

Atlas de Histología Vegetal y Animal

Tejidos animales
EPITELIOS
de REVESTIMIENTO

Manuel Megías, Pilar Molist, Manuel A. Pombal

Departamento de Biología Funcional y Ciencias de la Salud.

Facultad de Biología. Universidad de Vigo

(Versión: Enero 2020)

Este documento es una edición en pdf del sitio
<http://mmegias.webs.uvigo.es/inicio.html>.

Todo el contenido de este documento se distribuye bajo
la licencia Creative Commons del tipo BY-NC-SA
(Esta licencia permite modificar, ampliar, distribuir y usar
sin restricción siempre que no se use para fines comerciales,
que el resultado tenga la misma licencia y que se nombre
a los autores)

La edición de este documento se ha realizado con el software \LaTeX
(<http://www.latex-project.org/>), usando Texstudio
(www.texstudio.org/) como editor.

Contenidos

1	Histología	1
2	Epitelios	2
3	Revestimiento	5
4	Imagen; Epitelio simple plano	7
5	Imagen; Epitelio estratificado plano queratinizado	9
6	Imagen; Epitelio estratificado plano	12
7	Imagen; Epitelio simple cúbico	14
8	Imagen; Epitelio estratificado cúbico	16
9	Imagen; Epitelio simple prismático	17
10	Imagen; Epitelio estratificado prismático	19
11	Imagen; Epitelio de transición	20
12	Imagen; Epitelio pseudoestratificado	23

1 Histología

Un tejido (del latín *texere* = tejer) es un conjunto de células, matriz extracelular, y fluido corporal. Las células de un tejido cooperan para llevar a cabo una o varias funciones en un organismo. Estas células se relacionan entre sí mediante interacciones directas entre ellas o mediadas por las moléculas que se encuentran entre ellas y que forman la matriz extracelular. Distintos tejidos se asocian entre sí para formar los órganos. La histología es una disciplina eminentemente descriptiva que se dedica a la observación de los diferentes tejidos mediante microscopios, tanto ópticos como electrónicos. Sin embargo, el conocimiento de la anatomía y organización de los tejidos es fundamental para comprender su fisiología y reconocer alteraciones patológicas, tanto de los propios tejidos como de los órganos y estructuras que forman. La histopatología es una rama de la histología dedicada a estudiar alteraciones patológicas en los tejidos.

A pesar de que las células que forman un organismo son muy diversas en forma y función, los histólogos han clasificado tradicionalmente a los tejidos en cuatro tipos fundamentales:

Tejidos epiteliales. Conjunto de células estrechamente unidas que o bien tapizan las superficies corporales, tanto internas como externas, o se agrupan para formar glándulas.

Tejidos conectivos o conjuntivos. Son un variado tipo de tejidos que se caracterizan por la gran importancia de su matriz extracelular, la cuál, en la mayoría de los casos, es la principal responsable de su función. Los tejidos conectivos se originan a partir de las células mesenquimáticas embrionarias y forman la mayor parte del organismo, realizando funciones tan variadas como sostén, nutrición, reserva, etcétera. La clasificación de los tejidos conectivos puede variar según los diferentes autores, pero en general incluyen a los tejidos conectivo propiamente dicho, adiposo, cartilaginoso, óseo y sanguíneo.

Tejido muscular. Formado por células que pueden contraerse, lo que permite el movimiento de los animales o de partes de su cuerpo.

Tejido nervioso. Está constituido por células especializadas en procesar información. Reciben dicha información del medio interno o externo, la integran y producen una respuesta que envían a otras células, sobre todo a las células musculares.

2 Epitelios

Los epitelios constituyen uno de los cuatro tejidos fundamentales de los animales. Representan en su conjunto más del 60 % de todas las células del cuerpo humano. Los epitelios recubren superficies corporales, tanto internas como externas. Además, los derivados epiteliales son las principales células secretoras del organismo y en algunos casos, como el hígado, forman el propio parénquima de los órganos.

Las funciones de los epitelios son muy variadas: protección frente a la desecación o la abrasión, filtración, absorción selectiva, secreción, intercambio de gases y otras moléculas, transporte de sustancias por su superficie, y además pueden poseer células que actúan como células sensoriales (Figura 1).

Algunas de estas funciones son posibles gracias a la presencia de especializaciones celulares en su parte apical como microvellosidades, estereocilios y cilios (Figura 2).



Figura 2: Especializaciones apicales de los epitelios

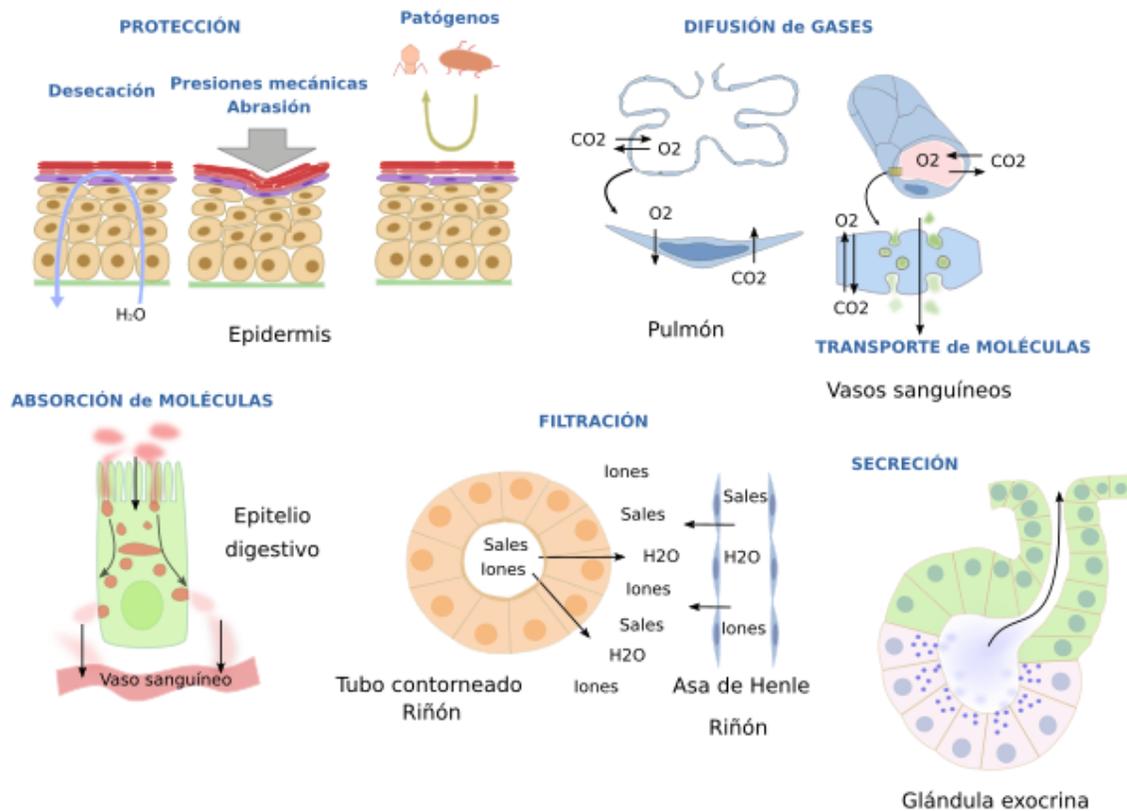


Figura 1: Algunas funciones llevadas a cabo por los epitelios.

Los epitelios están formados por células dispuestas de manera contigua, sin que exista prácticamente matriz extracelular, con lo que presentan una gran superficie de contacto entre ellas. En estas zonas adyacentes existen estructuras moleculares especializadas denominadas complejos de unión, los cuales establecen uniones intercelulares para fortalecer la cohesión entre las células epiteliales. Destacan las uniones estrechas, que hacen difícil o imposibilitan el paso de determinadas moléculas por el espacio intercelular. Sin embargo, las más frecuentes son uniones adherentes y desmosomas, que son adhesiones mediadas por E-cadherinas. La unión de estas proteínas con el citoesqueleto es lo que da consistencia a los epitelios. Estas uniones se pueden modificar, reforzar o relajar, según las circunstancias. Las citoqueratinas son los elementos del citoesqueleto típicos de las células epiteliales.

Las células epiteliales se organizan formando uno o varios estratos que descansan sobre una capa de matriz extracelular especializada denominada lámina basal, bajo la cual siempre aparece tejido conectivo. La lámina basal tiene un componente producido por las células epiteliales y otro por el tejido conectivo subyacente. Es característico también de los epitelios su polaridad, entendiéndose por ello las diferencias morfofuncionales que presentan entre su dominio apical (orientado hacia la luz de un órgano o hacia el exterior del cuerpo) y su dominio basal (orientado hacia la lámina basal) (Figura 3).

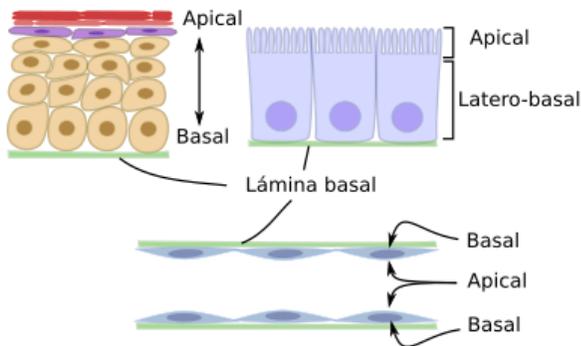


Figura 3: Polaridad de los epitelios. Los epitelios poseen un dominio basal o basolateral (en contacto u orientado hacia la lámina basal) y otro apical (hacia superficie libre del epitelio).

Esta polaridad se manifiesta en las células, especialmente cuando el epitelio es una sola capa de células. Se dice entonces que las células tienen un dominio apical y otro basolateral.

Los epitelios no poseen red de capilares sanguíneos (excepto la estría vascular del oído interno) por lo que la nutrición se realiza por difusión desde el tejido conectivo subyacente.

En general, los epitelios están formados por un tipo celular más abundante, pero también por otros tipos celulares. Por ejemplo, en el epitelio del intestino predominan los enterocitos, pero también hay células caliciformes, células de Paneth, enteroendocrinas, etcétera. Del mismo modo, el epitelio epidérmico está formado sobre todo por queratinocitos, pero también por melanocitos y células dendríticas o de Langerhans. El epitelio de las tráquea tiene hasta 6 tipos celulares diferentes. Otros epitelios, sin embargo, parecen estar formados por un sólo tipo celular como es el caso de los endotelios, aunque también parece haber tipos diferentes de células endoteliales.

Los epitelios tienen una alta tasa de renovación y regeneración. Sobre todo aquellos expuestos al exterior del cuerpo como al epidermis, el epitelio digestivo y el epitelio respiratorio. Esta renovación ocurre normalmente, pero se ve potenciada frente a daños que necesitan reparación tisular. Los epitelios tienen células indiferenciadas, son células madre adultas, localizadas normalmente en la parte basal del epitelio que son capaces de proliferar y diferenciarse para dar lugar a la mayoría de los tipos celulares de esos epitelios.

