

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA

Departamento de Biología Celular y Tisular

BIOLOGÍA CELULAR E HISTOLOGÍA MÉDICA.

HISTOLOGÍA GENERAL.

CÉSAR EDUARDO MONTALVO ARENAS M.V.; Ms. C. B.

Asesoría técnica:

Técnico Académico: Francisco Pasos Nájera.

Laboratorista: Ricardo Hernández Trujillo.

TEJIDOS ANIMALES.

En todo organismo animal pluricelular (vertebrados especialmente) existen aproximadamente 200 tipos diferentes de células. Todas ellas, generadas por la célula diploide constituida mediante la fecundación del ovocito por el espermatozoide la cual, a través múltiples divisiones celulares y de complejos procesos evolutivos y de diferenciación, adquirieron y desarrollaron múltiples formas, tamaños y funciones que, a su vez permitieron la diferenciación y evolución de la diversidad de seres animales que habitan los distintos ambientes acuáticos y terrestres de nuestro planeta.

La interacción del código genético de cada célula con el microambiente que las rodeaba, propició que seres unicelulares se asociaran, en un principio para constituir, seres pluricelulares simples, en forma de colonias (*Volvox*, por ejemplo). Posteriormente ciertas células, asociadas con otras y estimuladas por agentes externos y mensajes provenientes del DNA, se diferenciaron para adoptar determinada morfología que permitían, a su vez, exteriorizar funciones específicas, por ejemplo, si en ellas predominaba la longitud sobre el ancho y el grosor de las mismas, se diferenciaban en células contráctiles; si del soma celular se emitían prolongaciones celulares que se ponían en contacto con otras células semejantes o diferentes entre sí y, a través de ellas, captaban estímulos y transportaban las respuestas a esos estímulos la población celular se transformó en células nerviosas o, si al asociarse recubrían una superficie interna o externa y diferenciaban un polo celular para absorber o secretar sustancias entonces se convertían en células epiteliales: de revestimiento o de cubierta o células glandulares.

Toda asociación celular con formas, funciones específicas y semejantes entre sí constituyeron con el paso del tiempo los denominados tejidos animales. Por lo expuesto, los seres vivos pluricelulares animales están constituidos por una serie de asociaciones de células o tejidos, que interactuando de manera armónica y coordinada permiten que esos seres puedan desarrollarse, crecer, vivir en un ambiente determinado, realizar una serie de funciones vitales y reproducirse.

No existen seres vivos animales pluricelulares organizados por un solo tipo de tejido. Hasta los seres vivos animales más simples están integrados por más de un tipo tisular; por ejemplo, los individuos del phylum *porifera* están constituidos por dos capas de células de revestimiento o de cubierta (tejido epitelial), *externo e interno* y tercer tipo especial de células, que une a las dos capas anteriores, denominada *mesoglea*.

Los tejidos animales se unen entre sí para formar órganos, éstos se asocian para constituir aparatos y sistemas y todos ellos integran a un ser vivo animal pluricelular.

Los tejidos animales se clasifican en cuatro grandes grupos básicos:

- ❖ Tejido epitelial.
- ❖ Tejido conjuntivo.
- ❖ Tejido muscular y
- ❖ Tejido nervioso.

Estos cuatro grandes grupos de tejidos se diferencian a su vez en otros subgrupos, tal como se muestra en el mapa conceptual:

(Observarlo en la siguiente página)

Origen embriológico de los cuatro tejidos básicos.

La reproducción de los animales vertebrados se inicia con la fusión de los componentes celulares y genéticos de las células germinales o sexuales femeninas (*ovocitos*) y masculinas (*espermatozoides*) para constituir el **huevo** o **cigoto**. La proliferación, diferenciación, orientación y disposición en el espacio de las células hijas, generadas por sucesivas mitosis del cigoto, en las fases de **mórula**, **blástula**, **gástrula** y **neúrla** dan como resultado la formación de un embrión en forma de un disco, constituido por tres membranas celulares superpuestas, denominadas hojas blastodérmicas u hojas germinativas embrionarias: **ectodermo**, **mesodermo** y **endodermo**, las cuales, en el disco embrionario, ocupan respectivamente las posiciones externa o superficial, intermedia e interna o profunda. Las células integrantes de estas tres hojas blastodérmicas, se diferenciarán en sus formas y funciones para constituir los distintos tipos de tejidos básicos ya mencionados así como sus variantes.

El tejido epitelial se diferencia de las tres hojas embrionarias: El **ectodermo** origina el epitelio de revestimiento de la piel: epidermis y los anexos de la piel: las glándulas sudoríferas, sebáceas y mamarias, pelos y uñas. También origina el epitelio del tercio anterior de la cavidad bucal y las glándulas salivales.

Del **mesodermo** se deriva el epitelio que recubre las cavidades internas del organismo: el epitelio *peritoneal*, el *pericárdico* y el *pleural*. A este tipo de epitelio se le denomina *mesotelio*.

Del mesodermo también se origina la mayor parte de los epitelios que tapizan el aparato urinario (túbulos y conductos renales), el epitelio del aparato genital masculino (el epitelio seminífero y de las vías y glándulas espermáticas) y del aparato genital femenino (endometrio y trompas uterinas). El epitelio que reviste la luz de los vasos sanguíneos y linfáticos, denominado *endotelio*, también se deriva del mesodermo.

Del **endodermo** se diferencian todas las membranas epiteliales del aparato digestivo (esófago, estómago e intestinos) y algunas de sus glándulas anexas (hígado y páncreas), del aparato respiratorio (tráquea, bronquios y alvéolos pulmonares); el epitelio de la vejiga urinaria y algunas unidades glandulares endocrinas que integran el tiroides, las paratiroides y el timo.

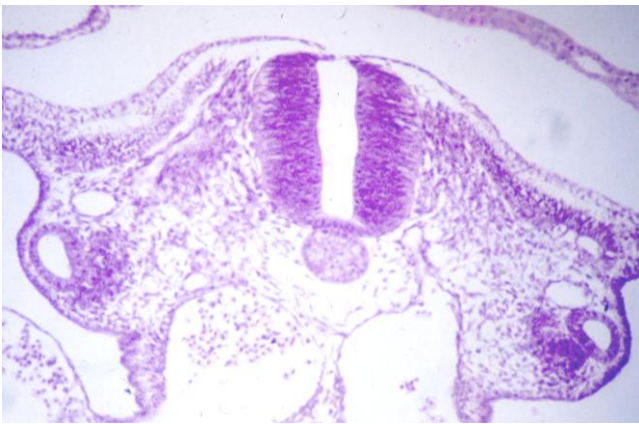
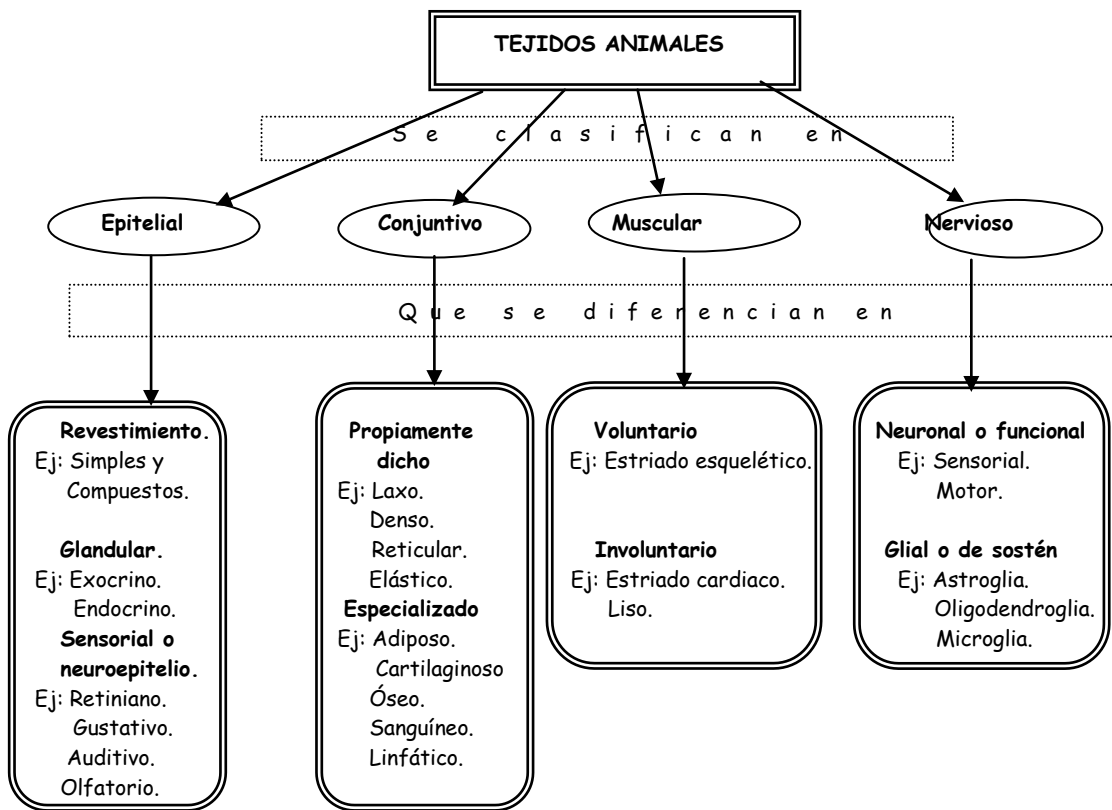


Figura tej. Animales. I.- Sección transversal de un embrión de pollo de 72 horas de incubación. Se observan los principales derivados embrionarios de las tres hojas blastodérmicas.

Los componentes celulares del *tejido conjuntivo* y todas sus variantes derivan del **mesodermo**. El grupo de células mesodermales, denominadas en un inicio del desarrollo embriológico: **mesenquimatosas** (*mesénquima*), mediante proliferación y diferenciación celular pluripotente, originarán los diversos tipos de células conjuntivas y ellas, a su vez generarán la matriz conjuntiva, amorfa (orgánica o inorgánica) y/o fibrilar.

El *tejido muscular* (estriado esquelético, cardiaco y liso) deriva del **mesodermo**, excepto las células mioepiteliales y las células (fibras musculares) del iris del globo ocular que son de origen ectodermal.

El *tejido nervioso* (formado por neuronas y células de glía) se origina del **ectodermo axial** o central del disco embrionario (células neuroectodermales). A este tejido se le añaden células mesenquimatosas que se diferencian en células de la microglia.

Características generales de los cuatro tejidos básicos:

Como ya se ha mencionado anteriormente, cada tipo de tejido posee características morfológicas y funcionales específicas. En cada uno de ellos la morfología de sus células está relacionada estrechamente con las funciones que ellas realizan.

Tejido epitelial. El término deriva de dos raíces griegas: *epi* que significa *sobre* y *thele, pezón*, esto último en razón que la membrana epitelial se apoya en un tejido conjuntivo cuya superficie de contacto posee una serie de pequeñas elevaciones y depresiones cónicas que semejan la forma de pezones pequeños. Entre las células epiteliales y el tejido conjuntivo subyacente se sitúa una estructura anhistá denominada *membrana basal*.

Este tejido se caracteriza porque sus células están unidas muy estrechamente entre ellas. Se puede afirmar que no posee sustancia intercelular o ésta es muy escasa. Es un tejido que carece, en la gran mayoría de los casos, de irrigación e inervación. Está sustentado por un soporte de tejido conjuntivo el cual alberga abundantes vasos sanguíneos y linfáticos y terminaciones nerviosas.

Existen tres tipos de tejido epitelial:

Epitelio membranoso, de revestimiento o de cubierta. Se denomina así porque la membrana celular tapiza superficies externas o internas. Pueden estar formados por un estrato varios estratos de células. Las células epiteliales suelen mostrar estructuras especializadas en el citoplasma (filamentos

de queratina) o en la superficie libre o apical (microvellosidades o cilios) que les permiten efectuar funciones especializadas. Se especializan en funciones de defensa mecánica, de intercambio de sustancias o de absorción y/o movimientos de partículas depositadas en la superficie epitelial.

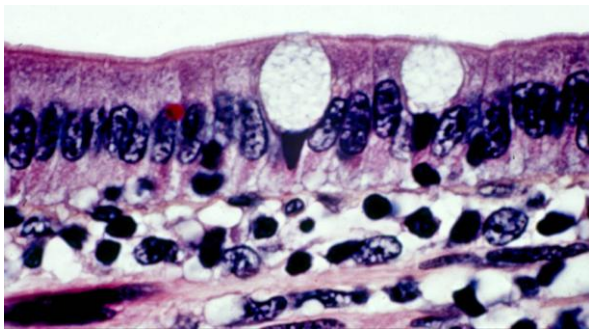
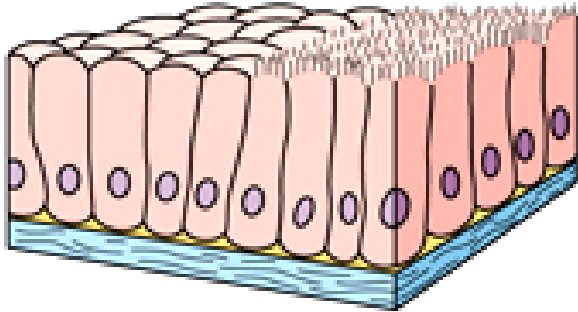


Figura tej. Animales II.- Esquema y fotomicrografía de un epitelio. En ambos casos corresponden al epitelio intestinal.

Epitelio glandular. También se conocen como glándulas (de la raíz griega *glans*: glande o bellota). Sus células se caracterizan porque forman membranas epiteliales secretoras (epitelio estomacal o intestinal) o se invaginan para constituir unidades localizadas en el interior del tejido conjuntivo subyacente. Tienen como función específica sintetizar, almacenar y secretar sustancias. Si liberan el producto elaborado en una superficie epitelial a través de conductos, por ejemplo la parótida o una glándula sudorífera se denominan glándulas exocrinas; en cambio, si carecen de conductos y vierten su secreción al torrente circulatorio como la glándula hipófisis o la suprarrenal, se denominan glándulas endocrinas.

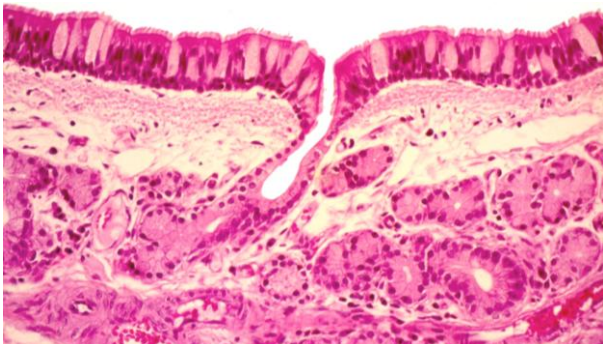


Figura tej. Animales III. Glándula traqueal: se observa el epitelio respiratorio interrumpido por el conducto secretor de las unidades glandulares mucosas Tinción Hematoxilina – Eosina.

Epitelio sensorial o neuroepitelio. Está constituido por un conjunto de células nerviosas modificadas que derivan del

neuroectodermo o por células epiteliales especializadas en captar estímulos de diversa índole. Como ejemplo tenemos las células del epitelio que forma la retina, captan *sensaciones luminosas*; el epitelio del órgano de Corti, posee células epiteliales modificadas que establecen relación con ramificaciones neuronales, son estimuladas por *ondas sonoras*; células epiteliales de los botones o corpúsculos gustativos, encargadas de captar sensaciones de *sabor* y neuronas modificadas situadas en la mucosa olfatoria de las fosas nasales, son las responsables de captar estímulos *olorosos*.

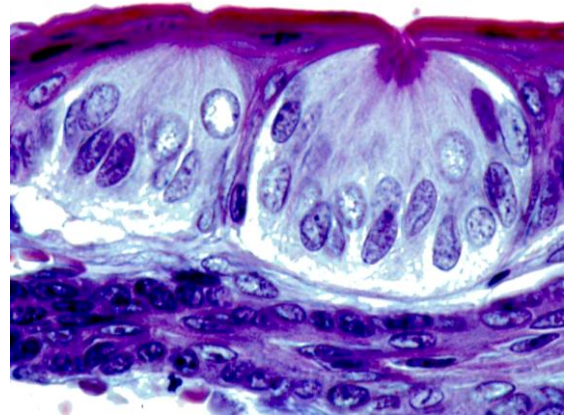


Figura tej. Animales IV.- Fotomicrografía de corpúsculos o yemas gustativas (foliadas) de la superficie lateral de lengua de conejo. Tinción Tricrómico de Masson 1000x-

Tejido conjuntivo. Se denomina así porque en un principio, a sus principales componentes se les asignó la función general de unir, conectar, soportar, relacionar o sostener a los otros tejidos del organismo. Está formado por células y una matriz intercelular constituido por el producto generado por aquellas. La matriz suele ser orgánica o inorgánica; fibrilar o amorfa.

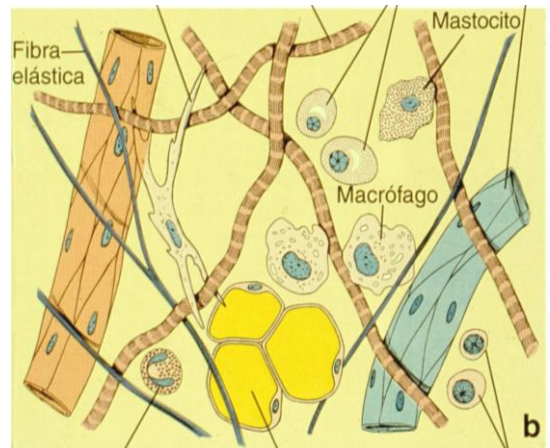


Figura tej. Animales V.- Representación esquemática de los diversos componentes del tejido conjuntivo: Células, matriz amorfa y matriz fibrilar.

Existen dos tipos de tejido conjuntivo:

- A) El denominado tejido *conjuntivo propiamente dicho* que une y soporta a otros tejidos, por ejemplo tendones, aponeurosis, fascias, ligamentos, cápsulas fibrosas, red tridimensional del estroma de órganos, etc. Es un tejido que sirve para contener a los componentes circulatorios y nerviosos de otros tejidos y órganos.

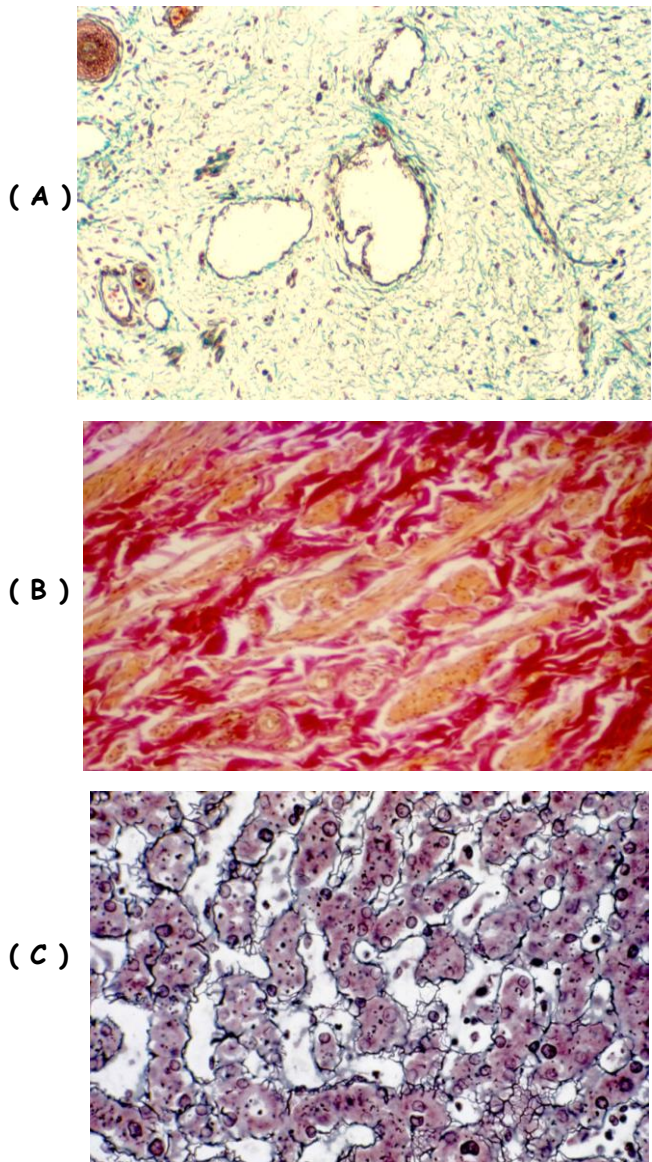


Figura tej. Animales VI.- Fotomicrografías de Tejidos conjuntivos propiamente dichos. A) Tejido conjuntivo laxo. Tinción tricrómico de Gomory, 250x. B) Tejido conjuntivo denso irregular, dermis. Tinción tricrómico de Van Gieson, 400x y C) Tejido conjuntivo reticular en parénquima hepático. Impregnación argéntica de Wilder, 400x

B) El tejido *conjuntivo especializado*, entre los cuales se clasifica: el tejido *cartilaginoso* componente semirígido de órganos como la laringe, traquea y bronquios, el pabellón auricular, las articulaciones y, en embriones y fetos constituye el esqueleto transitorio del organismo; el tejido *óseo*, encargado de formar el esqueleto definitivo en el individuo adulto, en cuyos componentes se almacena calcio, y se inserta el tejido muscular esquelético responsable de los movimientos de locomoción del organismo; el tejido *adiposo*, cuyas células almacenan energía en la forma de grasas o lípidos; el tejido *sanguíneo (sangre)* en el que sus componentes celulares y sustancia intercelular (plasma) intervienen en la defensa del organismo y en el transporte de sustancias nutritivas y productos del metabolismo celular. El tejido *linfático* conformado principalmente por células que actúan en la defensa inmunológica del organismo.

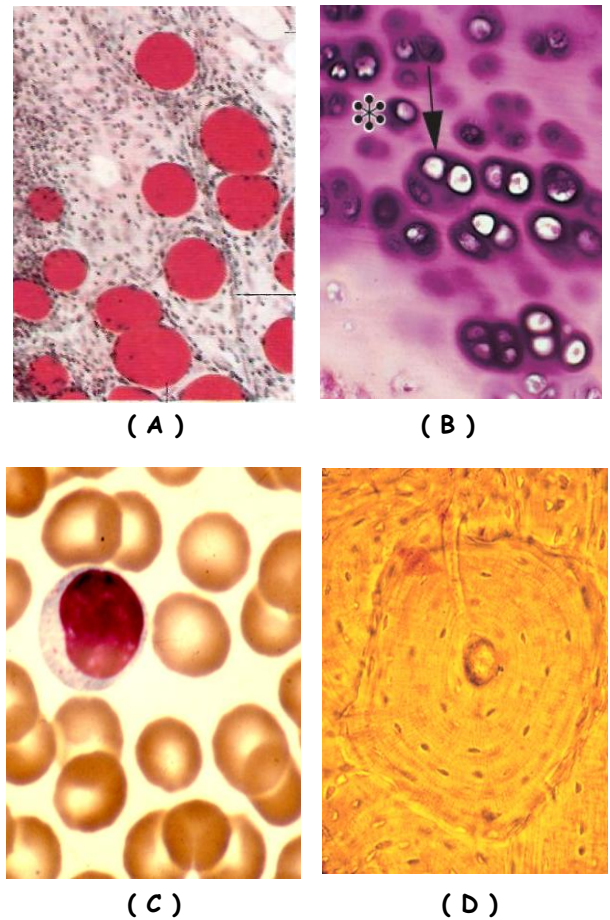


Figura tej. Animales VII.- Fotomicrografías de tejidos conjuntivos especializados: A) Tejido adiposo unilocular, Tinción de Sudan IV + Hematoxilina. B) Tejido cartilaginoso hialino. Tinción con Tionina. C) Frotis de sangre. Tinción de Wright y D) tejido óseo denso. Hueso lijado.

Tejido muscular. Esta constituido por células en las cuales la función de contractibilidad se ha desarrollado en un alto grado de especificidad. Las células se caracterizan porque en ellas predomina el largo, sobre el ancho y el grosor; por esta morfología que presentan se les denominan comúnmente *fibras musculares*. La morfología alargada que exhiben las células facilita la función de contracción pues al acortar su tamaño y aumentar el grosor de las mismas se produce movimiento de las células musculares y por consiguiente provocan el movimiento de las estructuras tisulares donde ellas están localizadas. El tejido muscular debe sus movimientos contráctiles a la presencia de miofilamentos proteínicos de *actina* y *miosina* en el citoplasma de sus células y la interacción bioquímica que se produce entre ellos.

El tejido muscular se clasifica en tres tipos:

Tejido muscular estriado esquelético. Es el tejido muscular más abundante en los vertebrados. Su nombre se debe a que las fibras musculares, de formas alargadas y cilíndricas, presentan al microscopio una serie de estriaciones o bandas verticales, claras y oscuras y porque cuando estas fibras constituyen los músculos, éstos se insertan en los huesos del esqueleto. Son los principales componentes del sistema locomotor.

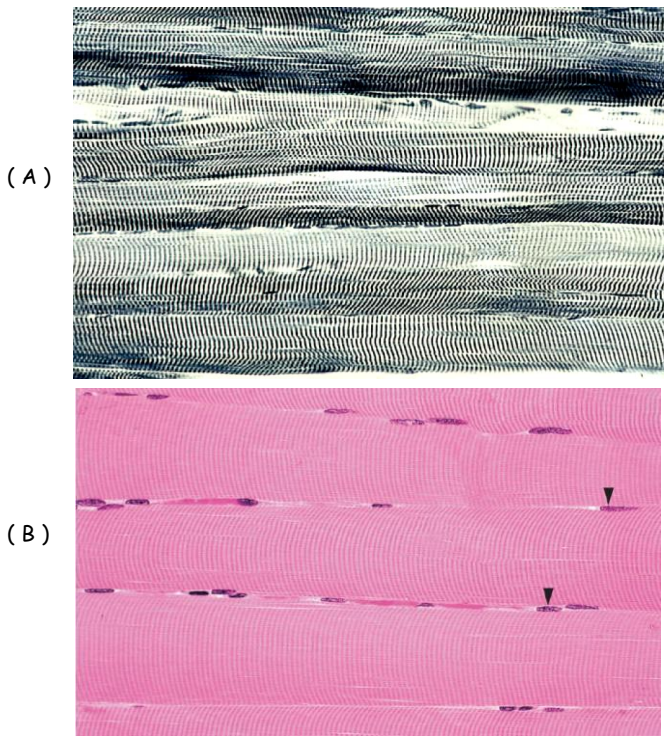


Figura tej. Animales VIII.- Fotomicrografías de tejido muscular estriado esquelético. A) Sección longitudinal de un haz muscular. Se observan las estriaciones transversales y los núcleos periféricos. Tinción hematoxilina Férrica. 400x. B) Fibras musculares teñidas con H - E. Las cabezas de flecha indican la posición periférica de los núcleos. 600x

Las fibras se caracterizan también porque poseen abundantes núcleos (multinucleares) de posición periférica y se contraen por acción de la voluntad. La contracción del tejido muscular estriado esquelético produce el movimiento voluntario o consciente del organismo para desplazarse de un lugar a otro o para producir el movimiento de las diversas partes del cuerpo.

Tejido muscular estriado cardíaco. Es el tejido muscular que integra la masa de las paredes del corazón y el inicio de las paredes de los grandes vasos sanguíneos que entran y emergen del corazón.

