

A histological section of skin tissue, likely from a mammal, stained with hematoxylin and eosin (H&E). The image shows the epidermis at the top, characterized by a wavy, undulating boundary with the underlying dermis. The epidermis contains several layers of cells, with the outermost layer being the thickest. The dermis below is composed of a dense network of collagen fibers and various types of cells, including fibroblasts and inflammatory cells. The overall appearance is that of a typical skin biopsy specimen.

Atlas de Histología Vegetal y Animal

Órganos animales

TEGUMENTO

Manuel Megías, Pilar Molist, Manuel A. Pombal

Departamento de Biología Funcional y Ciencias de la Salud.

Facultad de Biología. Universidad de Vigo

(Versión: Abril 2025)

Este documento es una edición en pdf del sitio
<http://mmegias.webs5.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 $\text{\LaTeX}$
(<http://www.latex-project.org/>), usando T $\text{\eX}$ studio
(www.texstudio.org/) como editor.

Contenidos

1	Tegumento	1
2	Imagen; Piel fina	4
3	Imagen; piel gruesa	6
4	Imagen; epidermis	7
5	Imagen; glándula sudorípara	10
6	Imagen; uña	12

1 Tegumento

El tegumento recubre la totalidad del cuerpo y está formado por la piel y sus derivados. La piel está compuesta por epidermis, dermis e hipodermis (Figura 1). Entre los derivados de la piel se encuentran los pelos, las uñas (escamas y plumas en el caso de los vertebrados no mamíferos) y aquellas glándulas que liberan su producto de secreción a la superficie externa corporal. Se habla de piel gruesa cuando el espesor de la dermis y la epidermis es grande, normalmente consecuencia de soportar un alto estrés mecánico. La piel fina tiene epidermis y dermis más delgadas y se localiza en zonas corporales con pocos roces mecánicos.

La epidermis proviene del ectodermo embrionario, mientras que la dermis e hipodermis del mesodermo. A la cuarta semana de desarrollo embrionario en humanos, el embrión está rodeado por una capa de células bajo la cual hay mesénquima. A las 6 semanas dicha capa y el mesénquima empiezan a proliferar y a desarrollarse para formar la piel. Los folículos pilosos, las uñas y las glándulas de la piel se desarrollan al tercer mes.

1. Funciones

El tegumento desempeña multitud de funciones. Es la principal barrera física del cuerpo frente al medio externo, pero es también un órgano que capta información del exterior. Como barrera física protege frente a la luz ultravioleta, frente a daños mecánicos, a patógenos y toxinas, y evita la desecación del cuerpo. Es una estructura sensorial de primer orden puesto que en el tegumento reside el sentido del tacto y la percepción de la temperatura externa. Es un importante regulador térmico en muchos animales, tanto mediante la eliminación de calor en forma de agua por transpiración, como mediante la protección frente al frío mediante grasa. También inicia el proceso para la absorción de la vitamina D necesaria para los huesos. La secreción de sustancias, algunas feromonas, a la superficie del tegumento permite la comunicación entre individuos.

2. Epidermis

La epidermis es la capa más externa de la piel. Es un epitelio estratificado plano queratinizado formado

