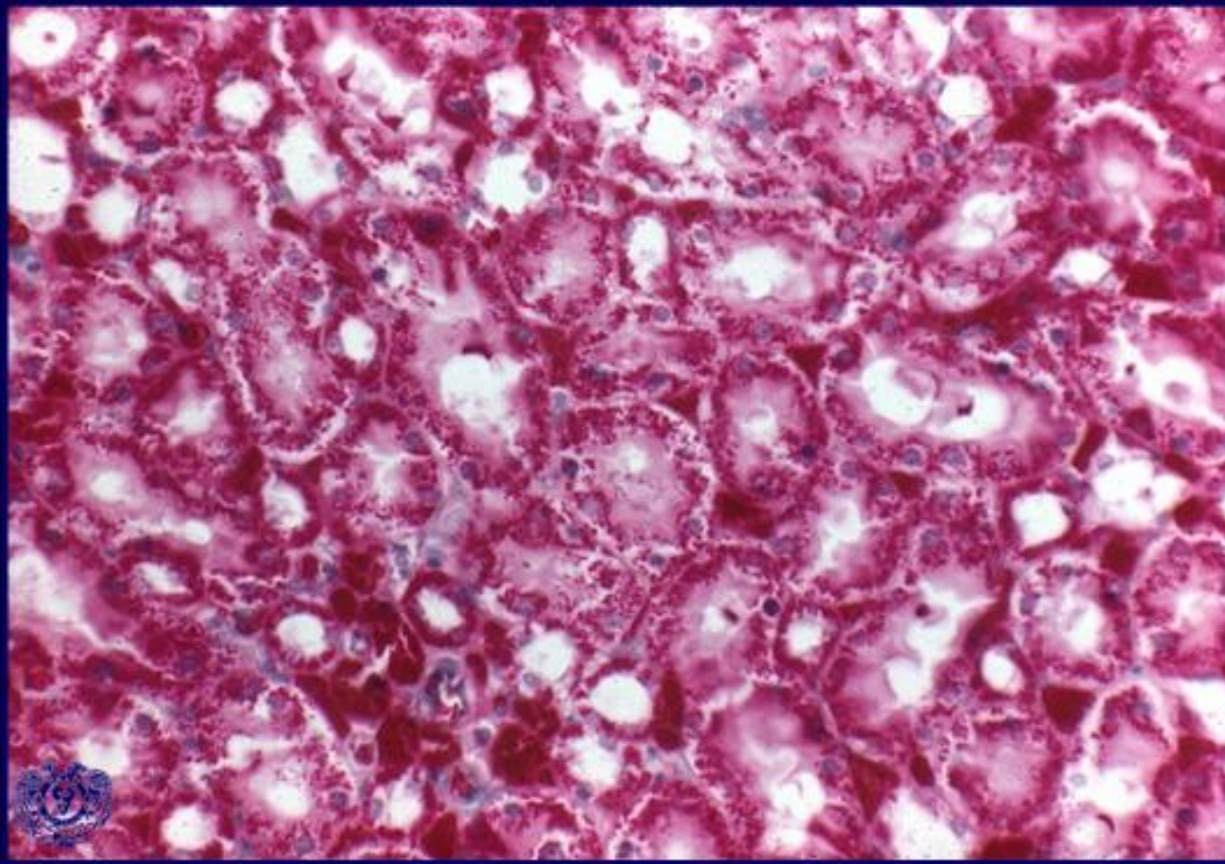
Biología celular.



Las células esteroidogénicas tienen mitocondrias con crestas tubulares. Estas se aprecian con el microscopio electrónico de transmisión como pequeñas estructuras redondeadas dentro del organelo.



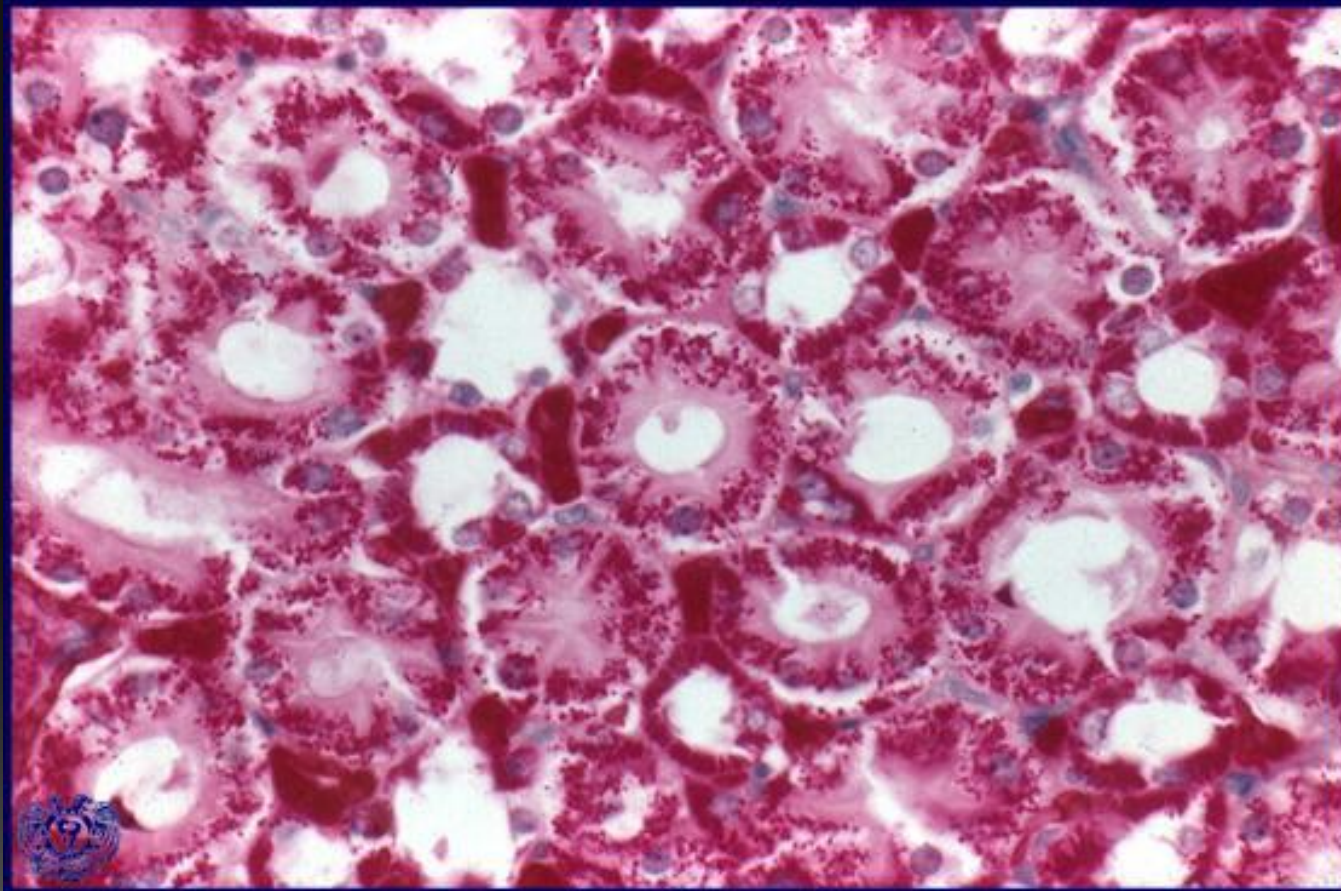
Biología celular.



La técnica de Cain contrasta específicamente a las mitocondrias impartiendoles un color rojo brillante. Este es un corte de riñón. Observe los numerosos tubitos cuyas células tienen en su citoplasma granulos rojos que corresponden a mitocondrias.



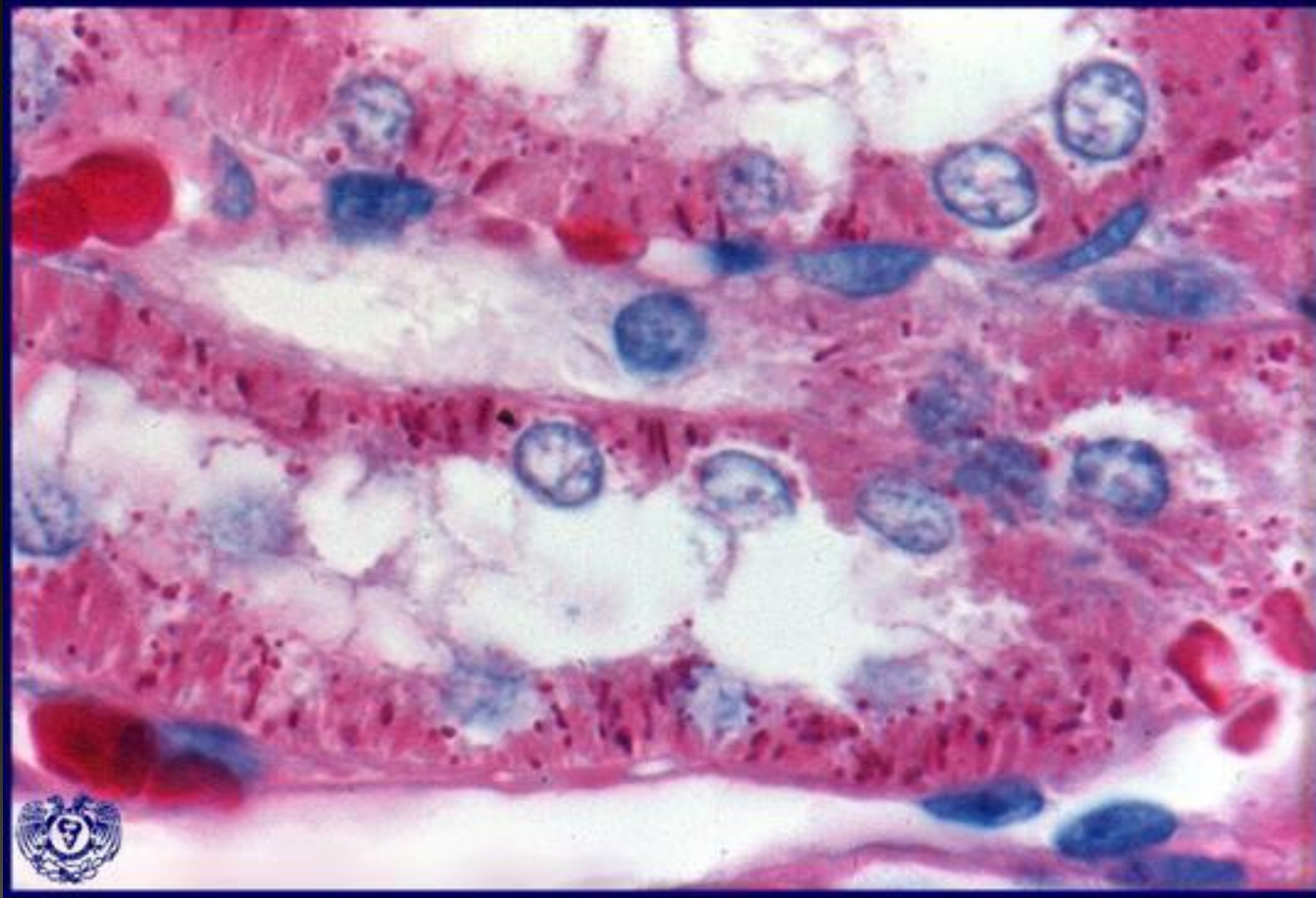
Biología celular.



Corte de riñón contrastado con la técnica de Cain. Los túmulos en corte transversal muestran numerosas mitocondrias en rojo brillante.



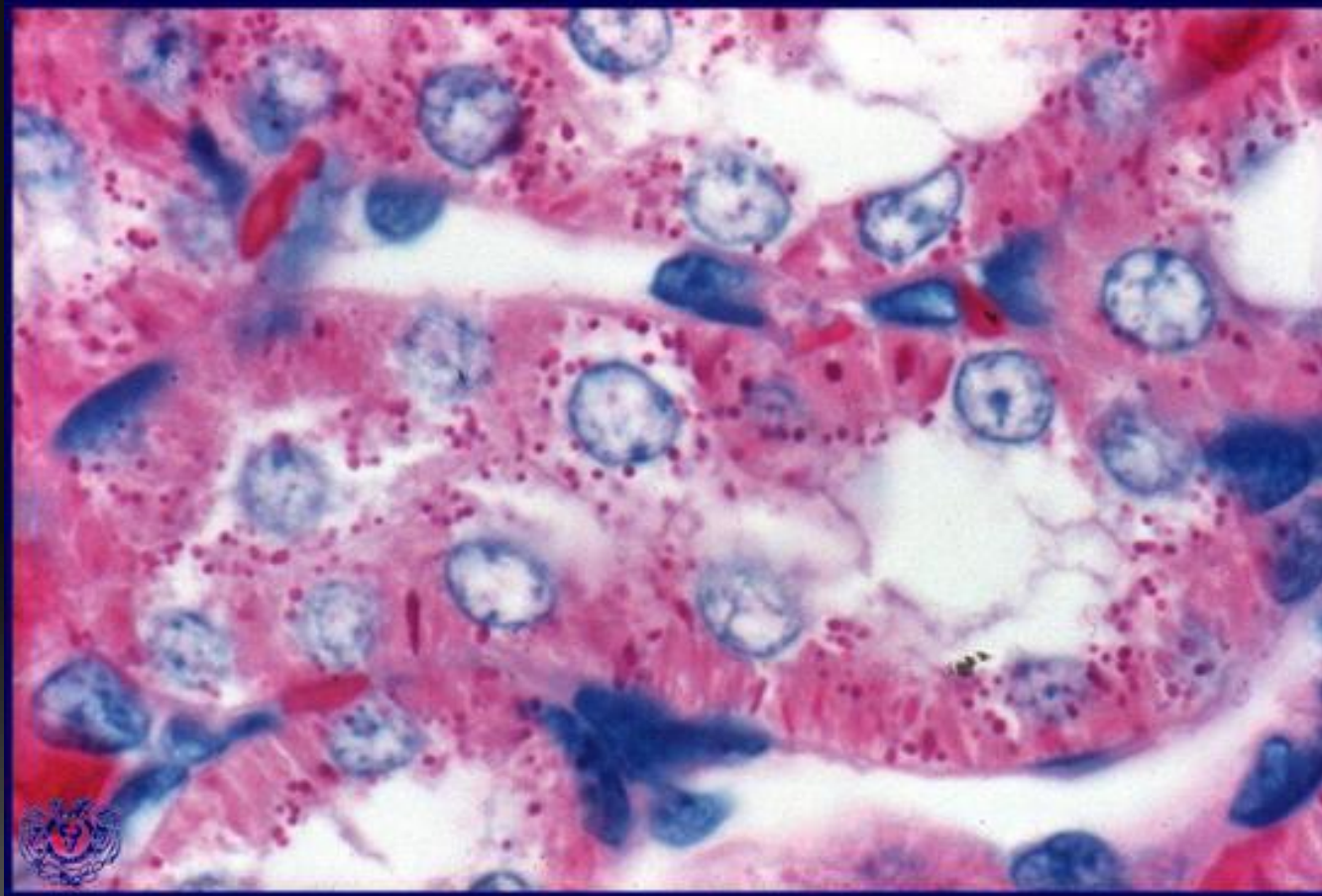
Biología celular.



Estos son túbulos renales contrastados con la técnica de Cain. Note que algunas mitocondrias tiene forma redondeada y otras alargada.