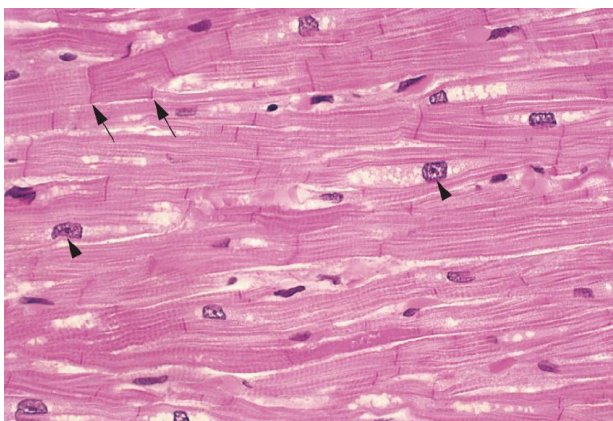


Figura tej. Animales IX.- Fotomicrografía de tejido muscular estriado cardíaco. Las fibras son alargadas, cortas y se bifurcan para unirse a otras células vecinas. Generalmente son células con un solo núcleo de posición central. Las flechas señalan las bandas intercalares. H -E, 400x
Está constituido por fibras estriadas, rectangulares cilíndricas y

cortas que se bifurcan y unen entre sí por sus extremos a otras fibras vecinas mediante interdigitaciones membranales, desmosomas, fascias adherentes y uniones tipo nexo para integrar, en conjunto, las denominadas bandas o discos intercalares. Las fibras musculares cardíacas poseen un solo núcleo de posición central y se contraen de manera involuntaria. La disposición espacial de las fibras y la interconexión de ellas forman una red tridimensional en forma de "sincicio" que favorece la contracción, rítmica, automática y coordinada de las paredes del corazón.

Tejido muscular liso. Está constituido por células alargadas fusiformes, esto significa que muestran una porción media ensanchada donde se localiza un solo núcleo, mientras que los extremos terminan en punta. Estas células o fibras musculares carecen de estriación transversal y se contraen sin el control de la voluntad. Las fibras musculares lisas forman haces o membranas que integran las paredes de estructuras u órganos huecos como la vejiga urinaria, el útero, el estómago y los intestinos, los vasos sanguíneos, etc.

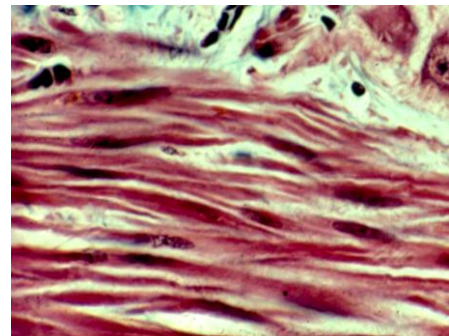


Figura tej. Animales X.- Tejido muscular liso. Observar la forma fusiforme o ahusada de las células. Poseen un solo núcleo de posición central. H-E. 400x

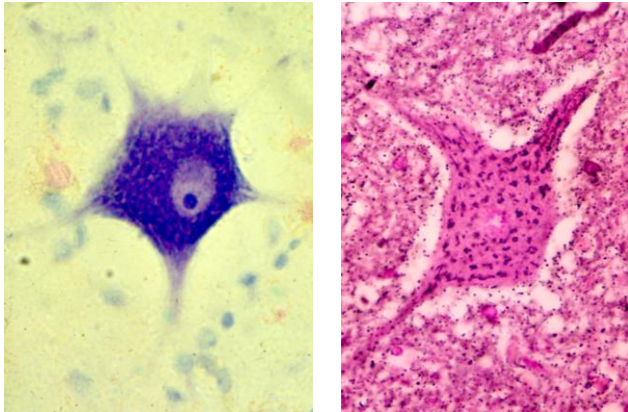
Tejido nervioso. Está considerado como el tejido integrador funcional de los otros tejidos.

Es el encargado de captar estímulos del medio externo e interno de un ser vivo animal, procesarlos y elaborar una respuesta efectora que puede ser motora o secretora. Se relaciona con los otros tejidos del organismo regulando y coordinando las funciones de todos ellos.4

El tejido nervioso está constituido por dos tipos de células: neuronas y células de glía.



Neuronas. Son células que han desarrollado, en alto grado, las funciones de irritabilidad y conductibilidad. Captan estímulos, los transforman en impulsos eléctricos (nerviosos) y los conducen, como respuestas a otras neuronas, a fibras musculares o a células glandulares. Las respuestas se traducen en funciones de contracción muscular, de secreción de sustancias u de transferencia del estímulo a otras neuronas.



(A)

(B)

Figura tej. Animales XI.- Neuronas Multipolares de las astas motoras de la médula espinal. A) Tinción de tionina. 600x. B) Impregnación argéntica de D' Fano + safranina roja. 600x

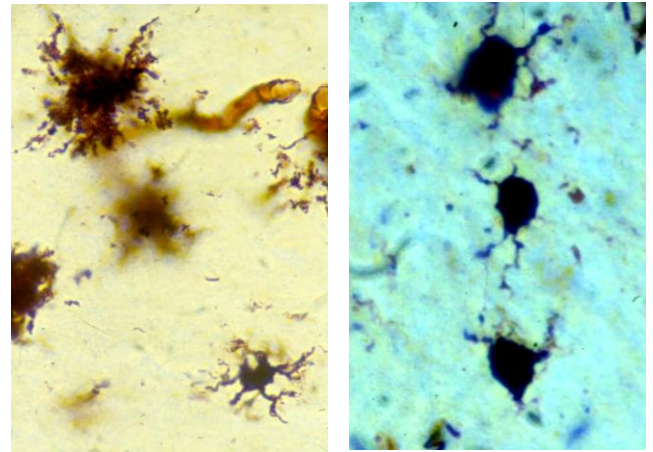
Morfológicamente, las neuronas están constituidas por tres componentes: el *soma* o *cuerpo neuronal* y dos tipos de prolongaciones citoplasmáticas, las *dendritas* y el *axón*, denominadas también *fibras nerviosas*.

Las dendritas son prolongaciones cortas, abundantes y muy ramificadas, se encargan de captar estímulos y conducirlos al cuerpo neuronal. El axón es una prolongación larga, única, muy poco ramificada que conduce el impulso nervioso a otra neurona o a células efectoras.

Las neuronas y sus prolongaciones suelen adoptar, en conjunto, diversas formas: pueden ser estrelladas, fusiformes, piramidales, piriformes o granulares; por el número de prolongaciones son monopolares, bipolares, pseudomonopolares y multipolares.

Células de glía o neuroglía. Son células nerviosas encargadas de:

- ❖ Proporcionar a las neuronas y sus prolongaciones, funciones de soporte o sostén y de nutrición (*astrocitos fibrosos* y *protoplasmáticos*),
- ❖ La elaboración de las envolturas de mielina (*oligodendrocitos*);
- ❖ De fagocitosis y procesamiento de antígenos (*microglia*) y
- ❖ Células que sintetizan y liberan el líquido cefalorraquídeo (*células ependimarias*).



(A)

(B)

Figura tej. Animales XII.- Células de Glía, demostradas mediante impregnación argéntica de Golgi. A) En la esquina superior izquierda se observa un astrocito protoplasmático y en la esquina inferior derecha una microglia. B) Se distinguen tres oligodendrocitos. .

19 octubre del año 2010

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA

Departamento de Biología Celular y Tisular

BIOLOGÍA CELULAR E HISTOLOGÍA MÉDICA.

TEJIDO EPITELIAL

CÉSAR EDUARDO MONTALVO ARENAS .M.V. Ms. C. B.

El tejido epitelial está integrado por células que se unen estrechamente entre sí. Las células constituyen membranas celulares encargadas de recubrir superficies o formar unidades celulares que sintetizan y secretan sustancias. En ciertos casos, estas células se especializan en captar estímulos.

Características generales de los epitelios.

- ◆ Las células que los integran se unen estrechamente entre sí.
- ◆ Carecen de sustancia intercelular.
- ◆ Carecen de irrigación sanguínea.
- ◆ Se apoyan en una **membrana basal**.
- ◆ Subyacente a ellos existe tejido conjuntivo muy vascularizado e innervado.
- ◆ Poseen polaridad funcional y permeabilidad selectiva para el transporte de sustancias.
- ◆ Se originan de las tres hojas blastodérmicas.

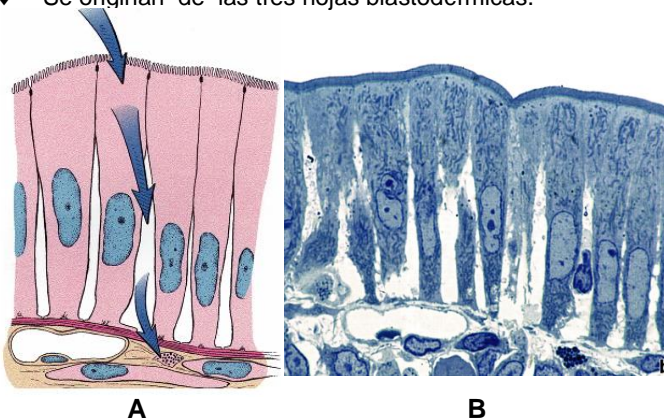


Figura tej. Epit. 1. Se representan varias características morfológicas de las células del tejido epitelial. A) Representación esquemática. B) Fotomicrografía de corte fino del epitelio intestinal.

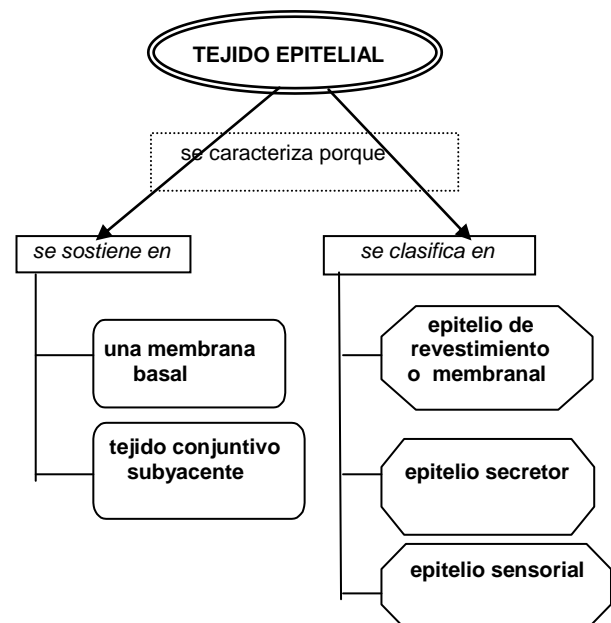
Funciones de los epitelios. Los epitelios desarrollan numerosas funciones:

- Defensa y protección de los tejidos subyacentes del organismo contra traumatismos abrasivos o contra la actividad de microorganismos, sustancias químicas o enzimáticas.
- Absorción de sustancias desde la luz de ciertos órganos o estructuras (intestinos, túbulos renales) para incorporarlas a la circulación sanguínea o linfática.
- Transporte de moléculas a través de sus células (alvéolos pulmonares, glomérulos renales).

- Síntesis y secreción de sustancias como sudor, moco, enzimas digestivas, hormonas, etc.
- Regulan y controlan, mediante la **permeabilidad selectiva**, el transporte de materiales entre las mismas células epiteliales o entre diversos compartimentos del cuerpo.
- Captan e identifican una serie de sensaciones mediante células nerviosas especializadas; localizadas en la retina, el órgano de Corti del oído interno, la mucosa nasal olfatoria o en los corpúsculos gustativos de la lengua.

Clasificación. Se clasifican en tres grupos:

- Epitelios de revestimiento o de cubierta o *membranales*.
- Epitelios glandulares o *secretores*.
- Epitelios sensoriales o *neuroepitelios*.



Membrana basal. Es una estructura laminar extracelular que limita y relaciona el tejido epitelial con el tejido conjuntivo subyacente.

En ciertos epitelios adquiere grosor suficiente para ser observada, a través del microscopio fotónico, como una estructura refringente y de tinción acidófila.

Se le demuestra selectivamente mediante técnicas especiales de coloración. El método del **P.A.S.** la colorea de rojo magenta y se tiñen de color negro con **impregnaciones argénticas** (Fig. tej. Epit 2).

El microscopio electrónico y ciertos análisis inmuno histoquímicos y bioquímicos permiten describirla como un engrosamiento subepitelial denso que puede medir de **100 a 300** nanómetros de espesor y, conocer su estructura molecular respectivamente.

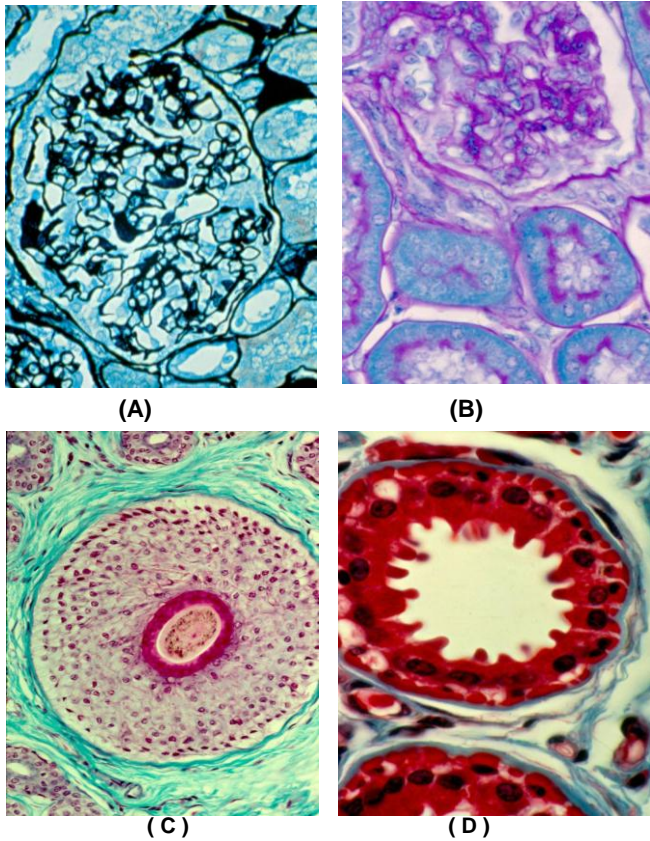
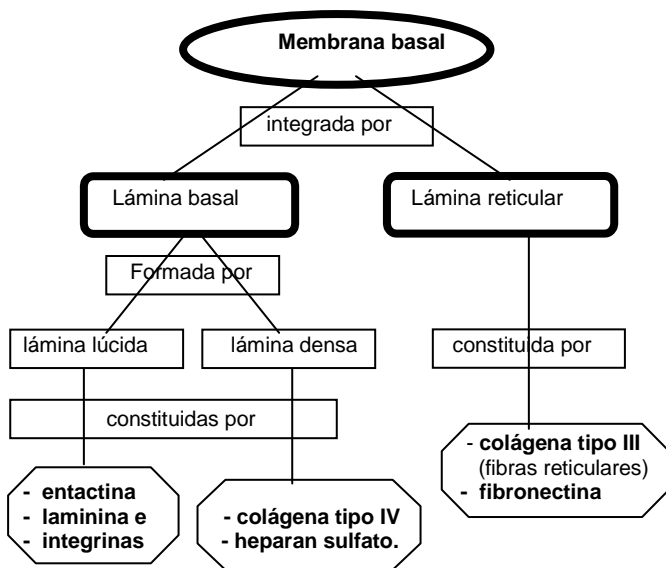


Figura tej. Epit. 2. Imágenes de la membrana basal obtenidas a través del microscopio fotónico. A) Riñón: metamenamina de plata + verde rápido. B) Riñón: P.A.S + hematoxilina; C) folículo piloso: Tricrómico de Gomory y D) Glándula sudorífera apocrina: tricrómico de Masson.

El siguiente mapa conceptual resume los componentes de la membrana basal:



Está compuesta por dos partes: a) La **lámina basal**, de escasa densidad electrónica. Se considera que es producida por las células epiteliales; constituida a su vez por la **lámina lúcida** y la **lámina densa** y, b) la **lámina reticular** integrada por una sustancia a partir de proteoglicanos y pequeños haces de fibras reticulares (colágena III) embebidos en ella. Esta porción es secretada por las células del tejido conjuntivo subyacente (fig. tej. Epit. 3). La existencia de colágena tipo III en la lámina reticular permite la demostración de la membrana basal con impregnaciones argénticas.

La **lámina basal** funciona como un filtro molecular gracias a la presencia de la malla de colágena tipo IV que forma poros de tamaños específicos y a las cargas negativas del heparán sulfato que evitan el paso de moléculas de carga negativa.

La lámina basal se une a la lámina reticular a través de moléculas de fibronectina, fibrillas de fijación formadas por colágena tipo VII y fibrillas reticulares.

La **lámina reticular** esta constituida por colágena tipo III y se relaciona con la dermis mediante finos haces de colágena tipo II, a través de esta unión la membrana basal se une estrechamente al tejido conjuntivo subyacente y de esta manera el epitelio se afianza al mismo.

Los componentes de la lámina basal, especialmente la fibronectina y la entactina, intervienen activamente en dirigir la migración de las células epiteliales a lo largo de su superficie como por ejemplo en la generación de nuevo epitelio que se requiere durante la cicatrización de las heridas después de una quemadura o de una intervención quirúrgica o en el restablecimiento de las uniones neuromusculares en la regeneración de los axones de nervios motores.

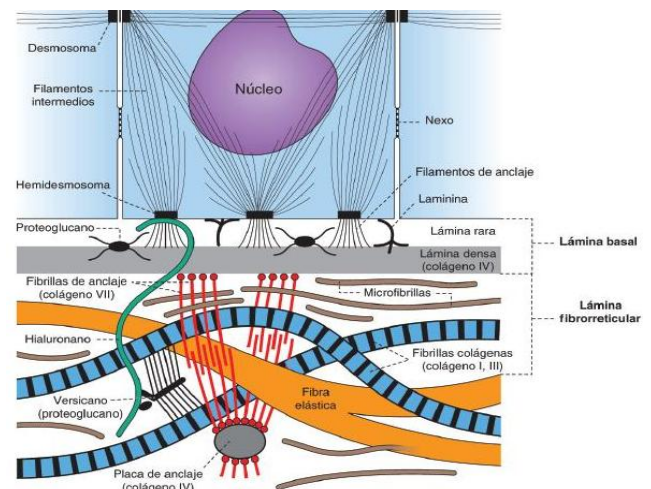


Figura tej. Epit. 3. Esquema que representa los componentes de la membrana basal analizados a través del microscopio electrónico y mediante pruebas inmunohistoquímicas y bioquímicas.

MODIFICACIONES DE LA MEMBRANA CELULAR

El plasmalema o membrana celular de las células epiteliales presenta una serie de modificaciones destinadas a hacer más eficientes las funciones que los epitelios realizan.

Las modificaciones membranales se clasifican en tres grandes grupos:

- Modificaciones de la superficie o dominio apical.
- Modificaciones de las superficies o dominios laterales.
- Modificaciones del polo o dominio basal.

MODIFICACIONES DE LA SUPERFICIE O DOMINIO APICAL.

Polaridad de las células epiteliales.

La gran mayoría de las células epiteliales presentan en los polos apicales y basales modificaciones de la membrana que permiten caracterizar ciertas funciones específicas que desarrolla determinados epitelios.

Microvellosidades. En aquellas células epiteliales cuya función principal es la absorción de sustancias, existen una serie de prolongaciones digitiformes de la membrana celular que se proyectan hacia la luz de la estructura que las contienen; son muy numerosas y están uniformemente distribuidas, por ejemplo en las células cilíndricas del epitelio intestinal (chapa estriada) o en las células cúbicas de los túbulos renales proximales (borde en cepillo). Estas prolongaciones se denominan **microvellosidades**.

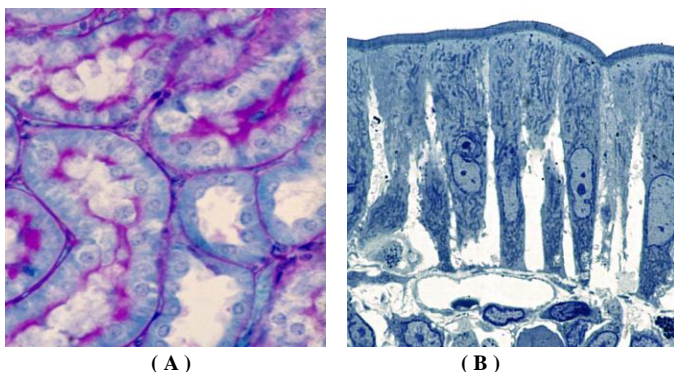


Figura tej. Epit. 4. Fotomicrografías de epitelios de túbulos renales y del intestino delgado. Mostrando la presencia de la chapa estriada o el borde en cepillo A) Chapa estriada P.A.S.(+); B) Ribete en cepillo.4

Las microvellosidades intestinales se caracterizan porque miden aproximadamente de 1 a 1.5 μm de longitud. La presencia de ellas incrementa de forma notable la superficie membranal de absorción. En los túbulos contorneados proximales las microvellosidades son de mayor tamaño (5 a 6 μm de longitud).

Las microvellosidades poseen abundantes moléculas de carbohidratos enlazados con las proteínas y fosfolípidos que integran el plasmalema de las mismas, estas moléculas constituyen el **glucocalix** cuya presencia, en las secciones microscópicas del epitelio intestinal o de los túbulos

contorneados proximales del riñón, se demuestra de **color rojo grosella** mediante la reacción histoquímica positiva del P.A.S. (Fig. tej. Epit. 4)

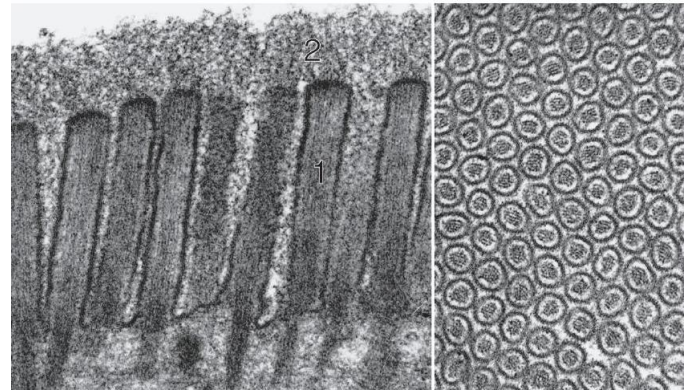


Figura tej. Epit. 5. Fotomicrografías electrónicas de microvellosidades en epitelio intestinal. A) Demostración del glucocalix localizado alrededor de las microvellosidades. B) Sección transversal de las microvellosidades. En el interior se visualiza el haz de filamentos de actina,

Con el microscopio electrónico el glicocalix se observa como una cubierta algodonosa que cubre a cada microvellosidad.

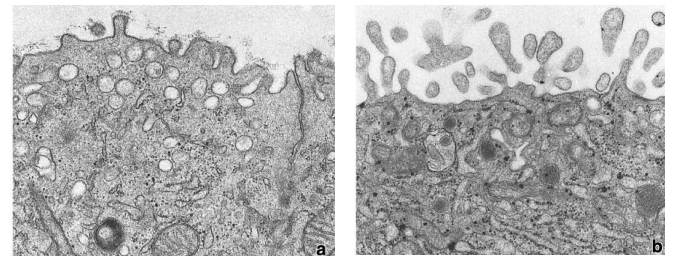


Figura tej. Epit. 6. Microvellosidades de menor tamaño e irregulares en su longitud. A) Epitelio del útero (endometrio), B) Células del epitelio placentario (trofoblasto).

Cada microvellosidad contiene un haz de microfilamentos de actina (25 en total) alineados paralelamente entre sí y también al eje longitudinal de la misma (fig. tej. Epit. 5). Se mantienen en esa posición ordenada gracias a la presencia de las proteínas **fimbrina** y **vellina**, formadoras de haces.

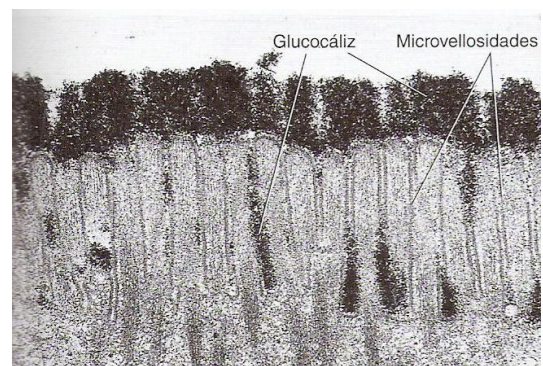


Figura tej. Epit. 7. fotomicrografía de microvellosidades en la superficie apical de células epiteliales intestinales. Se observa la "Chapa estriada" o "ribete en cepillo" de la superficie apical del epitelio. El glucocalix se distingue como una superficie electrodensa localizado en el ápice y a los lados de las microvellosidades.

En el extremo apical de las microvellosidades existe un casquete de material amorfo donde se insertan los extremos de cada microfilamento de actina, en tanto que las moléculas de fimbrina y villina se sitúan de forma ligeramente oblicua entre ellos (fig. tej. Epit. 8). A intervalos regulares los microfilamentos de actina se unen con miosina I encargados de anclar los haces de actina a la superficie interna de la membrana celular para proporcionarles puntos de soporte.

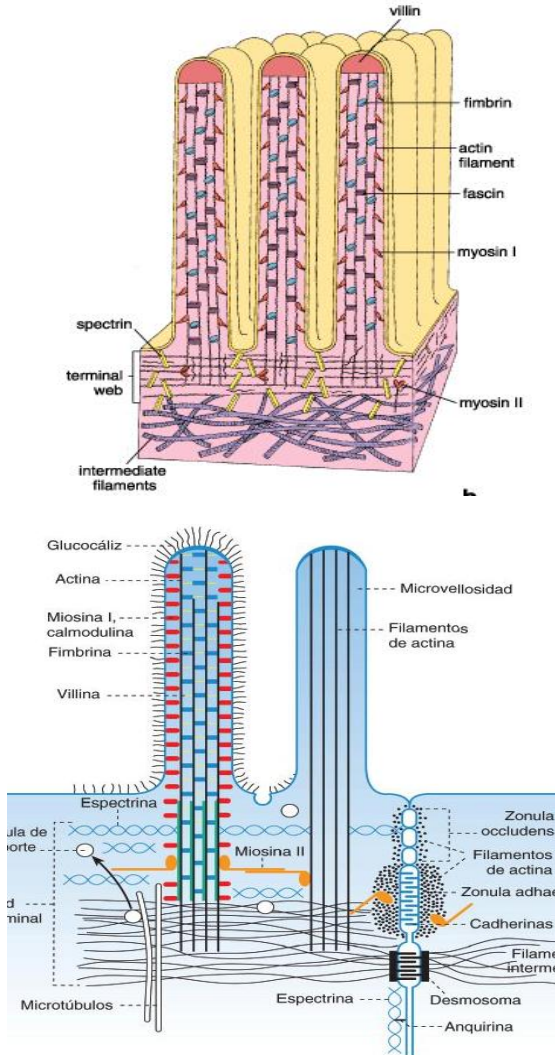


Figura tej. Epit. 8. Esquemas de la ultraestructura de microvellosidades. Obsérvese la diferencia de concepción del citoesqueleto de las microvellosidades por los autores Ross y Pawlina y Sobotta y Welsch.

En la porción citoplasmática los microfilamentos de actina se unen a filamentos de actina de disposición horizontal, con moléculas de espectrina y filamentos intermedios, formando este conjunto, la **membrana terminal**.

En las células epiteliales del epidídimo y del conducto deferente, existe una variedad de microvellosidades largas (5 a 8 μm de longitud) denominadas antiguamente **estereocilios**, (fig. tej. Epit 9) pues se pensaba que eran cilios inmóviles, rígidos. Desempeñan la función de reabsorción del exceso de líquido que mantienen en suspensión a los espermatozoides.