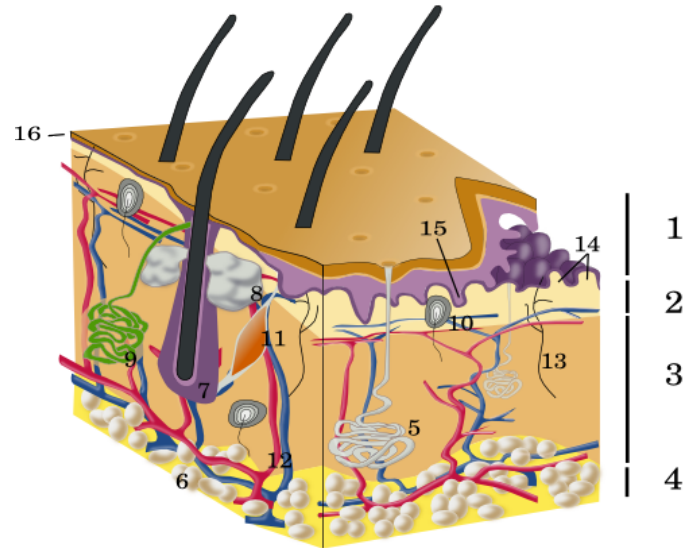


Figura 1: Esquema de los principales componentes del tegumento. 1: epidermis, 2: dermis papilar, 3: dermis reticular, 4: hipodermis, 5: glándula sudorípara ecrina, 6: células adiposas, 7: folículo piloso, 8: glándula sebácea, 9: glándula sudorípara apocrina, 10: corpúsculo de Pacini, 11: músculo erector, 12: vasos sanguíneos, 13: terminal nerviosa sensorial, 14: papilas dérmicas, 15: crestas epidérmicas, 16: epidermis delgada.

principalmente por células denominadas queratinocitos. Protege frente a la pérdida de agua, hace de barrera frente a toxinas, resiste estrés mecánico y participa en respuestas inmunes. Esta barrera se establece gracias a los queratinocitos, los cuales forman un entramado muy cohesionado entre los distintos estratos gracias a los complejos de unión. Como todos los epitelios, la epidermis presenta características típicas tales como carecer de vasos sanguíneos y descansar sobre una capa de matriz extracelular muy diferenciada denominada lámina basal. Ésta es una capa de matriz extracelular sintetizada por los queratinocitos y por los fibroblastos que funciona como barrera y como elemento de adhesión entre la dermis y la epidermis. Con el microscopio electrónico se pueden identificar 4 capas en la lámina basal: superior en contacto con la epidermis, la lámina lúcida, lámina densa, y lámina sub-basal.

La epidermis puede ser más o menos gruesa, dependiendo de las tensiones mecánicas a las que se halla sometida. Por ejemplo, es más gruesa en la palma de las manos o en aquellas zonas de fricción frecuente.

Independientemente de su grosor se suele dividir en 4 estratos, que de dentro a fuera son: basal o germinativo, espinoso, granuloso y córneo. En la piel gruesa puede distinguirse a veces un estrato adicional entre el granuloso y el córneo denominado estrato lúcido. En el estrato basal es donde se da la proliferación de los queratinocitos, los cuales van desplazándose hacia la superficie y madurando hasta convertirse en células muertas queratinizadas que forman el estrato córneo. Esto es una tarea difícil ya que, al mismo tiempo que la epidermis debe mostrar una enorme estabilidad, sus células también tienen que ser dinámicas para regenerar el tejido constantemente y responder frente a posibles lesiones.

En la epidermis se encuentran otros tipos celulares, además de los queratinocitos. Los melanocitos sintetizan la melanina, la cual protege frente a los rayos ultravioleta. En humanos suele haber 1 melanocito por cada 4 a 10 queratinocitos en el estrato basal. La mayor proporción de melanocitos se da en la piel de los genitales. Las células de Langerhans, o dendríticas, provienen de la médula ósea, representan entre el 3 y el 6 % de las células de la piel en humanos y se encuentran sobre todo en el estrato espinoso de la epidermis. Estas células forman parte del sistema inmune como células presentadoras de antígenos. Las células de Merkel se encuentran en el estrato basal y en las vainas de los folículos pilosos y son células sensoriales que detectan estímulos mecánicos. Estos tres tipos celulares se encuentran distribuidos en forma laxa en los estratos profundos de la epidermis. Los queratinocitos provienen del ectodermo epidérmico, capa embrionaria del embrión. Sin embargo, los otros tipos celulares se originan en otras partes del embrión y viajan hasta la epidermis para posteriormente infiltrarse entre los queratinocitos. Por ejemplo, los melanocitos se originan de una población celular embrionaria denominada crestas neurales.