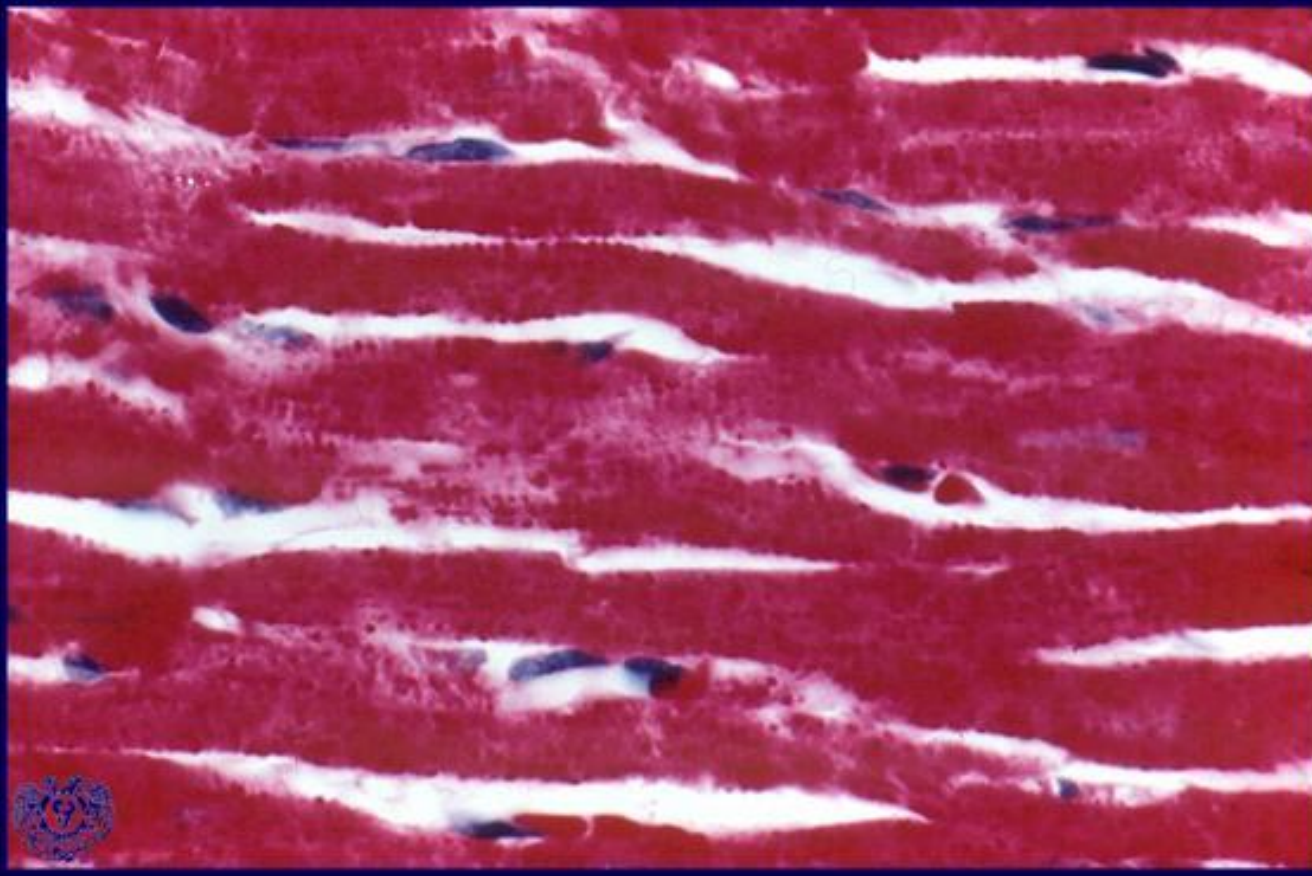
Biología celular.



Corte de riñón con túmulos cortados en plano longitudinal. Técnica de Cain para demostrar mitocondrias en rojo brillante.

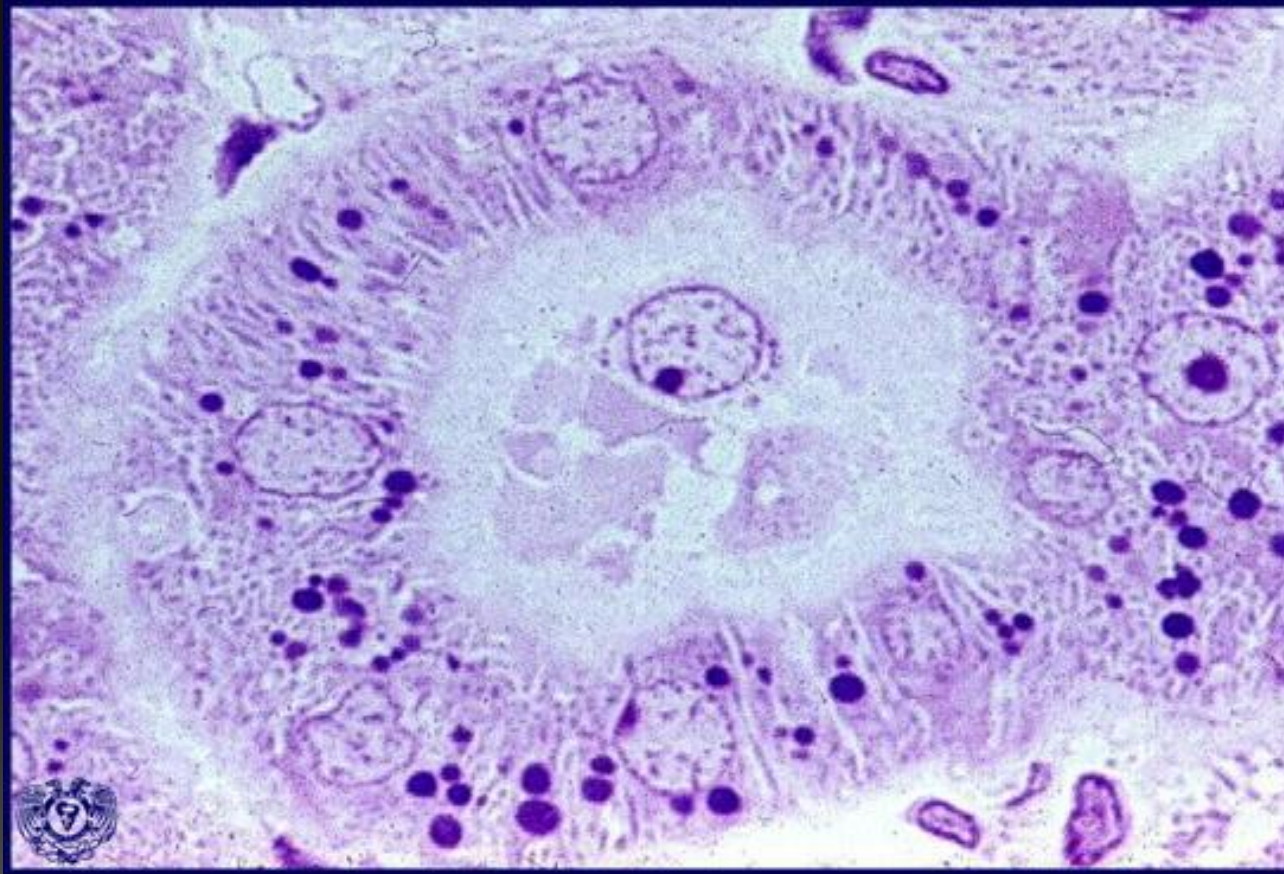


Biología celular.



Corte de músculo cardíaco contrastado con la técnica de Cain para demostrar mitocondrias. La cantidad de estos organelos en el corazón es tan grande que cuesta trabajo identificar los gránulos rojos.

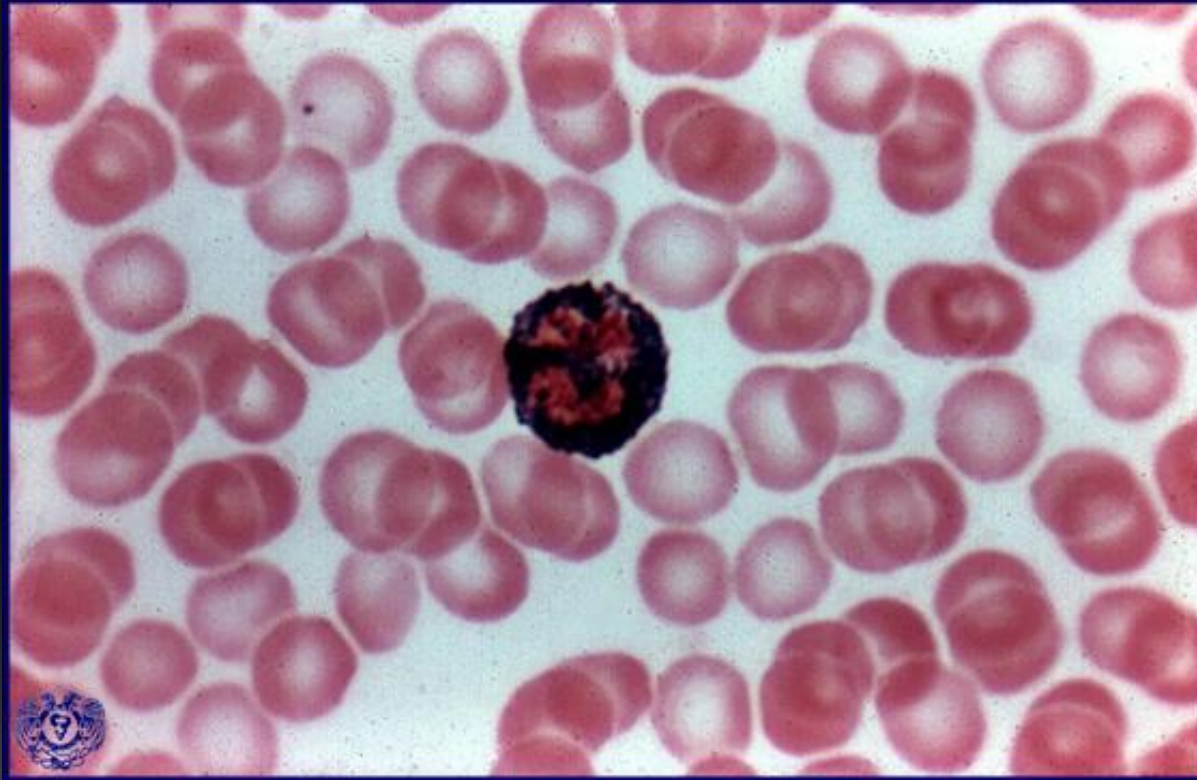
Biología celular.



Los cortes semifinos permiten identificar numerosos detalles celulares. Las células tubulares de riñón aquí presentadas, muestran en su citoplasma una gran cantidad de estructuras alargadas que corresponden a mitocondrias.



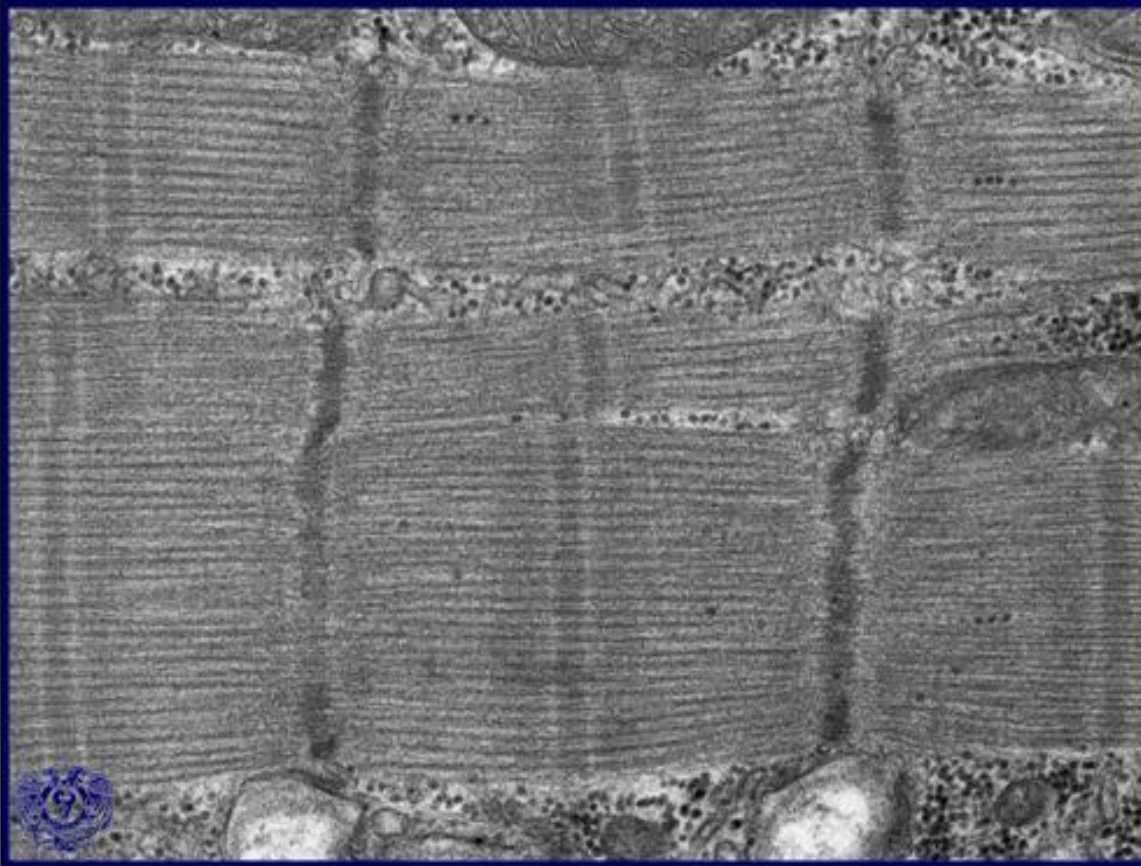
Biología celular.



Una manera indirecta de identificar peroxisomas es con la técnica de histoquímica enzimática para demostrar la actividad de la enzima peroxidasa, que aquí se realizó en un frotis sanguíneo. La célula del centro es un leucocito neutrófilo.



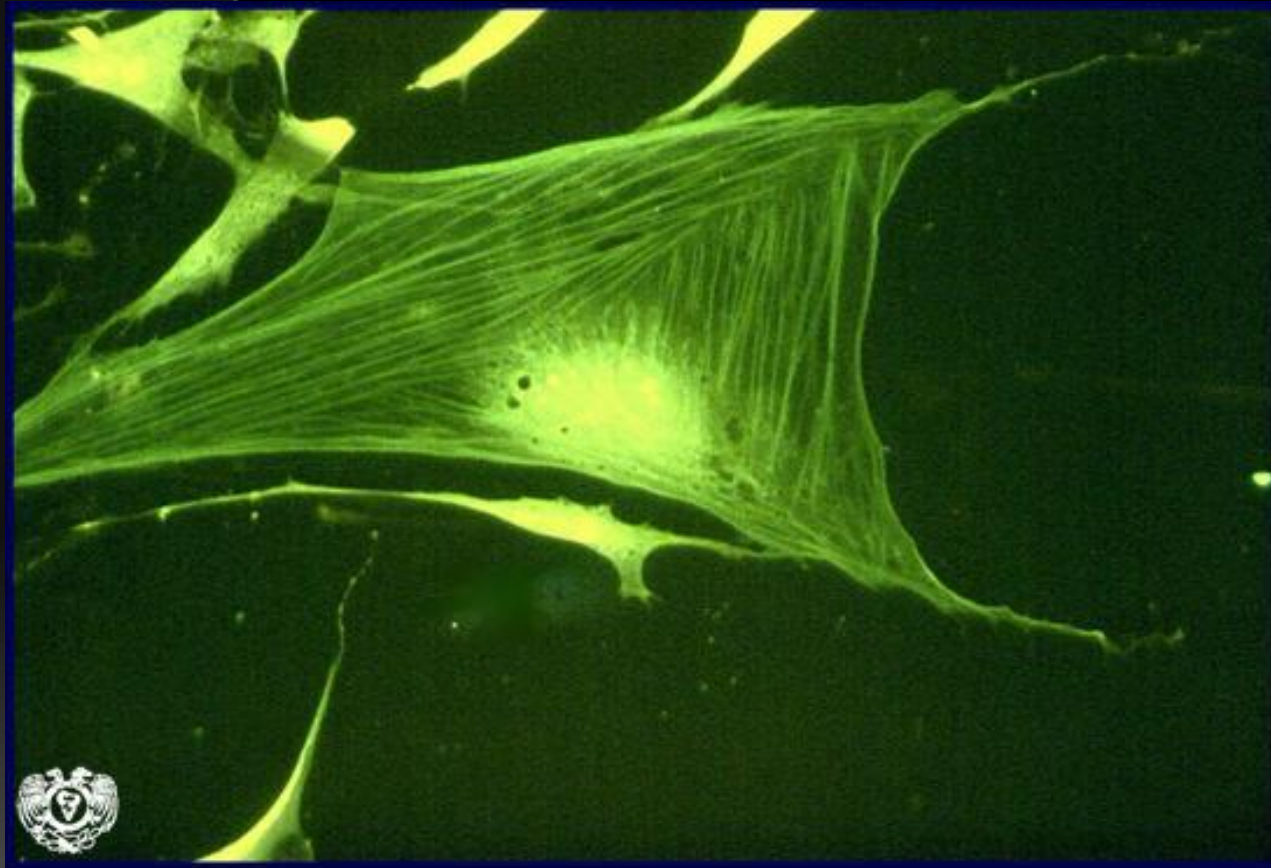
Biología celular.



Las células musculares, especializadas en la contracción, contienen grandes cantidades de filamentos contráctiles: delgados conocidos como de actina, y gruesos, conocidos como de miosina. En esta imagen, el microscopio electrónico de transmisión nos muestra el arreglo de los filamentos contráctiles en una célula de músculo esquelético.