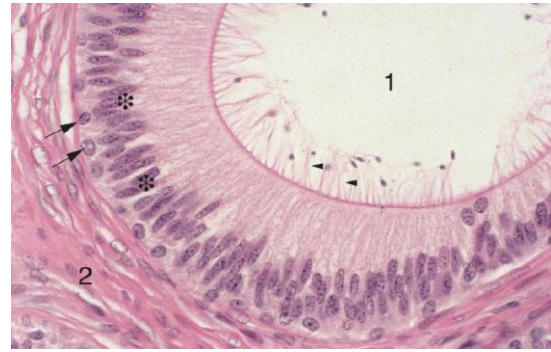


Figura tej. Epit. 9.- Fotomicrografía de una sección transversal del conducto del epidídimo. Se observa el epitelio en cuya superficie apical se disponen abundantes "estereocilios" (microvellosidades muy alargadas).

En el oído interno, las denominadas células pilosas o "ciliadas" poseen abundantes microvellosidades que se encargan de generar, al cambiar de posición, de señales eléctricas nerviosas para la audición o para el equilibrio.

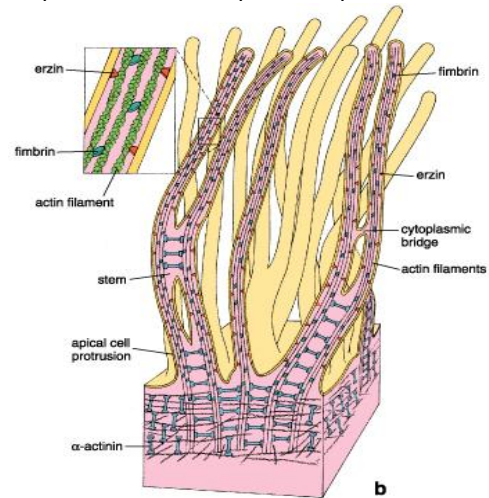


Figura tej. Epit. 10.- Representación esquemática de una estereomicrovellosidad. El recuadro muestra el esqueleto de actina.

Cilios. En determinados epitelios (mucosa respiratoria, tráquea, bronquios, trompas uterinas, etc.) existen células que poseen cilios (*pestañas*) en su superficie apical. Los cilios son proyecciones o evaginaciones móviles que se observan como pequeñas pestañas que suelen medir de 7 a 10 μm de longitud y 0.2 μm de diámetro. En las preparaciones histológicas de epitelios ciliados, por ejemplo de tráquea (fig. tej. Epit. 11), teñidas especialmente con **hematoxilina férrica** o **hematoxilina fosfotungstica**, se visualizan, debajo de cada cilio, estructuras puntiformes denominados **cuerpos** o **corpúsculos basales**.

La movilidad de los cilios depende de los microtúbulos, principales componentes proteínicos de estas estructuras. Los cilios están revestidos por plasmalema que se continúa con la membrana plasmática apical de la célula. En las células epiteliales, los cilios existen en gran cantidad y generalmente realizan un movimiento coordinado.

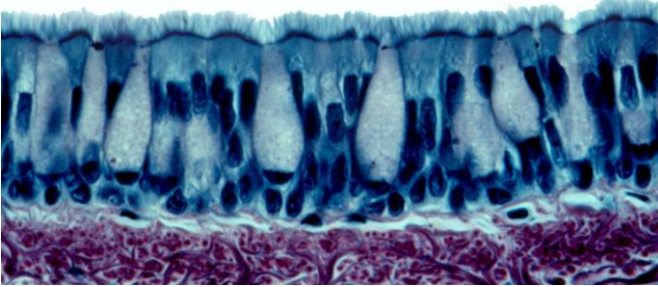


Figura epit. 11. Microfotografía a mayor aumento del epitelio de traquea. Se observan los cilios y los corpúsculos basales, éstos alineados ofrecen una imagen de una línea engrosada submembranaral. 1000x

El movimiento de los cilios sirve para desplazar sustancias o pequeñas partículas depositadas en la superficie del epitelio. Así, se transporta el moco de las vías respiratorias y las partículas atrapadas en esta sustancia hacia la bucofaringe para que sean expulsadas o deglutidas. También intervienen en el desplazamiento de los espermatozoides en el recorrido que hacen a través de las trompas uterinas y del ovocito fecundado para su arribo al útero.

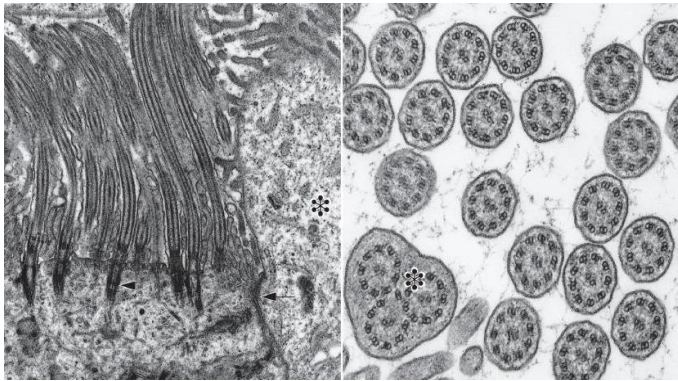


Figura tej. Epit. 12.- Fotomicrografías electrónicas de secciones longitudinales y transversales de cilios.

Ultraestructura de los cilios. Las imágenes de los cilios (en secciones longitudinales o transversales) obtenidas mediante el microscopio electrónico de transmisión los muestran como estructuras alargadas revestidas de plasmalema. En la parte central del cilio se observa un conjunto de microtúbulos dispuestos de manera regular denominado **axonema**. Los microtúbulos discurren longitudinalmente a todo lo largo del cilio. Se disponen en nueve pares denominados **dobletes**, alrededor de dos microtúbulos llamados **singletes** en una organización de 9+2 microtúbulos (fig. tej. Epit. 12 y 13).

Cada microtúbulo está constituido por 13 protofilamentos dispuestos en sentido circular, alrededor de un pequeño espacio central. Un protofilamento consiste en la sucesión de dímeros de tubulina α y β que se alinean longitudinalmente mediante un proceso de polimerización de sus unidades. Un microtúbulo mide 25 nanómetros de diámetro; la luz central mide 15 nm. La longitud de los microtúbulos es variable, depende de la cantidad de subunidades de tubulina que se acoplen o se desacoplen en sus extremos positivos (+) o negativos (-). Figura tej. Epit 13.

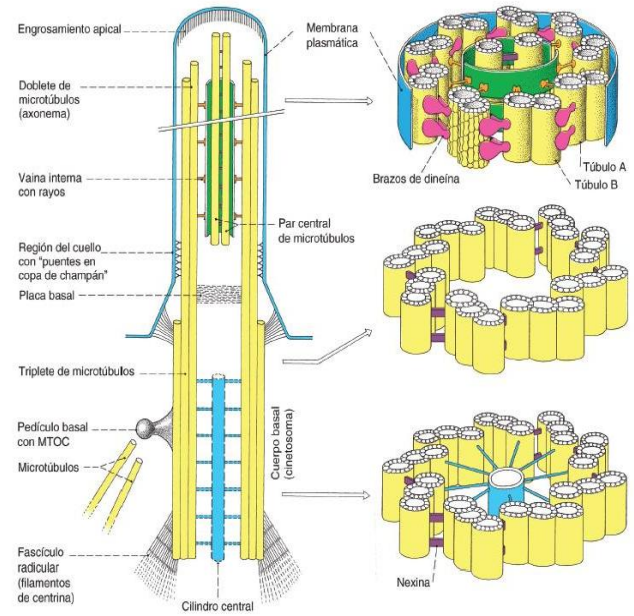


Figura tej. Epit. 13.- Los esquemas representan secciones longitudinales y transversales de un cilio. En los esquemas se muestran los diversos componentes moléculas proteínicas que los integran.

En la sección transversal de un cilio se observa que cada doblete de los 9 pares de microtúbulos periféricos está constituido por: un microtúbulo completo (subunidad "A") integrado por trece protofilamentos y un microtúbulo de contorno circular incompleto (subunidad "B") formado por 10 protofilamentos; integra su circunferencia compartiendo a 3 protofilamentos de la subunidad "A". (fig. tej. Epit. 13).

Cada uno de los singletes centrales está constituido por 13 protofilamentos. Los microtúbulos periféricos y los centrales se relacionan entre sí mediante una serie de proteínas: Los dupletes vecinos se conectan por moléculas de **nexina** (proteína elástica y flexible) extendidas como pequeños puentes desde la subunidad "A" hacia la subunidad "B" del duplete adyacente. De la misma manera se proyectan "brazos" (interno y externo) de **dineína**, proteína que tiene actividad de ATPasa, para unir ambas subunidades de dupletes contiguos. Los brazos de dineína se disponen a lo largo de la subunidad "A" en trechos de 24 nm entre cada par de brazos.

Alrededor de los singletes centrales se dispone una matriz proteínica denominada **vaina o cubierta central** en la cual se insertan los **rayos o espigas radiales** que emergen de las subunidades "A".

El movimiento de los cilios se efectúa mediante dos etapas: el **golpe o latido de potencia** es el que impulsa la sustancia que debe ser transportada. En esta etapa el cilio permanece rígido al iniciarse el movimiento pero luego se dobla por el deslizamiento producido de la subunidad "A" sobre la subunidad "B"; este movimiento requiere energía proporcionada por la actividad de la dineína (ATPasa) sobre el ATP al que hidroliza. Los brazos de dineína se deslizan sobre los protofilamentos de la subunidad "B" haciendo que estos se dirijan a la punta del cilio, movimiento que es limitado, de cierta manera, por los puentes flexibles de nexina obligando que el cilio se flexione, en este momento se produce el **latido o golpe de recuperación** (no requiere de energía, es un movimiento pasivo) volviendo el cilio a su posición original.

MODIFICACIONES DE LAS SUPERFICIES O DOMINIOS LATERALES

Uniones celulares. Se denominan así a un conjunto de modificaciones que existen en el plasmalema lateral de las células integrantes de un epitelio. Se caracterizan porque sirven para afianzar la unión entre células epiteliales vecinas o en ciertos casos para permitir la comunicación iónica entre ellas.



Figura tej. Epit. 14. Representación esquemática de células epiteliales vecinas mostrando las uniones celulares.

Las uniones celulares son de varios tipos y se clasifican de acuerdo a cuatro criterios:

- ♦ **Uniones estrechas u ocluyentes (zonula occludens).** Se localizan en el borde lateral apical de las células epiteliales para constituir una barrera selladora impenetrable alrededor del contorno celular apical que impide el transporte de sustancias localizadas en la superficie de la membrana epitelial a través del espacio intercelular. Es una modificación membranar exclusiva de los tejidos epiteliales.
- ♦ **Uniones de adhesión o anclaje.** Se sitúan en las superficies membranales laterales de células contiguas o entre polo basal de la célula y la membrana basal.

Refuerzan la unión entre las células vecinas y de las células con el tejido subyacente.

- ♦ **Uniones comunicantes o de tipo nexo.** Permiten el paso de iones o moléculas de bajo peso molecular a través de las paredes membranales laterales de células adyacentes. Estas dos últimas uniones también son compartidas por el tejido muscular estriado cardiaco.
- ♦ **Interdigitaciones.** Se observan como evaginaciones e invaginaciones del plasmalema lateral; ambas modificaciones se intercalan entre ellas para afianzar aún más la relación que existe entre células vecinas.

Uniones estrechas u ocluyentes (*zonula occludens*).

Antiguamente se les denominaron "bandas de cierre" pues al microscopio fotónico se les observaba como líneas oscuras apicales que rodeaban completamente a cada célula integrante del epitelio, dando el aspecto de un sello. En secciones transversales de epitelios como el intestinal, se mostraban como pequeños puntos oscuros localizados en el borde apical lateral (flechas de la fig. tej. epit. 15).

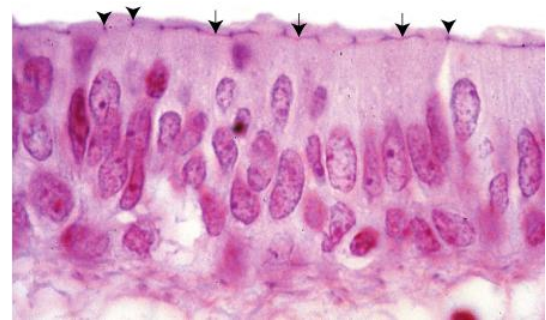


Figura tej. Epit. 15.- Fotomicrografía de un epitelio pseudoestratificado cilíndrico mostrando los puntos oscuros (flechas) que indican las "bandas de cierre". H-E. 1000x.

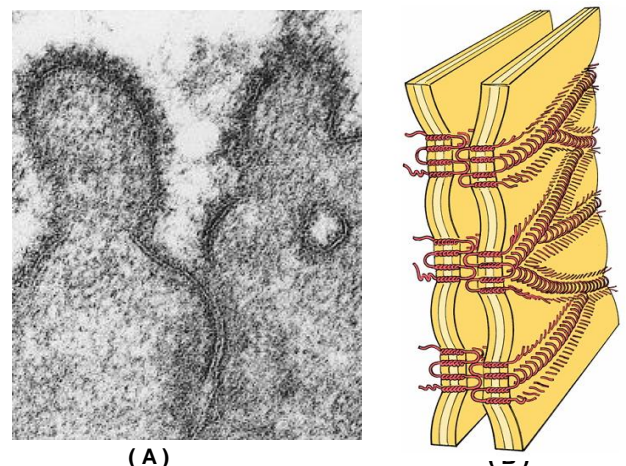


Figura tej. Epit. 16.- Representación de las uniones estrechas u ocluyentes. A) Imagen al microscopio electrónico y B) Esquema

Mediante el microscopio electrónico se observan constituidas por la aproximación bastante estrecha de las dos láminas externas de las membranas celulares de células contiguas, para luego separarse un trecho de 1.0 a 1.5 nm y después volverse a unir de la misma manera (fig. tej. Epi. 16). En los puntos de contacto esta unión se afianza aún más debido a

que una serie de proteínas transmembranales se entrecruzan formando un sello (a modo de cremallera) que ocluye el espacio intercelular impidiendo que moléculas no deseables, localizadas en la superficie epitelial, atraviesen el espacio intercelular o que sustancias macromoleculares intestinales, por ejemplo, abandonen el ámbito donde están localizadas si el transporte se hiciera en sentido contrario.

Se disponen en forma de cinturón alrededor de la superficie interna del plasmalema apical. Las proteínas constitutivas se organizan en forma de crestas reticulares (fig. tej. Epit. 17).



Figura tej. Epit. 17. Imagen ultraestructural, obtenida por criofractura, mostrando el reticulado en la superficie interna o citoplasmática de la membrana.

La unión entre las dos membranas se afianza mediante la presencia de proteínas integrales y de soporte o sostén con el citoesqueleto constituido principalmente con filamentos de actina. En el epitelio de la vejiga urinaria las zónulas ocluyentes son aproximadamente 10,000 veces más herméticas que en el epitelio intestinal.

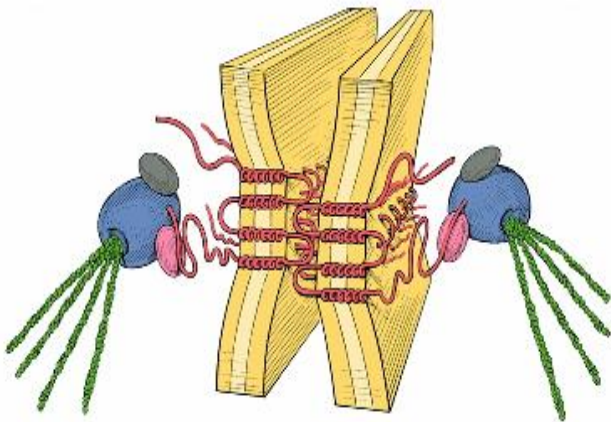


Figura tej. Epit. 18.- Representación esquemática de una unión ocluyente que muestra las proteínas integrales y las asociadas.

Las proteínas que conforman la zónula ocludens son;

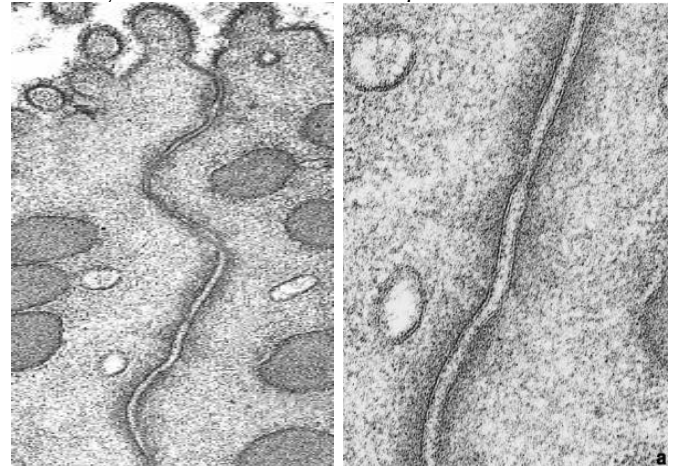
- **Proteínas integrales:** a) Claudinas, b) Ocludinas y c) **JAMs** (moléculas adhesivas de unión).
- **Proteínas asociadas:** a) ZO-1, enlace con filamentos de actina. b) ZO-2 y c) ZO-3

Una variante de este tipo de unión recibe el nombre de **fascia ocludens**; ésta se caracteriza porque no forma una estructura continua alrededor de las células sino que se dispone en forma de bandas o cintas incompletas, permitiendo que el sello ocluidor no sea total. Se observan en las células endoteliales de capilares sanguíneos lo que facilita, en ciertas circunstancias, que los capilares liberen líquido al tejido circundante o que los leucocitos encuentren lugares de escape para que, por ejemplo en infecciones agudas, puedan llegar al tejido conjuntivo perivascular.

Uniones de adhesión o de anclaje. Se caracterizan porque unen firmemente las superficies laterales de células vecinas, sin producir oclusión en el espacio intercelular. Son de dos tipos:

Cinturones adherentes (zonula adherens). Rodean totalmente el perímetro apical de las células. Se sitúan inmediatamente por debajo de las uniones ocluyentes.

El microscopio electrónico los muestra como el lugar donde las dos láminas externas de las membranas celulares de las células adyacentes están separadas por un espacio que mide 20 nm de ancho; espacio ocupado por un material fino filamentososo, de densidad electrónica baja.



(A)

(B)

Figura tej. Epit. 19.- Fotomicrografías electrónicas de la unión entre dos células epiteliales. A) Se visualizan una unión ocluyente y una zónula adherente (flechas). B) La imagen muestra las características de una zónula adherente. La zona electródensa a los lados de las membranas celulares representa la presencia de los filamentos de actina.

Este material filamentososo está constituido por moléculas de proteínas integrales membranales de adhesión denominadas cadherinas, cuyas mitades libres se enlazan entre sí y ocupan el espacio mencionado. Las mitades intramembranales citoplasmáticas se unen, mediante microfilamentos de actina, a sitios específicos de la superficie citoplasmática del plasmalema, al citoesqueleto de las células y también sirven como zonas de fijación entre ellas.

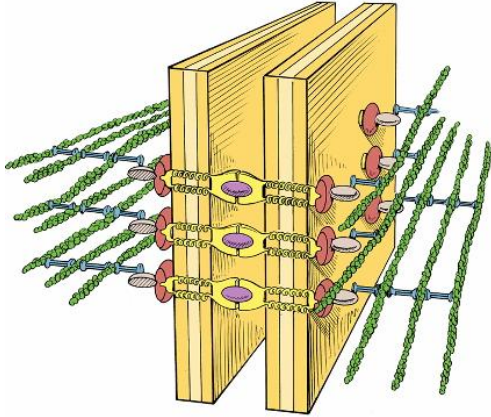


Figura tej. Epi. 19. **Representación esquemática de los cinturones o zónulas adherentes.**

Las moléculas proteínicas integrantes de las zónulas adherentes son : a) filamentos de actina, b) enlaces de alfa-actinina, c) vinculina, d) catenina, e) cadherinas como la desmocollinas y desmogleinas y f) moléculas de calcio.

Existen otros componentes moleculares que también intervienen en la estructura de la zónula adherente. Un grupo de moléculas de desmoplaquina y placoglobina integrantes de la placa donde se insertan los filamentos de actina

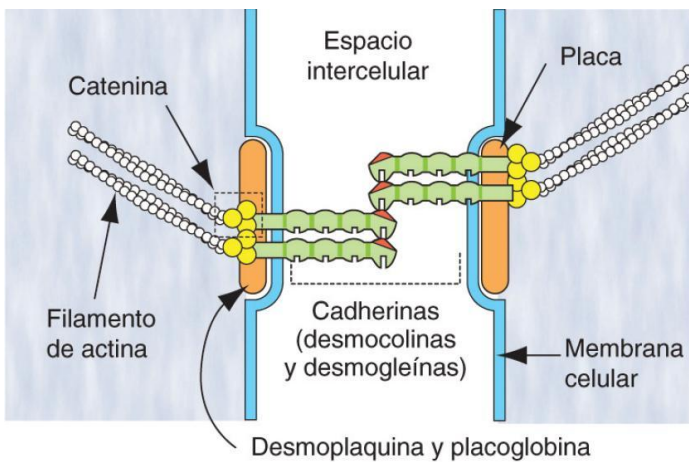


Figura tej. Epi. 20.- **Otra representación esquemática de la zónula adherente donde se muestran las diversas proteínas que las integran.**

Una modificación de esta unión es la *fascia adherente* con las características estructurales de los cinturones pero que, al igual que las fascias ocluyentes, no forman una banda continua alrededor de las células, sino que lo hacen de trecho en trecho: Suelen observarse en la unión de las células musculares cardiacas.

Desmosomas (*macula adherens*). Se denominan así a un tipo de unión de adhesión que tiene forma discoidal. Se localizan como "manchas" en las superficies laterales de las células epiteliales.

Los desmosomas se caracterizan porque están formados por unas placas electrondensas ovaladas (constituidas por proteínas de inserción como las *desmoplaquinas* y *pacoglobinas*) adosadas a la superficie citoplasmática de la membrana celular. En este material proteínico se insertan una serie de microfilamentos intermedios de citoqueratina (tonofilamentos) que en la placa dan un giro para retornar al citoplasma (figura tej. Epi. 22).

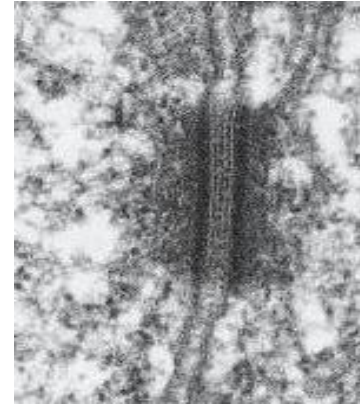


Figura tej. Epi. 21.- **Imagen al microscopio electrónico de la estructura de un desmosoma.**

El espacio intercelular localizado entre las placas desmosomales tiene un ancho de 30 nm y alberga material filamentososo del tipo proteínas enlazadoras transmembranales (porciones libres de cadherinas) dependientes de Ca^{++} , y de *desmogleína* proteína filamentososa que se dispone en el punto de unión de las cadherinas, dando el aspecto de una línea electrondensa en medio del material filamentososo que ocupa el espacio intercelular (Fig. tej. Epi. 21). Las porciones citoplasmáticas de las cadherinas se insertan en las placas formadas por desmoplaquinas y placoglobinas.

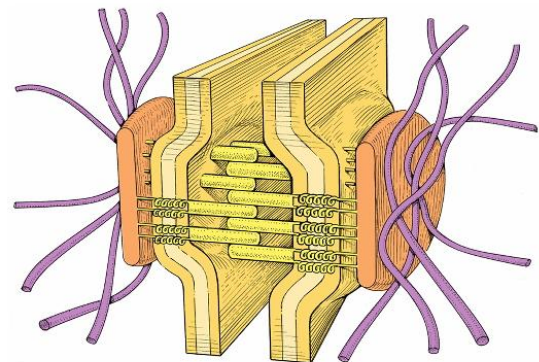


Figura tej. Epi. 22.- **Representación esquemática de un desmosoma.**

Si a una membrana epitelial se le sumerge en una solución quelante (que captura iones de Ca^{++}) los desmosomas se separan entre sí y cada célula se quedará con la mitad de cada uno de ellos.

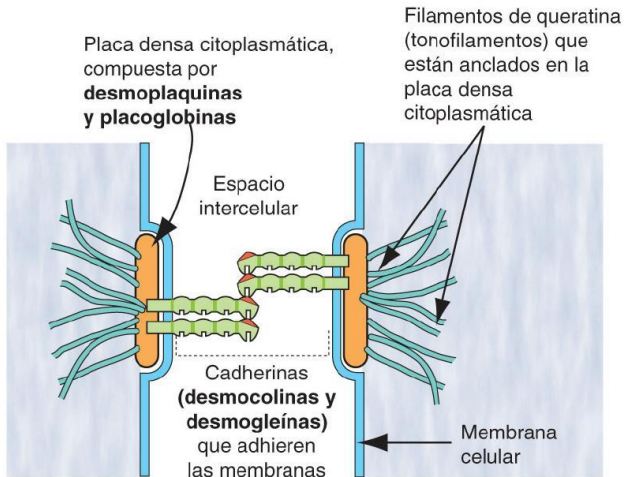


Figura tej. Epit. 23. El esquema muestra las diversas proteínas que constituyen la estructura molecular de un desmosoma.

Las tres estructuras de unión mencionadas constituyen, en conjunto, el denominado “**complejo de unión**”.



Figura tej. Epit. 23.- Fotomicrografía electrónica del denominado “Complejo de unión”. 1) Zónula ocluyente, 2) Zónula adherente y 3) mácula adherente (desmosoma).

Uniones comunicantes o de tipo nexos. También se les denominan **uniones en hendidura**. Están formadas por la aposición de las hojas externas de las membranas laterales de células adyacentes, entre ellas existe un pequeño espacio de 30 a 40 Å, las cuales son atravesadas por estructuras cilíndricas denominadas (conexones), formadas por hexámeros proteínicos que rodean a un poro hidrófilo central que mide de 1.5 a 2 nm de diámetro (fig. tej. Epi. 24). La proteína de los hexámeros es la **conexina**.

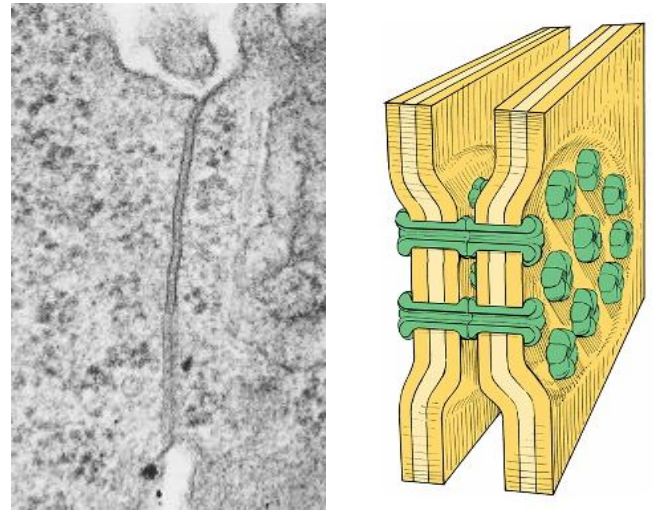


Figura epit. 24.- a) Fotomicrografía electrónica de una región membranar donde existe acumulación de conexones; b) esquema que representa a un conexón en vista de perfil.

Estos canales facilitan el paso de moléculas de peso molecular aproximado de 800 daltons como la glucosa, ciertas hormonas, vitaminas, AMP cíclico, iones, etc. y pueden transmitir información entre células vecinas para coordinar funciones celulares en los tejidos. Un ejemplo evidente de esta coordinación es el que exhiben las fibras musculares del miocardio que se contraen armónicamente gracias al paso de moléculas de una fibra a otra.