Se podría pensar que en el epitelio las células están estáticas debido a la gran cantidad y fuerza adhesiva de los complejos de unión que unen unas células a otras. Esto no es así, al menos no en todos los epitelios. Los complejos de unión son dinámicos, pueden formarse y deshacerse, lo que permite a las células epiteliales moverse y al epitelio comportarse como un fluido. Esta fluidez permite la incorporación de nuevas células por proliferación, la eliminación de células del tejido por extrusión o apoptosis, y la elongación de la capa epitelial por intercalación celular durante la morfogénesis. Todos estos procesos han de hacerse sin perder la integridad del propio epitelio

para no ver comprometida su función como barrera. Los epitelios tienen la propiedad de “sentir” estímulos mecánicos. De manera que cuando un epitelio se estira, esta fuerza mecánica se traduce en un incremento de proliferación celular. Las fuerzas mecánicas se detectan gracias a receptores de membrana que se activan cuando la célula es estirada, permiten la entrada de iones calcio que disparan una cascada molecular que termina por aumentar la concentración de ciclina B, una molécula que favorece el avance del ciclo celular. A la vez, existe un freno a la proliferación cuando un cierto grado de distensión se ha alcanzado. Es decir, el epitelio necesita sentir que existe un nivel de tensión mecánica que debe estar en un rango apropiado. Cuando es menor cesa la proliferación y cuando es mayor se activa la proliferación. Las células epiteliales pueden moverse respecto a sus vecinas en el plano de la capa epitelial para contrarrestar dichas fuerzas y para distribuir las células por la capa epitelial.

El tejido epitelial recibe distintos nombres según donde se localice. Por ejemplo, en la piel se denomina epidermis, cuando recubre cavidades internas como la cavidad cardíaca, pulmonar o abdomen se llama mesotelio, y el epitelio que forma la superficie interna de los vasos sanguíneos y linfáticos es el endotelio. Además, los epitelios se nombran teniendo en cuenta el número de capas de células (simples o estratificados), la forma de las células de la capa más externa

(planos, cúbicos o prismáticos) y si tienen o no especializaciones en su superficie apical (ciliados o con microvellosidades). El origen embrionario de los epitelios puede ser seguido hasta las tres hojas embrionarias formadas durante la gastrulación. Por ejemplo, el epitelio epidérmico procede del ectodermo, los que forman los capilares sanguíneos proceden del mesodermo y el epitelio digestivo del endodermo. Algunos epitelios, como la epidermis, pueden diferenciar y organizar sus células para formar estructuras macroscópicas especializadas como el pelo, las uñas o las plumas de las aves. Estas estructuras son inducidas por el tejido conectivo subyacente.

El epitelio que rodea las superficies corporales se denomina epitelio de revestimiento. En algunas ocasiones las células epiteliales se agrupan y se especializan en la secreción de diversas sustancias. Hablamos entonces de epitelio glandular. Las porciones secretoras de estos epitelios están normalmente rodeadas por las células mioepiteliales (son células de origen epitelial con capacidad contráctil).

Hay algunos epitelios o células epiteliales que tienen funciones tan particulares que algunos autores los clasifican como epitelios especiales. Entre éstos se encuentran los neuroepitelios (epitelio olfativo y gustativo), epitelio germinativo (forma los túbulos seminíferos del testículo), células mioepiteliales (especializadas en la contracción).

3 Revestimiento

Los epitelios de revestimiento forman una capa que tapiza las superficies externas (piel, pulmones o aparato digestivo) e internas (vasos sanguíneos, linfáticos y pleuras). Su función es principalmente establecer una barrera entre el exterior del organismo y el interior, o entre dos medios internos como la sangre y otros tejidos. Como barrera desempeñan funciones variadas: protección física y contra patógenos, filtración selectiva, etcétera. Cuando recubren cavidades serosas del organismo como las pleuras se denominan mesotelios, pero cuando recubren la parte interna de los vasos sanguíneos o linfáticos se llaman endotelios. Los epitelios de revestimiento se caracterizan por poseer muy poca matriz extracelular y sus células están fuertemente unidas por complejos de unión. A pesar de que mantienen una gran estabilidad en su estructura, los epitelios de revestimiento poseen una alta tasa de renovación celular debido a la proliferación de las células progenitoras que poseen y a una muerte celular continuada. Pueden presentar especializaciones celulares que les permiten ser receptores sensoriales y, según los organismos, desarrollar estructuras complejas como pelos, plumas o escamas.

Los epitelios de revestimiento se pueden clasificar según el número de capas celulares que presentan y la forma celular de la capa más apical (Figuras 4 y 5). En los epitelios simples, constituidos por una sola capa de células, todas las células contactan con la lámina basal y también forman la superficie libre del epitelio. Las células pueden ser aplanadas, cúbicas (igual de anchas que de altas) o prismáticas (más altas que anchas). En los epitelios pseudoestratificados todas las células contactan con la lámina basal, pero no todas alcanzan la superficie libre del epitelio puesto que unas son más altas que otras. Éste es un epitelio simple con apariencia de estratificado. Los epitelios estratificados poseen dos o más capas de células en las que sólo una de las capas contacta con la lámina basal, mientras la capa más superficial forma la superficie libre. Los epitelios también se clasifican en planos, cúbicos o prismáticos, según la forma de las células del estrato que delimita el espacio libre del epitelio cuando se observan en sección transversal. Los epitelios de transición tienen más de una capa de células pero su aspecto cambia dependiendo del estado en que se encuentre el órgano que tapizan.

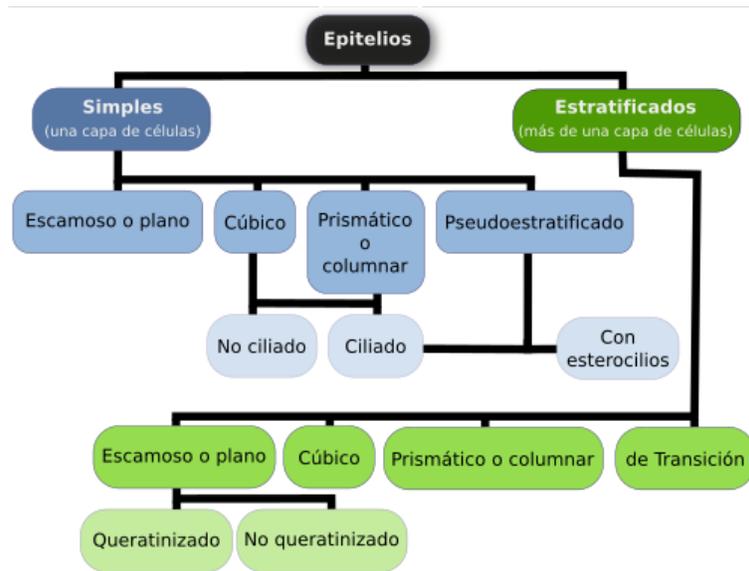


Figura 4: Clasificación de los diferentes tipos de epitelios de revestimiento.

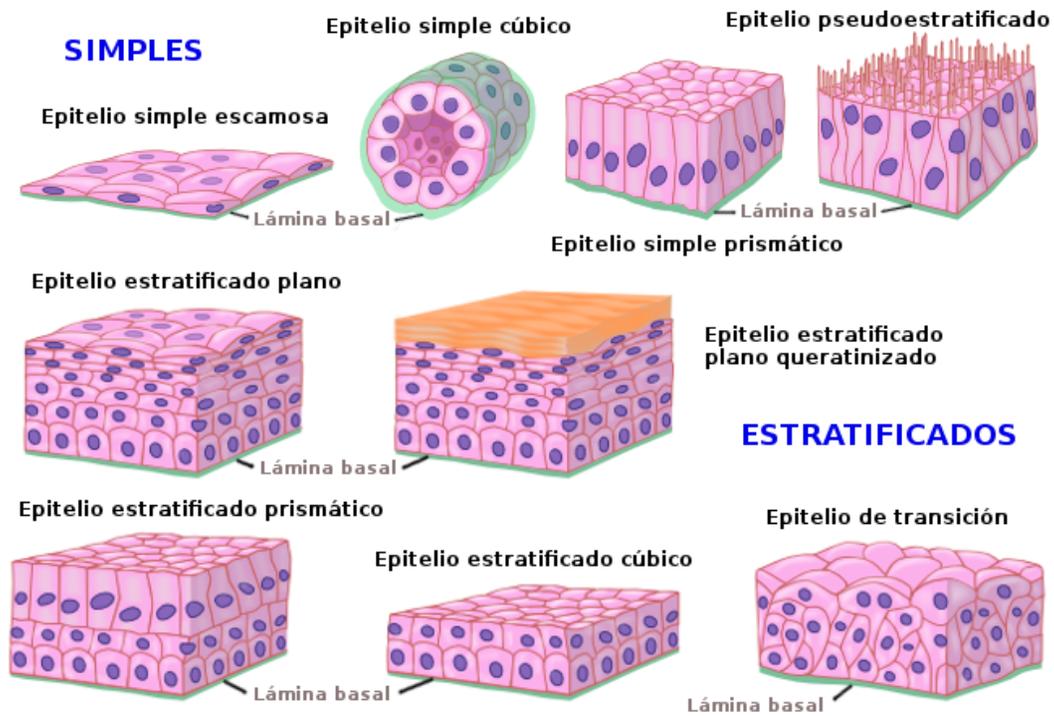


Figura 5: Esquema de los diferentes tipos de epitelios de revestimiento.