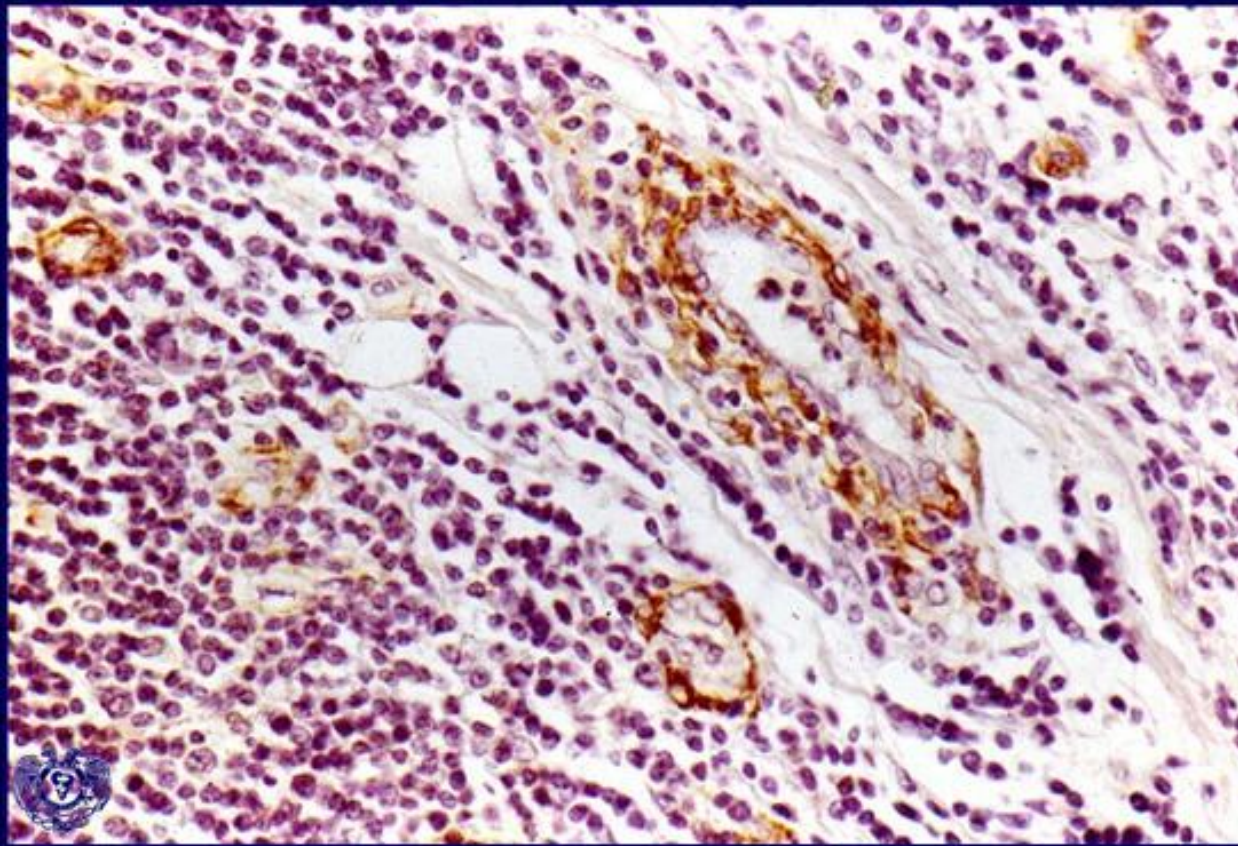
Biología celular.



Los filamentos contráctiles también pueden hacerse evidentes por medio de técnicas inmunológicas. Este es un fibroblasto en cultivo que muestra el arreglo de los filamentos de actina gracias a la inmunofluorescencia.



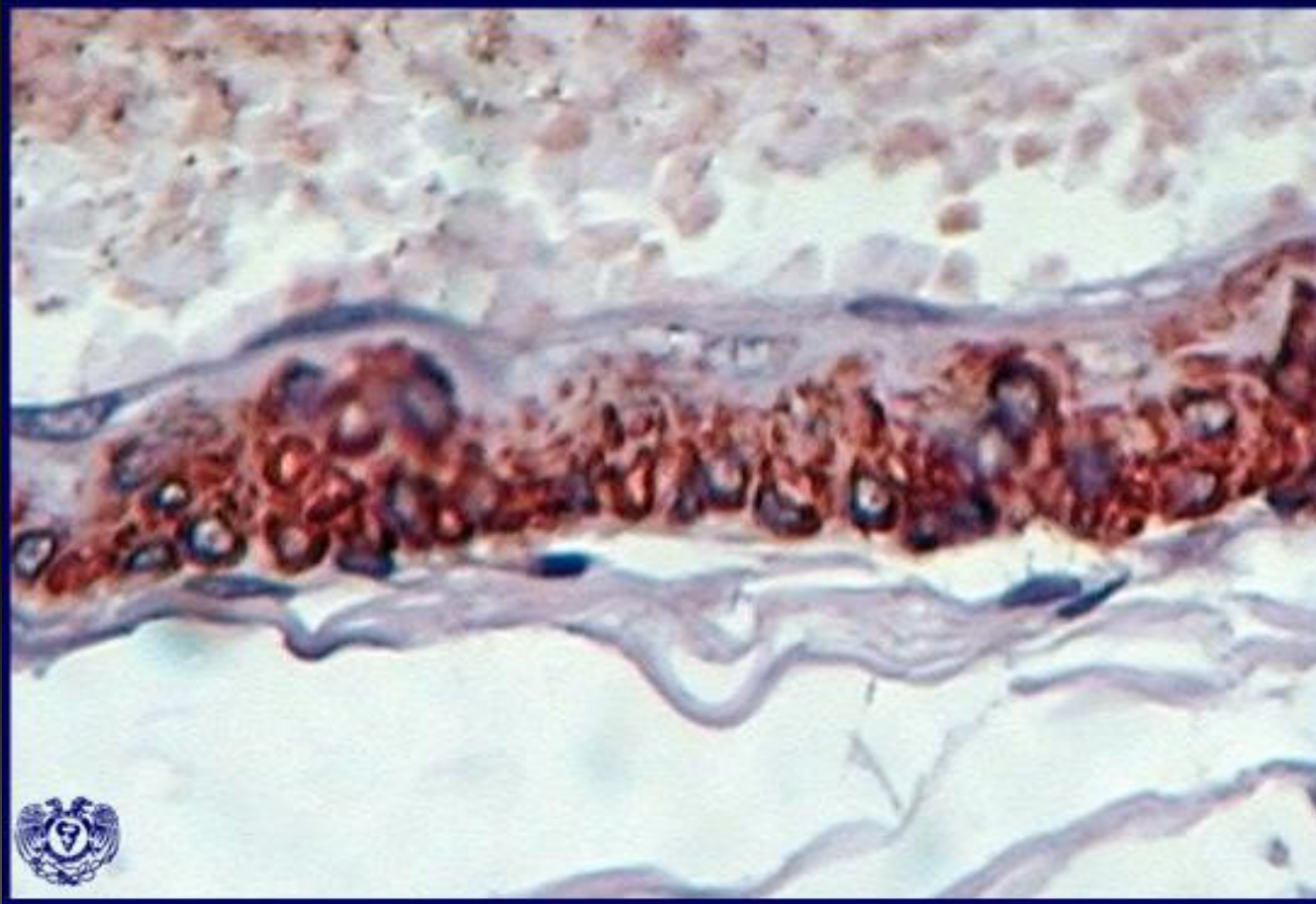
Biología celular.



En cortes de parafina, los elementos del citoesqueleto pueden hacerse evidentes por medio de inmunohistoquímica enzimática. En este caso, el anticuerpo primario va dirigido contra actina específica de músculo, lo que permite contrastar claramente en tinte pardo los leiomiocitos de vasos sanguíneos.



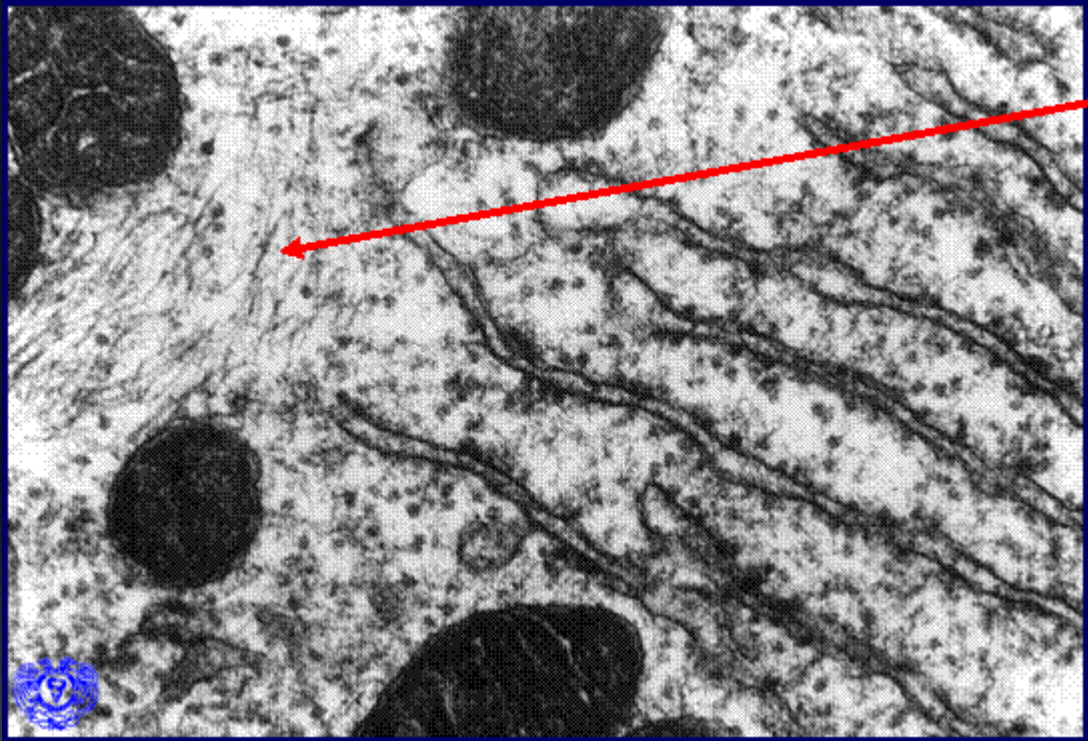
Biología celular.



Este acercamiento nos muestra lo específico de la reacción de inmunohistoquímica. Sólo se marcan las células musculares. Anticuerpos primarios anti-actina específica de músculo.



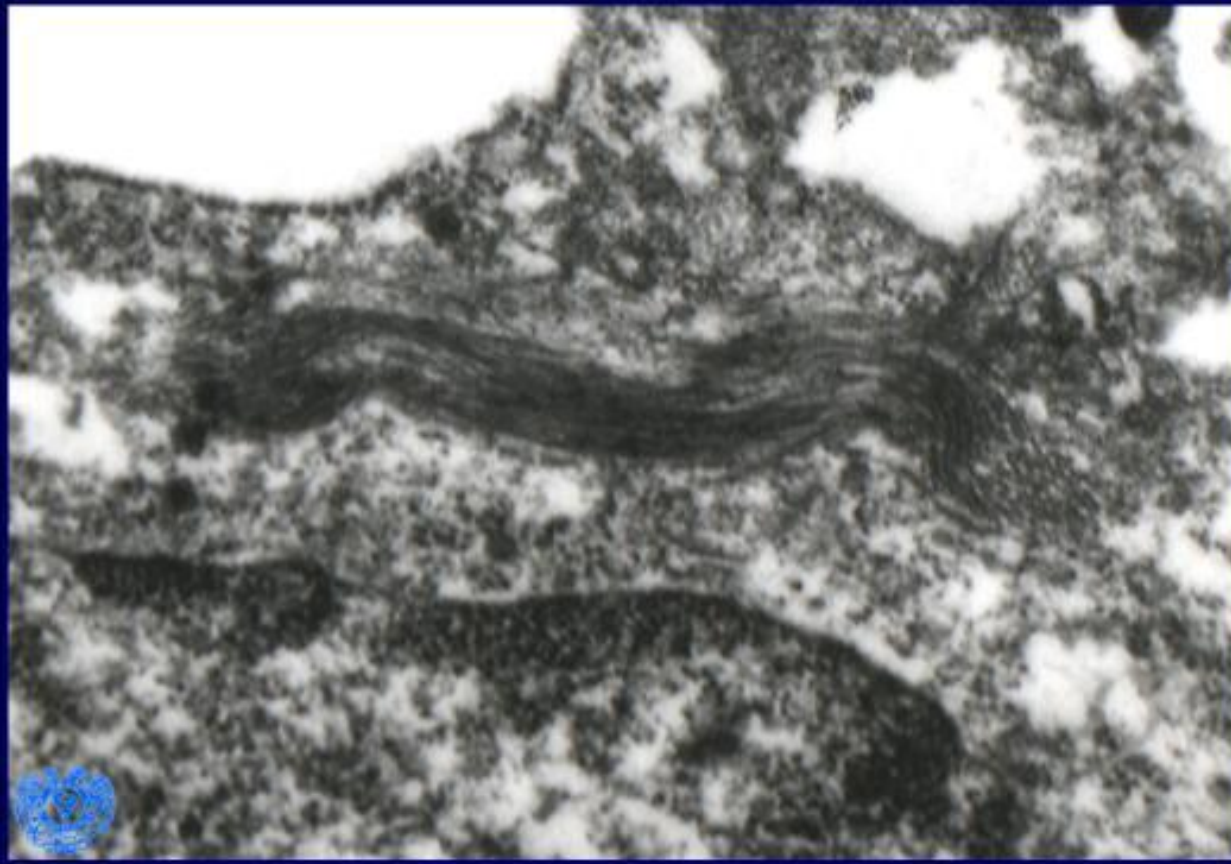
Biología celular.



Los estudios con microscopio electrónico de transmisión permitieron identificar filamentos cuyo diámetro es más delgado que el de los filamentos gruesos y más grueso que el de los filamentos delgados. De aquí proviene la denominación de filamentos intermedios.



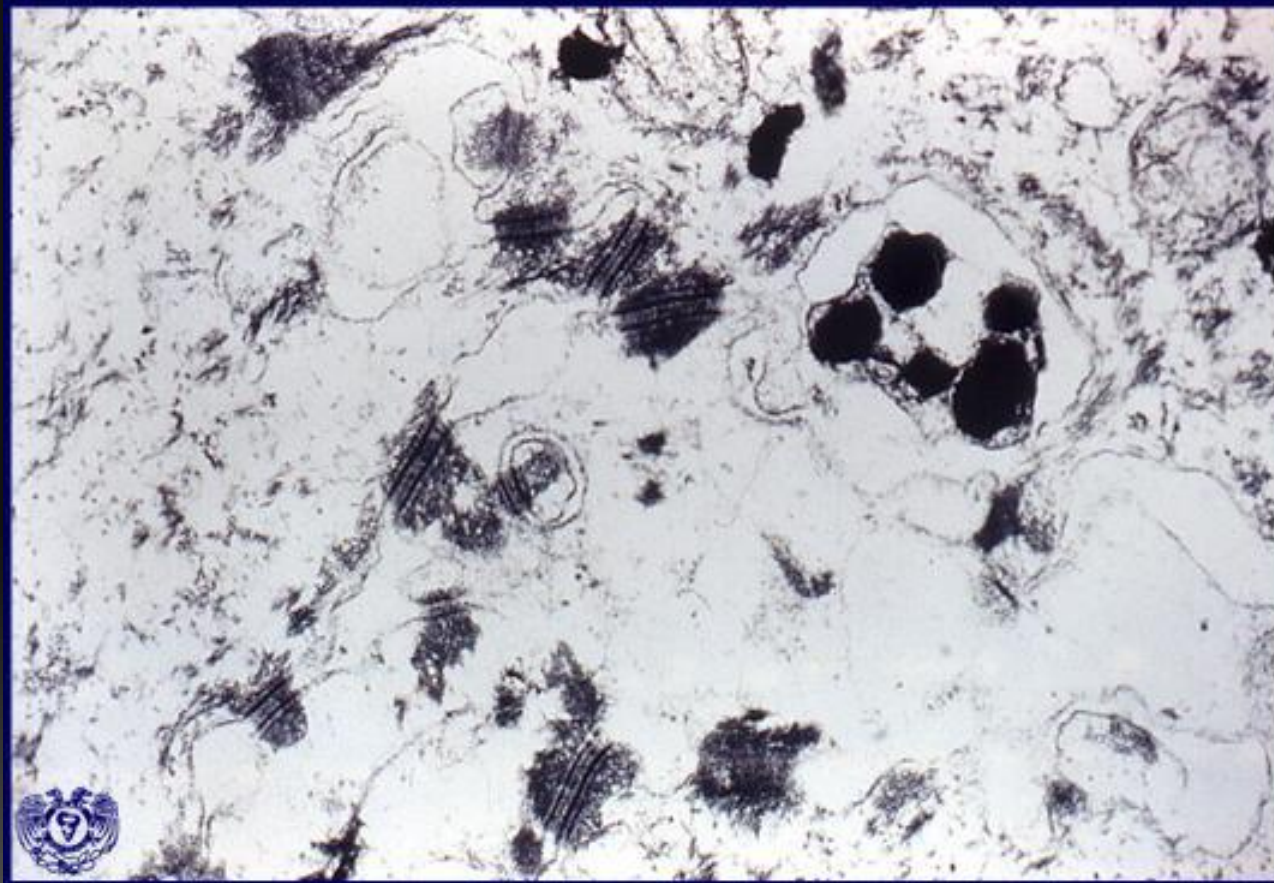
Biología celular.



En algunos tipos celulares –como los epitelios– la microscopía electrónica de transmisión muestra filamentos intermedios en haces paralelos.