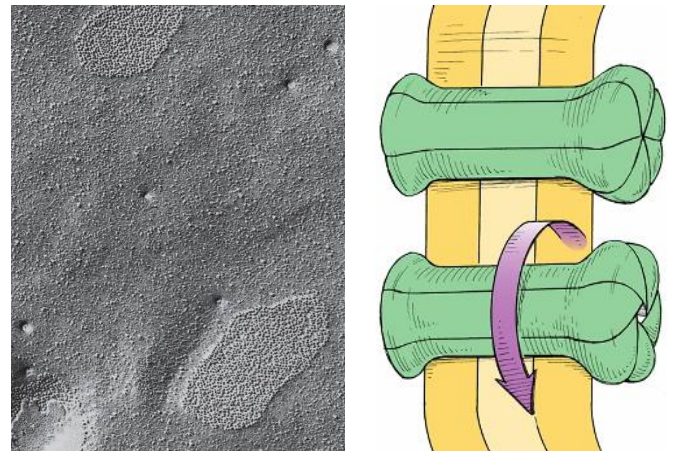


Figura tej. Epit. 25. Microfotografía electrónica de una zona donde existen abundantes nexos. El esquema representa los componentes de los conexones de color verde; de color amarillo los plasmalemas de células vecinas. La flecha morada indica la dirección del movimiento de los hexámeros al abrirse y/o cerrarse la comunicación.

El canal de los conexones se mantiene abierto o se cierra dependiendo de la concentración, en el citoplasma, de iones de calcio libres. En condiciones normales la concentración de calcio intracitoplasmático es menor que la existente en el líquido tisular; esta condición permite que los conexones permanezcan abiertos. En cambio cuando la concentración del

calcio intracelular es mayor que la del líquido extracelular los canales se cierran. Este último proceso ocurre cuando la membrana celular sufre un daño en su integridad que facilitaría la pérdida

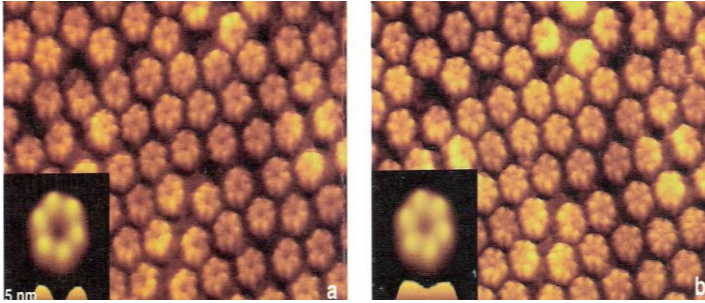


Figura tej. Epit. 26.- Fotomicrografías obtenidas mediante el ultramicroscopio de fuerza atómica. Se observan las superficies internas de células en la zona o región de la presencia de conexones. Se visualizan conexones abiertos y cerrados, respectivamente.

Mediante estudios de criofractura se ha demostrado que los conexones se agrupan en porciones circulares de tamaño variable, dando el aspecto de zonas granulosas (Figuras Tej. Epit. 25 y 26)

Interdigitaciones laterales.

Se observan como evaginaciones e invaginaciones del plasmalema lateral de células adyacentes; ambas modificaciones se intercalan entre ellas para afianzar aún más la relación que existe entre células vecinas. Incrementan la superficie lateral de los plasmalemas contiguos para intercambiar de manera más eficiente el transporte de líquidos y electrolitos.

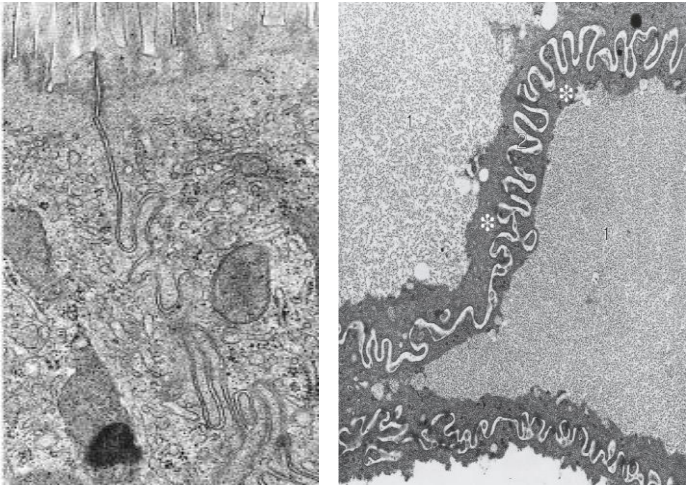


Figura tej. Epit. 27.- Fotomicrografías electrónicas de a) células epiteliales intestinales y b) células del epitelio vaginal. Se observan las invaginaciones y evaginaciones intercaladas que se producen en las membranas citoplasmáticas de células contiguas.

En células del epitelio (urotelio) de las paredes de la vejiga urinaria, las interdigitaciones laterales intervienen de manera sumamente importante y eficiente en el alargamiento de las células cuando por el llenado de la orina es necesario que las

células epiteliales se extiendan para aumentar la superficie de distensión de la luz de la vejiga y así albergar mayor cantidad de líquido.

MODIFICACIONES DEL PLASMALEMA EN EL POLO O ÁMBITO BASAL.

La membrana celular experimenta varias modificaciones en el polo o ámbito basal. Estas modificaciones tienen por finalidad afianzar o aumentar el anclaje de las células con la membrana basal y el tejido conjuntivo subyacente y/o aumentar la superficie de intercambio de líquidos y electrolitos con los vasos sanguíneos subepiteliales. Sus componentes moleculares proteínicos también interactúan con el citoesqueleto para mantener la estructura morfológica de la célula. Se han descrito tres tipos de modificaciones membranales en esta región:

- Hemidesmosomas.
- Puntos focales y
- Interdigitaciones basales.

Hemidesmosomas

Los **hemidesmosomas** son estructuras semejantes a la mitad de un desmosoma que adhieren firmemente el ámbito basal de la célula a la lámina basal y el tejido conjuntivo subyacente. Los hemidesmosomas se diferencian de los desmosomas por que los tonofilamentos sólo se insertan en las placas de inserción sin retornar al citoplasma.

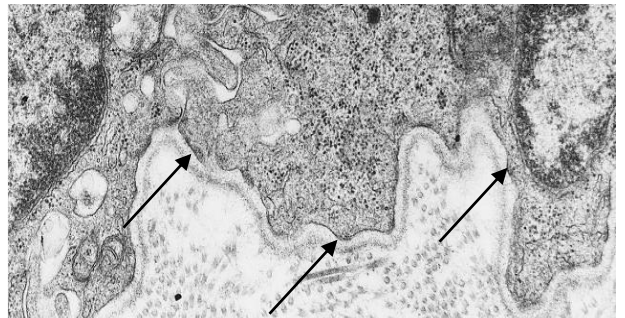


Figura tej. Epit. 28. Superficie basal de una célula epitelial. Imagen electrónica de hemidesmosomas (flechas). 33.000X

Las porciones citoplasmáticas de las proteínas de enlace transmembranales (**integrinas**) se insertan en las placas, en tanto que sus porciones libres extracelulares se fijan a la laminina y a la colágena IV de la lámina basal.

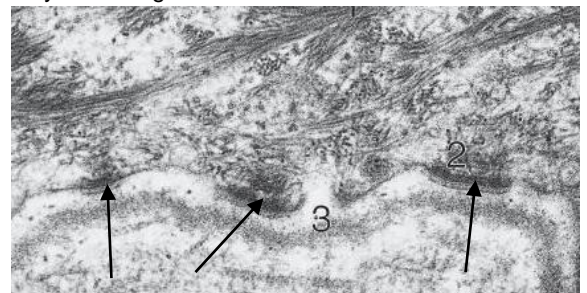


Figura tej. Epit. 29. Hemidesmosomas en la base de células epiteliales, señalados por las flechas. 66,500X. El número 3 señala la membrana basal.

Son más numerosos en los epitelios que requieren un anclaje o una adhesión estable y fuerte al tejido conjuntivo que los soporta, especialmente en aquellos epitelios que sufren con cierta frecuencia de abrasión o cizallamiento.

Fijan los filamentos intermedios o tonofilamentos (queratina) del citoesqueleto a la membrana basal.

Integran los epitelios de la piel, vagina, cavidad oral y esófago y córnea

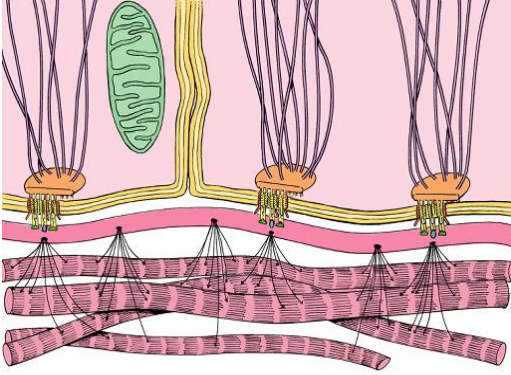


Figura Tej. Epit. 30.- Representación esquemática de los diversos componentes moleculares de hemidesmosomas y su relación con la membrana basal y el tejido conjuntivo subyacente.

Los componentes proteínicos de los hemidesmosomas son:

- Filamentos intermedios de queratina.
- Placa de adhesión intracelular.
- Integrinas.
- Membrana Basal.
- Colágena tipo IV.
- Colágena III (fibras reticulares).

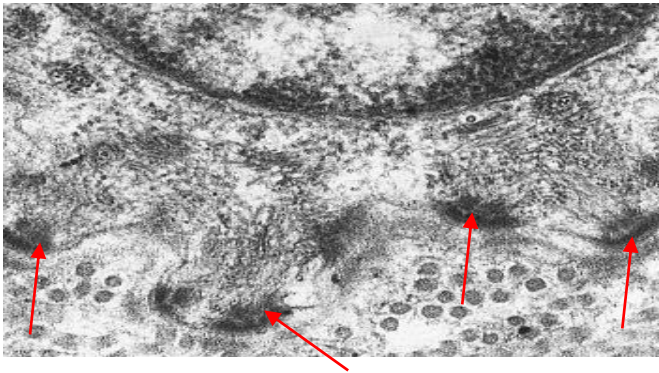


Figura Tej. Epit. 31.- Fotomicrografía electrónica del ámbito basal de una célula epitelial. Se observan el Núcleo; monofilamentos; hemidesmosomas señalados por flechas y colágena III (secciones transversales). 80,000 x

La **placa de adhesión intracelular** o Desmoplaquina está integrada por tres proteínas:

- Plectina; forma enlaces cruzados con los tonofilamentos y los incorpora a la desmoplaquina.
- BP 230; también fija los filamentos intermedios a la desmoplaquina. La ausencia de esta proteína genera el penfigoide ampular.
- Erbina; relaciona la proteína BP 230 a las integrinas membranales.

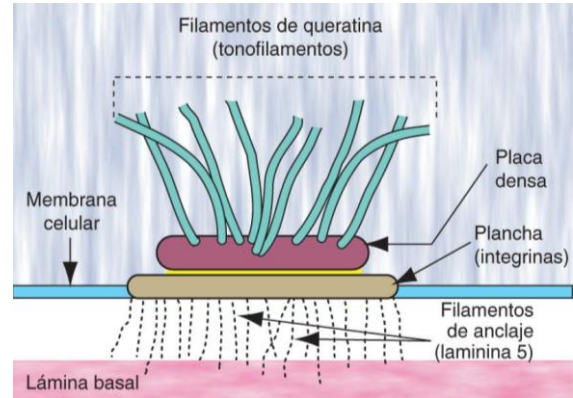


Figura Tej. Epit. 32.- Representación esquemática de varios componentes proteínicos moleculares de un hemidesmosoma.

Puntos o adhesiones focales (contactos focales).

Los puntos o adhesiones focales relacionan estrechamente el citoesqueleto con la base de las células epiteliales, la membrana basal y el tejido conjuntivo subepitelial. Esta relación permite:

- Que se establezca un enlace dinámico entre la actina del citoesqueleto y proteínas de la matriz extracelular.
- Percepción y transducción de señales desde el medio extracelular. Detectan fuerzas contráctiles o cambios mecánicos en la matriz extracelular y transformarlos en órdenes bioquímicos. De esta manera esta cualidad denominada **mecano-sensibilidad** facilita que las células modifiquen sus funciones reguladas por la adhesión en respuesta a estímulos externos.
- Se encargan de fijar haces largos de filamentos de actina fibras de (stress) a la membrana basal.

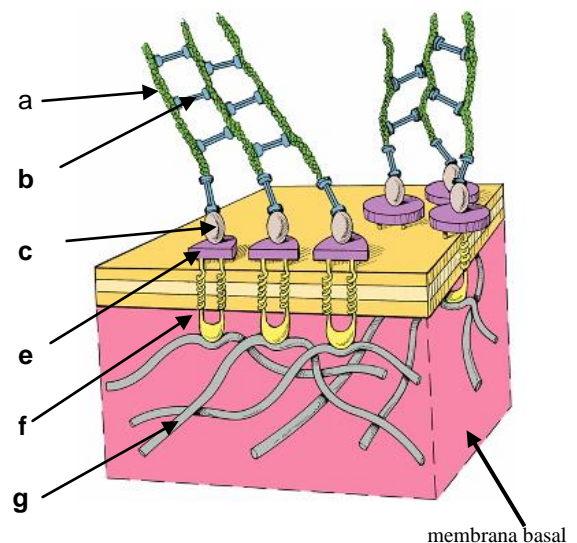


Figura tej. Epit. 33.- Esquema que representa los componentes moleculares de los contactos o adhesiones focales (ver texto).

Sus principales componentes moleculares son (fig. tej. Epit:

- a) filamentos de actina,
- b) alfa - actinina,
- c) vinculina,
- d) paxilina (no está representada)
- e) talina,
- f) integrina,
- g) fibronectina

Se generan y se dismantelan (pérdida de su estructura molecular) sucesivamente como características fundamentales de la migración Intervienen en la migración de células en la reparación de heridas.

También existen en el plasmalema de fibroblastos y fibras musculares lisas. .

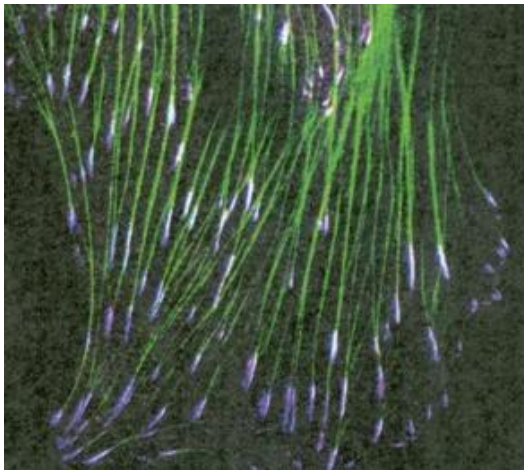
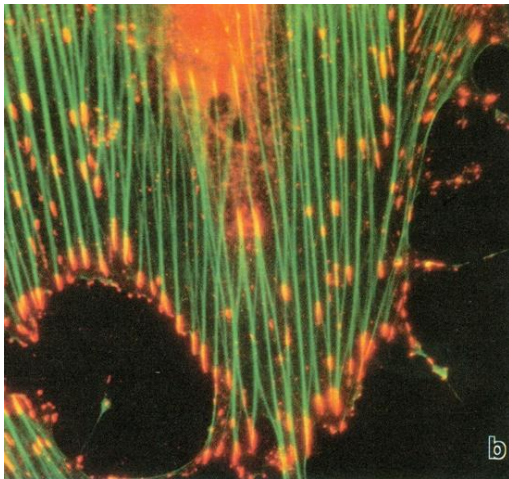


Figura tej. Epit. 34.- Fotomicrografías de la estructura molecular de los contactos o adhesiones focales obtenidas a través del microscopio de radiación ultravioleta. A) Filamentos de actina exhiben color verde por la faloidina, los contactos focales de color rojo por la rodamina (fosfotirosina); B) Filamentos de actina de color verde. Los componentes bioquímicos de los contactos focales como la integrina B y la vinculina muestran fluorescencia violeta. 2500x.

Repliegues basales o estriaciones basales.

Son una serie de invaginaciones de la membrana celular basal cuya presencia incrementa la superficie membranal de esta zona; en el citoplasma localizado entre las invaginaciones se sitúan abundantes mitocondrias alargadas o abastonadas. Se observan estas modificaciones de la membrana en aquellos epitelios cuya función es devolver al torrente circulatorio ciertos componentes de las sustancias líquidas que fueron filtradas (orina) o secretadas (saliva), especialmente agua, electrolitos, glucosa, etc.

Generalmente las células que presentan abundantes invaginaciones basales también poseen numerosas microvellosidades. Como ejemplos se pueden citar al epitelio de los túbulos contorneados proximales del riñón y los conductos estriados de las glándulas salivales (Fig.tej. epit. 35 y 36).

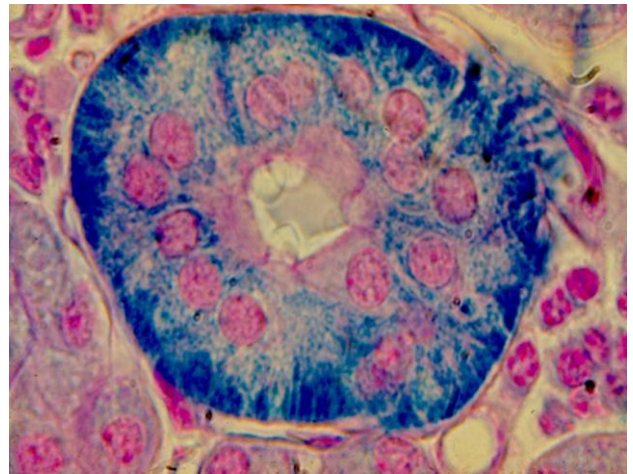


Figura Tej. Epit. 35.- Fotomicrografía de la sección transversal de un conducto estriado (glándula salival). Se observa en la base de las células presencia de numerosas mitocondrias de color azul. Tinción de Luxol fast blue + rojo nuclear. 1200x

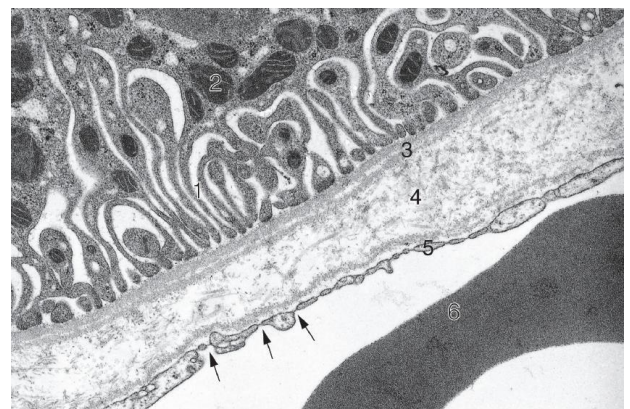


Figura Tej. Epit. 36.- Fotomicrografía electrónica de la barrera de filtración de un corpúsculo renal. Se observan las interdigitaciones de un podocito apoyadas en una membrana basal doble.

EPITELIOS DE REVESTIMIENTO O DE CUBIERTA (*EPITELIOS MEMBRANALES*).

Están conformados por una o varias láminas continuas de células que mediante estructuras especializadas y características de contacto denominadas **uniones celulares** mencionadas anteriormente, se cohesionan estrechamente entre sí, de tal manera que el tejido epitelial posee escasa sustancia intercelular.

Desempeñan las siguientes funciones:

Cubren una serie de superficies externas o internas del organismo, protegiendo al tejido conjuntivo que lo sostiene y nutre.

Esta protección impide que determinadas sustancias, en contacto directo con las superficies epiteliales, lesionen al tejido conjuntivo subepitelial o que se produzca la desecación y pérdida de líquido intersticial. Sin embargo, algunas de las células que los integran desarrollan funciones de absorción o secreción o de transporte de sustancias a través de ellas.

Clasificación. Los epitelios que cubren membranas se clasifican de acuerdo a dos criterios:

a) número de estratos o capas celulares.

De acuerdo a este criterio los epitelios son:

- **Epitelios simples.** constituidos por un solo estrato de células
- **Epitelios estratificados o compuestos** integrados por dos o más estratos de células.

b) La forma o el contorno de las células del estrato más externo.

Con relación a este criterio, los epitelios se dividen en

- ❖ **Planos, escamosos o pavimentosos.** Las células presentan un aspecto aplanado; predominan las dimensiones de largo y ancho sobre el grosor. Tienen escaso citoplasma y el núcleo, de forma ovalada, hace prominencia sobre el citoplasma adelgazado.
- ❖ **Cúbicos.** Las dimensiones de ancho, largo y grosor de las células son similares entre sí. Los núcleos adoptan la forma esférica u ovalada y generalmente ocupan el centro o el tercio parabaasal de la célula.
- ❖ **Cilíndricos, columnares o prismáticos.** En ellos, las células presentan un predominio de la altura sobre el ancho y el grosor. Los núcleos, alargados u ovalados, ocupan el tercio medio o el tercio basal.

EPITELIOS SIMPLES. Las características morfológicas se observan en las fotomicrografías y dibujos que representan a cada uno de ellos.

- **Epitelio plano simple.** Este epitelio recubre *membranas serosas* que tapizan cavidades internas del organismo; en

este caso reciben el nombre de **mesotelios**, por ejemplo: pleuras, peritoneo y pericardio.

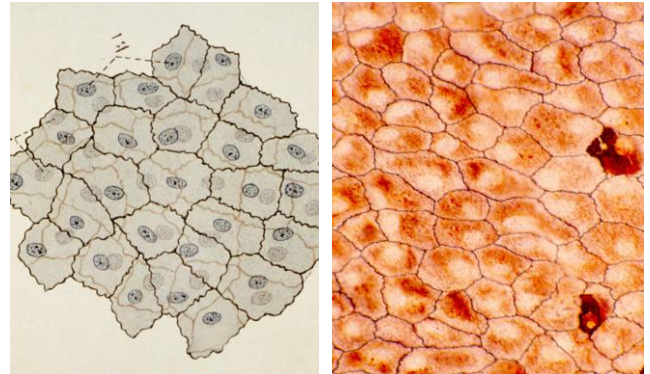
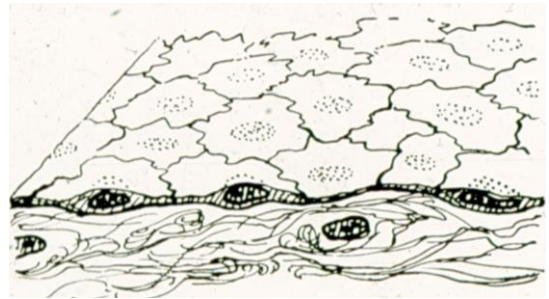


Fig. epit. Revest. 37.- Esquemas y fotomicrografía representando al epitelio plano simple; en vistas de perfil y frontales. Epitelio peritoneal.

También forma el denominado **endotelio**, que recubre la superficie interna de vasos sanguíneos y linfáticos. Integra la capa parietal de la **cápsula de Bowman** en el corpúsculo renal, y el epitelio de la porción delgada de las asas de Henle. Tapiza la superficie interna de los alvéolos pulmonares.

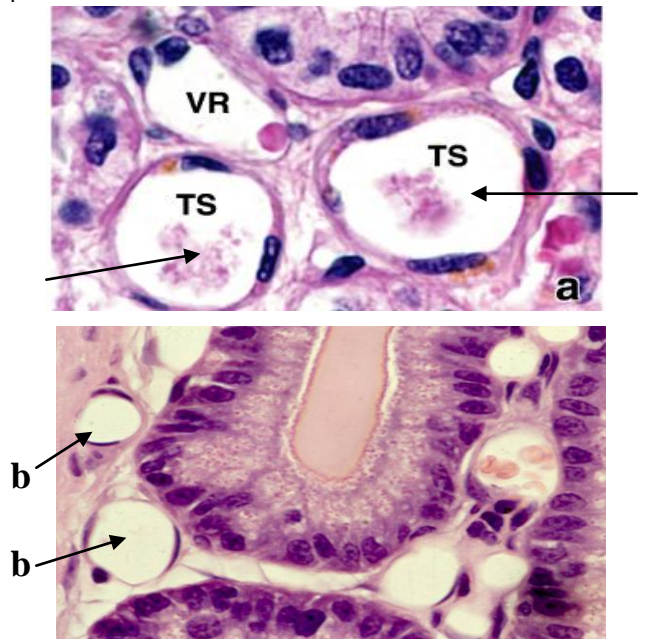
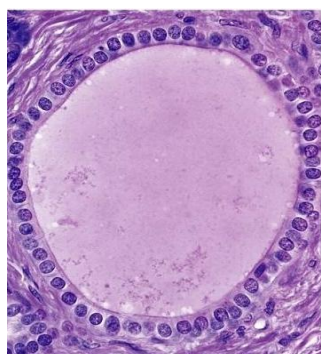
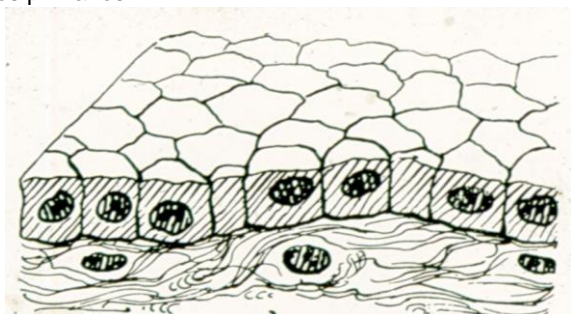


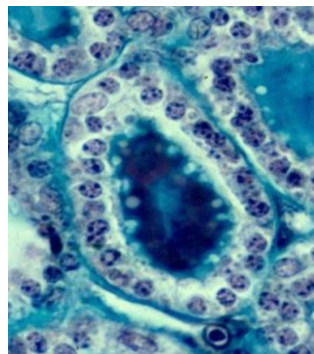
Fig. Epit. Revest. 38.- Fotomicrografías mostrando a) Secciones transversales de porciones delgadas del asa de Henle y b) el endotelio de capilares sanguíneos.

Epitelio cúbico simple. Las células que lo integran se caracterizan porque las tres dimensiones, largo, ancho y grosor son sensiblemente semejantes entre sí. Generalmente los núcleos son esféricos o ligeramente ovalados y se localizan en la región central de las células.

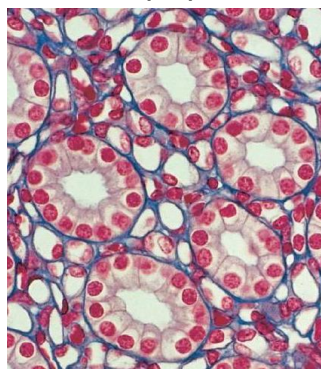
Este epitelio se localiza constituyendo las paredes de los conductos de menor calibre de las glándulas compuestas. Integra la mayor parte de los túbulos renales; las paredes de los folículos tiroideos y la porción secretora de las glándulas sudoríparas y mamarias. Recubre a los plexos coroideos y la superficie externa de los ovarios y el epitelio de los folículos ováricos primarios.