4 Imagen; Epitelio simple plano

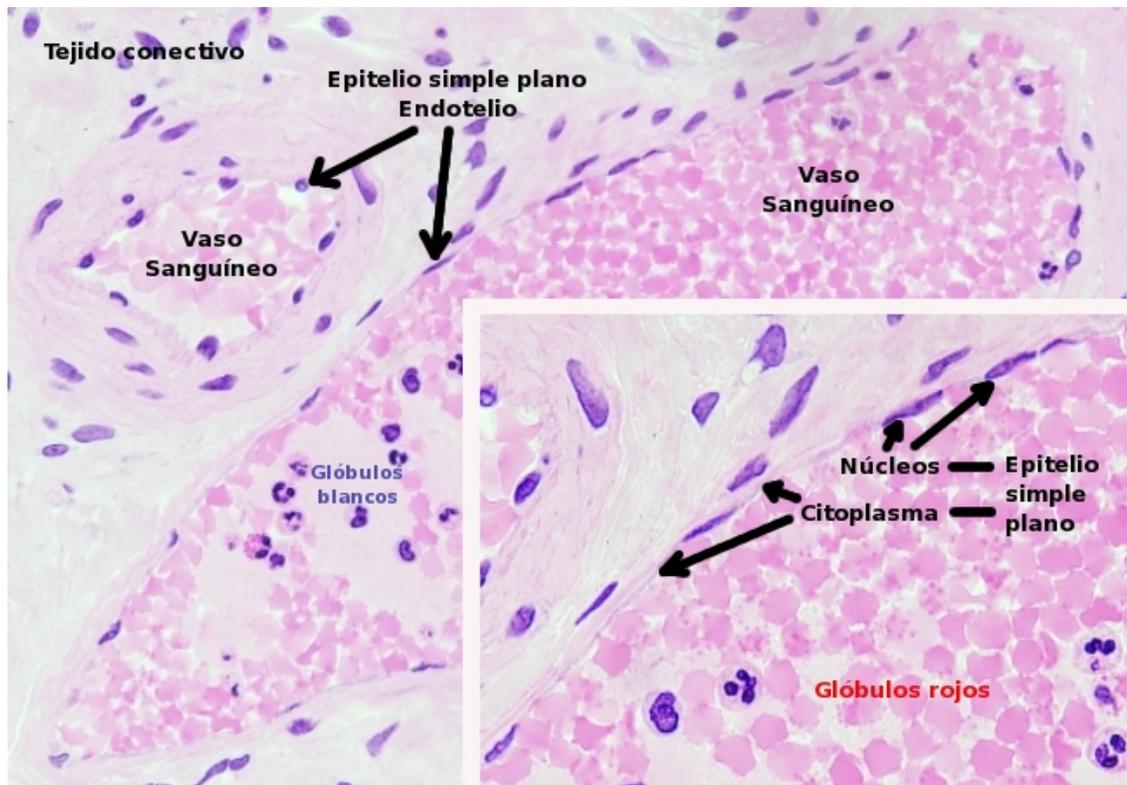


Figura 6: Órgano: vaso sanguíneo, endotelio. Especie: ratón (*Mus musculus*; mamíferos). Técnica: hematoxilina-eosina en cortes de 8 micras de parafina.

En esta imagen se muestra una sección transversal de dos vasos sanguíneos: una arteria a la izquierda y una vena a la derecha. La imagen recuadrada, abajo a la derecha, es una ampliación de la vena. El interior de los vasos sanguíneos está tapizado con un epitelio simple plano denominado endotelio. Los núcleos, aunque muy aplanados, forman la zona más ancha del endotelio. El citoplasma aparece muy delgado y difícil de observar. En el interior del vaso se observan glóbulos rojos y en la vena glóbulos rojos y algunos glóbulos blancos (son células nucleadas).

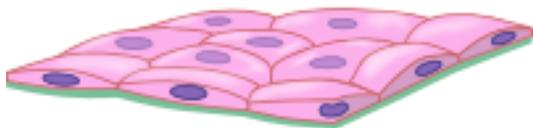


Figura 7: Esquema de la organización celular del epitelio simple plano.

El epitelio simple plano está formado por una sola capa de células que presenta aspecto fusiforme en cortes transversales, aunque tridimensionalmente tienen forma de huevo frito. Sus células están unidas entre sí mediante complejos de unión, donde destacan las uniones estrechas. Esto hace que las sustancias que quieran atravesar la capa epitelial tengan que hacerlo a través de las propias células. Este tipo de epitelio se encuentra tapizando superficies implicadas en el intercambio de moléculas.

Su principal misión es favorecer la difusión y el transporte de sustancias entre sus dos superficies, una de ellas normalmente orientada a una cavidad o al interior de un conducto corporal. Así, permite la difusión de gases en los alveolos pulmonares, el trasiego de líquido tisular cuando forma el mesotelio, hace posible la comunicación entre la sangre o la linfa y el resto de tejidos corporales cuando forma el endotelio que recubre los capilares, también forma el asa de Henle del riñón donde se produce buena parte de la filtración de la orina en formación, etcétera.

Más imágenes

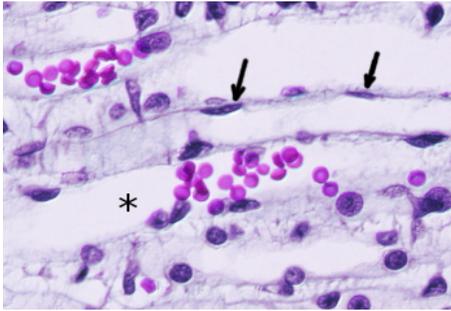


Figura 8: El hasa de Henle es un conducto que forma parte de la nefrona formado por epitelio simple plano (flechas). El asterisco señala un capilar con glóbulos rojos.

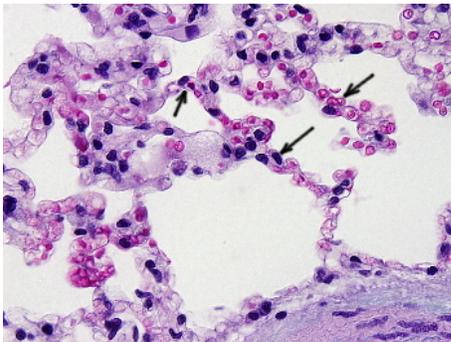


Figura 9: Los alveolos del pulmón están formados por epitelio simple plano (flechas).

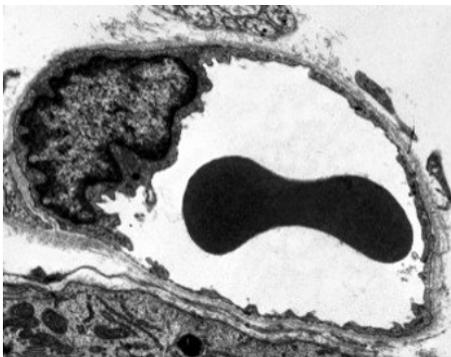


Figura 10: Célula endotelial, epitelio simple plano, formando un capilar donde se aprecia que el citoplasma es muy delgado y el núcleo es la parte más gruesa de la célula. Se observa un eritrocito en el interior del capilar. Imagen de microscopía electrónica de transmisión.

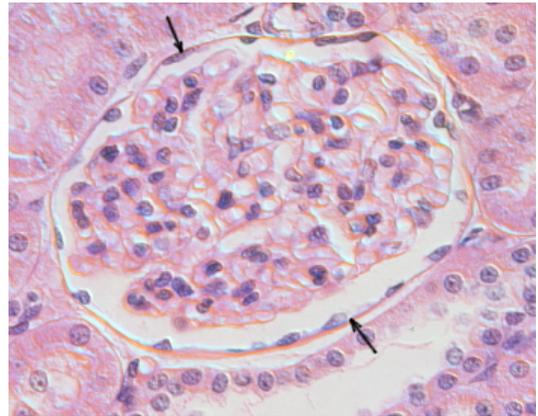


Figura 11: La cápsula de Bowman del glomérulo de la nefrona en el riñón está formada por epitelio simple plano (flechas).

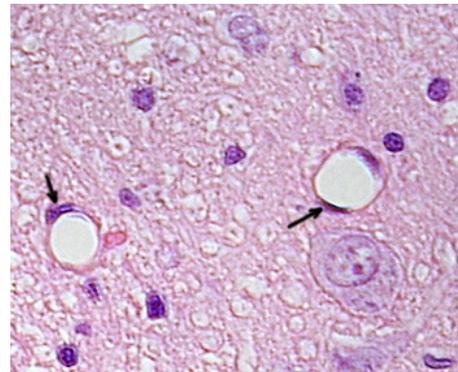


Figura 12: El endotelio (flechas) de los capilares es epitelio simple plano.

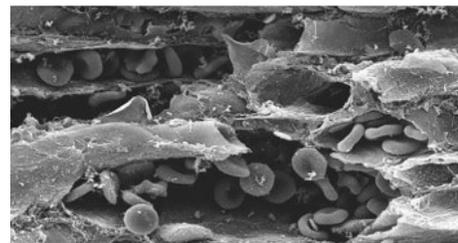


Figura 13: Capilares sanguíneos, cuyas paredes son epitelio simple plano. Se observan eritrocitos en el interior. Imagen de microscopía electrónica de barrido.

5 Imagen; Epitelio estratificado plano queratinizado

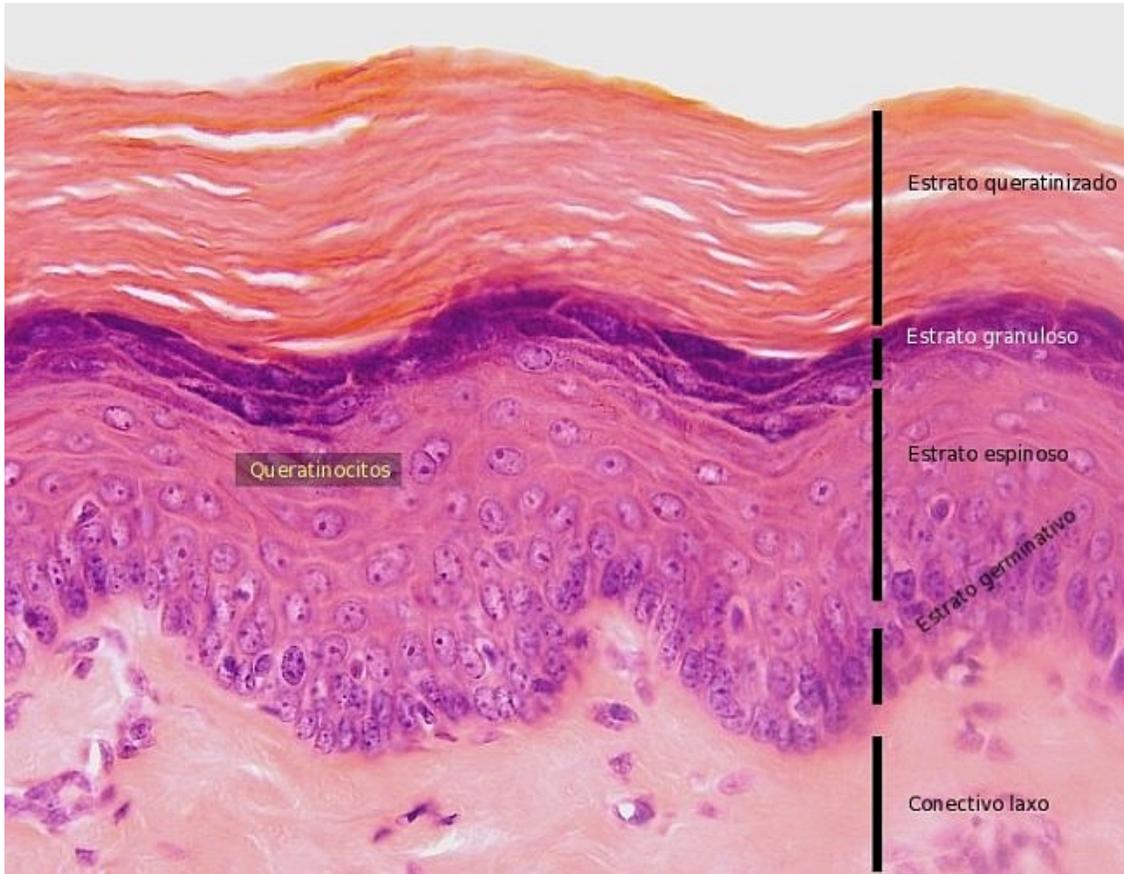


Figura 14: Órgano: piel. Especie: ratón (*Mus musculus*; mamíferos). Técnica: hematoxilina-eosina en cortes de 8 micras de parafina.