3.Dermis

La dermis se sitúa debajo de la lámina basal y está formada por tejido conectivo. Más del 90 % de las fibras de la matriz extracelular de la dermis están formadas por colágeno tipo I y III. También hay fibras reticulares. Los fibroblastos son el tipo celular más abundante. La misión de la dermis es dar so-

porte mecánico y nutrir a la epidermis y sus derivados. Existen proyecciones de la dermis hacia la epidermis denominadas papilas dérmicas, las cuales están muy vascularizadas y rodeadas por expansiones hacia el interior de la epidermis denominadas crestas epidérmicas. Tanto papilas como crestas son más frecuentes en la piel más gruesa, aquella sometida a más estrés mecánico. Se pueden distinguir dos capas en la dermis. La más externa, denominada papilar, que incluye a las papilas dérmicas, está formada por conectivo laxo que posee una gran cantidad de capilares sanguíneos y linfáticos encargados de alimentar a la epidermis, además de regular la temperatura corporal mediante vasodilatación y vasoconstricción. Existen también numerosas prolongaciones de células sensoriales, algunas atraviesan la lámina basal y penetran en la epidermis. La capa más profunda de la dermis se denomina reticular y es tejido conectivo denso con menor número de células, con fibras de colágeno más densas y fibras elásticas más gruesas. Aquí se encuentran las partes secretoras de las glándulas y la mayor parte de los folículos pilosos.

En la dermis hay dos plexos de vasos sanguíneos: uno superficial, en la dermis papilar, y otro subdérmico, bajo la dermis reticular. Están comunicados entre sí mediante vasos que corren transversales a la dermis. El plexo subdérmico se encuentra entre la dermis y la hipodermis e irriga a los folículos pilosos y a las glándulas sudoríparas. El superficial separa a la dermis reticular de la dermis papilar. De este plexo salen vasos que inervan las papilas dérmicas. Los vasos linfáticos empiezan en la dermis como vasos ciegos en uno de sus extremos situados en las papilas dérmicas. Los vasos linfáticos están formados por endotelio y carecen de lámina basal y pericitos. Los capilares linfáticos más superficiales no tienen válvulas, mientras que los más profundos sí las poseen, para evitar el reflujo de la linfa. Entre la dermis papilar y la hipodermis hay otro plexo denominado vascular inferior.

Los corpúsculos de Meissner son mecanorreceptores que se encuentran en las papilas dérmicas. Los receptores de Vater-Pacini se encuentran en la transición entre la dermis y la hipodermis y detectan presión y vibración. El sistema nervioso autónomo que inerva la piel está formado por fibras que vienen de

los ganglios del sistema nervioso simpático e inervan la musculatura lisa de los vasos sanguíneos, los músculos erectores de los folículos pilosos y los cuerpos glómicos (relacionados con el control del flujo sanguíneo y temperatura). En conjunto, estas terminaciones controlan la respuesta vasomotora, producción de sudor y la erección del pelo.

4. Hipodermis

Bajo la dermis nos encontramos con la hipodermis, también llamada tejido subcutáneo o panículo adiposo. Está formada principalmente por células adiposas rodeadas por tejido conectivo laxo y presenta distinto grosor dependiendo de la zona del cuerpo que consideremos. Las zonas de máximo grosor de la hipodermis varían con la edad y es diferente en hombres y en mujeres. En las zonas de la cabeza la dermis se continúa directamente con el hueso y por tanto carece de hipodermis. A veces, en la dermis o hipodermis nos podemos encontrar células musculares lisas responsables de la erección de los pelos, y en algunos casos células musculares estriadas como en el cuello y la cara.

5. Derivados

Los derivados de la piel de mamíferos son los pelos, uñas y glándulas, todos ellos formados por la inducción de la dermis. Los pelos crecen en invaginaciones epidérmicas especializadas denominadas folículos pilosos, con distribución desigual por el cuerpo. Asociadas a los folículos pilosos se encuentran las glándulas sebáceas y las sudoríparas de tipo apocrino, las cuales liberan sus contenidos a la luz del folículo. Mientras, las glándulas sudoríparas de tipo ecrino se distribuyen en humanos por todo el cuerpo y liberan su contenido directamente a la superficie epidérmica. Las uñas son placas de queratina endurecida con abundancia de azufre, que la distingue de la queratina del resto de la piel. En algunas especies podemos encontrar otros derivados epidérmicos como pezuñas, cascos, cuernos, plumas o escamas.