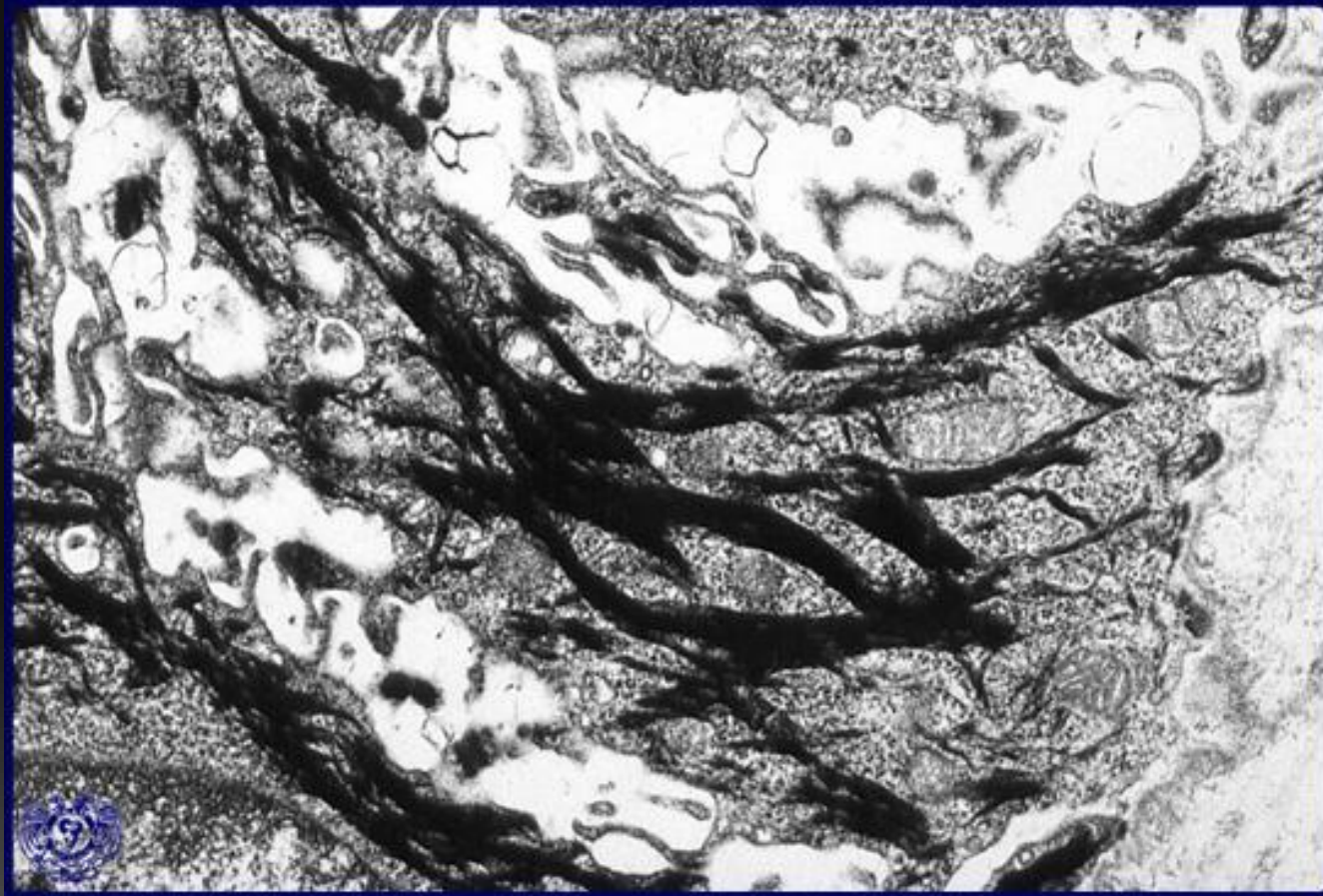
Biología celular.



El material filamentososo que se asocia con los desmosomas corresponde a filamentos intermedios del tipo de las queratinas. Aquí se conocen como tonofilamentos.



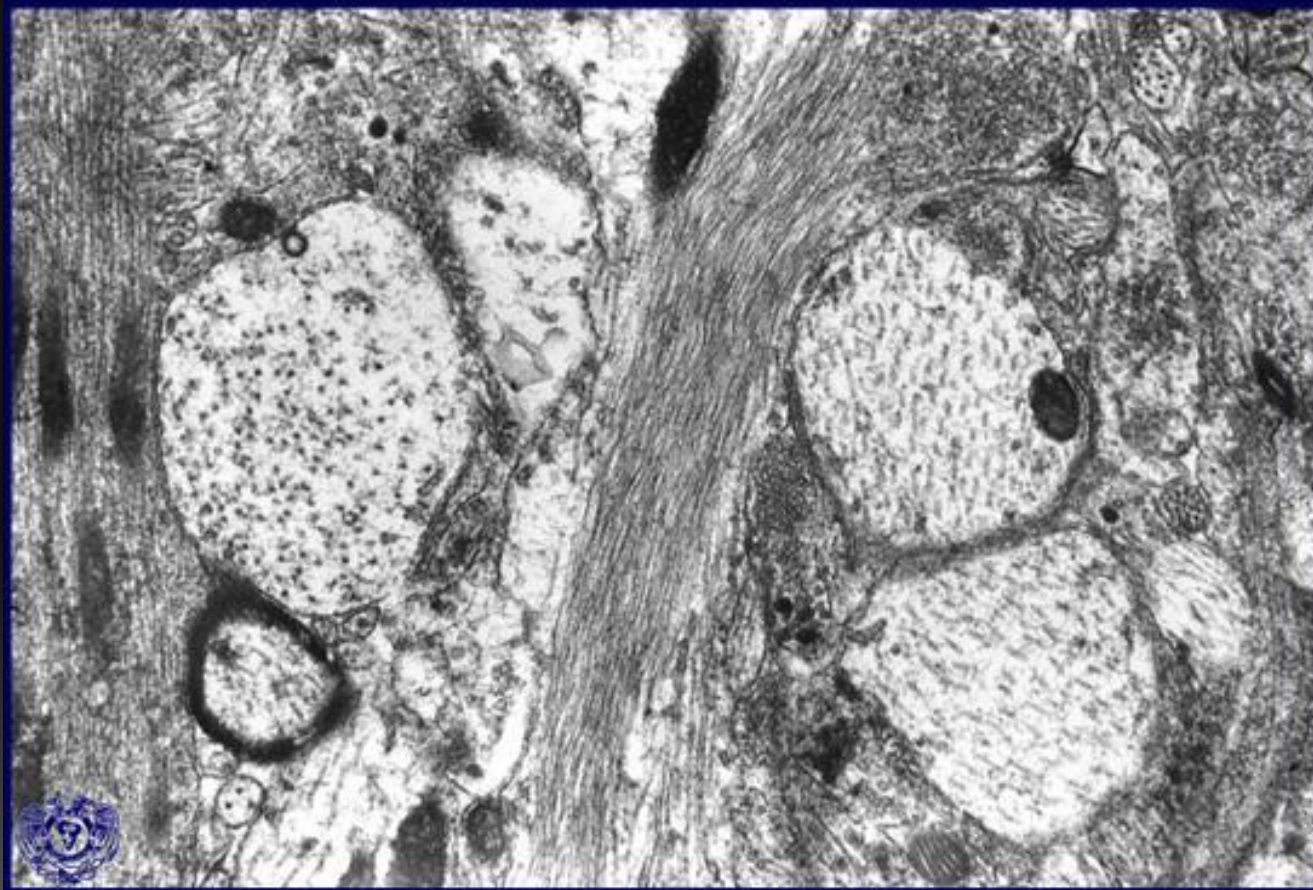
Biología celular.



El microscopio electrónico de transmisión muestra numerosos haces entrelazados de filamentos intermedios de tipo queratina (tonofilamentos).



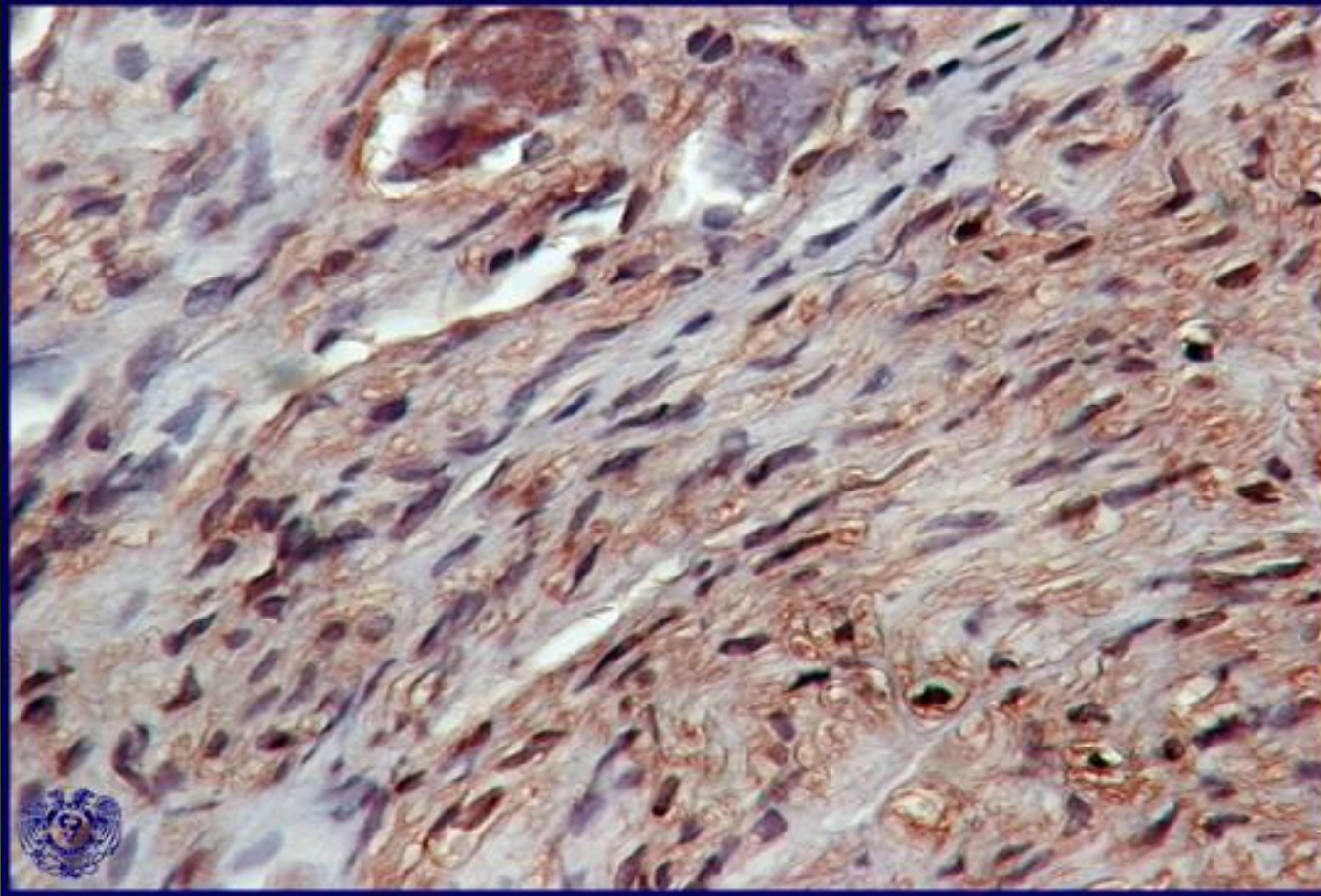
Biología celular.



En este corte ultrafino de tejido nervioso, observamos en el centro del campo una gran cantidad de filamentos intermedios. Aquí se conocen como neurofilamentos.



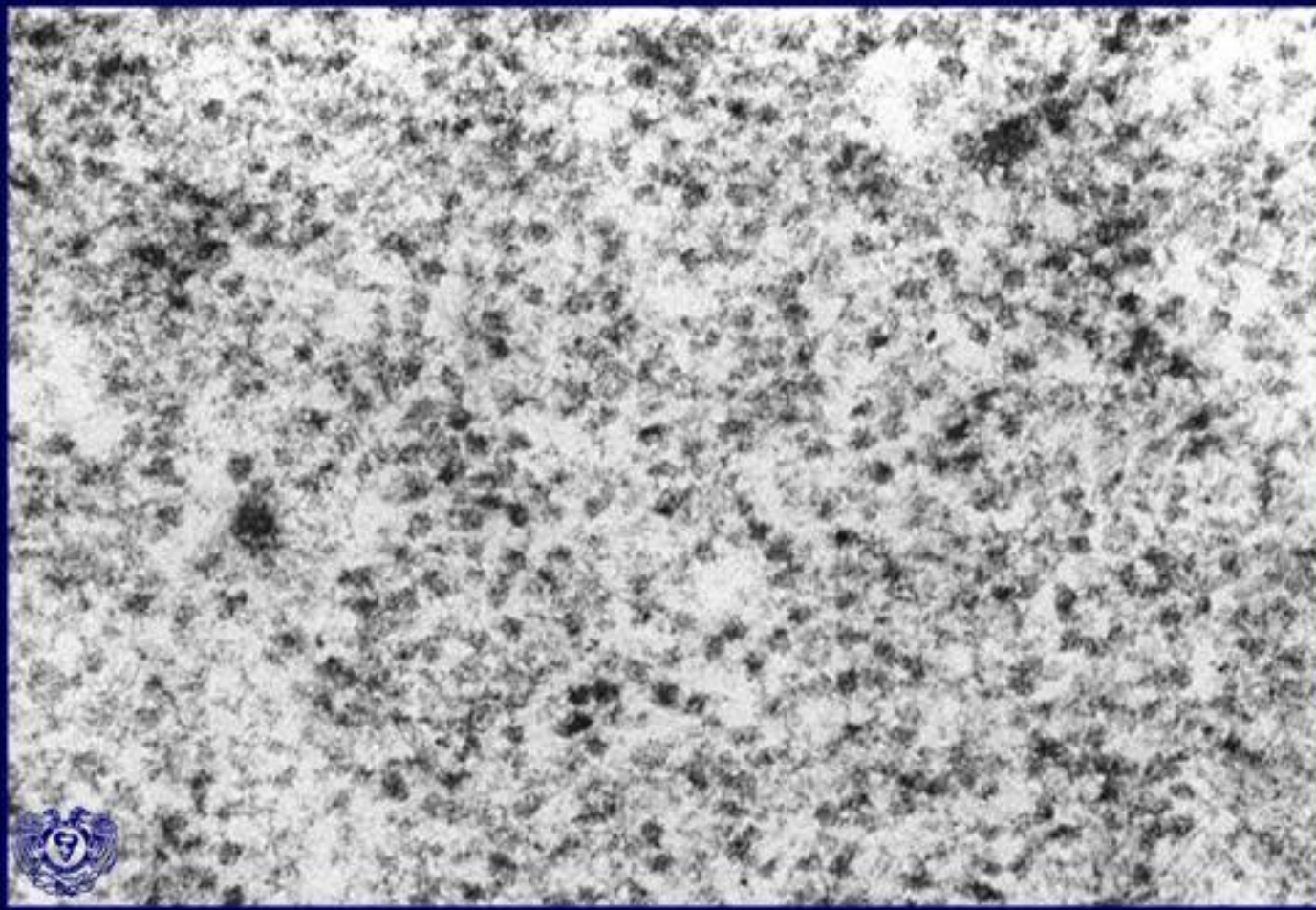
Biología celular.



La inmunohistoquímica enzimática con anticuerpos primarios anti-neurofilamentos, hace evidentes en esta imagen a los filamentos intermedios propios de las neuronas.