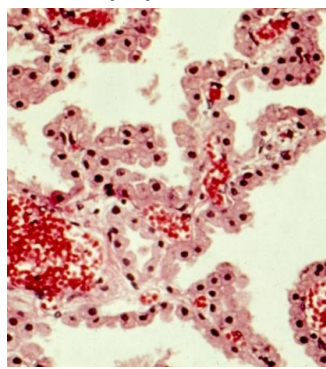
(a)



(b)



(c)



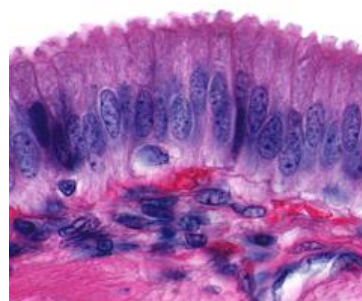
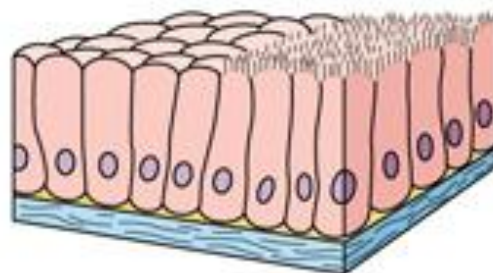
(d)

Fig. tej. Epit. 39. Esquema y fotomicrografías que representan el epitelio cúbico simple. a) Conducto intralobulillar del páncreas. Tinción H-E 400x. b) Folículo tiroideo. Tinción de Shorr. 400x, c) Tubos colectores de la médula renal. Tinción tricrómico de Mallory 250x y d) Vellosidades coroideas. Tinción H-E. 200x.

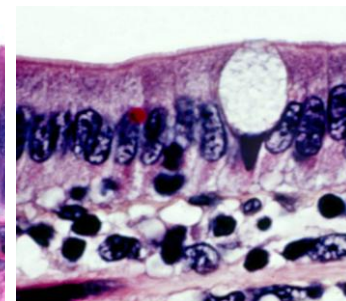
- ◆ **Epitelio cilíndrico simple.** Está constituido por células en las cuales la longitud vertical o altura predomina sobre

el ancho y el grosor. Los núcleos de las células son ovalados o alargados y ocupan generalmente el tercio basal o parabasal.

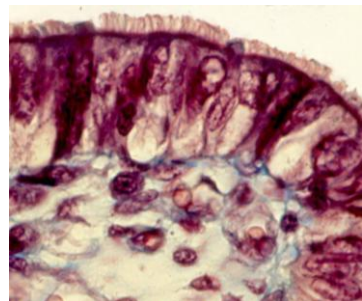
Tapiza la cubierta epitelial de la mayor parte del tracto digestivo; desde el cardias hasta del ano. Recubre la mucosa de la vesícula biliar, útero, trompas uterinas y forma los conductos interlobulillares de las glándulas. Algunas de sus células poseen, en el polo apical, modificaciones membranales tipo microvellosidades, cilios o desarrollan capacidad secretora.



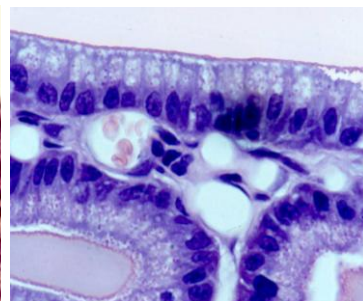
(a)



(b)



(c)

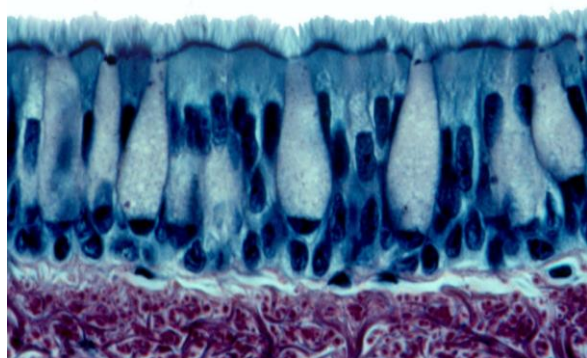
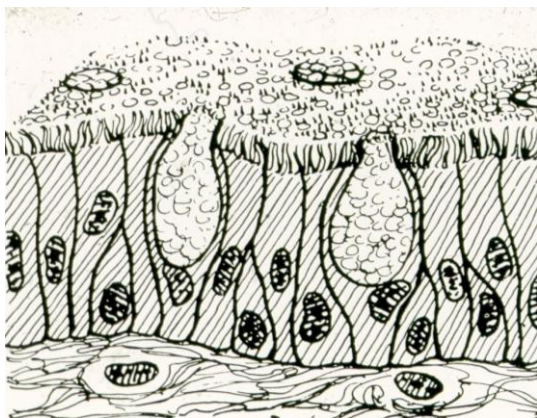


(d)

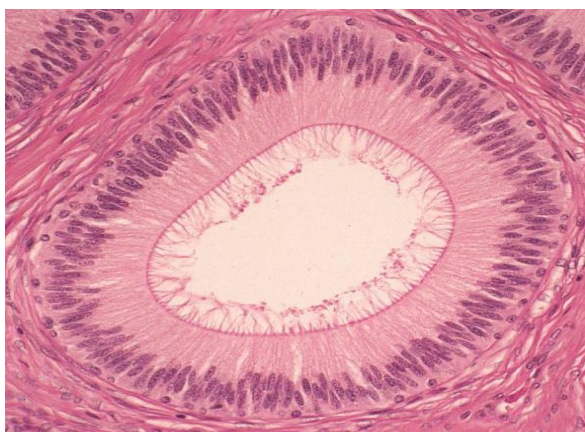
Fig. epit. 40.- Esquema y fotomicrografías que representan el epitelio cilíndrico Simple. a) Epitelio de la vesícula biliar. Tinción H-E; b) Epitelio intestinal con célula caliciforme. H-E; c) Epitelio ciliado y secretor de la trompa uterina. Tricrómico de Masson. d) Epitelio secretor de la vesícula seminal. H-E.

- ◆ **Epitelio pseudoestratificado cilíndrico, ciliado, secretor y de absorción.** Se denomina así porque, al microscopio, se observan varios estratos de núcleos situados a diferente nivel, dando la apariencia de un epitelio estratificado. Esto se debe a que todas las células que lo constituyen se apoyan en la membrana basal pero no todas, por los diferentes tamaños y formas que poseen, no llegan a la superficie.

Es el epitelio que recubre las vías respiratorias altas: fosas nasales (zona respiratoria), laringe, tráquea y grandes bronquios. Un epitelio similar se localiza en el epidídimo y en los conductos deferentes del aparato genital masculino, con la diferencia que, en vez de tener, cilios poseen largas **microvellosidades**, llamadas antiguamente "**estereocilios**" (cilios rígidos o inmóviles), en la actualidad también se les denominan estereomicrovellosidades.



A)



B)

Fig. epit. Revt. 41. Esquemas y microfotografías de epitelio pseudoestratificado, cilíndrico, ciliado y secretor y de absorción.

A) Fotomicrografía de epitelio respiratorio de la tráquea. Tinción Hematoxilina fosfotúngstica de Mallory, 1200x.

B) Fotomicrografía de epitelio del epidídimo. Tinción H-E. 650x

EPITELIOS ESTRATIFICADOS. El nombre de cada uno de ellos se debe a

La forma que adoptan las células del estrato más superficial.

Las células que constituyen el estrato más profundo, en contacto con la membrana basal, generalmente poseen formas cilíndricas o cúbicas. En ellas se pueden observar algunas mitosis. Constituye el estrato basal o germinativo del cual se producen de manera continua las células que mediante procesos de diferenciación reemplazarán a las células que se exfolian del estrato más superficial.

Las características morfológicas de cada uno de ellos se observan en las fotomicrografías y en los dibujos que los representan.

Los epitelios estratificados se clasifican por la forma que poseen las células situadas en la superficie apical (polo apical) del epitelio.

a) **Epitelio plano estratificado.** Es uno de los epitelios estratificados de mayor distribución en el organismo. Se presenta en dos variantes:

❖ **Epitelio plano estratificado queratinizado.** Es el que ofrece la mayor protección al organismo: Las células más superficiales contienen, en su escaso citoplasma, abundantes filamentos de queratina.

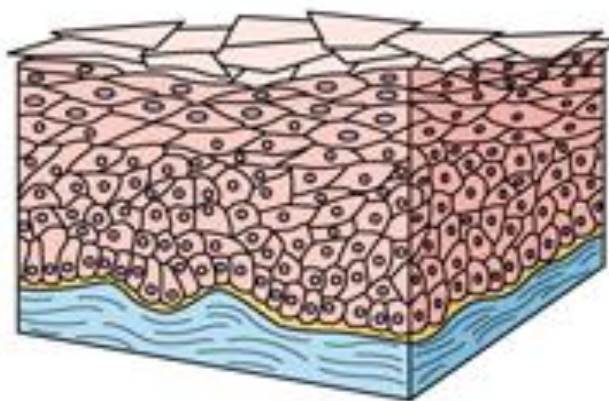


Figura tej. Epit. 42. Representación esquemática del epitelio plano estratificado.

La presencia de queratina otorga cierto endurecimiento y rigidez a las células las cuales actúan como un mecanismo de defensa mecánica frente a factores agresivos físicos, químicos o microbiológicos. Estas células carecen de núcleos y de la casi totalidad de organelos. Los núcleos también experimentan modificaciones tanto en la forma como en la estructura íntima de la cromatina. En el estrato basal o germinativo los núcleos son esféricos; con un predominio de la euromatina. Conforme las células se van haciendo superficiales se hacen poliédricas, luego romboidales, en ellas los núcleos muestran mayor cantidad de heterocromatina, se hacen totalmente picnóticos y en las células totalmente planas y queratinizadas, la cromatina

ya no se observa y el aspecto que presentan es el de células desprovistas de núcleos.

El tejido conjuntivo que los soporta forma estructuras cónicas que se intercalan con prolongaciones epiteliales denominadas crestas.

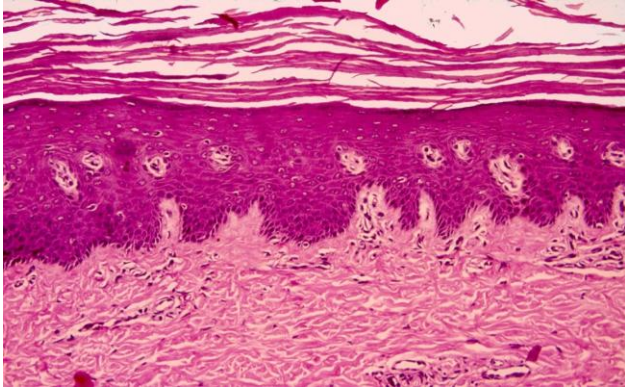


Figura tej. Revest. 43. Epitelio estratificado plano queratinizado del dorso de la oreja de un mamífero. Tinción de H-E. 200x. La fotomicrografía muestra crestas epiteliales y papilas conjuntivas. En la superficie se observan varias capas de células totalmente queratinizadas.

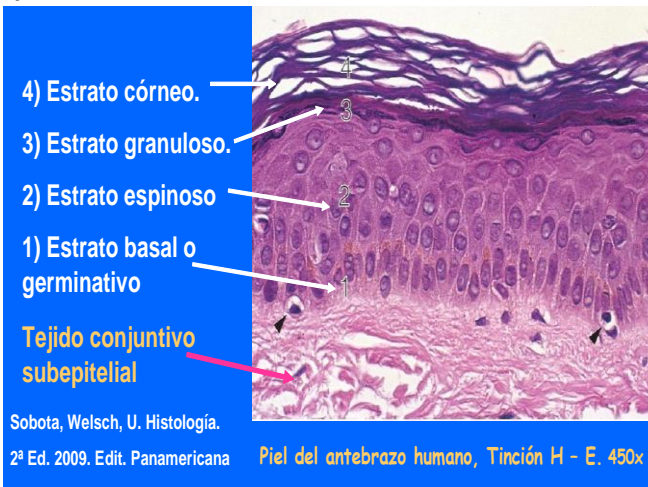


Figura tej. Epit. 44. Estratos o capas del epitelio estratificado plano.

Se localiza formando la epidermis de la piel; alcanza su máxima queratinización (cornificación) en la palma de las manos y en la planta de los pies. En algunas especies animales, en cuyos alimentos predominan fibras vegetales que tienen cierta dureza o poseen componentes óseos, este epitelio recubre superficies internas como el paladar duro, el dorso de la lengua, el esófago y ciertas partes del estómago de algunas especies animales como ciertos roedores y en los proventriculos de los rumiantes.

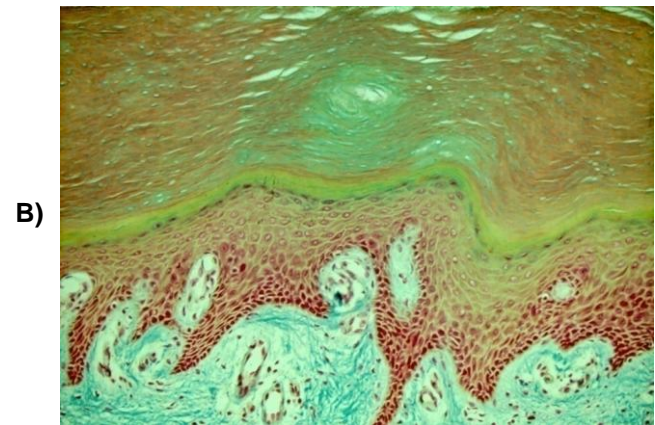
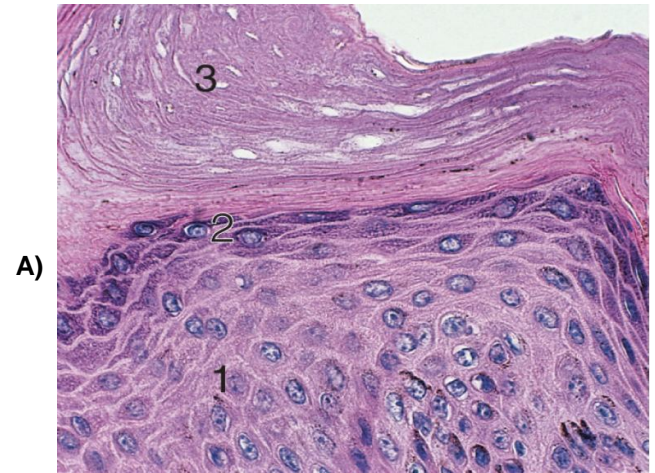


Figura tej. Epit. 45. Fotomicrografías de epitelio estratificado plano altamente queratinizado (cornificado). A) palma de la mano. Tinción H-E. 400x. Se observan muchas capas de células superficiales muy queratinizadas. B) Yema de los dedos. Tinción tricrómico de Gomory. 250x. Imagen semejante a la anterior.

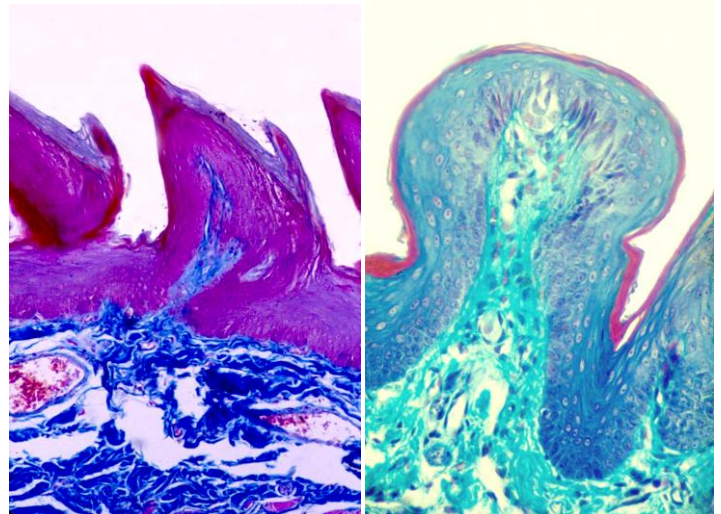


Figura tej. Epit. 46. Fotomicrografías de papilas linguales con el epitelio ligeramente queratinizado. A) papila filiforme; tricrómico de Masson. 400x y B) papila fungiforme; Tricrómico de Shorr. 450x

Epitelio plano estratificado no queratinizado. Tapiza las superficies internas que siempre permanecen húmedas: en la especie humana, la cavidad oral o bucal y la mucosa esofágica. También integra la superficie de las fosas nasales (zona vestibular), el conducto auditivo externo, la mucosa vaginal y la uretra peneana distal.

Las células epiteliales superficiales poseen filamentos de queratina pero en escasa cantidad; los núcleos se encuentran presentes y presentan forma ovalada.

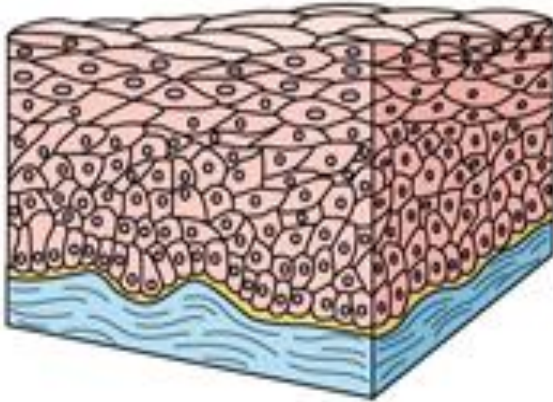


Fig. tej. epit. 47. Esquema de epitelio plano estratificado no queratinizado. Las células del polo apical conservan sus núcleos. Las células de los otros estratos son más numerosas que las existentes en la epidermis delgada.

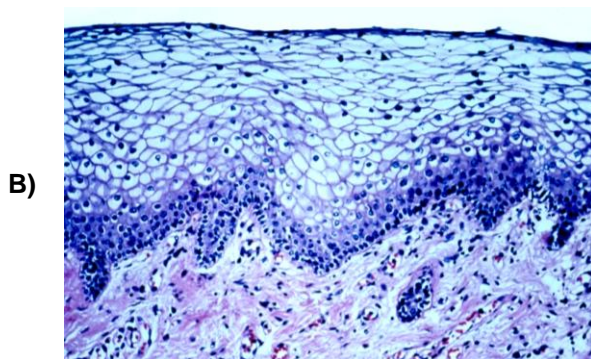
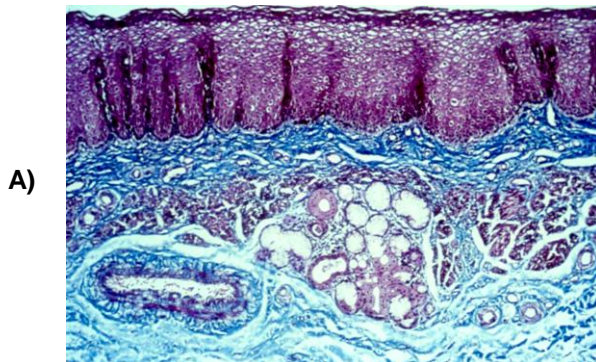


Figura tej. Epit. 48. Fotomicrografías de epitelios estratificados planos no queratinizados. A) Mucosa esofágica. B) Mucosa de la vagina.

Epitelio cúbico estratificado. Forma parte del epitelio de los conductos de las glándulas sudoríparas; de los conductos interlobulillares de glándulas compuestas: salivales, mamarias, páncreas e hígado. Generalmente está integrado por dos o tres estratos celulares. En los conductos de las glándulas sudoríferas, las células más superficiales poseen una mayor cantidad de filamentos de queratina que, de alguna manera, hacen impermeable a esta capa.

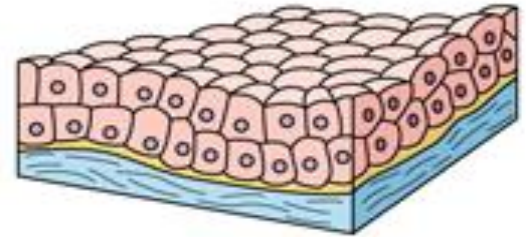


Figura tej. Epit. 49. Representación esquemática de un epitelio cúbico estratificado. Color amarillo representa a la membrana basal. El color celeste al tejido conjuntivo subyacente.

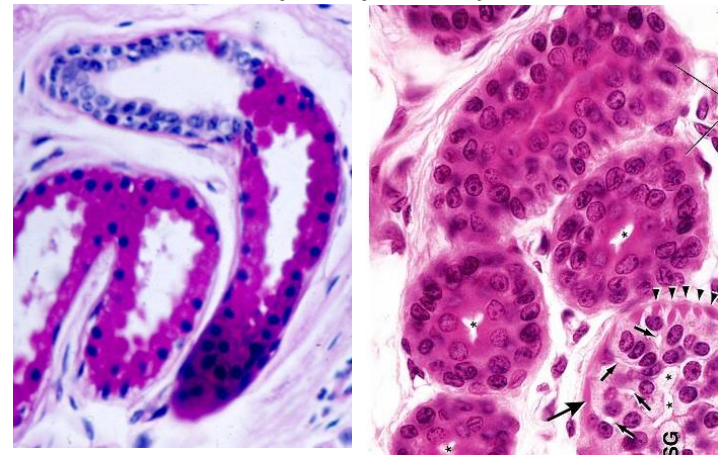


Figura tej. Epit. 50. Fotomicrografías de ejemplos de epitelio estratificado cúbico. A) Epitelio de un conducto de glándula apocrina. Tinción de P.A.S y Hematoxilina. 400x. B) Conducto de una glándula sudorífera merocrina o ecrina. H-E.

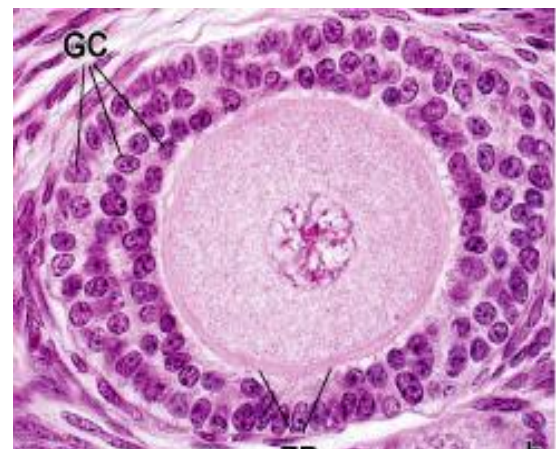


Fig. tej. Epit. 51. Fotomicrografía de un folículo ovárico trilaminar. H-E 400x. Las letras GC muestran un epitelio cúbico estratificado.

Epitelio cilíndrico estratificado. Cubre la superficie epitelial de los conductos mayores e interlobulares de glándulas; el fórnix lagrimal y la superficie interna de los párpados; forma parte de la uretra membranosa del pene. A veces, en su capa superficial se intercalan, células caliciformes.

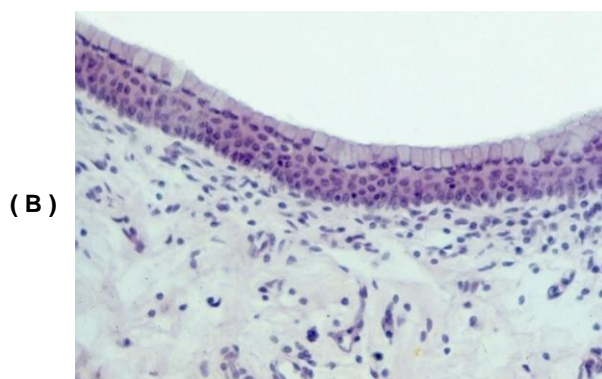
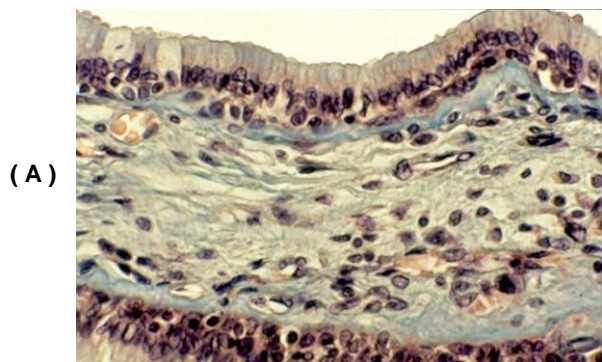
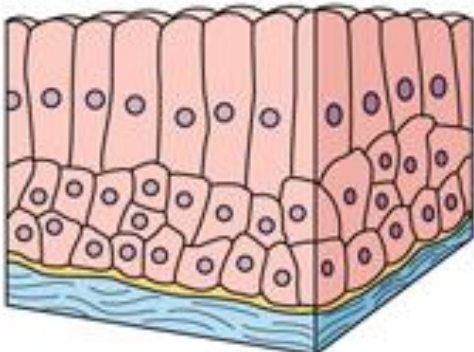


Figura tej. Epit. 52. Representación esquemática y fotomicrografías del epitelio estratificado cilíndrico.

- A) Fotomicrografía del epitelio de la uretra peneana proximal. Tinción tricrómico de Masson.
B) Fotomicrografía del epitelio de la vagina de coneja (etapa post ovulatoria)

Epitelio mixto, de transición, transicional o polimorfo. También se le denomina **urotelio**, pues forma parte de las vías urinarias, exclusivamente.

Tapiza la superficie epitelial de los cálices y pelvis renal, uréteres, vejiga urinaria, zona proximal de la uretra femenina y la uretra prostática, en los individuos de sexo masculino.

Sus células se caracterizan porque tienen una forma poliédrica. Se constituyen en 5 ó 6 estratos. El estrato más superficial presenta células de mayor volumen, de superficie apical cupuliforme y a veces son binucleadas. Estas células muestran, al microscopio fotónico, en el polo apical, una zona más densa situada por debajo de la superficie membranal que, el microscopio electrónico, la identifica con la presencia de vesículas membranosas aplanadas resultantes de invaginaciones del plasmalema apical. Estas vesículas se observan abundantes cuando la vejiga carece de contenido de orina, en cambio cuando alberga cierta cantidad de orina, el número vesículas disminuye por cuanto, muchas de ellas, ante la presión ejercida por el líquido contenido en las paredes vesicales, se incorporan nuevamente al plasmalema apical para proporcionarle una mayor área superficial.

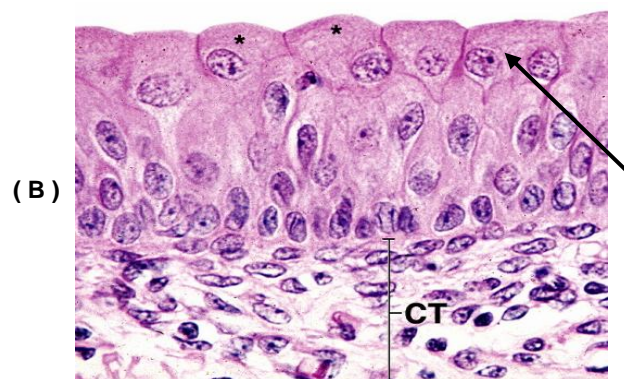


Figura tej. Epit. 53.- Representación esquemática y fotomicrografía del urotelio de la vejiga urinaria. Obsérvese la superficie convexa o cupuliforme del estrato superficial del epitelio. B) A la derecha de la fotografía se distingue una célula binucleada (flecha).

El epitelio se caracteriza porque adopta diversas formas, de acuerdo al momento funcional del órgano; por ejemplo, cuando la vejiga urinaria está vacía, la morfología del epitelio es similar a la descrita anteriormente, en cambio cuando se encuentra llena de orina la imagen del epitelio es como muestra la figura epit. 54 b.