2 Imagen; Piel fina

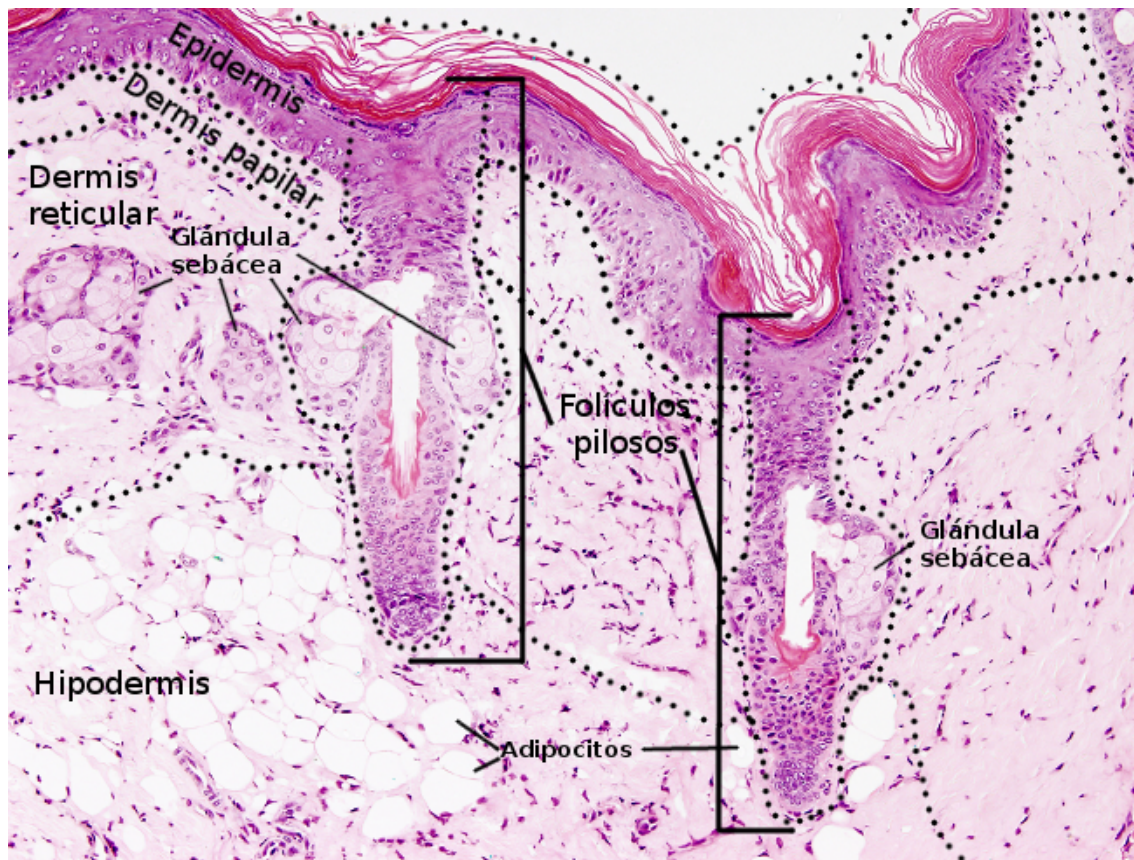


Figura 2: Órgano: tegumento. Piel fina. Especie: rata. (*Rattus norvegicus*, mamífero). Técnica: parafina, hematoxilina-eosina.

En mamíferos podemos encontrarnos dos tipos diferentes de tegumento, la piel gruesa y la piel fina. La diferencia de grosor entre ambas implica una función diferente que determina su localización en el cuerpo.

En este caso observamos un corte de piel fina de la zona de la mano. Cuando se compara con la imagen de piel gruesa lo primero que llama la atención es la delgadez de la epidermis, donde el estrato córneo es también muy delgado y hace que este tipo de piel esté menos queratinizada (ver esta figura para situar los estratos de la epidermis). También presenta las crestas epidérmicas menos pronunciadas. Todo ello genera una menor protección frente a estrés mecánico. En otras regiones del cuerpo donde las tensiones me-

cánicas son menos frecuentes existe epidermis todavía más fina, como por ejemplo en las imágenes de la oreja de ratón que aparece más abajo, donde ni siquiera se distinguen los estratos espinoso y granuloso.