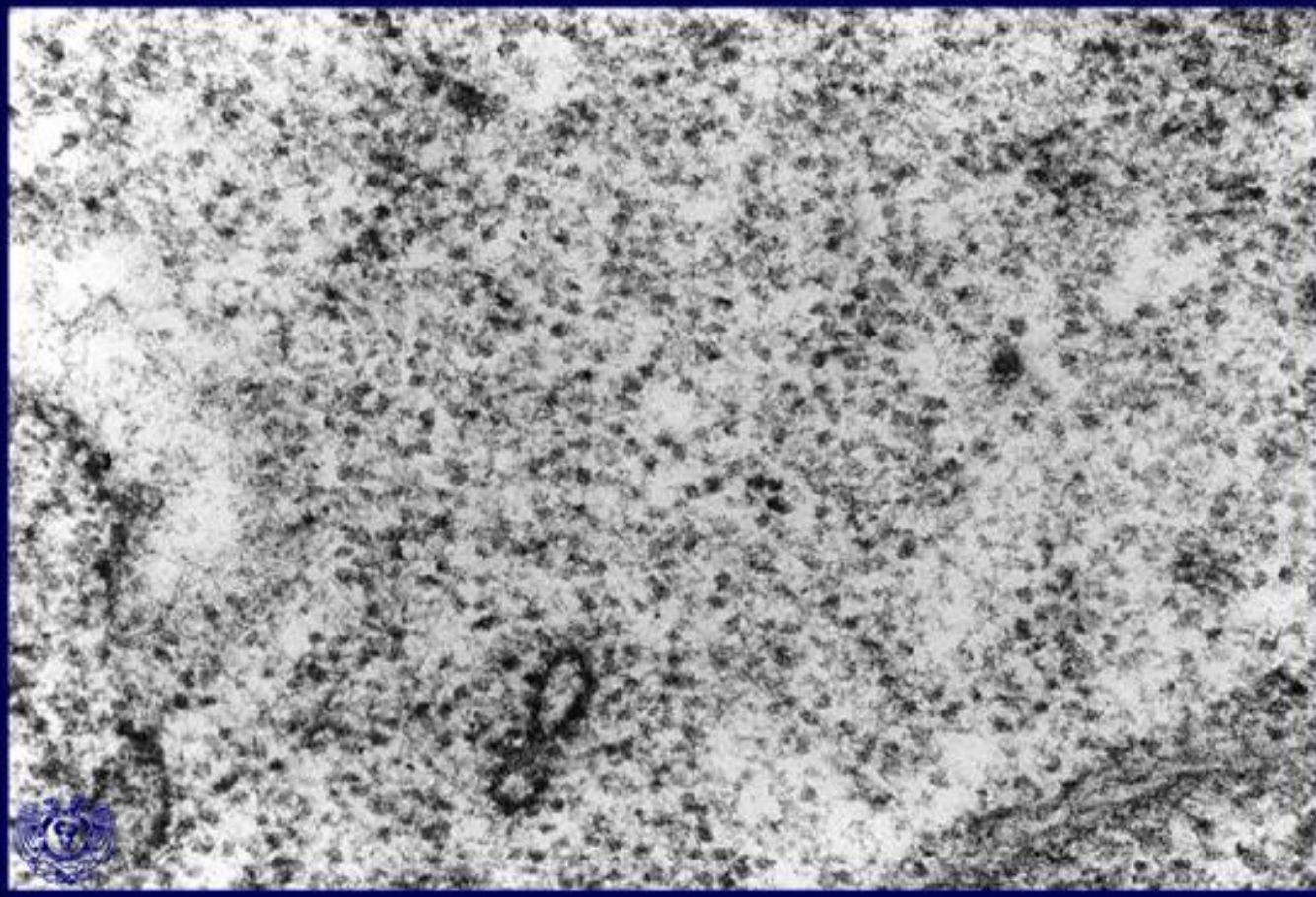
Biología celular.



Los organelos sin membrana encargados de la síntesis de proteínas se conocen como ribosomas. Pueden encontrarse libres en el citoplasma como muestra esta micrografía electrónica de transmisión, o asociados al Rer.



Biología celular.



Los ribosomas libres se relacionan con la síntesis de proteínas que se quedan en el citoplasma.



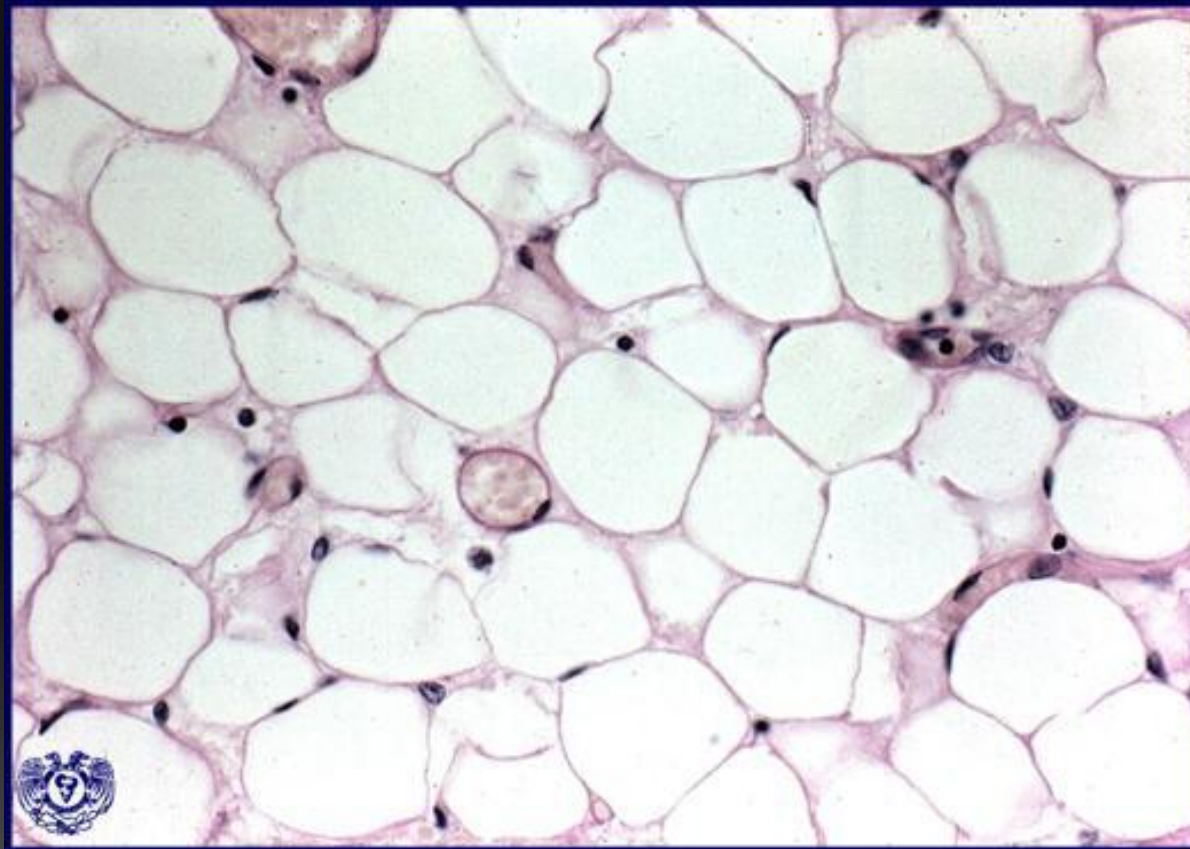
Biología celular.



Estas son células precursoras de los eritrocitos. Durante su maduración se encargan de la síntesis de hemoglobina, proteína que se queda en el citoplasma. Por lo tanto, la basofilia observada corresponde a ribosomas libres. Eritroblastos basófilos.



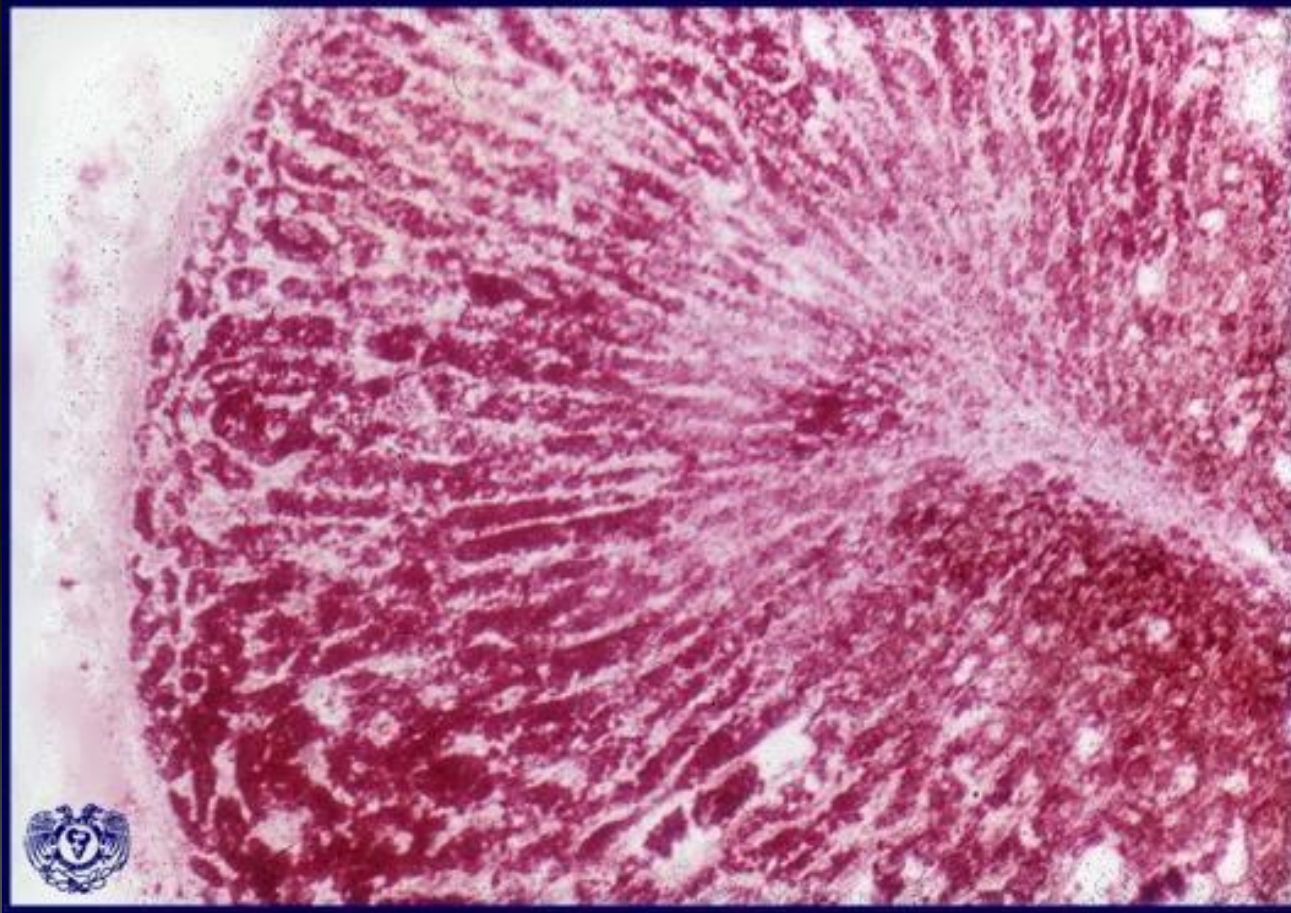
Biología celular.



La grasa se almacena en varios tipos celulares como una inclusión citoplásmica. El ejemplo más característico se observa en el tejido adiposo unilocular. Recuerde que los huecos se ven blancos debido a que el procesamiento histológico rutinario eliminó la grasa del tejido.



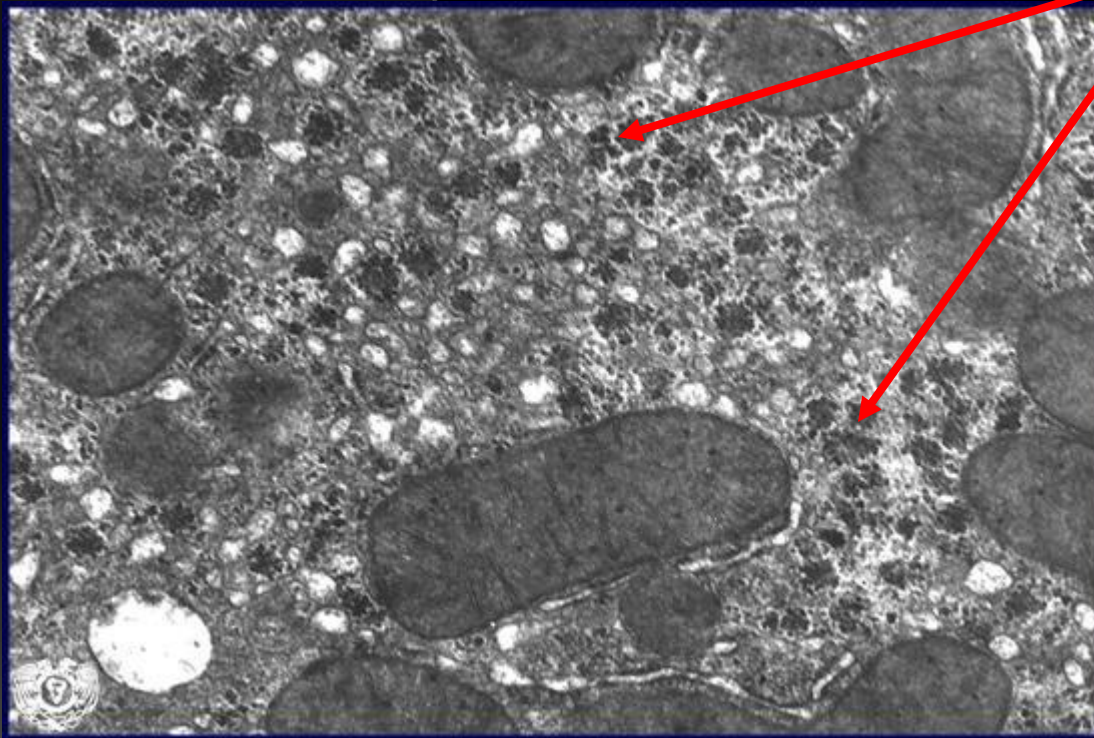
Biología celular.



Este es un corte por congelación de glándula suprarrenal. Se ha teñido con rojo oleoso, por lo que los depósitos de esteroides (grasos) se aprecian como granos rojos.



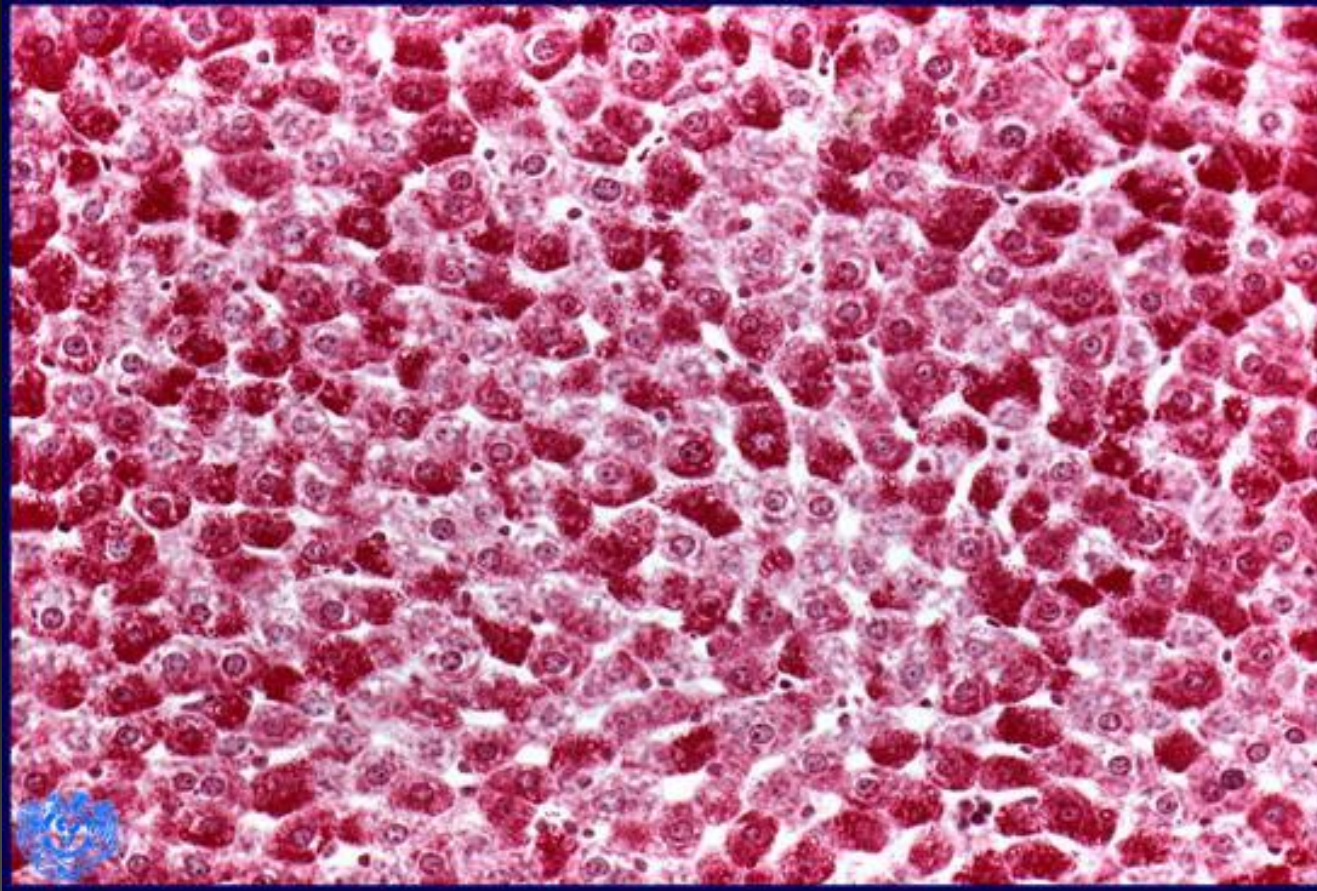
Biología celular.



El microscopio electrónico de transmisión nos muestra al glucógeno (inclusión citoplásmica) como grumos electrodensos similares a palomitas de maíz.