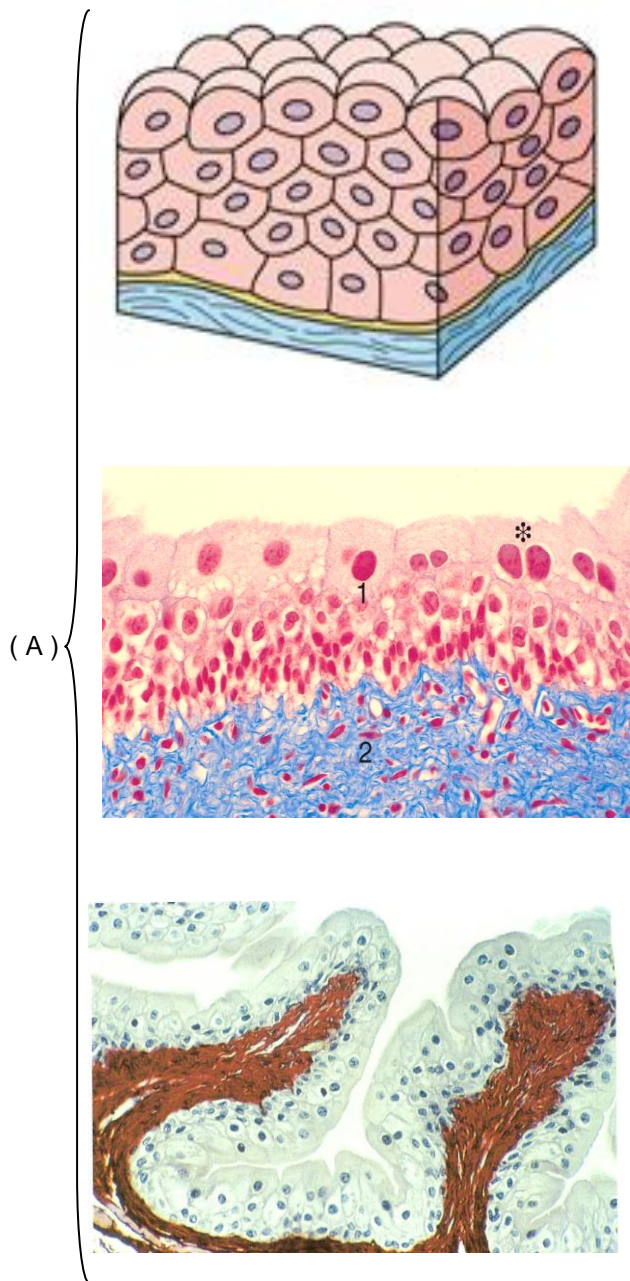


Fig. tej. Epit. 54. - Representaciones esquemáticas y Fotomicrografías del epitelio mixto o de transición: A) epitelio de vejiga urinaria vacía,

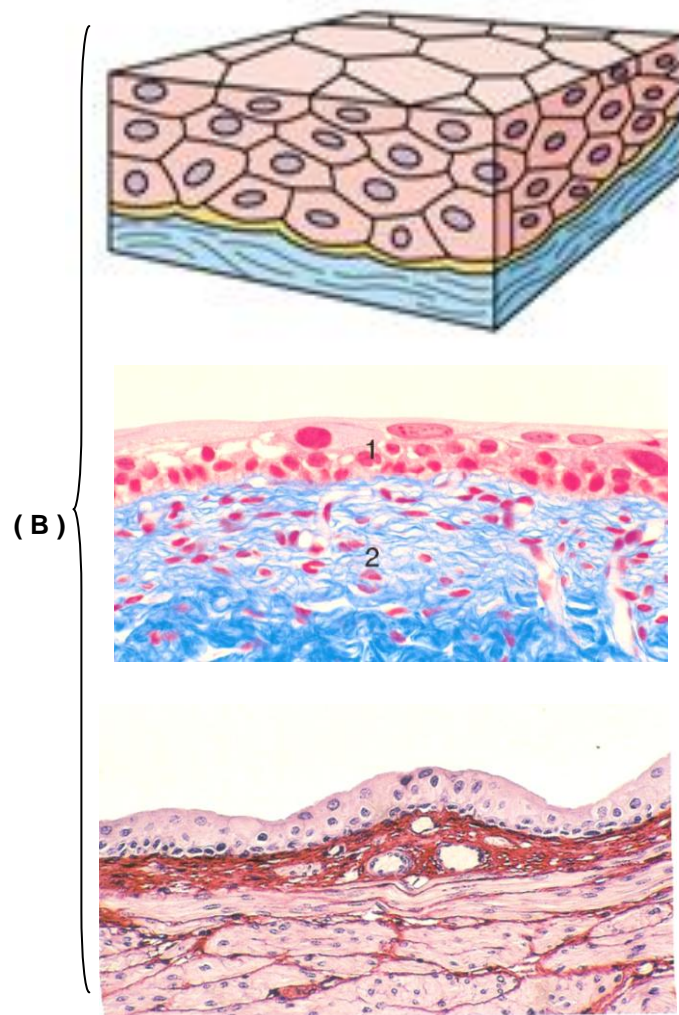


Fig. tej. Epit. 55. - Representaciones esquemáticas y Fotomicrografías del epitelio mixto o de transición: B) Epitelio de vejiga urinaria distendida (llena).

RENOVACIÓN DE LAS CÉLULAS EPITELIALES.

Las células que constituyen los epitelios están consideradas como integrantes de poblaciones celulares de renovación constante. La capacidad de renovación de las células depende de la localización y de la función que desempeñan.

El tiempo de recambio de las células epiteliales es constante, en condiciones normales, para cada tipo epitelial. Las células de las vellosidades intestinales se renuevan cada cuatro o cinco días, en cambio las de la epidermis, son reemplazadas totalmente, desde el estrato basal o germinativo hasta completar el proceso de queratinización, en un lapso de 20 a 25 días.

Transición de epitelios. Se conoce así al cambio brusco de una forma de epitelio a otro, que ocurre en ciertos lugares de superficies epiteliales. Por ejemplo, existe una transición de epitelios en la unión **esófago-cardias** (de plano estratificado a cilíndrico simple) o en el **cuello uterino-vagina** (de epitelio

cilíndrico simple a estratificado plano) o en el **recto-ano** (epitelio cilíndrico simple secretor a plano estratificado).

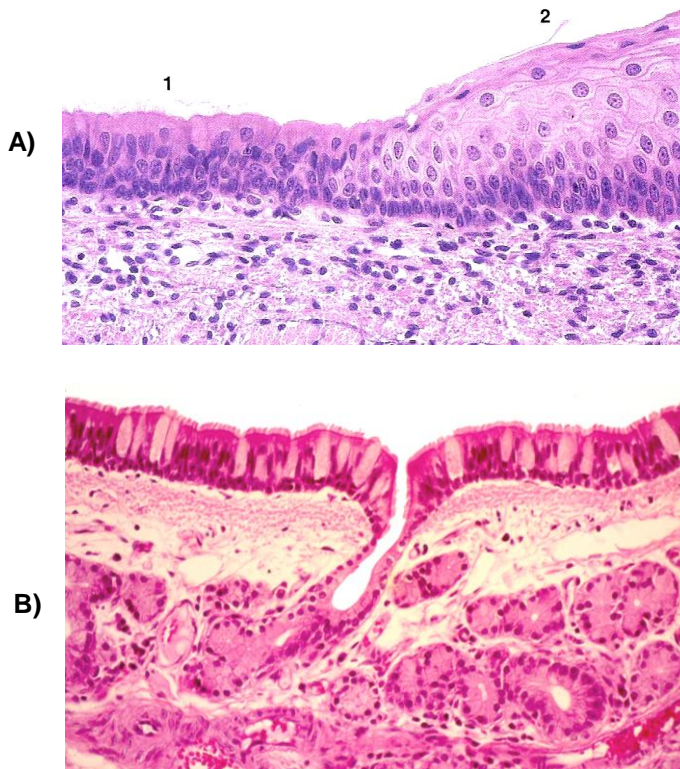


Figura tej. Epit. 56.- **Fotomicrografías que muestran la transición de epitelios** A) En el cerviz o cuello uterino: de epitelio cilíndrico secretor a un epitelio estratificado plano sin estrato córneo. B) En la tráquea: de un epitelio respiratorio a un epitelio simple cúbico.

Correlaciones clínicas. Todos los epitelios tienen una determinada estratificación, formas celulares y función. En ciertos casos estímulos anormales o patológicos, propician modificaciones en las formas y funciones de los epitelios. Por ejemplo, un exceso de presión o roce continuo y prolongado en determinados lugares de la epidermis, ocasionará el crecimiento o engrosamiento excesivo (**hiperplasia**) del estrato córneo (callos); algo similar ocurrirá si se administra, en la dieta diaria, un exceso de **vitamina A**. Ciertos estímulos pueden cambiar el tipo de epitelio (**metaplasia**) que recubre una superficie, por ejemplo, en aquellas personas que fuman en exceso, el epitelio pseudoestratificado cilíndrico ciliado de los bronquios sufrirá una metaplasia escamosa, transformándose en un epitelio estratificado plano. Otros estímulos pueden transformar la morfología y función normales de un epitelio en células indiferenciadas (**neoplasia**) tumorales cancerosas.

TEJIDO EPITELIAL GLANDULAR

Los epitelios glandulares, denominados también **glándulas**, están integrados por células que poseen como función principal la **síntesis** y **secreción** de sustancias. Las sustancias elaboradas poseen estructuras químicas diferentes a la del plasma sanguíneo o del líquido intercelular. Las células epiteliales glandulares transforman compuestos de bajo peso molecular, mediante síntesis, en macromoléculas específicas. En la mayoría de los casos los productos sintetizados se acumulan en el citoplasma bajo la forma de pequeñas vesículas esféricas denominadas "**gránulos de secreción**". La liberación de la secreción se efectúa bajo señales o estímulos específicos nerviosos u hormonales.

La síntesis y secreción del producto elaborado requiere de utilización y gasto de energía.

La naturaleza y composición de los gránulos de secreción son variables. Existen células que secretan polipéptidos o **proteínas**, ejemplo, algunas células acidófilas de la hipófisis o las de los acinos pancreáticos, respectivamente; **esteroides o lípidos** como las células de las glándulas sebáceas o de la corteza suprarrenal; un **complejo de hidratos de carbono y proteínas** (glicoproteínas) tal es el caso de las células caliciformes, de los folículos tiroideos o los acinos de la glándula bulbouretral; **aminas**, en la médula suprarrenal o un **conjunto de hidratos de carbono, proteínas y lípidos**, secreción de los alvéolos mamarios.

Existen epitelios glandulares que tienen una menor actividad de síntesis y secreción; sus funciones consisten en el transporte de ciertas sustancias provenientes de la sangre (agua, cloruro de sodio, toxinas, etc.) hacia el exterior, por ejemplo las células de las **glándulas sudoríferas**.

De manera general, los epitelios glandulares se caracterizan por elaborar y secretar, hacia una superficie epitelial (medio externo) o hacia el torrente circulatorio o al medio intercelular (medio interno), una serie de productos que ejercerán una importancia funcional para otras células o tejidos de diferentes sectores del organismo.

Por lo tanto:

Se denominan **glándulas** al conjunto de células epiteliales cuya función primordial es la **síntesis** y **secreción** de sustancias.

Origen y diferenciación de las glándulas. En el transcurso del desarrollo embriológico de un individuo, el origen y diferenciación de las glándulas, se produce mediante un crecimiento celular localizado en una lámina epitelial, éste crece y se introduce en el tejido conjuntivo subyacente, interactúan mutuamente a través de procesos de inducción embrionaria y continúan su desarrollo con la intervención de mecanismos de diferenciación celular.

Si el destino de este crecimiento epitelial es transformarse en una glándula exocrina, mantendrá su comunicación con el epitelio que le dio origen a través de un sistema de conductos (fig. gland.1a); en cambio, si va a constituir una glándula endocrina, entonces la relación con el epitelio se interrumpe y la unidad secretora quedará aislada del epitelio superficial, rodeada por tejido conjuntivo y con la presencia de una apreciable cantidad de vasos sanguíneos (fig. epit. gland.1b)

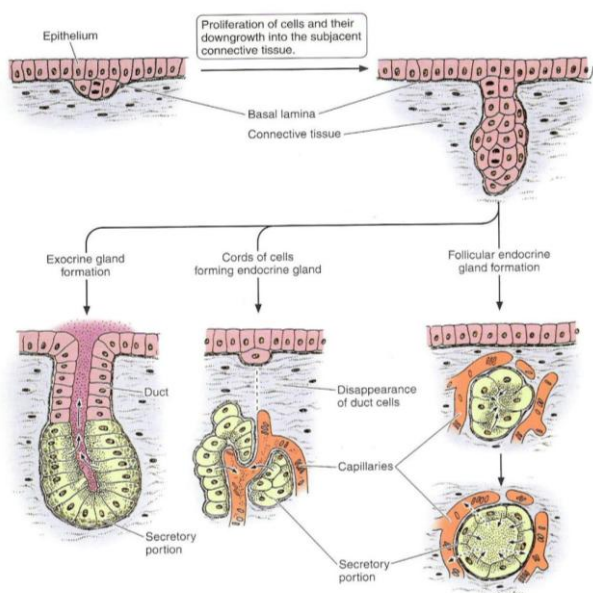
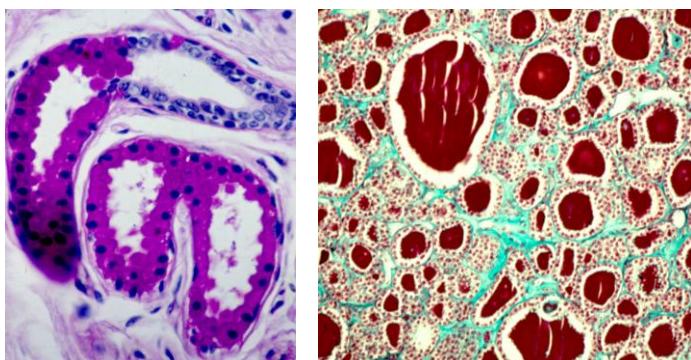


Figura gland. 1. Origen de las glándulas exocrinas y endocrinas.

Las glándulas exocrinas o endocrinas se originan siempre a partir de una superficie epitelial.



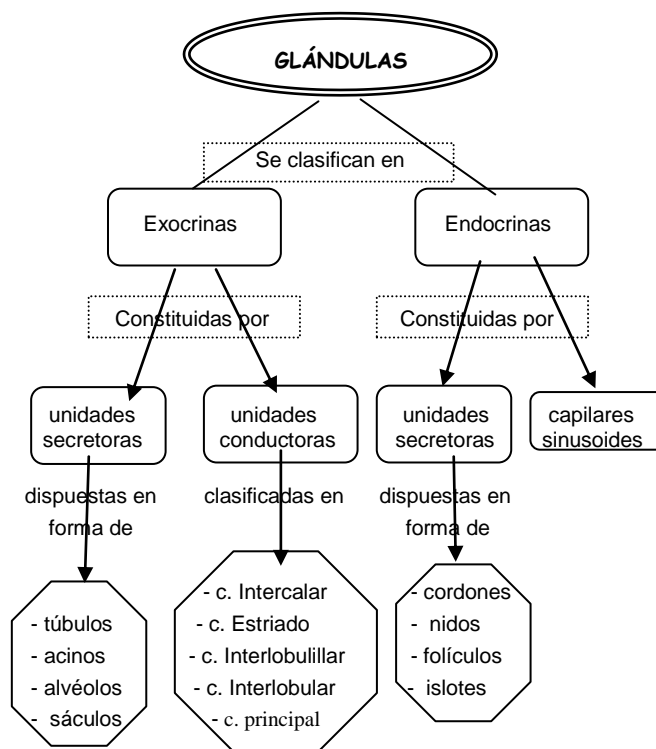
(A)

(B)

Figura epit. Gland. 2.- Ejemplos de glándulas A) Exocrinas y B) Endocrinas.

A) Glándula sudorífera apocrina coloreada con P.A.S. y H-E; se observan las porciones secretora (P.A.S. +) y conductora. B) Tiroides, coloreada con el tricrómico de Shorr. Se visualizan los folículos tiroideos con la secreción hormonal en la luz de los folículos.

MAPA CONCEPTUAL DE LAS GLÁNDULAS



Clasificación de las glándulas. Existen diversos criterios para clasificarlas:

A) Dependiendo hacia adonde vierten su producto de secreción.

De acuerdo a este criterio las glándulas son:

- ❖ De *secreción externa* o **exocrinas**. Liberan su producto elaborado a través de un sistema de conductos epiteliales hacia una superficie externa (piel: glándulas sudoríparas o sebáceas) o, a una superficie epitelial interna (cavidad bucal: glándulas salivales; lumen del estómago: glándulas gástricas). Por lo tanto, las glándulas exocrinas están constituidas por una porción secretora y otra conductora.
- ❖ De *secreción interna* o **endocrinas**. Secretan el producto sintetizado directamente a la sangre (glándulas hipófisis, tiroides, suprarrenales, etc.), al tejido intersticial o las transfieren directamente a células vecinas: secreción **paracrina** (células enteroendocrinas del intestino).

B) Por el número de células que constituyen la unidad secretora.

De acuerdo a este criterio, las glándulas son:

- ❖ **Unicelulares**. a pesar que en sentido estricto se define a una glándula como un conjunto de células epiteliales secretoras, se considera, en ciertos casos, a una sola

célula como una glándula, por ejemplo la **célula caliciforme** (fig. epit. Gland. 3) o algunas células neuroendocrinas. Estas “glándulas” suelen estar incluidas en un epitelio de revestimiento (epitelio intestinal, traqueal o bronquial), o en epitelios estratificados de ciertos conductos mayores de secreción, por ejemplo los conductos de las glándulas salivales parótidas y submaxilares.

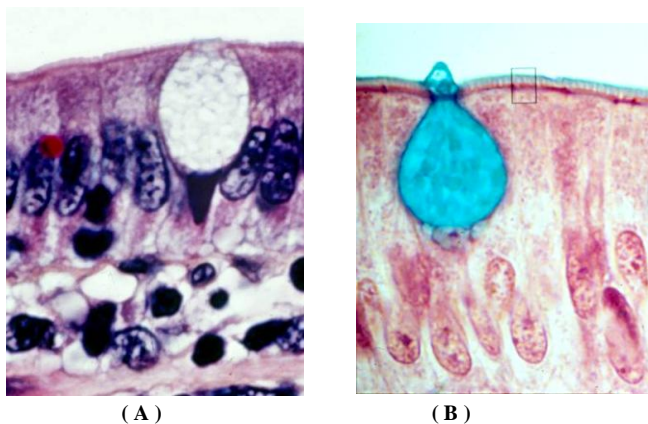


Figura epit. Gland. 3. Fotomicrografías que representan a células caliciformes (glándula unicelular); A) Célula caliciforme en el epitelio de una vellosidad intestinal, coloración H-E. y B) Célula caliciforme teñida con la técnica histoquímica del Azul Alciano + rojo nuclear (Carrillo Farga, Joaquín).

Las células caliciformes se caracterizan porque poseen una forma de copa o cáliz; estrechas en la base y ensanchadas en la parte media y apical. El núcleo y la mayor parte de los organelos citoplasmáticos se localizan en el tercio basal y medio. Las vesículas conteniendo la secreción de mucina (moco) se sitúan en el tercio medio y apical (Fig. epit. Gland. 4)

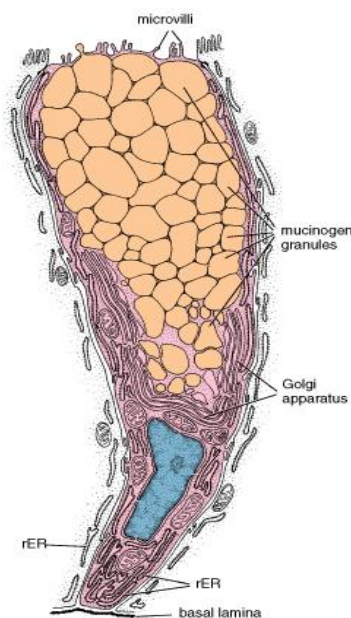


Figura epit. Gland. 4.- Esquema de célula caliciforme observada a través del microscopio electrónico donde se distinguen diversos componentes celulares.

Pluricelulares. En la gran mayoría de los casos, las glándulas son pluricelulares, es decir, están integradas por un conglomerado de células secretoras organizadas para formar órganos definidos y de diversos tamaños. Sin embargo, existen excepciones como el conjunto de células secretoras que constituyen las denominadas **líneas epiteliales secretoras** como el epitelio de la mucosa gástrica (fig. epit. Gland. 5a) o las **intraepiteliales**, como las glándulas mucosas de la piel de **peces** y **anfibios** o las **glándulas de Litré** que se localizan en el epitelio de la uretra membranosa y peneana del hombre (Fig. epit. Gland. 6).

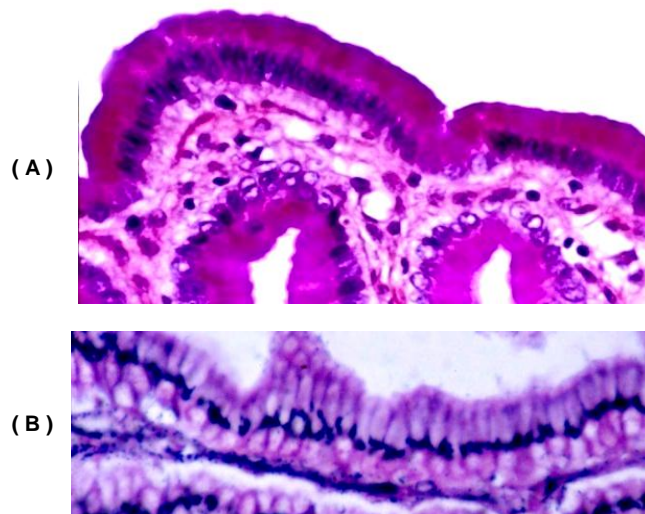


Figura epit. Gland. 6.- Las fotomicrografías muestran la línea o superficie epitelial secretora de la mucosa gástrica A) Tinción P.A.S. + H-E. El tercio apical de las células muestran la presencia de mucina P.A.S. positiva, B) línea epitelial secretora en la cual se demuestra mediante impregnación argéntica de D'Fano la presencia del aparato de Golgi supranuclear, los núcleos se colorearon con rojo nuclear. En la imagen A se pueden distinguir las imágenes “negativas” supranucleares del aparato de Golgi,

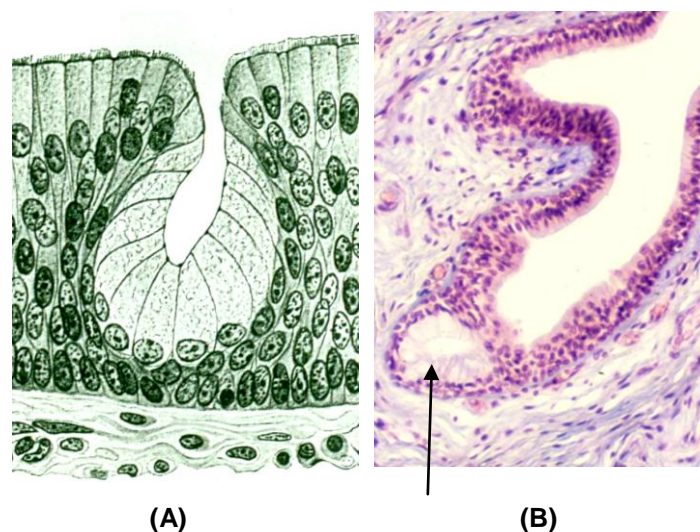


Figura epit. Gland. 6.- Representación esquemática y fotomicrografía de una glándula pluricelular intraepitelial. A) epitelio traqueal. B) Epitelio de la uretra peneana intrapélvica. La flecha señala una glándula intraepitelial. Tricrómico de Masson.

C) Por la forma de las unidades secretoras.

De acuerdo a este criterio las glándulas se denominan:

- ❖ **Tubulares.** Suelen ser rectas, contorneadas o glomerulares (Fig. epit. Gland. 7)
- ❖ **Acinares o alveolares.** Las unidades glandulares adoptan la forma esférica o ligeramente ovalada.
- ❖ **Saculares.** La porción secretora tiene la forma de un saco, con el extremo proximal ensanchado y el distal angosto.

Por lo expuesto, existen:

a) Glándulas simples **tubulares rectas** (las glándulas intestinales o de Lieberkühn); simples **tubulares contorneadas** (las uterinas) o simples **tubulares glomerulares** (las glándulas sudoríparas).

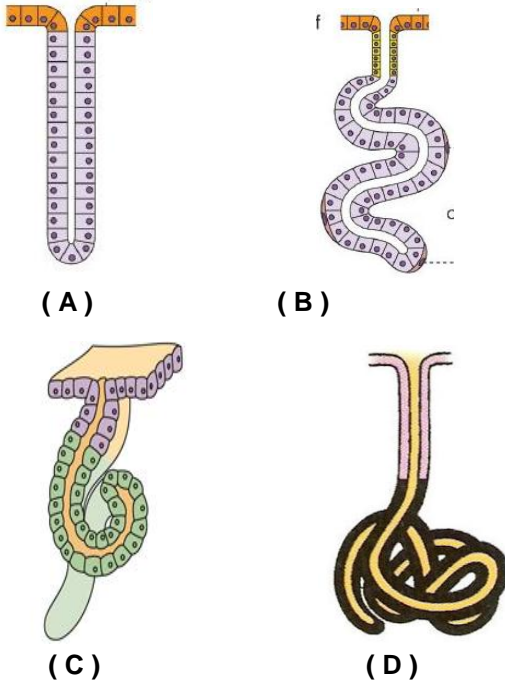


Figura Epit. Gland. 7.- Esquemas que representan a diversos tipos de glándulas simples tubulares: A) Tubulares rectas. B) tubulares contorneadas o sinuosas, C) y D) Tubulares glomerulares.

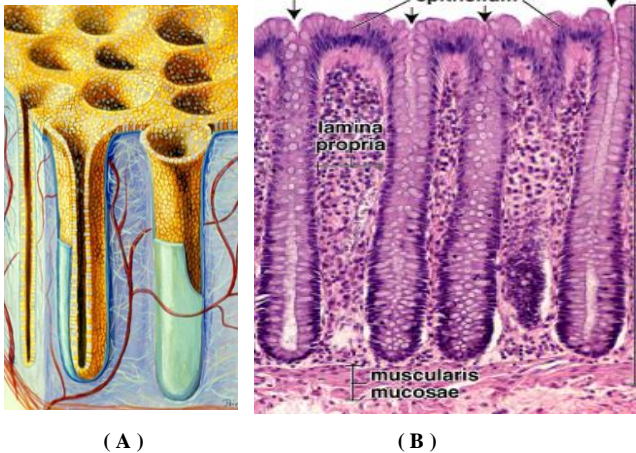


Figura Epit. Gland. 8.- A) Dibujo que representa glándulas tubulares rectas de la mucosa del colon o intestino grueso. La membrana basal está coloreada de verde y el epitelio glandular de amarillo. B) Fotomicrografía de la mucosa del colon. Tinción de Hematoxilina-Eosina. 400x. Las glándulas tubulares rectas están constituidas principalmente por células caliciformes.