En la piel fina de los mamíferos la epidermis se invagina frecuentemente para formar los folículos pilosos, estructuras tubulares que se internan en la dermis o hipodermis y que producen el pelo. Asociadas a cada folículo encontramos unas glándulas denominadas sebáceas, características de este tipo de tegumento. Las células de las glándulas sebáceas presentan un núcleo redondeado más o menos central y un citoplasma claro debido a la presencia de gotas lipídicas, las cuales son extraídas durante el procesamiento de la muestra, y de ahí su aspecto claro. En ciertas zonas en las que no existen pelos, como los

labios, glánde, labios menores de la bulba o superficie mucosa del prepucio, las glándulas sebáceas se abren directamente en la superficie de la piel. Además, en la piel fina podemos encontrar glándulas sudoríparas, aunque no son visibles en este corte, que secretan o bien directamente a la superficie (ecrinas) o bien a la luz del folículo piloso (apocrinas).

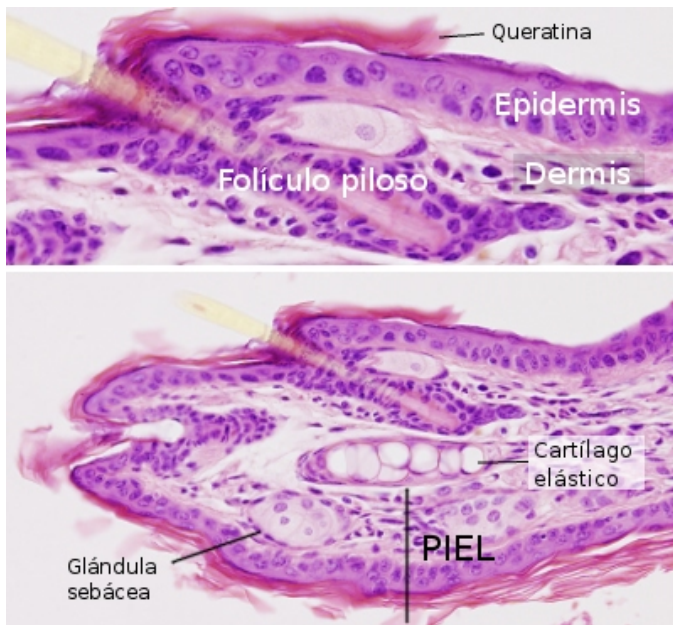


Figura 3: Imagen de una oreja de ratón. Se puede observar que la piel está formada por una epidermis muy delgada, con muy poca queratina, y por una dermis también muy fina. Falta la hipodermis. La estructura del centro que parece grasa con adipocitos uniloculares es en realidad cartilago elástico.

En la dermis, que sirve de sostén a la epidermis y fija la piel a la hipodermis subyacente, se suelen diferenciar dos estratos:

a) Dermis superficial o papilar. Está situada justo debajo de la lámina basal y forma las papilas dérmicas en toda la extensión de la piel. Está formada por tejido conectivo laxo con abundantes capilares implicados en la nutrición de las células de la epidermis, la cual no está vascularizada. Estos vasos sanguíneos también participan en la regulación de la temperatura corporal mediante vasodilataciones o vasoconstricciones. En algunas papilas se encuentran mecanorreceptores como los corpúsculos de Meissner, los cuales están especializados en captar las deformaciones ligeras de la epidermis, y otros como los corpúsculos de Pacini, los cuales están relacionados con la detección de presión. Estos receptores son más abundantes en las zonas más sensibles a la estimulación táctil. También nos encontramos con terminales nerviosos que captan la temperatura.

b) Dermis profunda o reticular. Es rica en fibras de colágeno y reticulares. También se pueden encontrar fibras de músculo liso responsables de la erección de los pelos, denominadas músculos erectores de los pelos. Otros elementos de la dermis reticular son nervios y vasos sanguíneos.

La hipodermis es la capa más profunda y su grosor depende de la zona del cuerpo. En ella se pueden encontrar numerosas células adiposas.