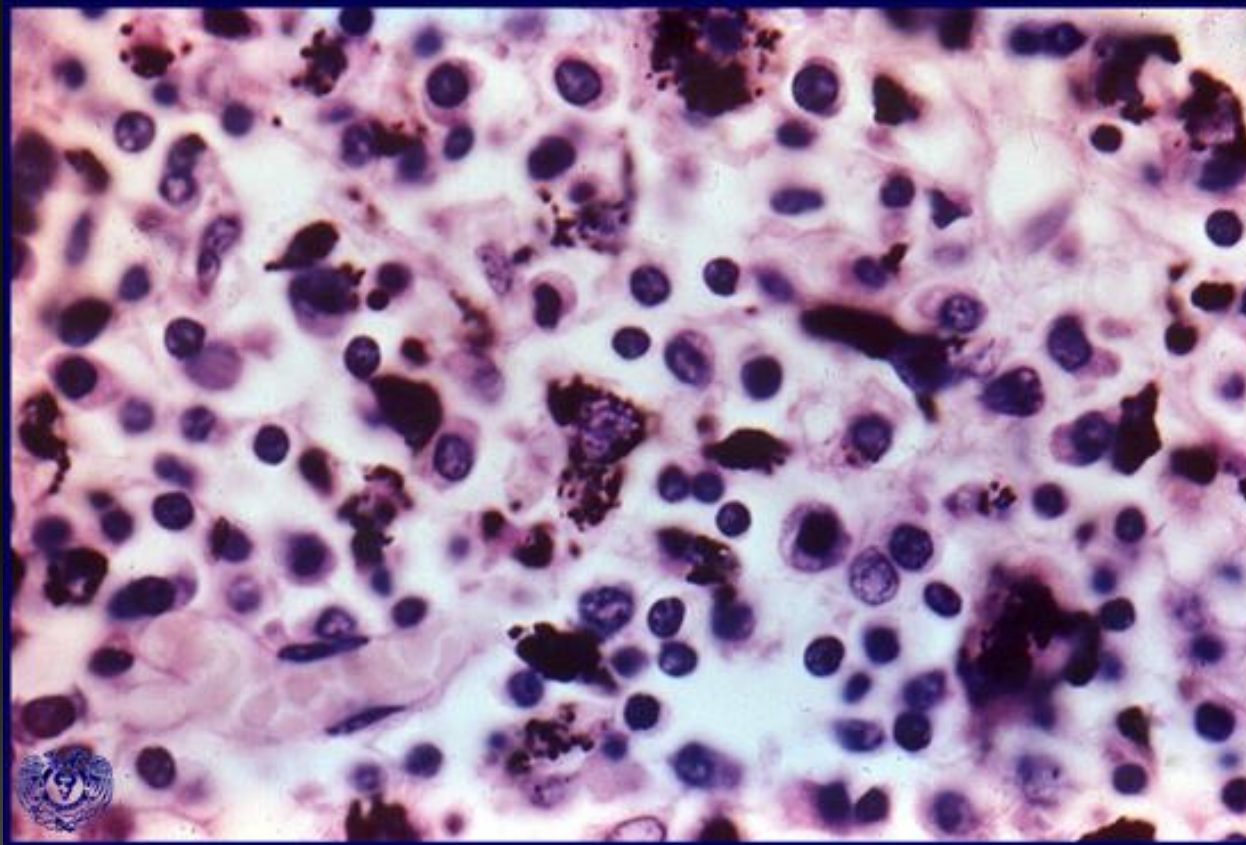
Biología celular.



Hígado teñido con la técnica de Carmín de Best, que demuestra específicamente los depósitos de glucógeno en el citoplasma de los hepatocitos.



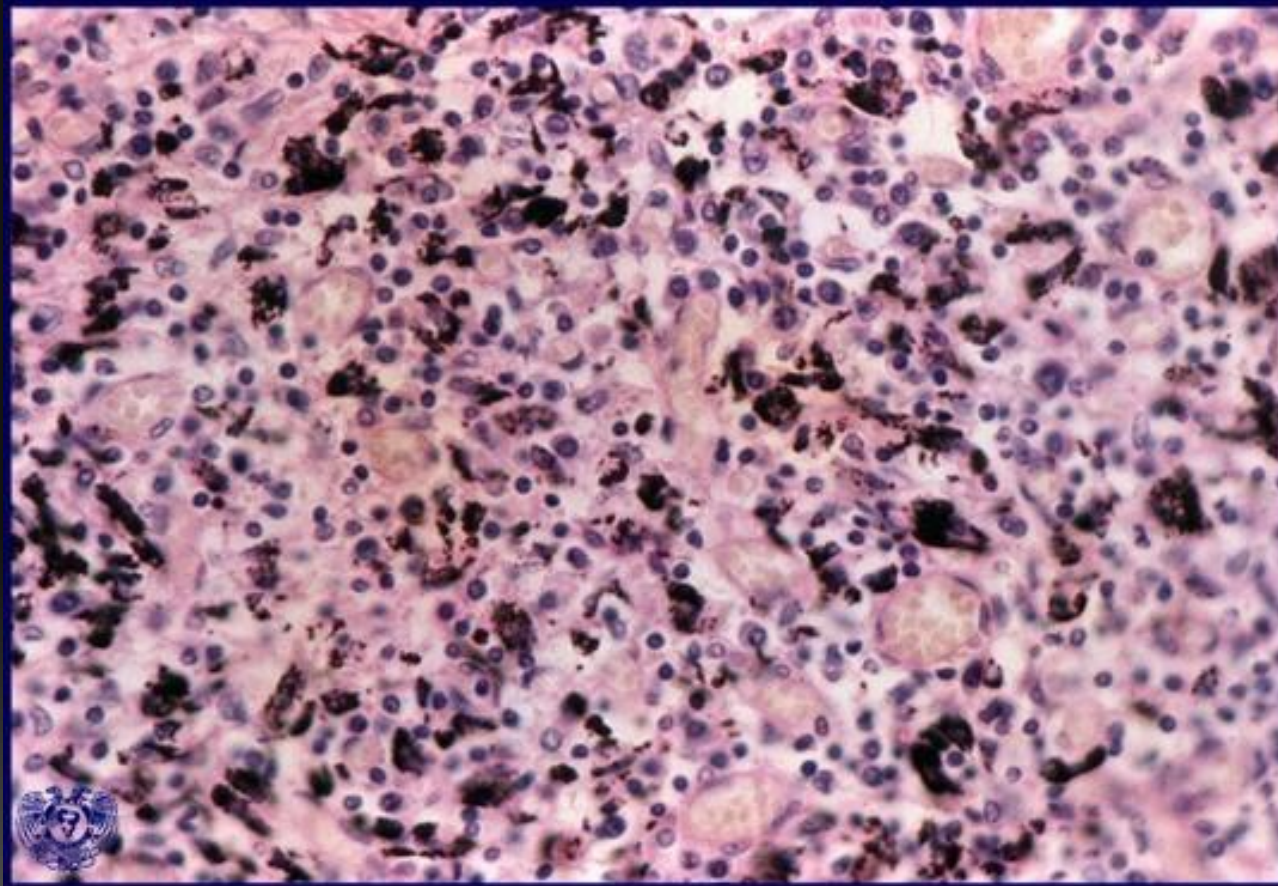
Biología celular.



Los macrófagos son células de defensa especializadas en la fagocitosis. Las partículas de carbón suspendidas en el aire como contaminante, llegan a los ganglios linfáticos del sistema respiratorio donde son fagocitadas por los macrófagos. Dado que estos no pueden destruir el carbón, el contaminante queda en el citoplasma como inclusión. A este fenómeno se le conoce como antracosis.



Biología celular.



Corte de ganglio linfático traqueal con antracosis. Depósito de carbón en el citoplasma de los macrófagos como inclusión exógena.



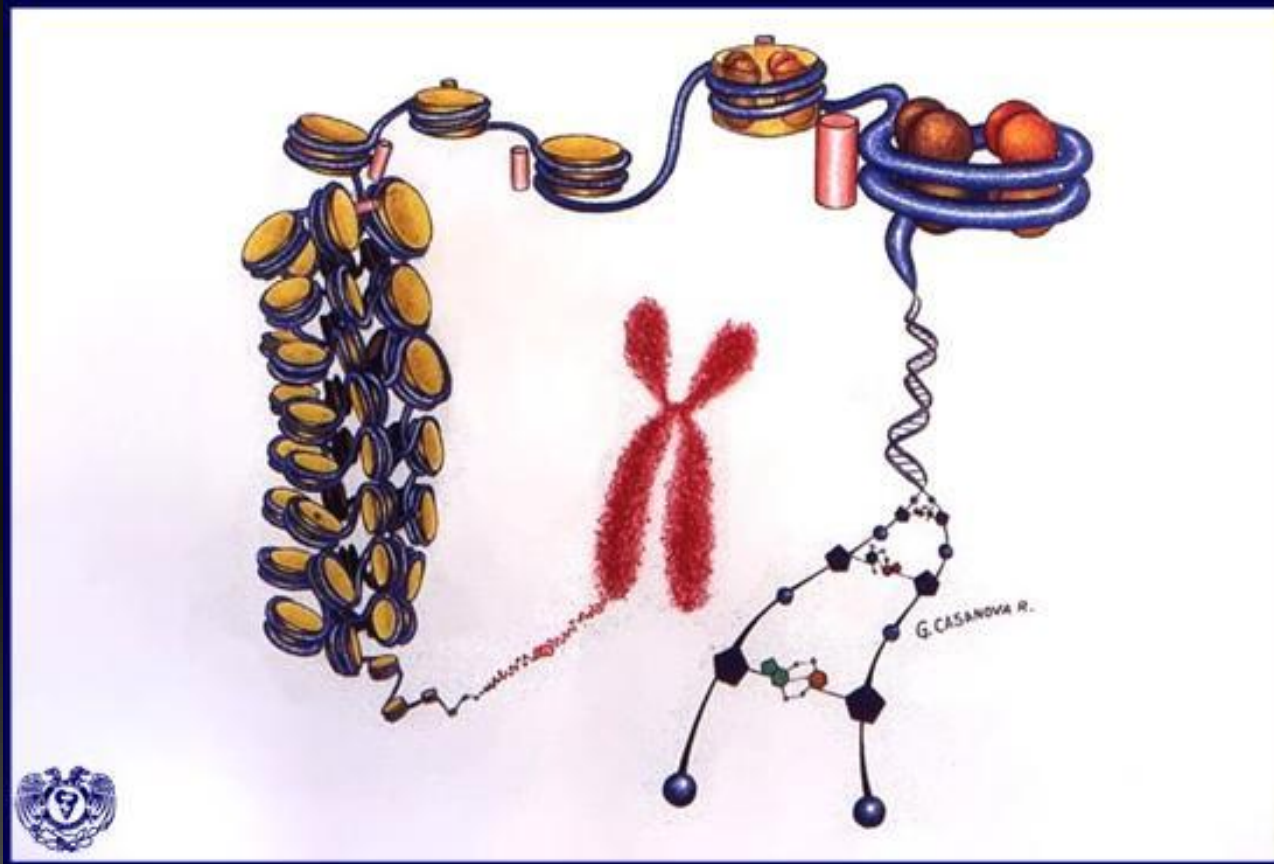
Biología celular.



El ácido desoxirribonucleico (ADN), macromolécula que porta la información genética se encuentra en el núcleo celular. Se asocia con proteínas conformando un complejo supramacromolecular conocido como cromatina. Cuando las células se encuentran en interfase, la cromatina se aprecia como un filamento muy delgado que puede estar extendido (eucromatina) o enrollado (heterocromatina).



Biología celular.



El primer cambio apreciable con técnicas rutinarias en una célula que entra en división, es un empaquetamiento especial de la cromatina, de modo que se formen pequeñas estructuras alargadas conocidas como cromosomas.

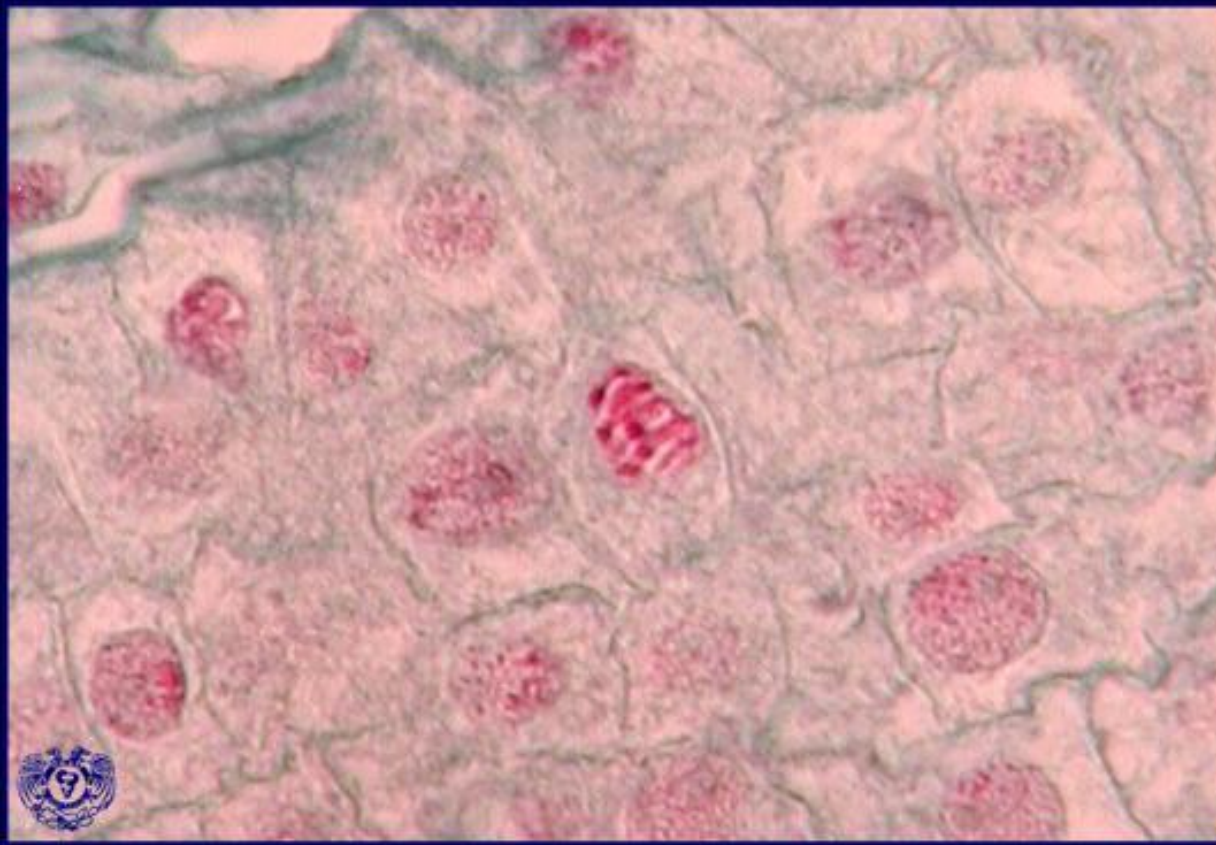


Biología celular.



Este es el aspecto que tiene un cromosoma gigante de la mosca *Drosophila melanogaster*. En este caso se aprecia una serie de bandas transversales que recorren el cromosoma.

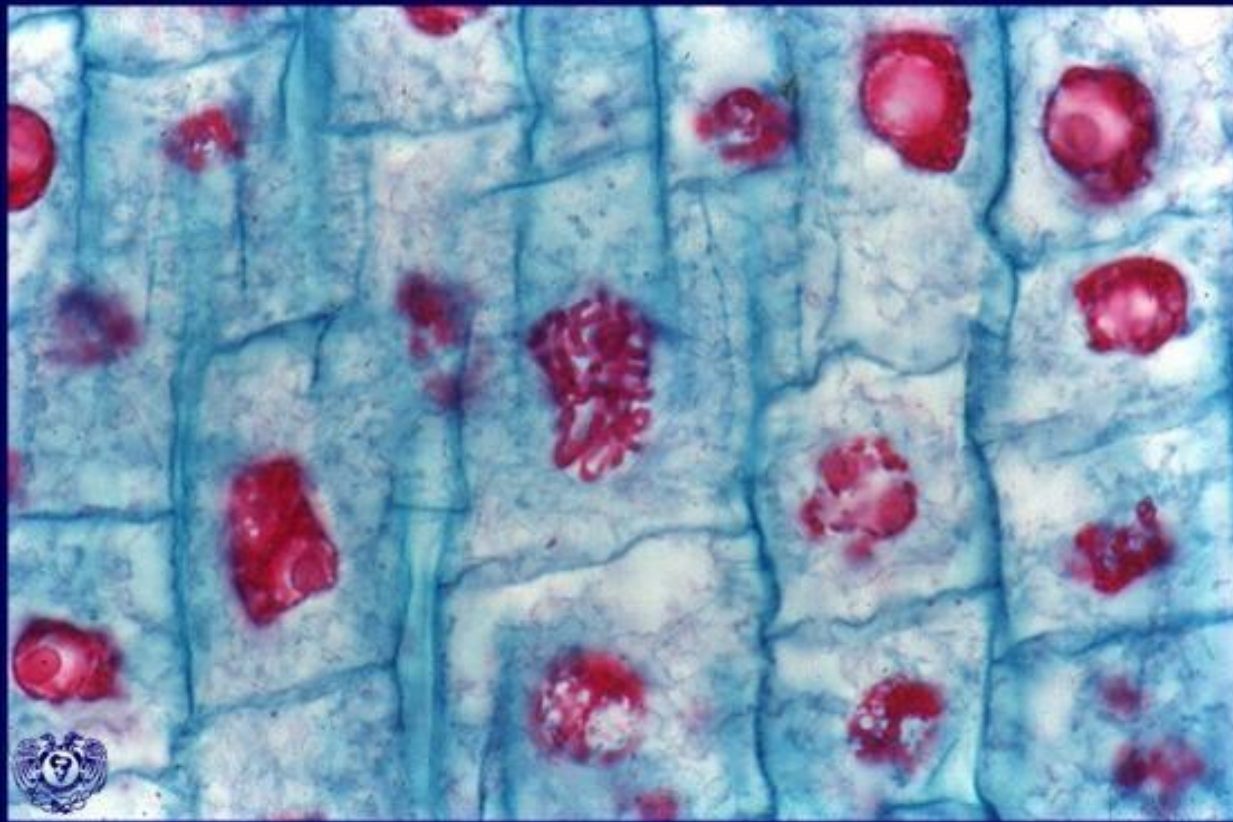
Biología celular.