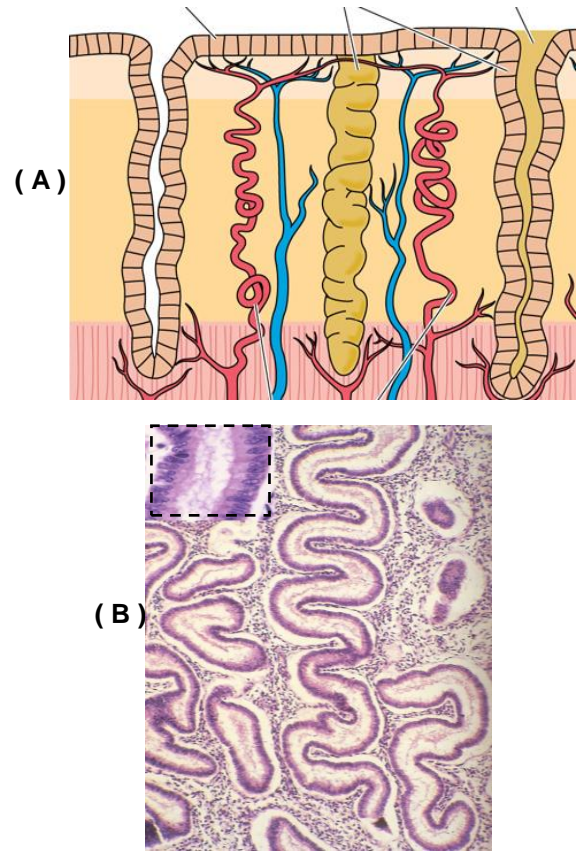


Figura Epit. Gland. 9.- A) Representación esquemática de mucosa uterina o endometrio. Se observan esquemas de glándulas tubulares contorneadas en secciones longitudinales y superficiales. También se muestra la irrigación sanguínea. B) Fotomicrografía de glándulas endometriales o uterinas. Tinción de H-E. 250x. En el recuadro superior izquierdo se muestra un mayor aumento de un segmento de la glándula tubular contorneada. 600x

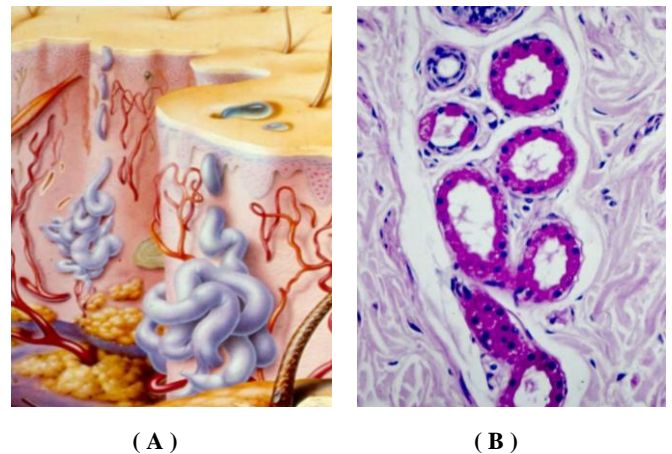


Figura Epit. Gland. 10. A) Representación esquemática de una glándula tubular glomerular (glándula sudorífera merocrina). La porción secretora está representada como un glomérulo enrollado sobre sí mismo. El segmento conductor tiene un recorrido sinuoso. B) Fotomicrografía de una glándula sudorífera apocrina. Tinción P.A.S. + H-E. Las células secretoras se colorean de rojo magenta.

Acinares o alveolares. Las unidades glandulares adoptan la forma esférica o ligeramente ovalada. La pared del adenómero está constituida por células de forma piramidal; en la zona central existe una cavidad o luz de la glándula, lugar donde se vierte la secreción, la cual se continúa con el conducto cuando éste existe (Figuras epit. Gland. 11, 12 y 13).

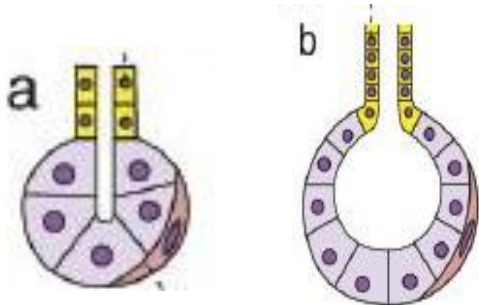


Figura epit. Gland. 11.- Representación esquemática de las unidades glandulares a) acinares y b) alveolares.

Existen glándulas simples **acinares o alveolares**, en la lámina propia o corion de los labios o del paladar (glándulas salivales menores) y en los bronquios de menor calibre

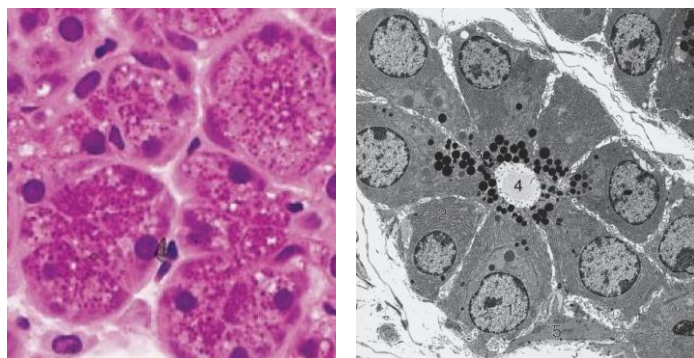


Figura epit. Gland. 12.- Fotomicrografías de unidades glandulares acinosas (Adenómeros serosos. A) Glándula parótida. Tinción H-E. 400x. B) Fotografía electrónica de un acino seroso pancreático. 1500x.

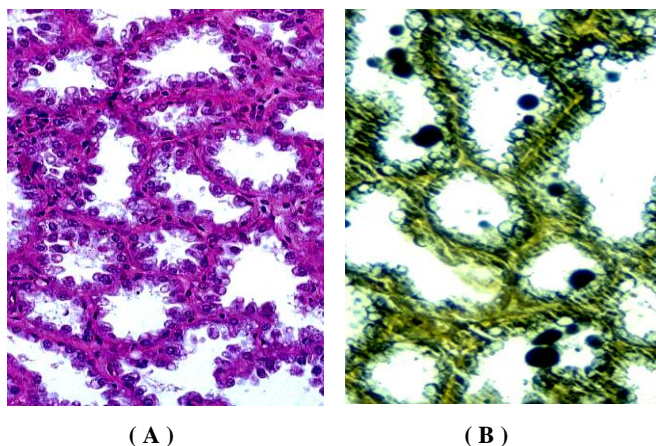


Figura epit. gland. 13.- Fotomicrografías de unidades glandulares alveolares. A) Alvéolos mamarios. Tinción H-E. 200x B) Alvéolos mamarios. Tinción: impregnación con tetraóxido de osmio. Las gotitas de lípidos de la secreción se tiñen de color negro. 400x .

Saculares. La porción secretora tiene la forma de un saco, con

el extremo proximal ensanchado y el distal angosto (fig. epit. Gland. 14).

Son ejemplos de glándulas saculares simples las glándulas mucosas de la piel de peces y anfibios o **saculares** ramificadas (un solo conducto y varios adenómeros) como las glándulas sebáceas relacionadas con folículos pilosos o las glándulas sebáceas de Meibomio del borde de los párpados.

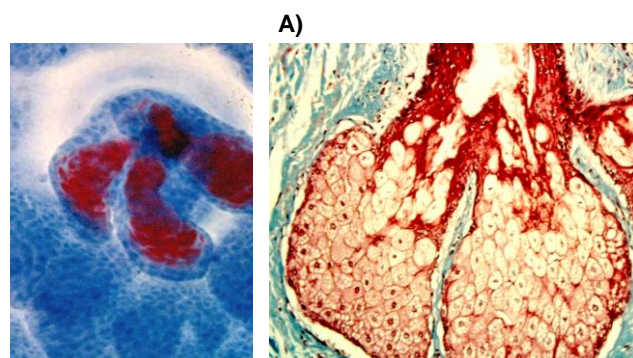
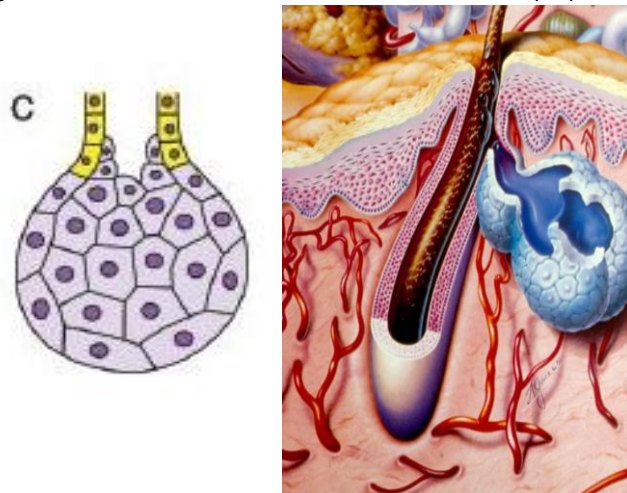


Figura epit. Gland. 14.- A) Esquema de una glándula sacular y dibujo de una unidad pilo sebácea de la piel. Se observa una glándula sacular (glándula sebácea) compartiendo el conducto de salida del pelo para verter su secreción oleosa a la superficie de la epidermis. B) Lamina epitelial mostrando tres sáculos sebáceos que contienen en su interior secreción de sebo coloreado con el Sudan IV; los núcleos se tiñeron con hematoxilina. 120x C) Sáculos sebáceos. Obsérvese que los tres adenómeros liberan la secreción por un conducto común. Tri crómico de Masson. 400x

D) Por el número de las unidades glandulares.

Glándulas simples. Constan de una sola unidad secretora y un solo conducto (Fig. epit. Gland. 15). Ejemplos: glándulas uterinas, intestinales, sudoríferas (de sudor acuoso y aromáticas o de olor). **Ver imágenes anteriores.**

Glándulas Ramificadas. Están constituidas por dos o más unidades secretoras y un solo conducto (Fig. epit. Gland. 16). Ejemplos: Glándulas fúndicas (estómago); glándulas sebáceas (glándulas de Meibomio), glándulas duodenales o de Brunner.

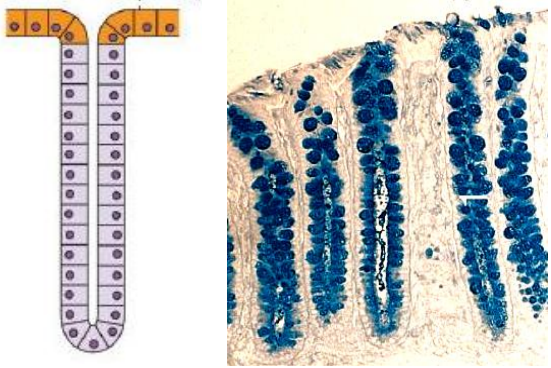


Figura epit. Gland. 15.- Glándulas simples. Esquema y fotomicrografía de glándula intestinal. Tinción de azul alciano + rojo nuclear. 400x

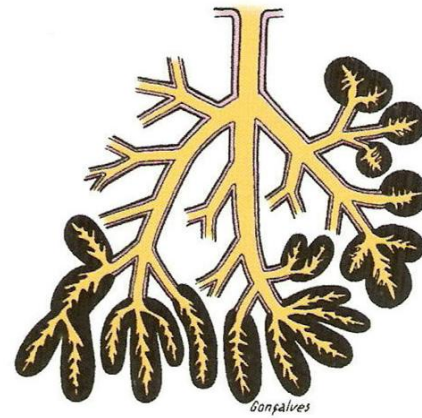


Figura epit. Gland. 17.- Representación esquemática de una glándula compuesta (en amarillo los componentes de conducción y en negro las unidades glandulares).

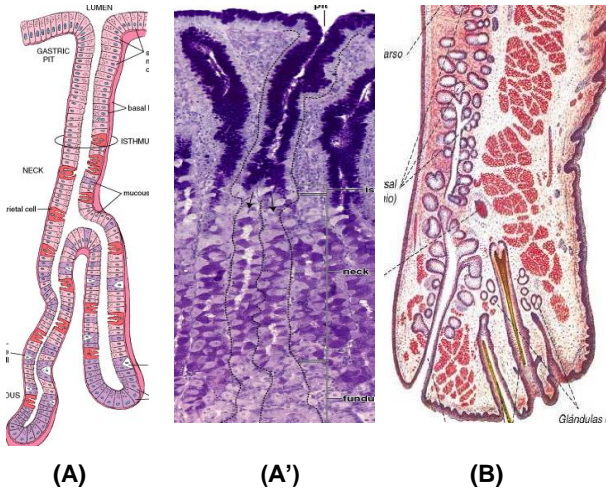


Figura epit. Gland. 16.- Glándulas ramificadas: Glándulas fúndicas del estómago. A) En el esquema se observan un conducto inicial y dos adenómeros tubulares, A') Tinción de fucsina aldehído. Se observan un conducto inicial y dos adenómeros delineados artificialmente. B) Dibujo de una glándula de Meibomio. Se observan un conducto y varios sáculos sebáceos relacionados con el conducto.

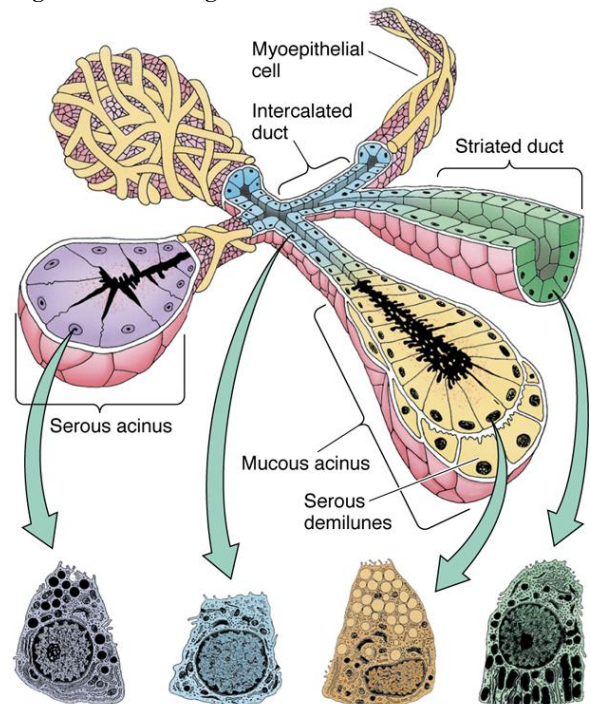


Figura epit. Gland. 18.-Representación esquemática de organización de los componentes secretores y conductores de una glándula salival mixta hipotética.

E) Por el número de conductos y de unidades secretoras.

Glándulas simples. Las unidades secretoras o adenómeros vierten su secreción a un solo conducto (ver imágenes anteriores)

Glándulas compuestas. Son las glándulas cuya porción conductora está integrada por la reunión de varios conductos menores que, a su vez, permiten el transporte de la secreción proveniente de varias unidades secretoras de los tipos tubulares, acinares o alveolares o la mezcla de algunas de estas formas de adenómeros, (fig. epit. Gland. 17).

Los conductos se clasifican en conductos menores o **primarios**, intermedios o **secundarios** y el conducto mayor o **principal**. **Este conducto transporta la secreción a una superficie epitelial. Por ejemplo el sistema conductor de las glándulas salivales mayores, el páncreas y el hígado.**

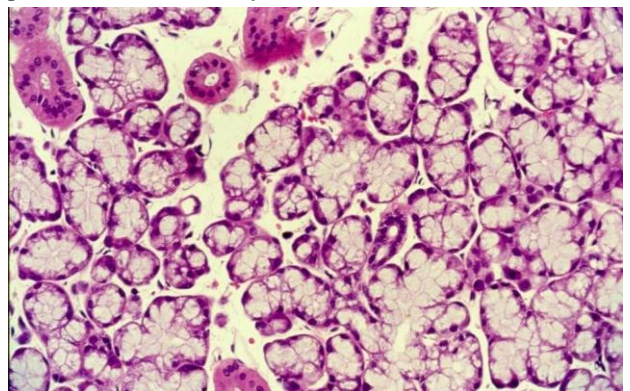


Figura epit. Gland. 19.-Fotomicrografía de una glándula salival mayor (submaxilar). Se observan adenómeros mixtos mucosos serosos y secciones transversales de algunos conductos.

F) Por la naturaleza o calidad del producto sintetizado y secretado.

De acuerdo a este criterio clásico existen varios tipos de unidades secretoras:

Serosas. Las características microscópicas de las células corresponden a aquellas que **sintetizan proteínas**. Presentan abundante basofilia basal (presencia de R.E.R.), un núcleo esférico u ovalado situado en el tercio basal, numerosas mitocondrias, un aparato de Golgi de posición supranuclear y en el tercio apical de la célula existen abundantes gránulos de secreción acidófilos (fig. epit. Gland. 20) El producto sintetizado es fluido, transparente y con un alto contenido de enzimas. Ejemplos: los acinos pancreáticos y parotídeos y también las glándulas lagrimales.

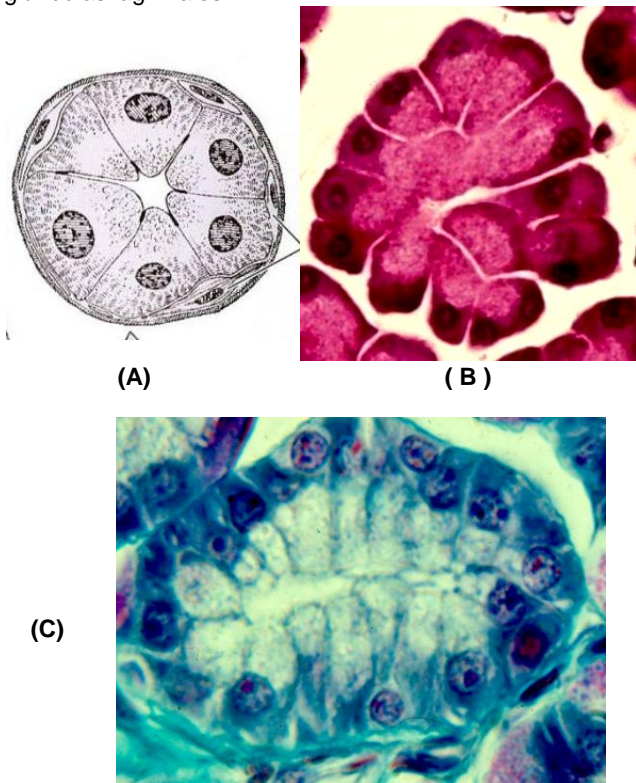


Figura epit. Gland. 20.- A) Representación esquemática y Fotomicrografías de unidades glandulares serosa. B) Acino pancreático. Tinción H-E. 400x C) Sección oblicua de una glándula fúndica en la que se observan abundantes células principales o zimógenas. Tinción tricrómico de Shorr. 600x.

Mucosas. Las células son de forma piramidal con el ápice truncado. Los núcleos son ovalados y alargados, situados en la base de la célula (fig. epit. Gland. 21). Poseen un citoplasma claro, con una reacción de tinción ligeramente acidófila, y vacuolado en toda su extensión; este aspecto corresponde a la imagen de una célula que secreta abundante mucina (moco). La mucina es una sustancia transparente, ligeramente viscosa, constituida por una asociación de hidratos de carbono y proteínas. Tiene la propiedad de servir como sustancia lubricante y, en casos especiales puede atrapar pequeñas partículas extrañas al organismo y por el pH generalmente alcalino que posee suele neutralizar medios ligeramente

ácidos.

La secreción mucosa ofrece reacción de metacromasia con los colorantes básicos como la tionina, azul de toluidina y azul de metileno. Se tiñe de color rosa con la eosina, de color magenta con el P.A.S.; de color azul con el azul alciano (Figura epit. Gland. 21) y de rosa intenso con el mucicarmin de Mayer.

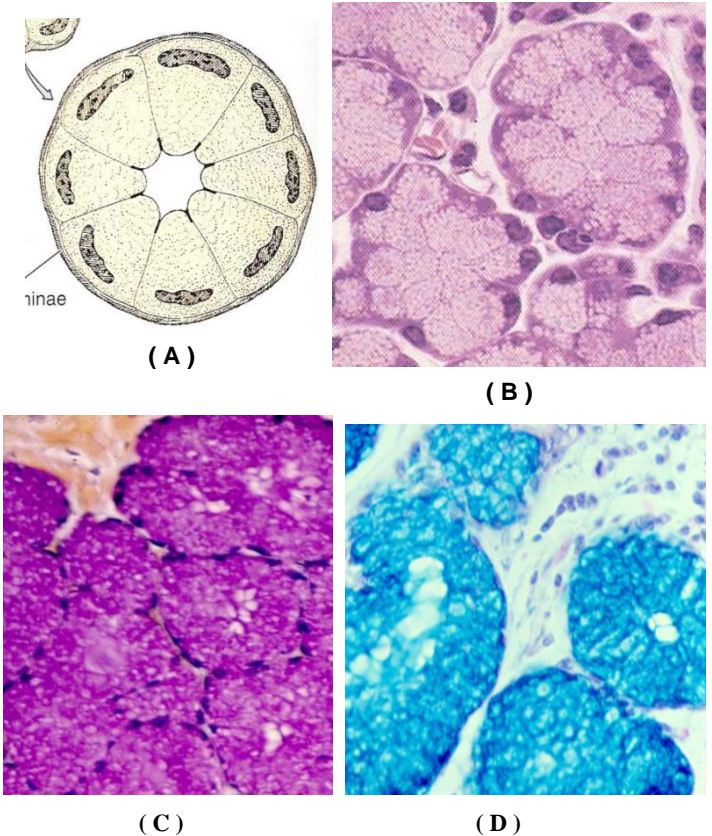


Figura epit. Gland. 21.- A) Representación esquemática de un adenómero mucoso y Fotomicrografías de unidades glandulares mucosas. B) Glándula sublingual. Tinción H-E; 400x; C) Glándula duodenal o de Brunner. Tinción P.A.S. + Hematoxilina Férrica + Amarillo de metilo 400x y D) Glándula esofágica. Tinción Azul alciano y H-E.400x

El producto secretado es denso, ligeramente opaco y viscoso. La función principal es de lubricación y protección. Ejemplos: los acinos de las glándulas salivales sublinguales y labiales, los alvéolos de las glándulas esofágicas, las duodenales y de las glándulas bulbouretrales. Las células caliciformes también sintetizan y secretan moco.

Mixtas. En estas glándulas, los acinos o alvéolos están constituidos por células mucosas y serosas. Las unidades serosas se adosan a los acinos mucosos en la forma de **semilunas serosas** o de **Gianuzzi** (fig. gland.22, 23 y 24). La secreción serosa se vierte a la luz del alvéolo mediante **canalículos intercelulares**. Como ejemplos están los alvéolos de de la glándula salival submaxilar y de las traquéales.

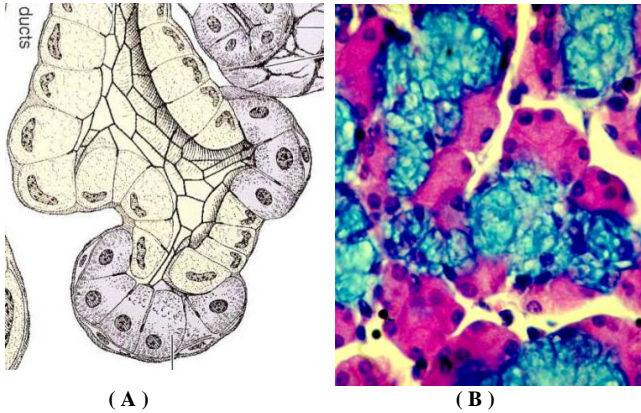


Figura epit. Gland. 22.- A) Esquema de un alvéolo mixto. Unidad mucosa con la semiluna serosa; B) Alvéolos mixtos: la porción mucosa de color azul y las semilunas serosas de color rosa intenso. Tinción Azul alciano + H-E.

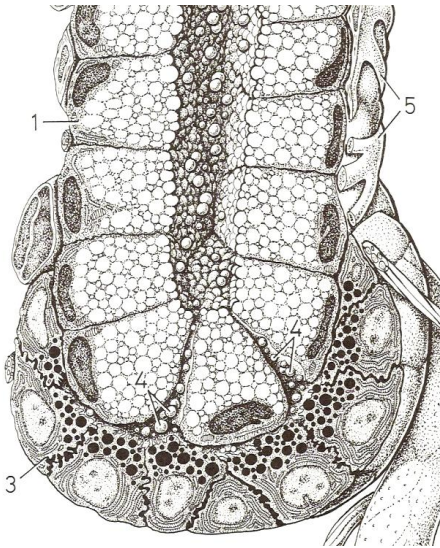


Figura epit. Gland. 23.- Representación esquemática de un alvéolo mixto mostrando las características microscópicas de las células serosas y mucosas.

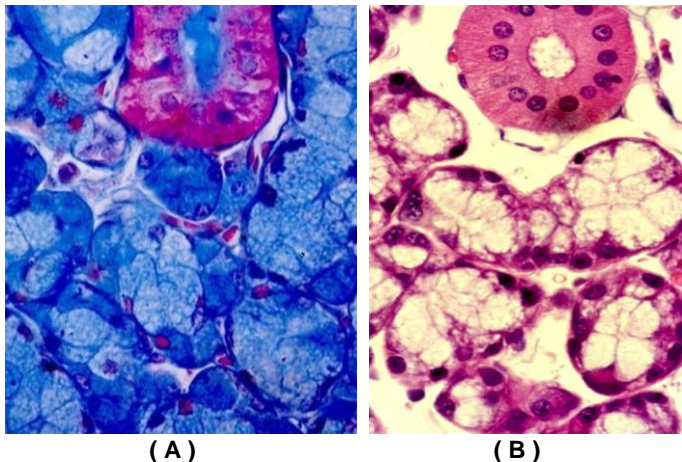


Figura epit. Gland. 24.- Fotomicrografías de glándulas salivales mixtas. A) Tinción tricrómico de Mallory los alvéolos mixtos exhiben las células mucosas de azul pálido y las serosas de azul oscuro. El conducto estriado muestra citoplasma rojo y B) Tinción H-E. Se observan los alvéolos mixtos y un conducto estriado.

Secretoras de esteroides. Se caracterizan porque su producto de secreción está constituido principalmente por lípidos. Éstos se originan a partir de moléculas de colesterol. Son células que contienen abundante retículo endoplásmico liso, numerosas mitocondrias esféricas con crestas tubulares y gotitas de lípidos de diverso tamaño (Fig. epit. Gland. 25). En ciertas células poseen pigmentos (lipocromos) de un color amarillento pardusco. Ejemplos: células de las glándulas sebáceas; células intersticiales o de Leydig (intersticiales del testículo), células luteínicas del cuerpo amarillo, hepatocitos y las células de la corteza suprarrenal (Fig. epit. Gland. 26).

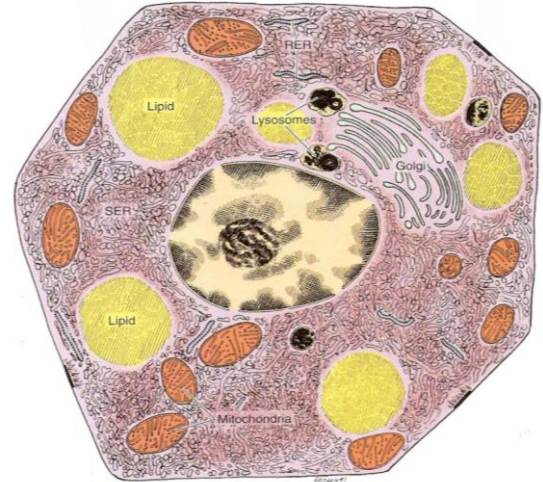


Figura epit. Gland. 25.- Dibujo de un hepatocito, mostrando las características morfológicas de una célula sintetizadora de esteroides o lípidos.

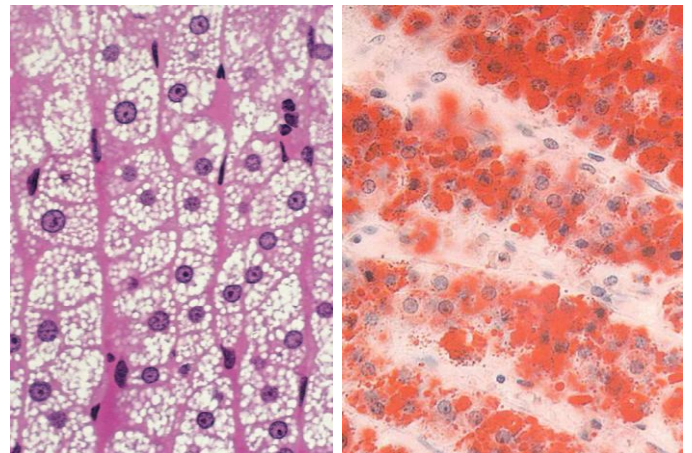


Figura epit. Gland. 26.- Células de la zona fasciculada de la corteza suprarrenal. A) Tinción de H-E. Se observa la "imagen negativa" de las gotitas de esteroides en el citoplasma de estas células. B) Tinción con Sudan III y hematoxilina. En el citoplasma de las células se muestran las gotitas de esteroides teñidas de color naranja rojizas.