3 Imagen; piel gruesa

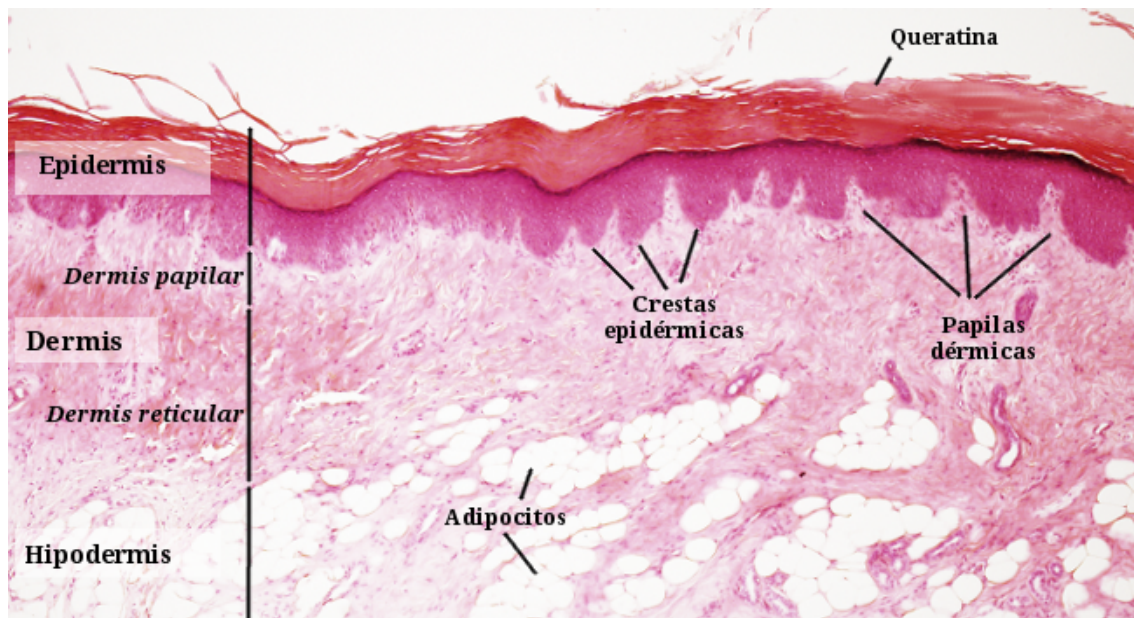


Figura 4: Órgano: mano, tegumento, piel gruesa. Especie: rata. (*Rattus norvegicus*; mamífero). Técnica: parafina, corte de 10 μm , hematoxilina-eosina.

Esta sección de piel gruesa procede de la palma de la mano de una rata. La epidermis, formada por un epitelio estratificado plano queratinizado, presenta una gruesa capa de queratina que constituye el estrato córneo. Las capas de la epidermis (ver imagen) son claramente distinguibles. Su engrosamiento está provocado por roces y presiones mecánicas y puede variar dependiendo de las condiciones, de manera que si las tensiones desaparecen la epidermis se vuelve más fina. En el límite entre epidermis y dermis se observan las crestas epidérmicas y las papilas dérmicas, mucho más marcadas que en la piel fina. Este tipo de piel carece de folículos pilosos y por tanto de glándulas sebáceas. Sin embargo, las glándulas sudoríparas están presentes (aunque no se observan en la imagen). La dermis papilar y la reticular se distinguen por la diferencia de color, siendo más clara la papilar que la reticular ya que esta última es más rica en fibras colágenas y la primera en vasos sanguíneos. La presencia de gran cantidad de células adiposas nos muestra el inicio de la hipodermis.

4 Imagen; epidermis



Figura 5: Tegumento: 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.

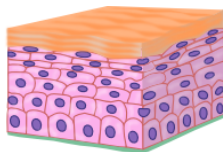


Figura 6: Esquema de la organización celular del epitelio estratificado plano queratinizado.

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

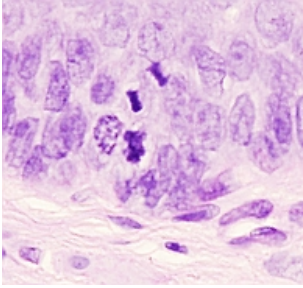


Figura 7: Células en distintas fases del proceso de división mitótica, localizadas en el estrato basal.