Las células vegetales son un buen modelo para estudiar las figuras de la mitosis. Recuerde: PRO METió ANA TELefonear (profase, metafase, anafase y telofase). En la célula del centro se observa donde estaría el núcleo, una serie de estructuras digitiformes (como deditos) que corresponden a cromosomas. Note que parecen mantener la forma redondeada del núcleo. Compare con los otros naceos. Se trata de una **PROFASE**.



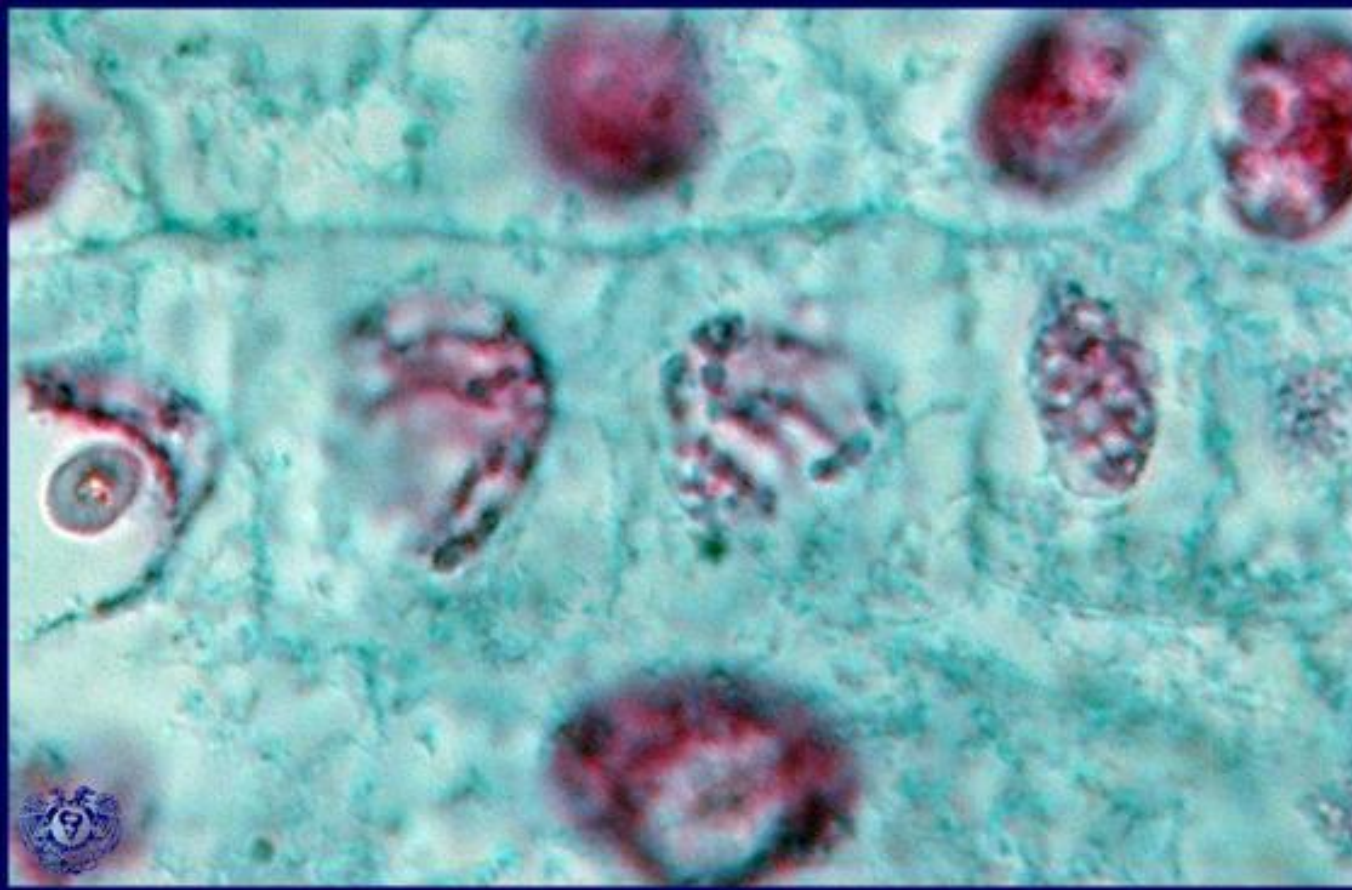
Biología celular.



Raíz de lirio teñida con la técnica de Feulgen que contrasta específicamente el ADN. En el centro se aprecia el detalle de una **PROFASE**.



Biología celular.



Aquí tenemos a mayor aumento dos células vegetales que se encuentran en **PROFASE**.



Biología celular.



En la **METAFASE** los cromosomas se alinean en el plano ecuatorial de la célula. Observe que la célula del centro muestra claramente el huso acromático.

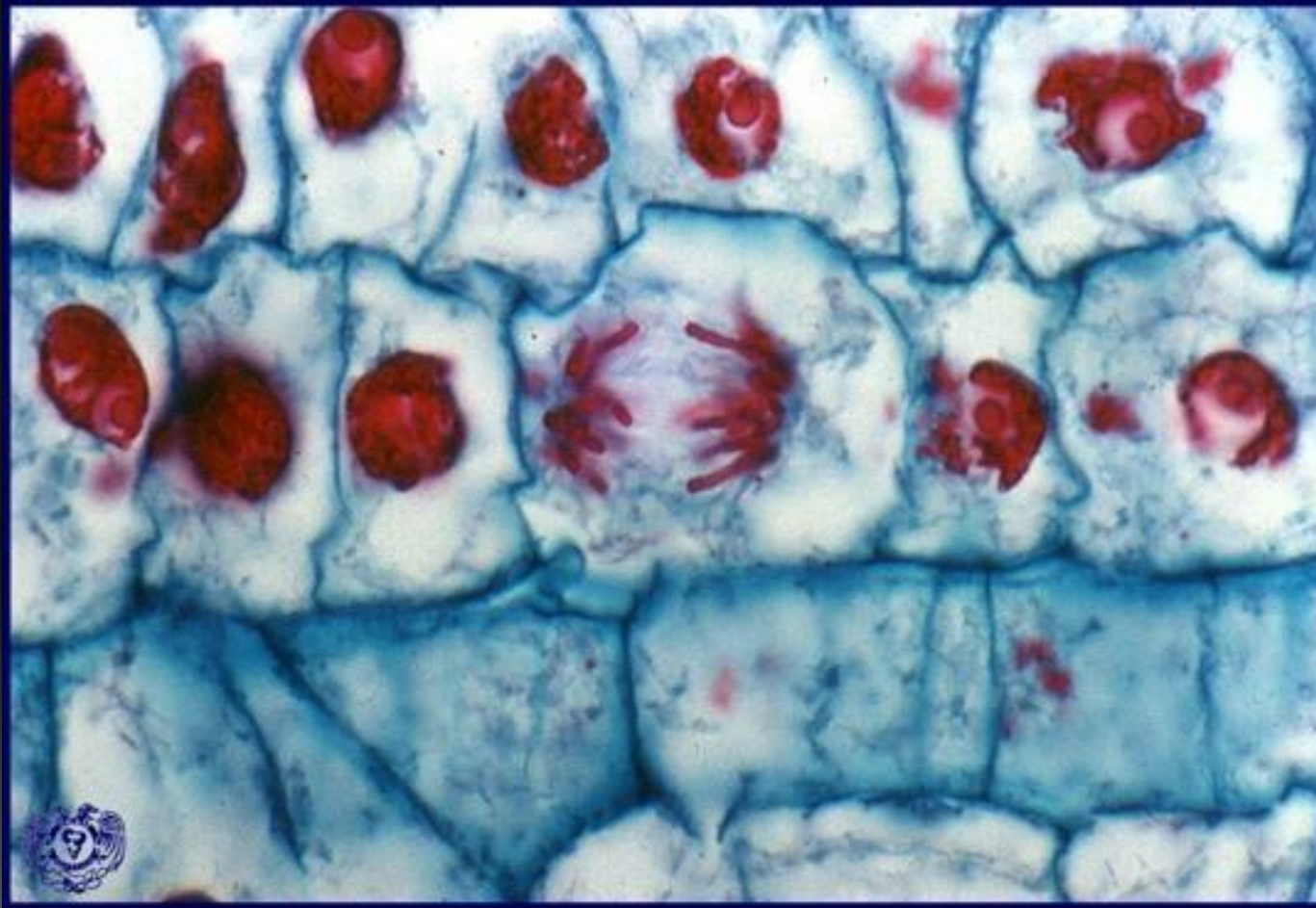


Biología celular.



En algunos casos, la **METAFASE** no es tan clara. Esto se debe al movimiento de los cromosomas. Note que los “deditos” no dejan hueco el centro de la célula. Si pone atención podrá identificar otra célula que se encuentra en **PROFASE**.

Biología celular.



En la **ANAFASE**, los cromosomas se separan dejando hueca la porción central de la célula y se dirigen hacia los polos de la misma.



Biología celular.



Esta célula vegetal se encuentra en **ANAFASE**. Note que entre los grupos de cromosomas que se dirigen hacia los polos, se observan estructuras filamentosas. Corresponden a microtúbulos y filamentos.



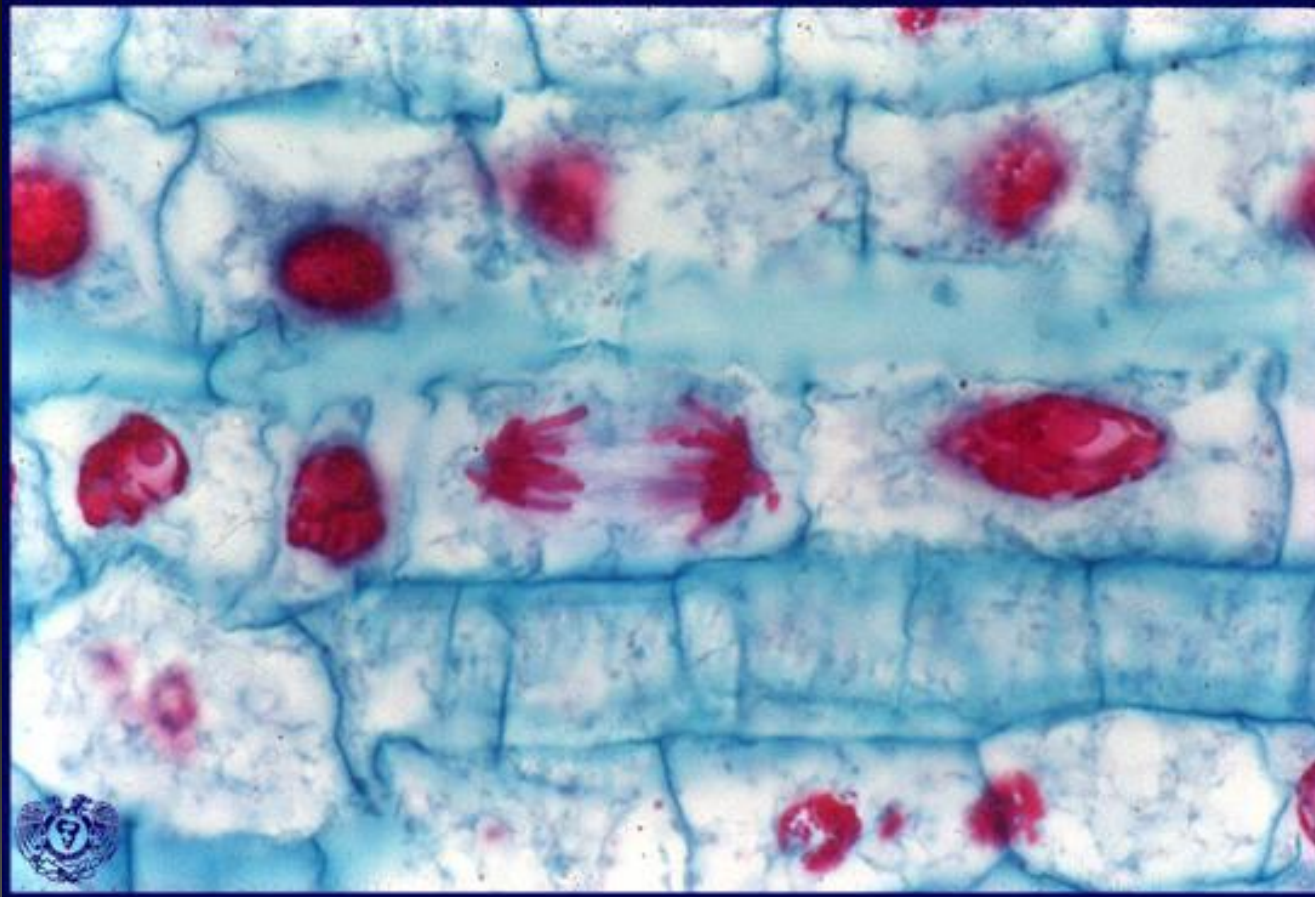
Biología celular.



El sistema de interferencia diferencial según Nomarski, nos muestra en forma espectacular el detalle de una célula vegetal en **ANAFASE**.



Biología celular.



Raíz de lirio teñida con técnica de Feulgen para demostrar específicamente el ADN. Se observa una célula en ANAFASE.



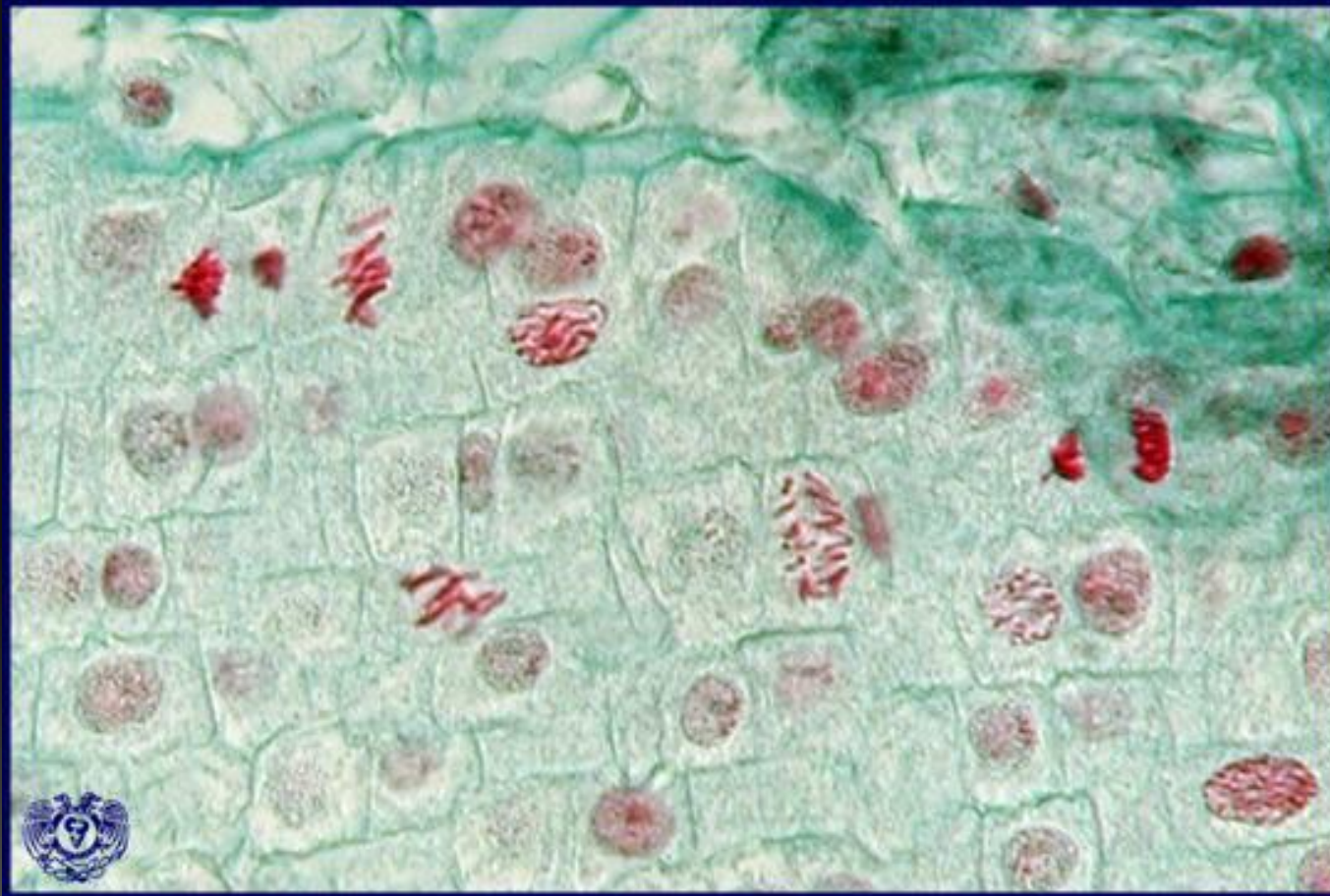
Biología celular.