El epitelio estratificado plano queratinizado o epitelio estratificado escamoso queratinizado es típico de la epidermis de vertebrados terrestres, pero también aparece en las papilas filiformes de la lengua, en el paladar duro de la cavidad oral o en la parte superior del esófago. En este corte de piel gruesa de ratón se pueden apreciar claramente los distintos estratos que componen la epidermis.

El estrato basal o germinativo está formado por una sola capa de células que descansan sobre la lámina basal. En dicha capa se encuentran células madre epiteliales que por división y diferenciación darán lugar a los queratinocitos de las capas superiores. En la imagen de la izquierda se pueden observar varias

células en distintas fases del proceso mitótico. Estas células madre se dividen activamente por mitosis y el proceso de diferenciación comienza con la síntesis de los primeros filamentos de queratina (tipos 5 y 14) y con la migración hacia la superficie epitelial formando sucesivamente parte de los estratos superiores. En realidad cada uno de los estratos superiores son diferentes estados de diferenciación de estas células.

El estrato espinoso es el más ancho de la epidermis desarrollada y está formado por queratinocitos que se disponen en formas poligonales ligeramente aplanados a medida que se alejan de la lámina basal, sintetizando nuevas queratinas (tipos 1 y 10). Sus células presentan estructuras parecidas a espigas. Esto es en realidad un artefacto de la técnica histológica puesto que el aspecto de espigas se debe a una retracción de la periferia citoplasmática durante el procesamiento

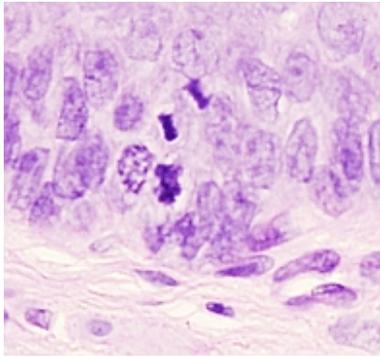


Figura 15: Células en distintas fases del proceso de división mitótica, localizadas en el estrato basal.

histológico, excepto donde las células están conectadas por desmosomas e interdigitaciones de sus membranas.

El estrato granuloso consta de 3 a 5 hileras de células aplanadas y con un citoplasma cargado de gránulos completamente basófilos de queratohialina. Su contenido será importante para posteriormente aglomerar los filamentos de queratina de su citoplasma.

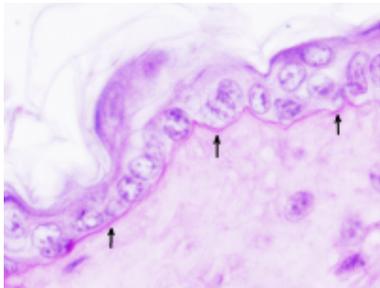


Figura 16: Imagen de un epitelio estratificado queratinizado, pero en una piel muy fina, donde los estratos prácticamente no se distinguen, pero sí la lámina basal en rojo-rosado (flechas negras). Es una tinción con PAS-hematoxilina.

Finalmente, el estrato córneo, que en esta imagen aparece altamente desarrollado, está formado por células muertas aplanadas y llenas de queratina. Su función es proteger a la piel frente a la abrasión, la desecación y la invasión de patógenos. Se produce una continua descamación de las capas superficiales de este estrato, que ocurre a la misma tasa con la que se incorporan nuevas células desde el estrato granuloso. Su grosor depende de la zona de la piel y es mayor en aquellas regiones sometidas a continuos roces o abrasiones.

El principal tipo celular del epitelio estratificado plano queratinizado es el queratinocito. Pero también forman parte de este epitelio los melanocitos, encargados de dar color oscuro a la piel, localizados fundamentalmente en el estrato basal, las células de Merkel, con función sensorial, y las células de Langerhans, con función inmunitaria.

En la base de este epitelio, y de todos los epitelios, existe una especialización de la matriz extracelular denominada lámina basal. No se aprecia en la imagen grande de esta página, pero sí en la que se muestra a la derecha, donde la matriz extracelular se ha teñido más intensamente con la tinción de PAS-hematoxilina (las flechas negras señalan la lámina basal). El tejido subyacente es conectivo laxo que forma la dermis. La membrana basal tiene la misión de adherir el epitelio al tejido conectivo, pero tiene también la misión de regular la proliferación en el estrato basal y la difusión de sustancias desde el tejido conectivo hasta el epitelio.

Más imágenes

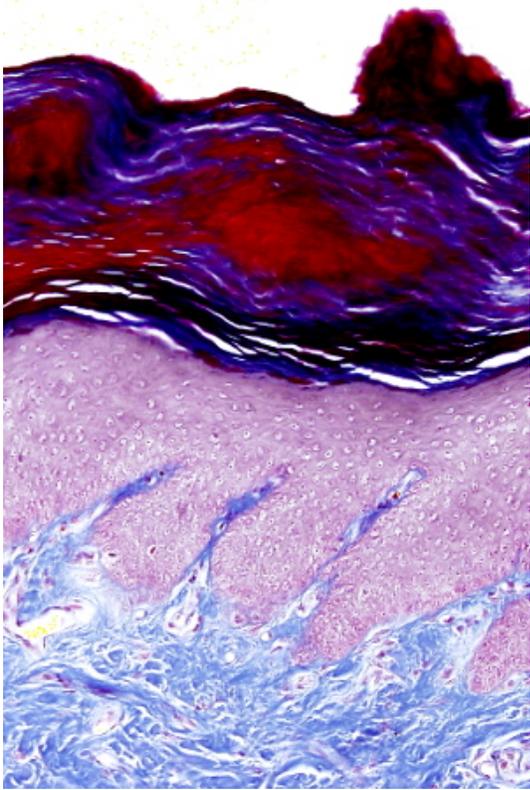


Figura 17: Piel gruesa de la palma de la mano de una rata. El epitelio estratificado plano queratinizado de la epidermis es muy grueso, con papilas dérmicas desarrolladas y una capa de queratina muy desarrollada. El color rojo azulado de la queratina se debe a la tinción.

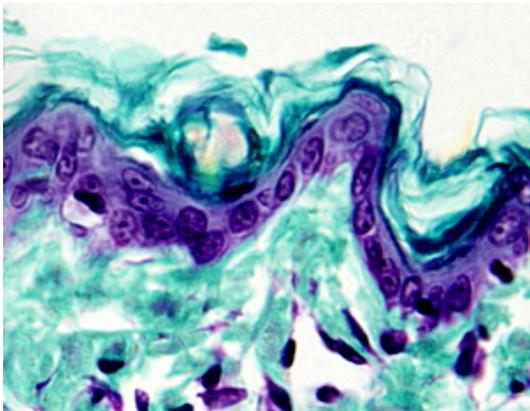


Figura 18: Piel fina del labio superior de una rata. El epitelio es tan delgado que la diferenciación de los queratinocitos se da prácticamente en una sola capa de células, aunque sí se observa el estrato córneo.

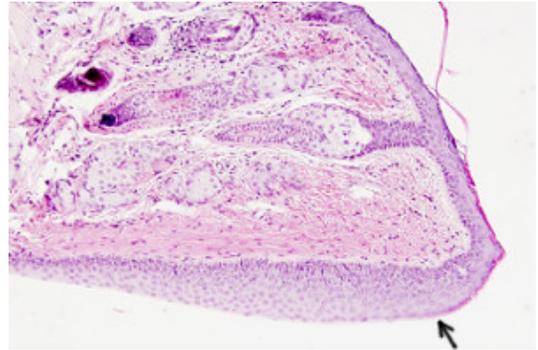


Figura 19: Transición (flecha) entre epitelio estratificado plano queratinizado y epitelio plano estratificado no queratinizado entre la parte externa e interna del párpado.