❖ **Transportadores de agua y iones.** Estas células poseen en la porción basal numerosas invaginaciones entre las cuales se sitúan abundantes mitocondrias alargadas. El transporte de las sustancias mencionadas se puede efectuar desde una superficie epitelial, con la finalidad de facilitar el retorno de agua y electrolitos hacia la circulación sanguínea (por ejemplo las células integrantes del conducto

estriado de las glándulas salivales o las del túbulo contorneado proximal del riñón); o liberar agua y iones desde el torrente sanguíneo hacia el exterior, como en el caso de las células que forman parte de las porciones secretoras de las glándulas sudoríferas ecrinas.

f) De acuerdo a la manera como se vierte el producto de secreción fuera de la célula.

Con relación a este criterio las glándulas son:

Merocrinas o ecrinas. El producto elaborado es secretado sin que la célula pierda su integridad. La liberación de la secreción se efectúa mediante **exocitosis**. Los gránulos se aproximan a la superficie interna del plasmalema apical, fusionan sus respectivas membranas, se establece la relación entre el contenido de las vesículas y el medio extracelular y el producto se vierte al exterior (fig. gland. 27A y B). Ejemplos: las glándulas salivales, lagrimales y sudoríparas, los acinos pancreáticos. Todas las células glandulares de las glándulas endocrinas.

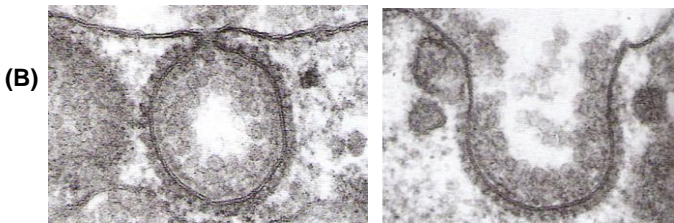
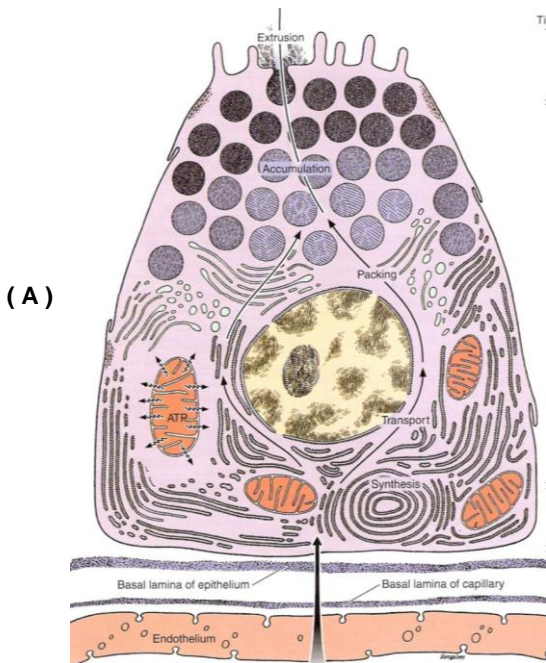


Figura tej. Gland. 27.- A) Esquema de una célula serosa mostrando las características morfológicas de una célula secretora de proteínas y el mecanismo exocítico de secreción merocrina. B) Fotomicrografías electrónicas de la secuencia de eventos en la secreción merocrina.

❖ **Apocrinas.** Son las glándulas cuyas células, al secretar los gránulos, arrastran consigo simultáneamente una pequeña cantidad del citoplasma y de membrana celular

apicales (fig. gland. 28). Después de transcurrido un cierto lapso se reinicia nuevamente el ciclo secretor. Ejemplos: Las glándulas sudoríferas apocrinas o epitricas, denominadas también glándulas sudoríferas **“aromáticas”** o **“de olor”**. Los alvéolos mamarios secretan las gotitas de grasa mediante este procedimiento. Se ha descrito que en las células de los alvéolos prostáticos ocurre un proceso similar.

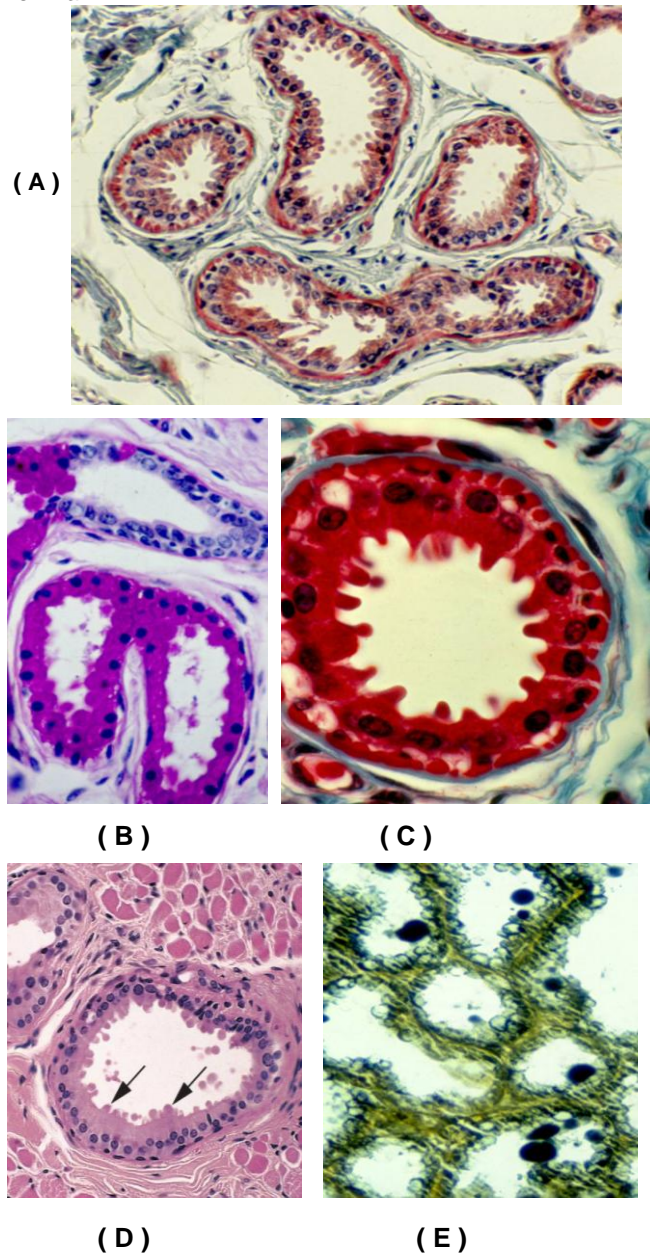


Figura gland. 28. Fotomicrofotografías de glándulas de secreción apocrina. A) Glándula sudorífera axilar. Tinción tricrómico de Masson. 200x. B) Glándula sudorífera de la piel de mamífero. Tinción de P.A.S + H-E. 400x. C) Glándula axilar Tricrómico de Masson 1000x D) Glándula de Moll, en párpado. Tinción H-E. E) Alvéolos mamarios. Impregnación con tetraóxido de osmio. 200x

Durante mucho tiempo el tipo de secreción apocrina fue considerada el producto de un artefacto de técnica histológica. Actualmente gracias a técnicas inmunohistoquímicas e imágenes obtenidas mediante el microscopio electrónico se ha

corroborado que las gotitas desprendidas de la superficie apical de las células están rodeadas de membrana celular (Fig. epit. Gland. 29 y 30).

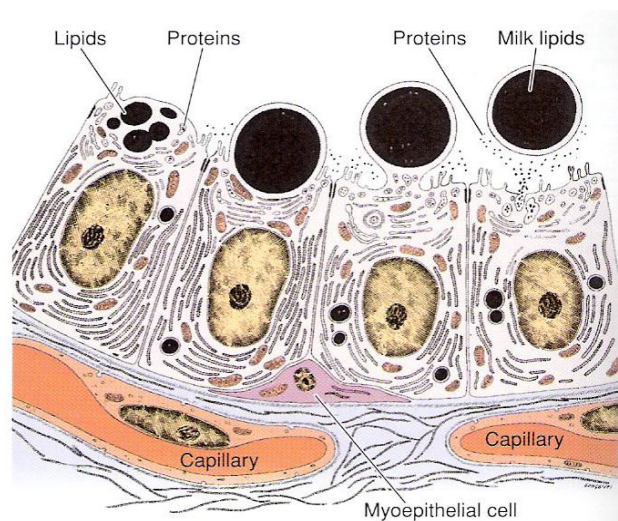
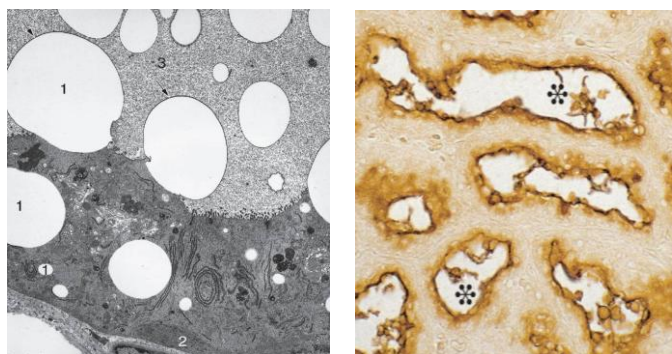


Figura epit. Gland. 29.- Representación esquemática del epitelio de un alvéolo mamario. Se observa la secuencia de secreción apocrina de las gotitas de lípidos de la secreción láctea.



(A)

(B)

Figura epit. Gland. 30.- Fotomicrografías de unidades secretoras que liberan la sustancia sintetizada mediante el procedimiento de secreción apocrino. A) Fotomicrografía electrónica. Los espacios redondos corresponden a la imagen "negativa" de las gotitas de lípidos, rodeados de plasmalema. B) Alvéolos mamarios a los cuales se le aplicó la técnica inmunohistoquímica de lectina de cacahuete (maní) para demostrar membrana celular. Las gotitas de secreción se encuentran rodeadas de lectina.

Holocrinas. Este tipo de secreción compromete la integridad total de la célula glandular. La síntesis, almacenamiento y liberación de las sustancias elaboradas propician la destrucción de todos los organelos celulares y del núcleo (**picnosis, cariorexis y cariólisis**).

La secreción de estas glándulas está constituida por el producto elaborado y los restos de las células destruidas (fig. epit. Gland. 31.). Para suplir la pérdida constante de las células secretoras se requiere de un estrato celular basal o germinativo que siempre permanezca en continuo proceso de proliferación celular. Ejemplo: las unidades secretoras (sáculos) de las glándulas sebáceas.

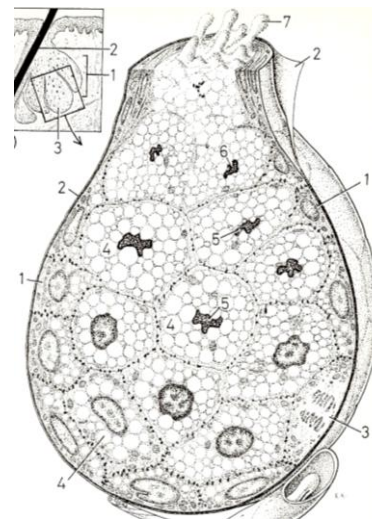


Figura tej. Gland. 31.- Representación esquemática de una glándula de secreción holocrina (glándula sebácea). Se observan los cambios producidos en las células que están por encima del estrato germinativo, tanto en su contenido de gotitas de lípidos como en las modificaciones que van comprometiendo la cromatina de los núcleos desde la picnosis, cariorexis y cariólisis hasta integrar la secreción oleosa que se vierte.

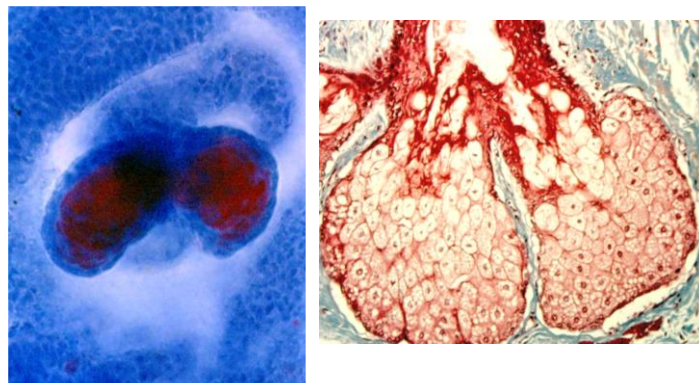


Figura epit. gland. 32.- Fotomicrografías que ilustran los adenómeros de glándulas holocrinas. A) lámina epitelial de mamífero roedor con dos sáculos sebáceos. Tinción Sudan IV y hematoxilina. 100x B) Dos sáculos de secreción holocrina Tinción Tricrómico de Masson 400x. .

Algunas células liberan el producto elaborado mediante el denominado transporte activo, facilitado por actividad de bombas de ATP (adenosinatrifosfato). El ácido clorhídrico (HCl), sintetizado por las células parietales del estómago, es secretado mediante este procedimiento y es probable que una vía similar se utilice en la secreción de las células de las glándulas sudoríferas.

Organización del parénquima de las glándulas. Las glándulas exocrinas compuestas están integradas por numerosas unidades secretoras (**túbulos, acinos, alvéolos o sáculos**). Cada una de las unidades está rodeada de una membrana basal y tejido conjuntivo muy fino (fibras reticulares). Un conjunto de acinos se reúnen y forman **lobulillos**, éstos a su vez se unen entre sí, para formar **lóbulos** relacionándose a través de trabéculas conjuntivas que contienen vasos sanguíneos, linfáticos y ramificaciones

nerviosas. Todos los lóbulos se rodean de una capa de tejido conjuntivo denso (la **cápsula**) y forman la glándula.

Sistema de conducción de la secreción.

Las glándulas exocrinas ramificadas o compuestas o vierten el producto de secreción hacia una membrana epitelial mediante un sistema de conductos.

La secreción sintetizada por las células glandulares se libera a un pequeño espacio (luz del acino o alvéolo) situado en el centro de cada unidad glandular; a continuación es transportada a través de:

Un **conducto intercalar**, constituido por un epitelio cúbico simple aplanado de células claras. Los conductos intercalares se unen a otros similares y forman

Conductos intralobulillares. Estos son de dos tipos a) **menores**, integrados por un epitelio cúbico simple y b) **mayores o estriados**, constituidos por un epitelio cúbico alto, de células acidófilas con una estriación basal característica. El **M. E.** muestra a la estriación como una serie de interdigitaciones basales del plasmalema y entre ellas, numerosas mitocondrias alargadas Fig. epit. Gland. 33). Los conductos estriados se encargan de reabsorber y transportar (devolver) hacia a circulación sanguínea, cantidades apreciables de agua y electrolitos que en un inicio formaron parte de la secreción. Este tipo de conducto es propio de las glándulas salivales.

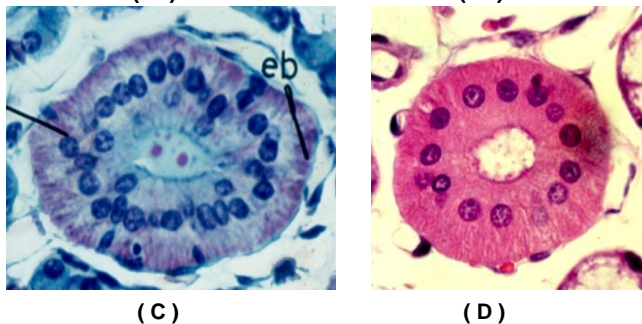
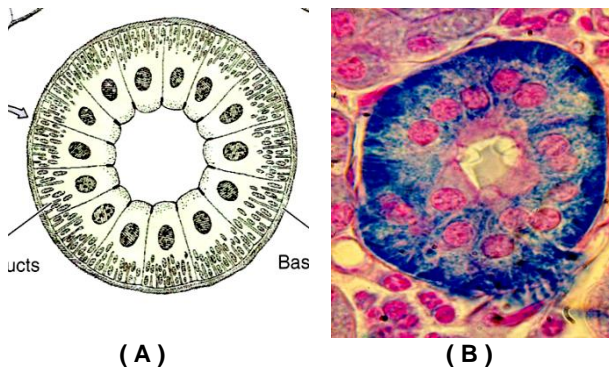


Figura tej. Gland. 33.- Esquema y microfotografías de conductos estriados. En todas las imágenes la estriación presente en el tercio basal denota la presencia de mitocondrias. B) Tinción Luxol fast blue + rojo nuclear., C) Tricrómico de Shorr y D) Hematoxilina – Eosina.

Conductos interlobulillares. Se sitúan en el tejido conjuntivo de las trabéculas. Sus paredes están conformadas por epitelio cúbico biestratificado.

Conductos interlobulares. Al igual que los anteriores integran el estroma interlobular. El epitelio que los constituyen es cilíndrico estratificado con células calciformes intercaladas en el estrato más superficial. El epitelio está rodeado de capas delgadas concéntricas de fibras musculares lisas y de tejido conjuntivo. Los conductos interlobulares se unen para formar

El conducto principal o común de la glándula

posee una estructura similar a los anteriores pero con paredes musculares y conjuntivas más gruesas. Vierte la secreción en la superficie epitelial.

Células mioepiteliales. Las glándulas exocrinas liberan su secreción estimuladas por impulsos nerviosos u hormonales. Existen ciertas glándulas exocrinas, como las mamarias, sudoríparas y salivales que poseen entre la base de las células secretoras y la membrana basal de sus unidades glandulares, un tipo especial de célula contráctil, de origen embrionario ectodermal, denominada **célula mioepitelial** (Fig. epit. Gland. 34).

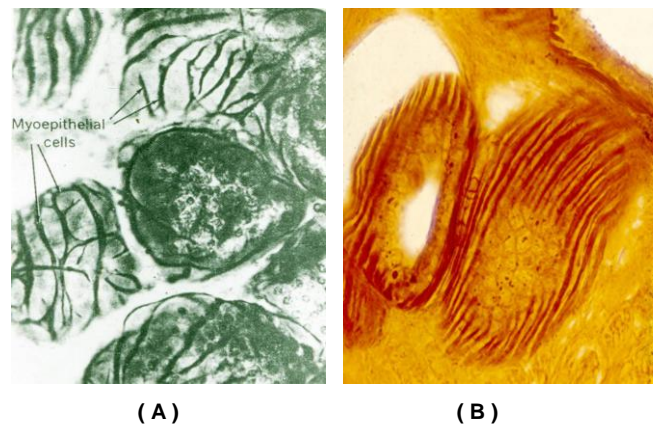
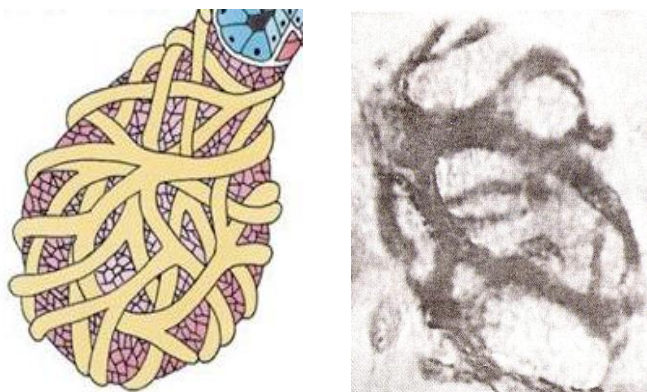


Figura epit. Gland. 34.- Fotomicrografías de células mioepiteliales dispuestas alrededor de alvéolos glandulares y de una glándula tubular, respectivamente. Impregnación argéntica. 400x

Las células mioepiteliales se caracterizan porque presentan dos aspectos. En los acinos o alvéolos poseen un cuerpo celular redondeado u ovalado del cual se desprenden varias prolongaciones citoplasmáticas que rodean a las unidades secretoras como si fueran los tentáculos de un pulpo. Por esta apariencia se les denomina "**células en canasta**" o "**basquet cells**" (fig. epit. Gland. 34A). En cambio, en las unidades tubulares (glándulas sudoríferas) el cuerpo celular es alargado y fusiforme, las células mioepiteliales se sitúan de manera helicoidal tal como se muestra en la figura epit. Gland. 34B.



(A)

(B)

Figura epit. Gland. 35. A) Representación esquemática de células mioepiteliales, forma y posición que ocupan en las unidades secretoras alveolares. B) Fotomicrografía donde se observa una célula mioepitelial demostrada mediante la técnica histoquímica para fosfatasa alcalina.

Mediante tinciones tricrómicas, técnicas de impregnación argéntica e histoquímicas y con el M.E., las células mioepiteliales muestran intensa acidofilia en el citoplasma, presencia de fosfatasa alcalina (fig. epit. Gland 35B), miofilamentos de actina y miosina, respectivamente.

Regulación de la actividad secretora de las unidades glandulares. El mecanismo de secreción de las glándulas exocrinas se realiza mediante estímulos **nerviosos** y **endocrinos**. El control nervioso de la secreción es involuntario; los impulsos nerviosos efectores se generan a través del sistema nervioso autónomo. Esto significa que la secreción salival, la sudoración o la producción de los jugos gástricos, intestinales o pancreáticos no están regidos por la voluntad.

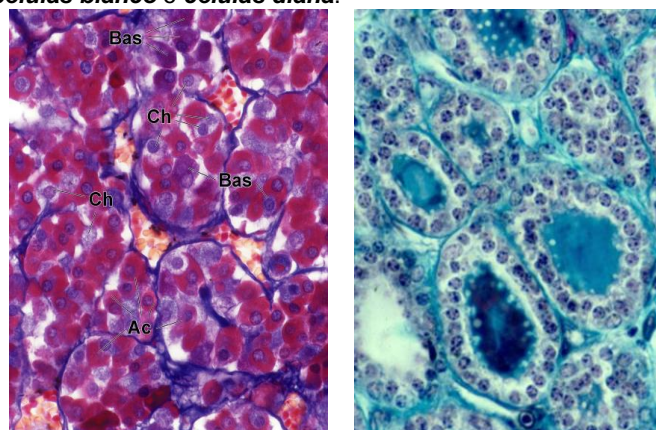
Determinadas glándulas sintetizan y secretan sustancias por la influencia de hormonas, por ejemplo las glándulas uterinas liberan sustancias por el estímulo de la hormona progesterona sintetizada por el cuerpo amarillo del ovario o las unidades secretoras mamarias producen y eyectan la leche bajo la influencia hormonal de la prolactina y la oxitocina, hormonas producidas por la hipófisis.

Existen mecanismos inhibidores de la secreción que, en cierto momento deben evitar la liberación continua o indefinida del producto elaborado. Esto se obtiene mediante mecanismos de retroalimentación negativa o por la disminución o cese del estímulo externo o interno que provocó el efecto secretor.

Glándulas endocrinas. Las glándulas endocrinas se diferencian de las glándulas de secreción externa o exocrinas por dos características estructurales básicas, comunes entre todas ellas: a) carecen de un sistema de conductos secretores (son **unidades glandulares cerradas**) y b) poseen una irrigación profusa constituida por abundantes capilares que poseen poros o fenestras (**capilares fenestrados**) o por los denominados **capilares sinusoidales**, con paredes endoteliales delgadas e interrumpidas en ciertos tramos (Fig. epit. Gland. 36).

Las células glandulares endocrinas sintetizan y secretan una serie de sustancias denominadas **hormonas** (*yo estímulo, yo secreto*) que se vierten directamente a la circulación sanguínea desde donde son transportadas a lugares cercanos o muy alejados del lugar donde está situada la glándula o al tejido intersticial para ejercer su acción a células vecinas (**secreción paracrina**).

Las hormonas son sustancias de naturaleza polipeptídicas o proteínicas, esteroideas (lipídicas), glicoproteínicas y aminor. A diferencia de las glándulas exocrinas, las hormonas se sintetizan en pequeñas cantidades; actúan como **moléculas señal** o **mensajeros**, con la finalidad de influir (estimular o inhibir), de manera específica, sobre la actividad de otras células del organismo. Las células que son influenciadas en su comportamiento funcional por las hormonas se denominan **células blanco** o **células diana**.



(a)

(b)

Figura gland. 12. Fotomicrografías de unidades glandulares endocrinas a) hipófisis y b) tiroides.

La especificidad de la influencia hormonal sobre determinadas células del organismo se debe a la presencia en el plasmalema de las células blanco de **receptores específicos** para determinadas moléculas señal que se ligan a estos receptores hormonales, por ejemplo la actividad de las hormonas peptídicas o proteínicas. En otros casos, sin que existan receptores membranales, las moléculas señal penetran hacia el interior de las células directamente como por ejemplo las hormonas esteroideas. En ambas circunstancias, la acción de la molécula señal se ejerce directamente sobre componentes específicos del núcleo o a través de segundos mensajeros situados en el citoplasma de la célula blanco que posteriormente influirán en el núcleo.

Receptor hormonal es un sitio de unión constituido por una proteína, una glicoproteína o un polisacárido inserto en la membrana celular de la célula blanco, al cual se liga con afinidad selectiva una hormona para provocar una respuesta funcional de la célula.

Los segundos mensajeros actúan como intermediarios entre la actividad de la sustancia hormonal y los constituyentes del núcleo (DNA) para intervenir en la producción de una respuesta. Existen varios segundos mensajeros. Uno de los más conocidos es el AMP cíclico (adenosinamonofosfato). En este caso la hormona se liga al receptor específico, penetra al citoplasma y activa una enzima, la **adenilciclase**, encargada de catabolizar al ATP para formar AMP cíclico; el incremento del AMP cíclico en el interior de la célula desencadena una serie de reacciones químicas que constituyen la respuesta de la célula, al estímulo hormonal. En otros casos el ligando se fija al receptor, le cambia su conformación química lo que provoca, a su vez, la activación de una proteína membranal interna denominada **proteína G**, esta proteína estimula la actividad catabólica de la adenilciclase, se genera AMP cíclico y se elabora la respuesta.

La respuesta al estímulo hormonal se transcribe en determinadas regiones de las cadenas de DNA que generan RNA mensajero los cuales traducen la orden en el citoplasma y consecuentemente la síntesis y producción de proteínas funcionales de la célula.

Referencias bibliográficas.

- Gartner LP y Hiat JL. *Histología. Texto y atlas*. 3ª edición. McGraw-Hill Interamericana. México. 2008**
- Geneser F. *Histología*. 3ª edición. Editorial Medica Panamericana, México. 2000**
- Karp G. *Biología Celular y Molecular*. 5ª edición McGraw-Hill Interamericana. México. 2009.**
- Roitt I., Brostoff J. y Male D. *Immunology*. 3a edition Mosby. England. 1993.**
- Ham, D.H. y Cormack D. *Tratado de Histología*. 8ª edición Editorial Interamericana 1983.**
- Krstic, R. V. *Los Tejidos del Hombre y de los Mamíferos*. Editorial Interamericana y McGraw-Hill. 1989**
- Junqueira, L.C. and Carneiro, J. *Basic Histology. Texto y Atlas*. 11a Edition. McGraw-Hill. 2005**
- Becker, W.M., Kleinsmith, J.H. and Hardin, Jeff. *El mundo de la célula*. Editorial Pearson y Addison Welley. 2007.**
- Sobotta, J. y Welsch, U. *Histología*. 2ª edición. Editorial medica panamericana. 2009.**
- Von Herrath, E. *Atlas de histología y anatomía microscópica humanas*. Editorial Científico-Médica. 1965.**
- Boya-Vegue, J. *Atlas de Histología y Organografía microscópica*. Editorial Médica Panamericana. 1996.**
- Ross, M. H., Pawlina, W. *Histología. Texto y Atlas color con Biología Celular y Molecular*. 5ª edición. Editorial Médica panamericana. 2007.**

20 de octubre del año 2010.