Cuando la célula está iniciando la **TELOFASE**, los cromosomas que se encuentran en cada polo inician un proceso de rearreglo estructural de modo que vuelven a adoptar la conformación propia de la **INTERFASE**. Note que los “deditos” parecen estarse fusionando. Observe además los microtúbulos y filamentos que formarán el **cuerpo medio**.



Biología celular.



Estudie con detenimiento esta imagen. Usted debe identificar células en **PROFASE**, en **ANAFASE** y en **TELOFASE**.



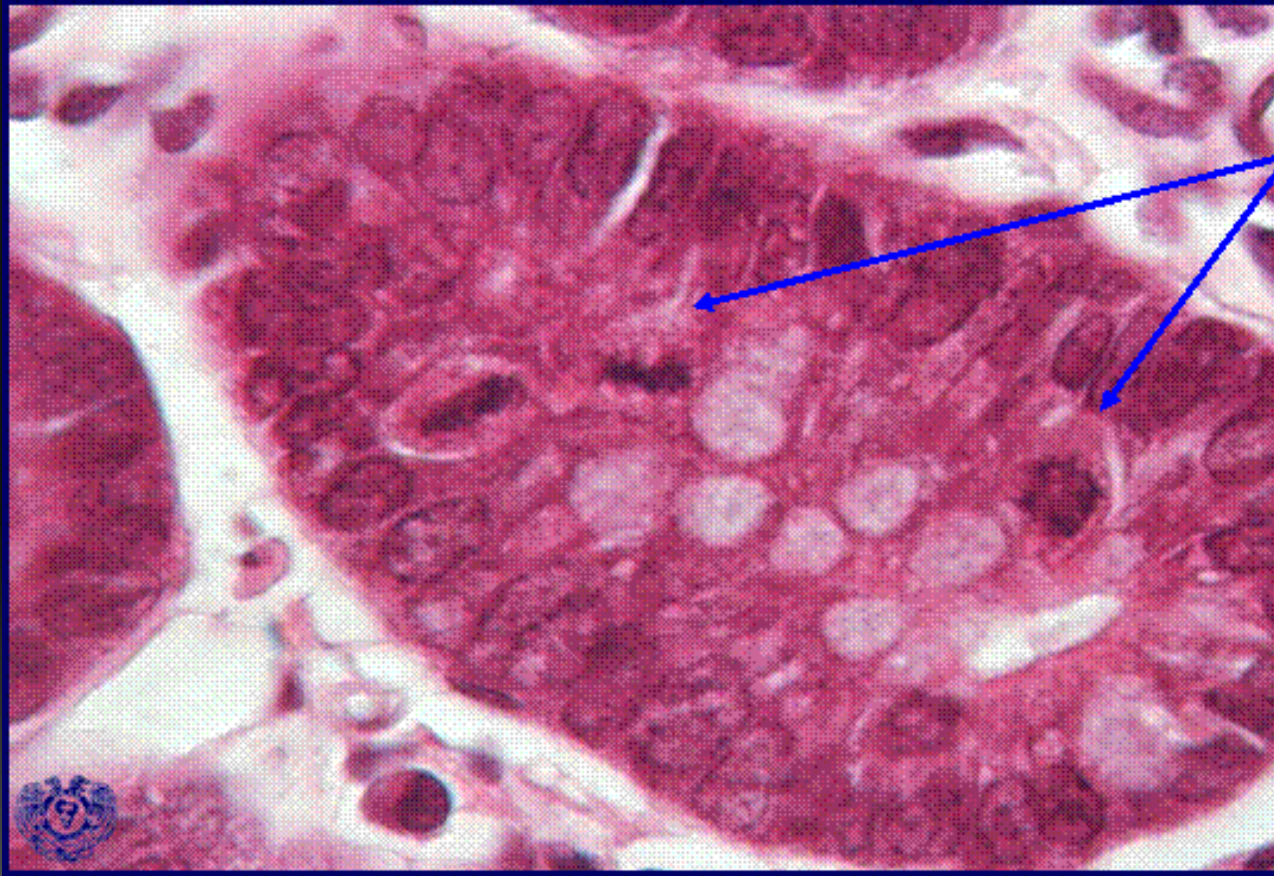
Biología celular.



En la practica médica resulta importante la identificación de figuras de mitosis en tejidos humanos. Un buen lugar para familiarizarse con su aspecto es el intestino delgado.



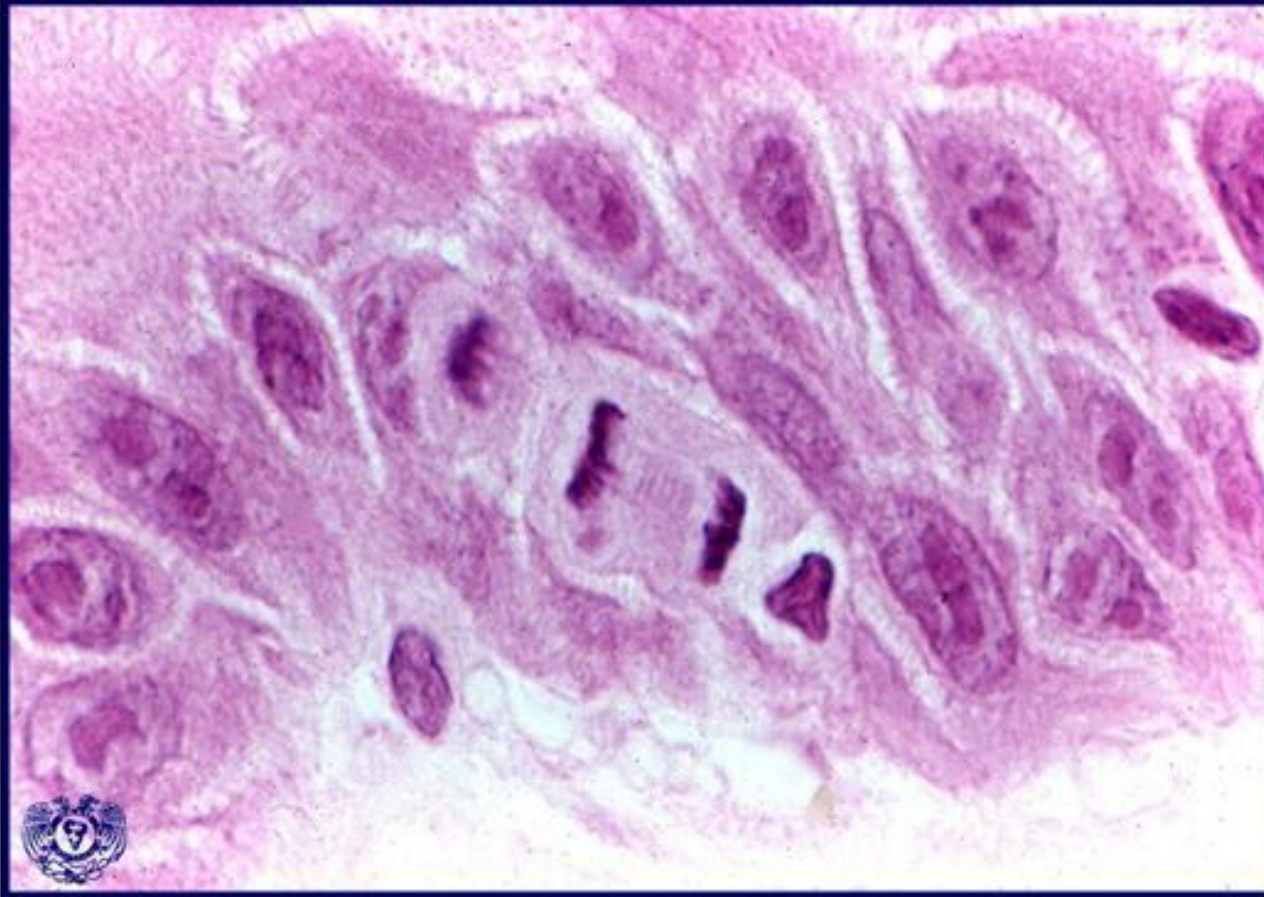
Biología celular.



Corte de intestino delgado teñido con H y E en el que se observan figuras de mitosis.



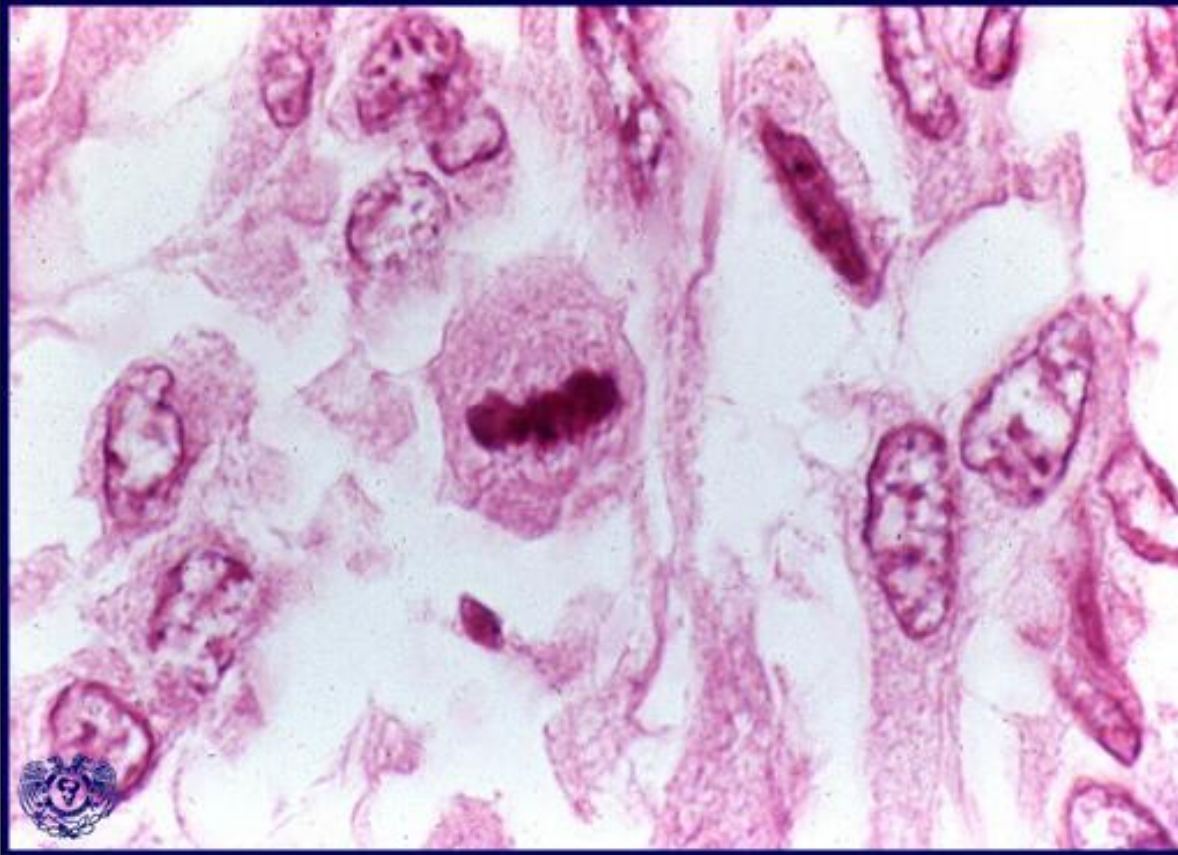
Biología celular.



Corte de epidermis humana irritada. Las células que le conforman, llamadas queratinocitos, responden a la lesión reproduciéndose, con lo que el epitelio se hace más grueso. El reconocimiento de este tipo de figuras de mitosis es importante en medicina en el estudio de tumores malignos.



Biología celular.



Aquí observamos el aspecto de un tumor maligno epitelial (carcinoma). Visite la galería de epitelios y busque el epitelio plano estratificado con estrato córneo. Compárelo con esta imagen y seguramente notara grandes diferencias. En la práctica médica, el reportar la cantidad de figuras de mitosis en varios tipos de cáncer tiene gran relevancia en el tratamiento y pronóstico de los pacientes.



Biología celular.



La base de los estudios citogenéticos es la obtención de material cromosómico. Este es el aspecto de los cromosomas teñidos con la técnica de Feulgen.



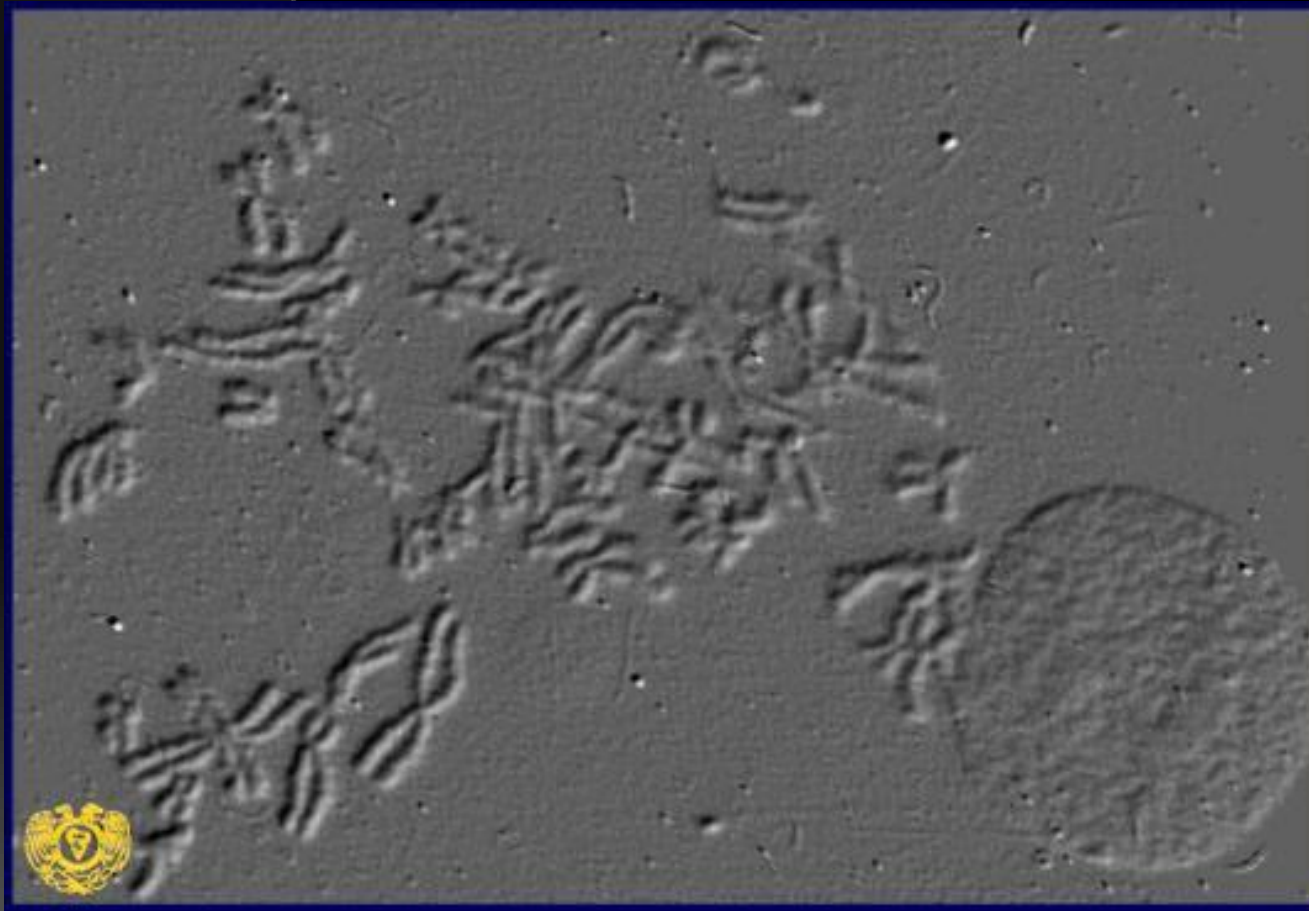
Biología celular.



Aquí tenemos otra imagen de un extendido de cromosomas humanos. Si pone atención podrá identificar cromosomas metacéntricos, submetacéntricos y acrocéntricos.



Biología celular.



No podíamos dejar de disfrutar del aspecto de los cromosomas humanos con el sistema de interferencia diferencial según Nomarski.