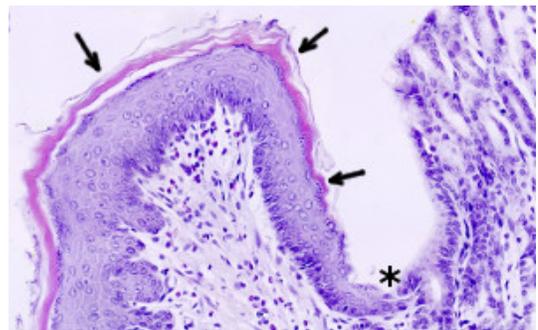


Figura 20: epitelio-estrat-plano-esof-esto.jpg

6 Imagen; Epitelio estratificado plano

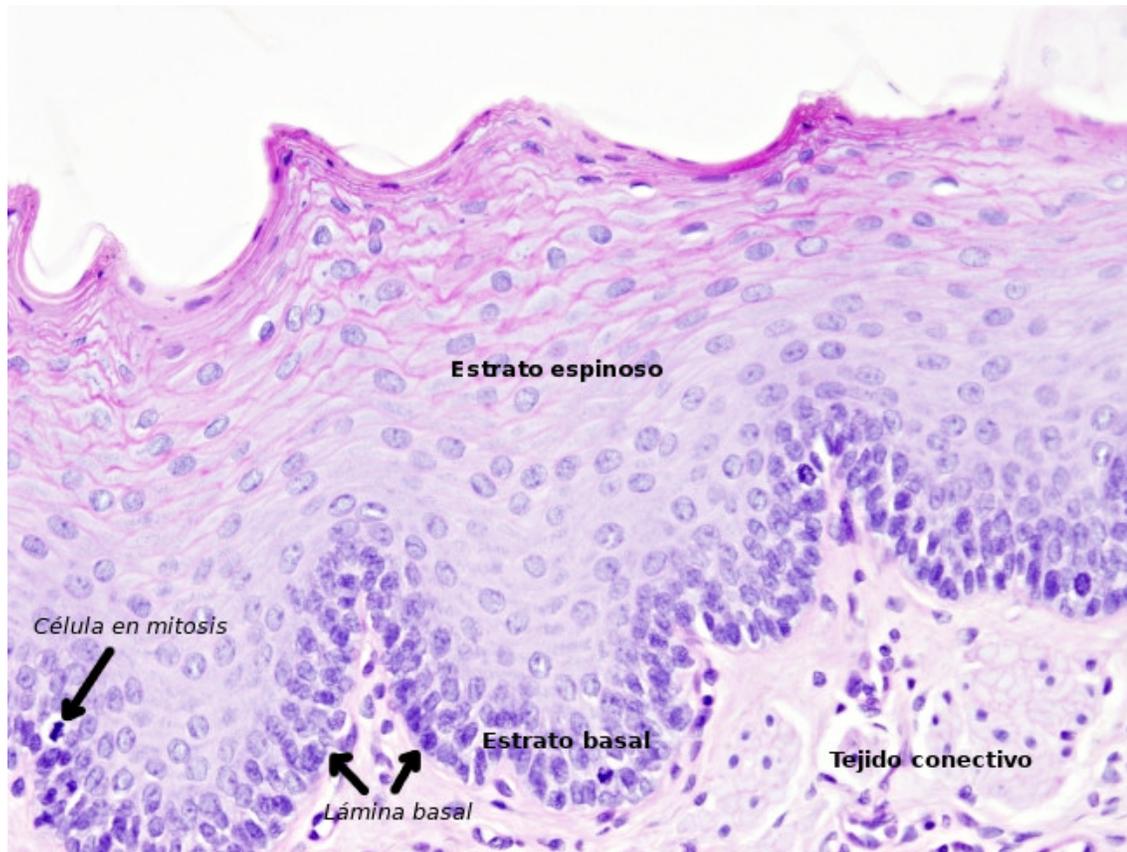


Figura 21: Órgano: esófago, epitelio estratificado plano. Especie: ratón (*Mus musculus*; mamíferos). Técnica: hematoxilina-eosina en cortes de 8 micras de parafina.

Este epitelio es similar al estratificado plano queratinizado excepto por la ausencia del estrato córneo. Las células del estrato basal (o germinativo), en contacto con la lámina basal, modifican su morfología de redondeadas a aplanadas a medida que se desplazan hacia la superficie, pero no llegan a queratinizarse. Aunque en el esófago de algunas especies existe un cierto grado de queratinización dependiendo del tipo de dieta, que puede contener alimentos más o menos ásperos. Este epitelio tapiza también otras superficies corporales como la cavidad oral, la superficie de la córnea y la vagina. Todas estas superficies poseen glándulas asociadas que las humedecen y por tanto no necesitan la protección del estrato córneo, que evita la desecación.

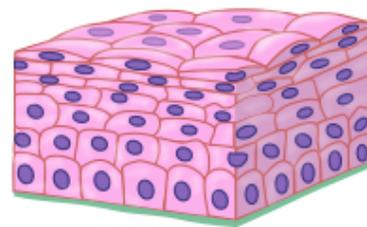


Figura 22: Esquema de la organización celular del epitelio estratificado plano.

Más imágenes

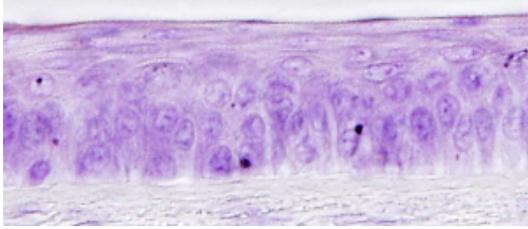


Figura 23: Epitelio estratificado plano de la córnea. Teñido con hematoxilina.

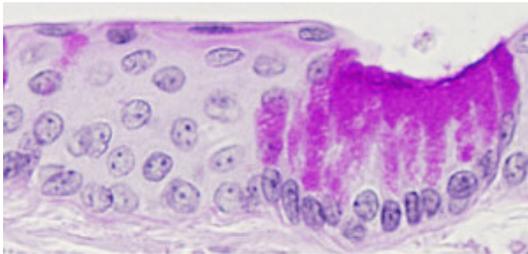


Figura 24: Epitelio estratificado plano de la parte interna del párpado en contacto con el ojo. Las células rosadas son células caliciformes secretoras de mucus.

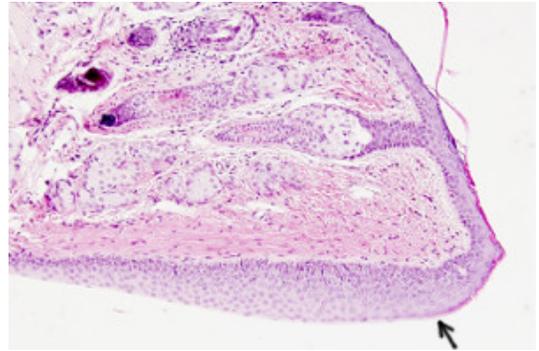


Figura 25: Transición (flecha) entre epitelio estratificado plano queratinizado y epitelio plano estratificado no queratinizado en el paso desde la parte externa a la interna del párpado.

7 Imagen; Epitelio simple cúbico

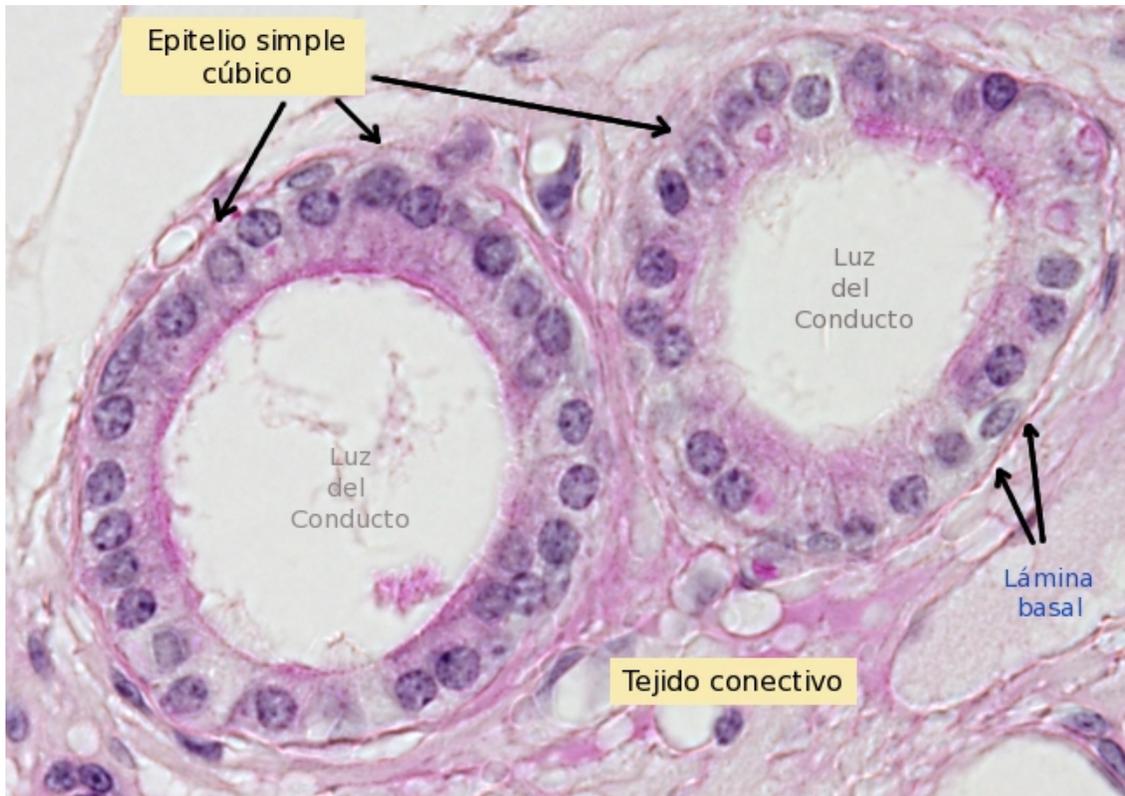


Figura 26: Órgano: glándula exocrina de la tráquea, conducto excretor. Especie: ratón (*Mus musculus*; mamíferos). Técnica: PAS-hematoxilina en cortes de 8 micras de parafina.

El epitelio simple cúbico está formado por una capa de células que son tan altas como anchas, cuando se observan en un plano perpendicular a la superficie del epitelio. En realidad debería llamarse epitelio simple isoprismático, puesto que las células en realidad no tienen 8 sino más caras, y esas caras no son regulares. Son células que presentan un núcleo situado central o ligeramente basal y esférico. En algunas ocasiones presentan cilios o flagelos en su superficie apical, en otros pueden aparecer microvellosidades.

El epitelio simple cúbico aparece en numerosos lugares del cuerpo. Tapiza superficies de secreción (glándula tiroides), de excreción (conductos de glándulas exocrinas), de protección (superficie del ovario, epitelio pigmentado de la retina), absorción/excreción (túbulos renales, plexos coroideos)

y respiratorios (bronquios pulmonares).

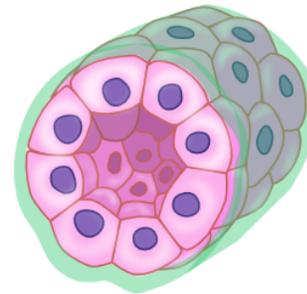


Figura 27: Esquema de la organización celular del epitelio simple cúbico.

Más imágenes

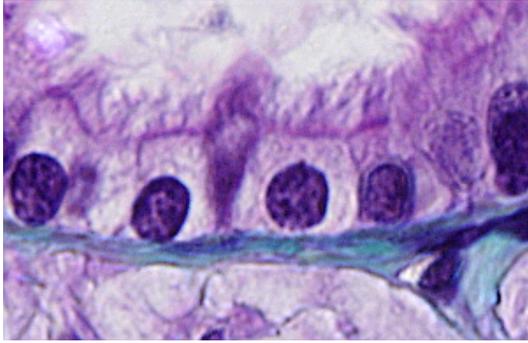


Figura 28: Epitelio simple cúbico ciliado formando los bronquios del pulmón. La superficie apical contiene multitud de cilios.

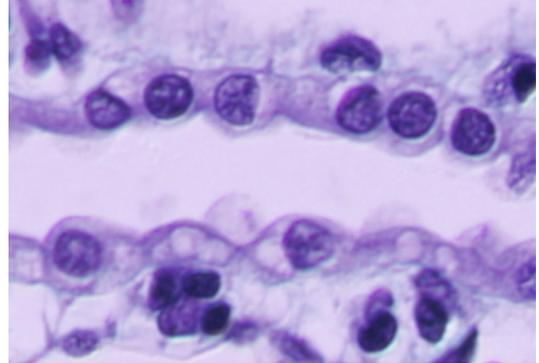


Figura 31: El tubo colector del riñón está formado por epitelio simple cúbico, con las células ligeramente redondeadas.

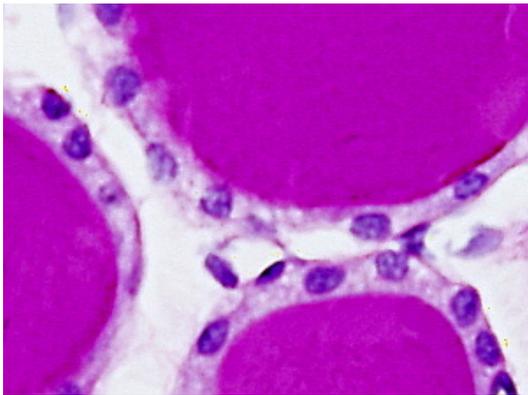


Figura 29: El folículo del tiroides está formado por epitelio simple cúbico, el cual libera el precursor hormonal.

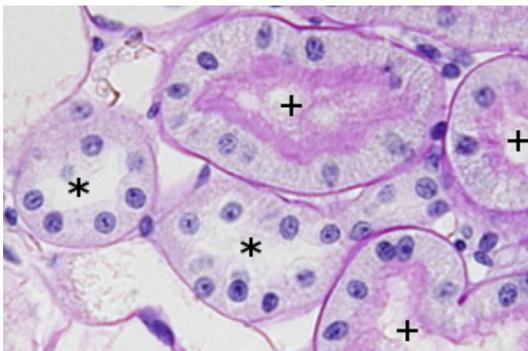


Figura 30: El tubo contorneado de la nefrona está formado por epitelio simple cúbico. Las cruces indican a tubos contorneados proximales con un borde rosado que son microvellosidades, mientras que los asteriscos indican tubos contorneados distales.

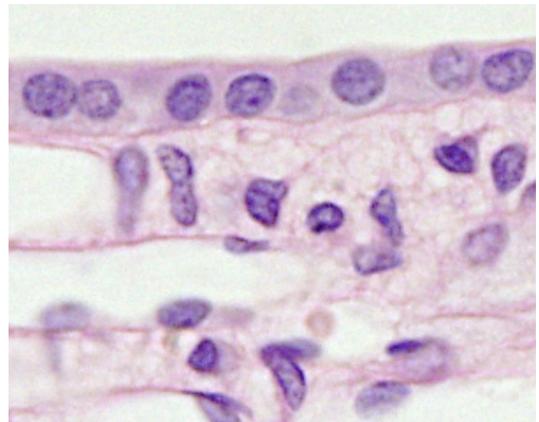


Figura 32: La pirámide renal está revestida por un epitelio simple cúbico en la zona de la papila, cuando se introduce en el cáliz.

8 Imagen; Epitelio estratificado cúbico

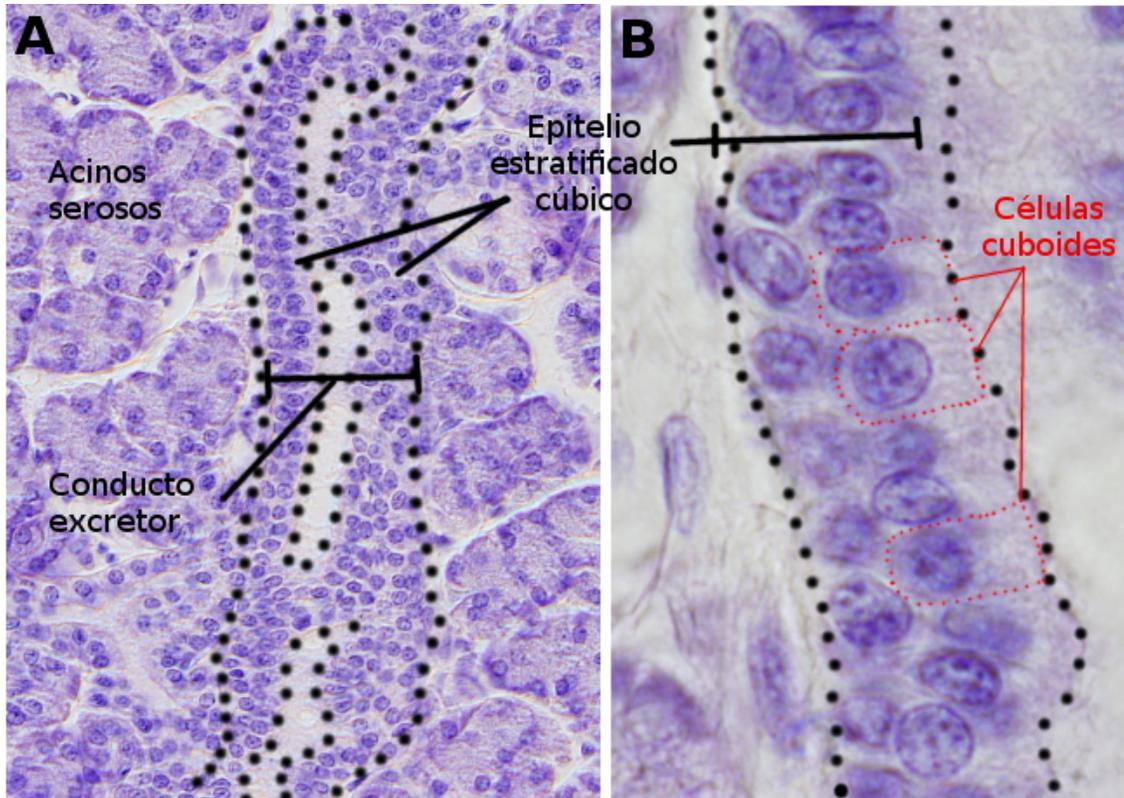


Figura 33: Órgano: glándula salivar sublingual, conducto excretor, epitelio estratificado cúbico. Especie: ratón (*Mus musculus*; mamíferos). Técnica: hematoxilina en cortes de 8 micras en parafina.

El epitelio estratificado cúbico está formado por varias capas de células. La capa más superficial contiene células con forma cuboidal, con el núcleo redondeado y normalmente localizado en la parte basal de la célula. El número de estratos o capas de células es escaso, típicamente 2 o 3. Este tipo de epitelio es poco abundante y se encuentra en las partes finales de los conductos excretores de las glándulas grandes.

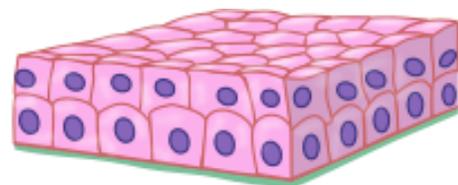


Figura 34: Esquema de la organización celular del epitelio estratificado cúbico.

9 Imagen; Epitelio simple prismático

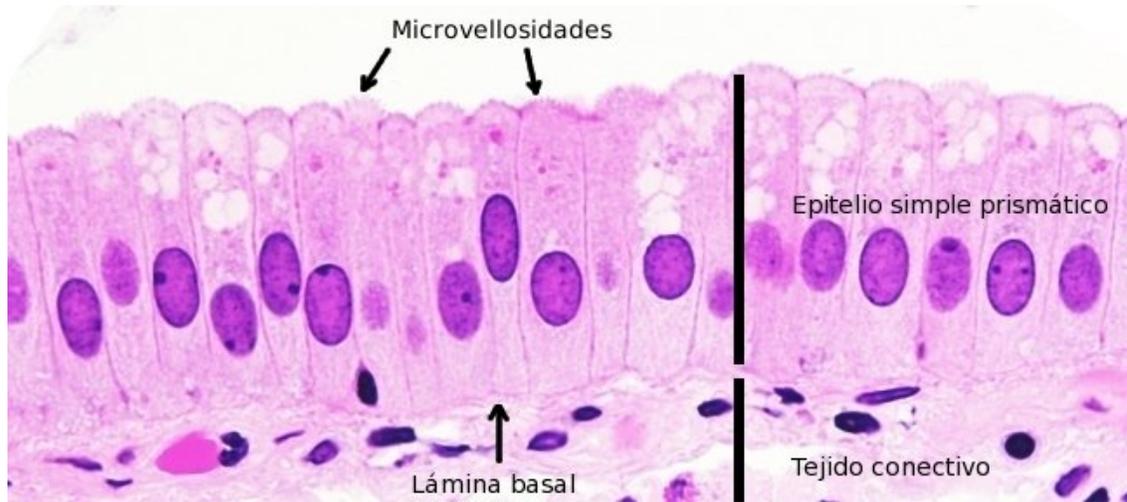


Figura 35: Órgano: vesícula biliar, epitelio simple prismático. Especie: humano (*Homo sapiens*; mamíferos). Técnica: hematoxilina en cortes de 8 micras en parafina.

El epitelio simple prismático o columnar está formado por células más altas que anchas, cuyos núcleos ovalados se sitúan normalmente en la parte basal de la célula. El dominio apical se caracteriza por presentar cilios para el transporte de sustancias por la superficie epitelial, como en la trompa uterina, o microvellosidades que aumentan la superficie de absorción, como en el digestivo o en la vesícula biliar, la cual se muestra en la imagen de arriba. La membrana celular basal está anclada mediante hemidesmosomas a la lámina basal. Normalmente posee apicalmente uniones estrechas y uniones adherentes que sellan el dominio apical, impidiendo el paso de sustancias a través de los espacios intercelulares, y desmosomas en sus paredes laterales, las cuales suelen presentar pliegues que se entremezclan con los pliegues de las células vecinas, denominados interdigitaciones.

Este tipo de epitelio se encuentra a lo largo de todo el epitelio digestivo, en la vesícula biliar, en algunos tramos de los tubos colectores del riñón, en la trompa uterina (donde es ciliado) y en el propio útero.

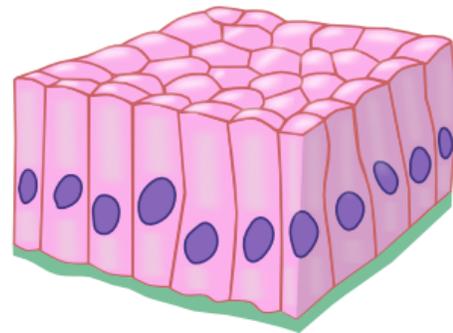


Figura 36: Esquema de la organización celular del epitelio simple prismático.

Más imágenes



Figura 37: Epitelio simple prismático del intestino delgado. La mayor parte de este epitelio está formado por los enterocitos. En la parte apical y libre de las células se aprecian microvellosidades.

10 Imagen; Epitelio estratificado prismático

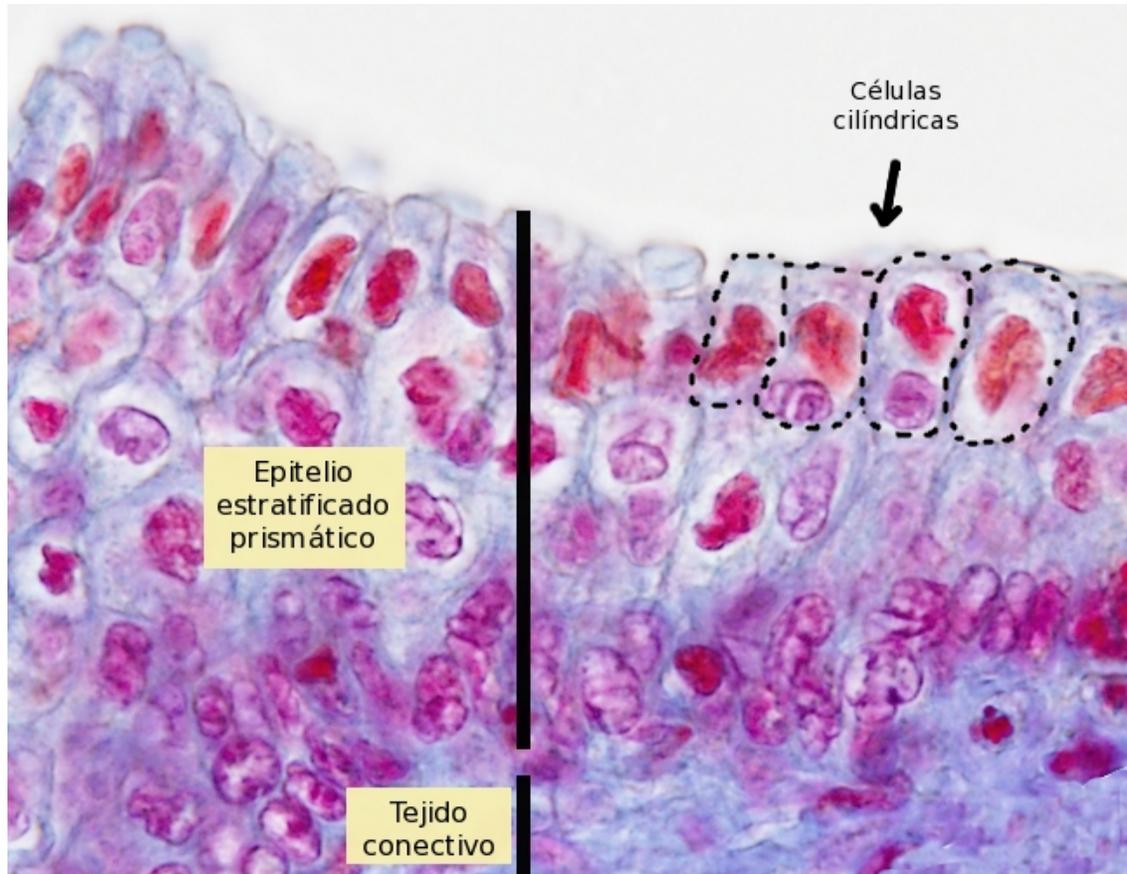


Figura 38: Órgano: uretra, epitelio estratificado prismático. Especie: ratón (*Mus musculus*; mamíferos). Técnica: azán en cortes de 8 micras de parafina.

El epitelio estratificado prismático se caracteriza porque las células de su capa más apical son más altas que anchas. El número de capas más internas es variable.

Es un tipo de epitelio poco frecuente en mamíferos. Se encuentra en la conjuntiva ocular, en los grandes conductos excretores de algunas glándulas como las salivales, paladar, epiglotis y en algunos trayectos de la uretra. También puede ejercer sus funciones como protector y conductor en la unión anorectal.

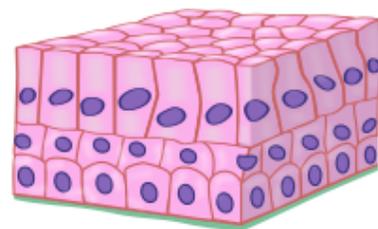


Figura 39: Esquema de la organización celular del epitelio estratificado prismático.

11 Imagen; Epitelio de transición

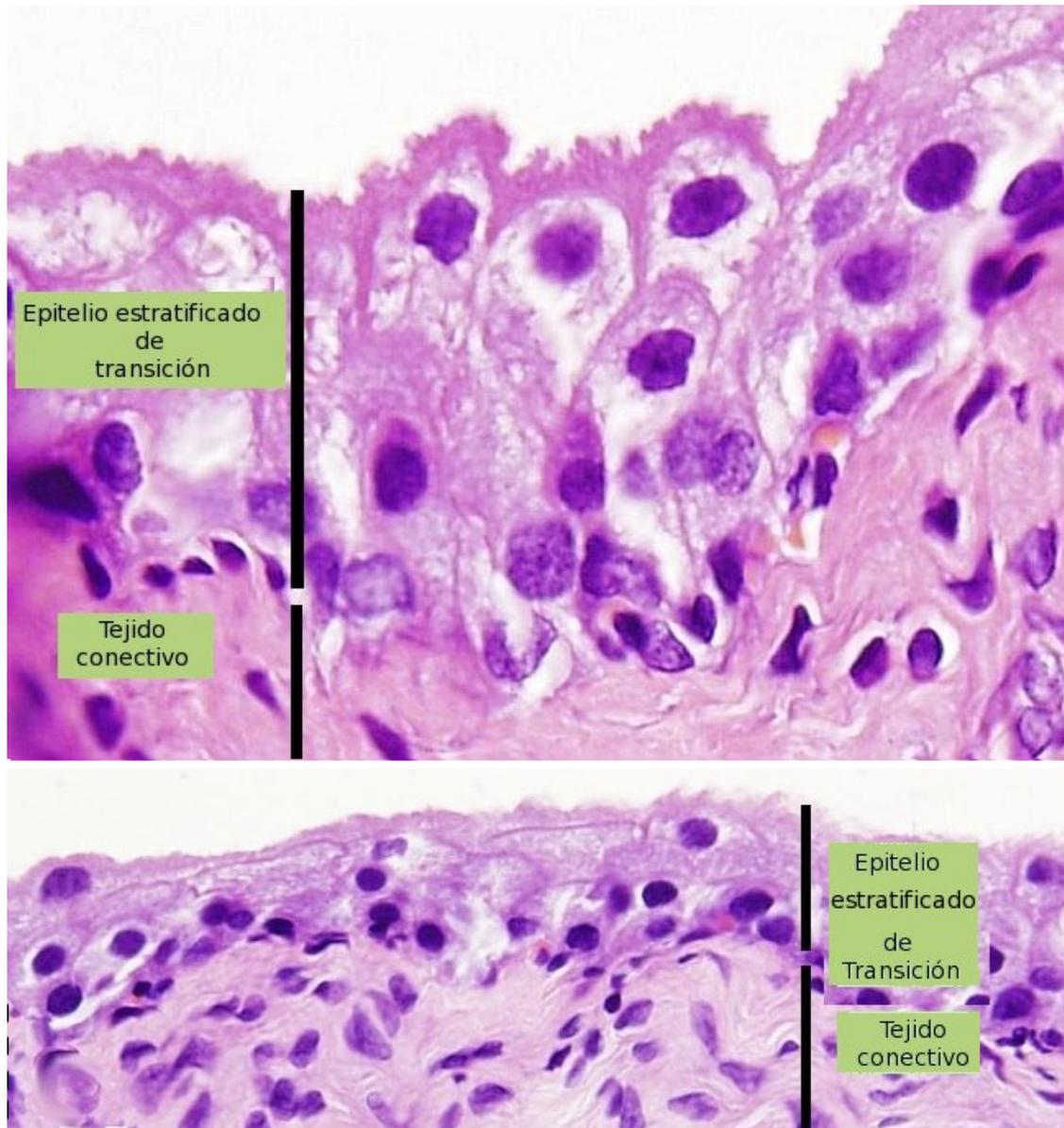


Figura 40: Órgano: vejiga urinaria, epitelio de transición. Especie: ratón (*Mus musculus*; mamíferos). Técnica: hematoxilina-eosina en cortes de 8 micras de parafina.

El epitelio de transición o transicional se llama así porque se pensaba que era una transición entre el epitelio plano estratificado y el cilíndrico estratificado. Se denomina también urotelio o uroepitelio. Estos nombres se prefieren ahora más que el nombre epitelio de transición. Es en realidad un epitelio estratificado formado por un número variable de capas

de células (entre 2 y 6) dispuestas de un modo un tanto irregular. Reviste los tractos urinarios, desde los cálices renales (con dos capas celulares) hasta la uretra superior (con 4 a 5 capas), pasando por la vejiga urinaria (hasta 6 capas celulares) y los uréteres. El epitelio de transición evita el paso de agua, iones y moléculas entre la orina y los tejidos. Es quizá la mejor barrera para la difusión que hay en el organismo, bastante mejor que la epidermis.

Es un epitelio estratificado. Se puede decir que posee tres tipos de células: superficiales, medias y basales.

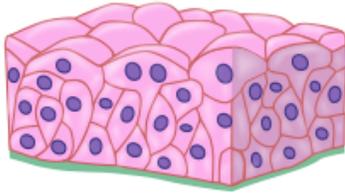


Figura 41: Esquema de la organización celular del epitelio de transición.

Las células superficiales son poliédricas cambiando su morfología en función de lo lleno que esté el conducto: planas cuando está lleno y redondeadas cuando está vacío. Son las principales responsables de la formación de la barrera a la difusión. Esta impermeabilidad se debe a las propiedades de las células superficiales puesto que tienen unas estructuras a modo de placas en su membrana apical separadas por zonas de membrana denominadas bisagra. Estas placas están formadas por una proteína denominada uroplaquina. También contribuyen a la impermeabilidad las resistentes uniones estrechas, una capa de glicanos superficial y una membrana plasmática con una composición característica. Por otra parte, la gran capacidad de distensión, lo cual ocurre con el llenado de los tractos urinarios, especialmente la vejiga urinaria, también se debe a que las células de las capas superficiales se aplanan por estiramiento, tomando aspecto de epitelio escamoso. Esta capacidad deriva de las características especiales de las células más superficiales. La superficie del epitelio aparece rugosa cuando la vejiga está vacía porque las zonas de membrana entre las placas (zonas bisagra) de las células superficiales se pliegan. Dependiendo de la especie, algunas de las células más superficiales de este epitelio son binucleadas (como la indicada en la imagen pequeña de la derecha) y las demás células de esta capa poseen núcleos poliploides.

Debajo de esta capa superficial hay una dos capas de células intermedias (en humanos pueden llegar



Figura 42: Célula binucleada (flecha) en la capa superficial del epitelio de transición

hasta 5 capas), que presentan una forma que va desde piriforme a columnar, con un núcleo, y están conectadas entre sí mediante desmosomas.

La capa basal es una sola fila de células en contacto con la membrana basal. Son células menos voluminosas y más densamente empaquetadas que en capas superiores. En esta capa se encuentran las células madre adultas que se dividirán y diferenciarán para reponer las células de las capas superiores. Cuando las nuevas células se desprenden de la capa basal van diferenciándose y creciendo en tamaño a medida que nos aproximamos a la zona apical. La capacidad proliferativa del urotelio no es muy elevada en condiciones normales, pero ésta aumenta mucho cuando se producen daños y tienen una gran capacidad regenerativa. Por ejemplo, cuando las células superficiales son dañadas, las intermedias se diferencian y reemplazan rápidamente a las perdidas. Se ha hipotetizado que todas las células de las capas superiores emiten prolongaciones que contactan con la membrana basal, al menos en algunas especies.

No existen interdigitaciones desde el tejido conectivo similares a las que normalmente se encuentran en los epitelios estratificados, siendo en este caso el límite epitelio-conectivo prácticamente plano. Como en el resto de los epitelios, en dicho límite existe una matriz extracelular especializada denominada lámina basal.

Bibliografía

Arrighi S. 2015. The urothelium: Anatomy, review of the literature, perspectives for veterinary medicine. *Annals of anatomy*. 198: 73-82.

Más imágenes

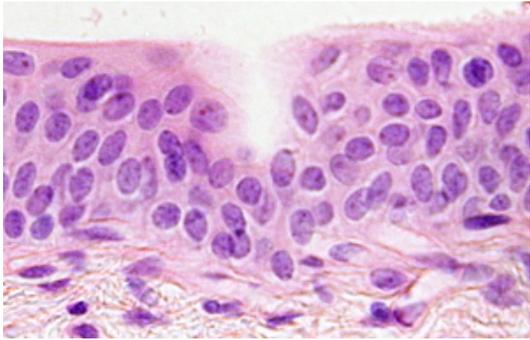


Figura 43: El conducto que recoge la orina producida por el riñón se denomina uréter y está formado por epitelio de transición.

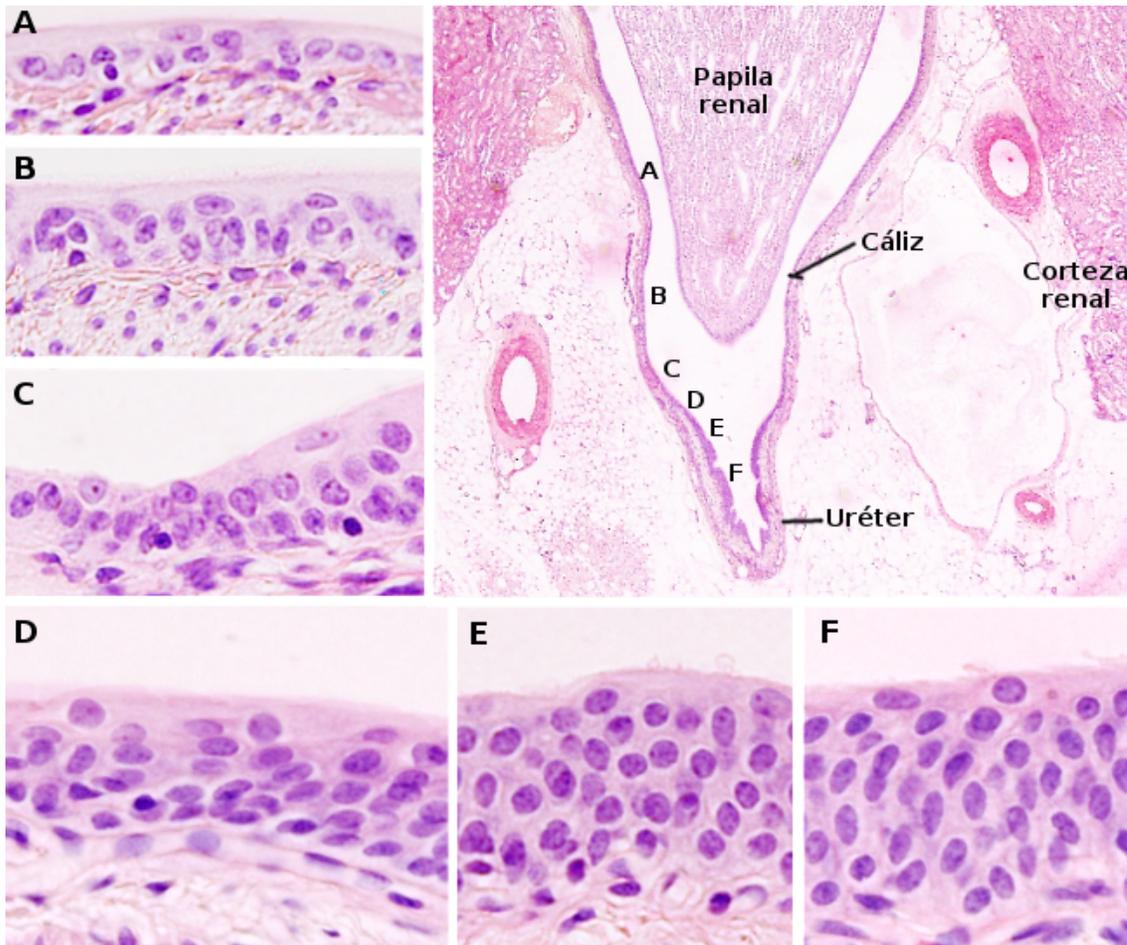


Figura 44: Aumento del número de capas del epitelio de transición en la pelvis del riñón a medida que se convierte en uréter.

12 Imagen; Epitelio pseudoestratificado



Figura 45: Órgano: tráquea, epitelio pseudoestratificado. Especie: ratón (*Mus musculus*; mamíferos). Técnica: hematoxilina-eosina en cortes de 8 micras de parafina.

El epitelio pseudoestratificado se clasificó inicialmente como estratificado a finales del siglo XIX, puesto que se observaban los núcleos dispuestos en filas a diferente altura. Más tarde se observó que todas sus células contactaban con la lámina basal, por lo que había una fila de células, pero con sus núcleos dispuestos a diferentes alturas. Por ello se denominó entonces pseudoestratificado. Al contrario que otros epitelios no desempeña una función de barrera.

Se encuentra en distintas parte del cuerpo: en los tractos respiratorios superiores (tráquea y bronquios), en el epidídimo, trompa de Eustaquio, epitelio olfativo, partes de la uretra, faringe y laringe. Durante el desarrollo embrionario se encuentra también en diversos lugares donde se está produciendo formación de nuevos órganos como en las placodas o en el tubo neural que dará lugar al sistema nervioso.

El epitelio pseudoestratificado está formado al menos por dos tipos celulares: las células prismáticas o fusiformes que alcanzan la superficie apical del epitelio y las células basales que aparentemente no lo hacen. Sin embargo, se ha encontrado que las células

basales del epidídimo conectan con la parte apical mediante finas prolongaciones citoplasmáticas, lo que también ocurre en los tractos respiratorios superiores. Esto podría ser una característica general de los epitelios pseudoestratificados de sus células basales (ver Shum et al., 2008).

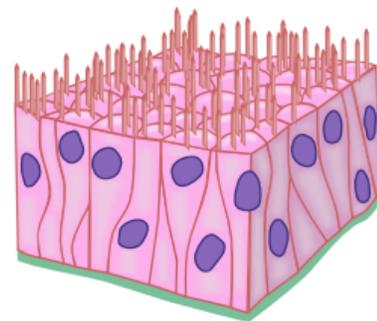


Figura 46: Esquema de la organización celular del epitelio pseudoestratificado, con cilios en su superficie apical.

Es un epitelio muy variable en altura, que puede ir desde decenas a cientos de micras. Los bajos, menos de 30 μm y con 2 a 3 filas de núcleos, se han observado en las vesículas óticas, en la placa neural y en las expansiones iniciales del endodermo para formar órganos durante el desarrollo, en algunos conductos glandulares y en el epidídimo. Los intermedios, entre 30 y 60 μm , y con 4 a 6 filas de núcleos, por ejem-

plo, en el tubo neural de mamíferos. Los altos, más de 100 μm , con 8 a 9 filas de núcleos aparecen en el tubo neural y epitelio retiniano. El grado de empaquetamiento de los núcleos y también es variable en cuanto a su organización tridimensional. Los núcleos de las células no están fijos en el epitelio y cambian con el tiempo y estado fisiológico de la célula. A estos movimientos se les llama migración nuclear interquinética. Normalmente están relacionados con la división celular, cuando los núcleos se desplazan hacia la parte apical donde tiene lugar la mitosis.

Lo más frecuente es que las células que alcanzan la superficie libre del epitelio posean cilios, como en los conductos del aparato respiratorio, o bien estereocilios, como en el caso del epidídimo. Aunque, las células pueden no tener especialización apical, como en la porción terminal de la uretra masculina. En la parte apical hay complejos de unión, uniones estrechas y uniones adherentes, que mantienen cohesinadas a las células. El centrosoma se encuentran normalmente en posiciones apicales, donde se le atribuye el papel en la formación de los cilios (no de los estereocilios) cuando están presentes. El aparato de Golgi también tiene una posición apical, pero no las mitocondrias o el retículo endoplasmático, que se distribuyen por todo el citoplasma.

Es un epitelio muy proliferativo. Durante el desarrollo, el epitelio pseudoestratificado está en lugares donde se generarán órganos. Por ejemplo, formará las placodas ópticas y óticas, y está en las protusiones que formarán el hígado, los pulmones y el páncreas. La pseudoestratificación puede ser debida a un gran empaquetamiento de las células epiteliales columnares, lo que obliga a los núcleos a situarse a diferente altura. De hecho, los epitelios pseudoestratificados están relacionados con una alta proliferación (por ejemplo, los epitelios neurales durante el desarrollo). La pseudoestratificación puede ocurrir de forma pasajera durante el desarrollo. Por ejemplo, las protusiones del hígado y de los pulmones (que darán lugar a los broquiolos) durante el desarrollo tienen primero epitelio pseudoestratificado para luego convertirse en columnares o cuboidales.

Bibliografía

- Norden C. 2017. Pseudostratified epithelia – cell biology, diversity and roles in organ formation at a glance . *Journal of cell science.* 1-5 doi:10.1242/jcs.192997.
- Shum WWC, Da Silva N, McKee M, Smith PJS, Brown D, Breton S. 2008. Transepithelial projections from basal cells are luminal sensors in pseudostratified epithelia. *Cell.* 135: 1108-1117.

Más imágenes

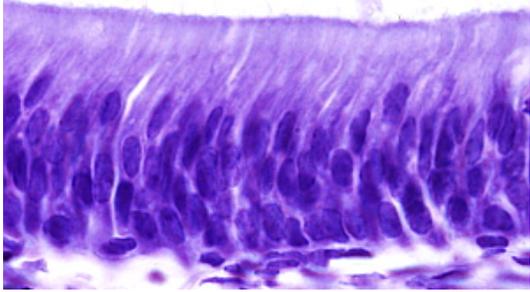


Figura 47: El epitelio olfativo es epitelio pseudoestratificado. En este caso corresponde a un pez.