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 espinas. Esto es en realidad un artefacto de la técnica histológica puesto que el aspecto de espinas se debe a una retracción de la periferia citoplasmática durante el procesamiento 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.

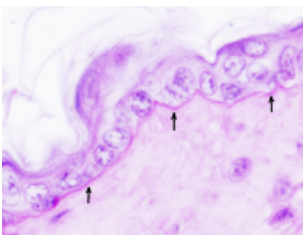


Figura 8: Imagen de un epitelio estratificado queratinizado, pero en una piel muy fina, donde los estratos prácticamente no se distinguen, pero sí la lámina basal en rojo-rosado (flechas negras). Es una tinción con PAS-hematoxilina.

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

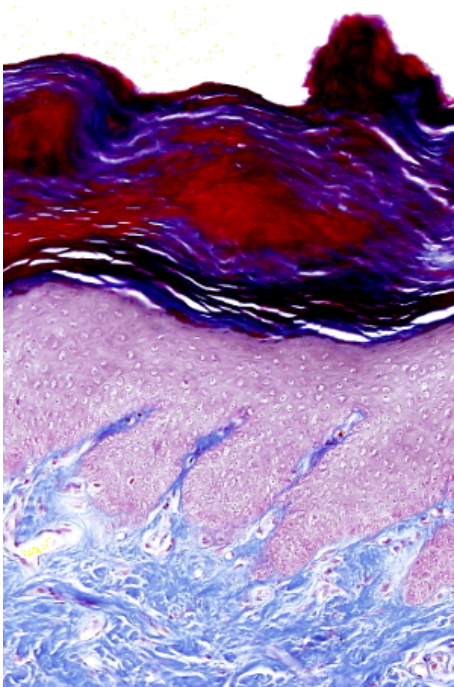


Figura 9: Piel gruesa de la palma de la mano de una rata. El epitelio estratificado plano queratinizado de la epidermis es muy grueso, con papilas dérmicas desarrolladas y una capa de queratina muy desarrollada. El color rojo azulado de la queratina se debe a la tinción.

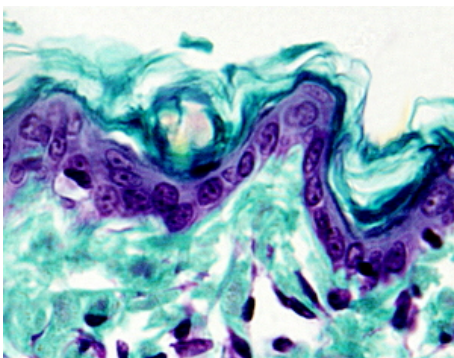


Figura 10: Piel fina del labio superior de una rata. El epitelio es tan delgado que la diferenciación de los queratinocitos se da prácticamente en una sola capa de células, aunque sí se observa el estrato córneo.

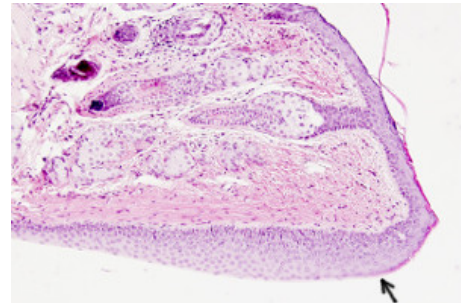


Figura 11: Transición (flecha) entre epitelio estratificado plano queratinizado y epitelio plano estratificado no queratinizado entre la parte externa e interna del párpado.

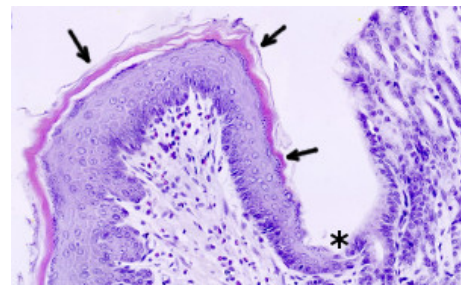


Figura 12: En el esófago de los animales que tienen una dieta de comida dura y áspera el epitelio estratificado plano se transforma en epitelio estratificado plano queratinizado (flechas). El asterisco indica el límite entre esófago y estómago.

5 Imagen; glándula sudorípara

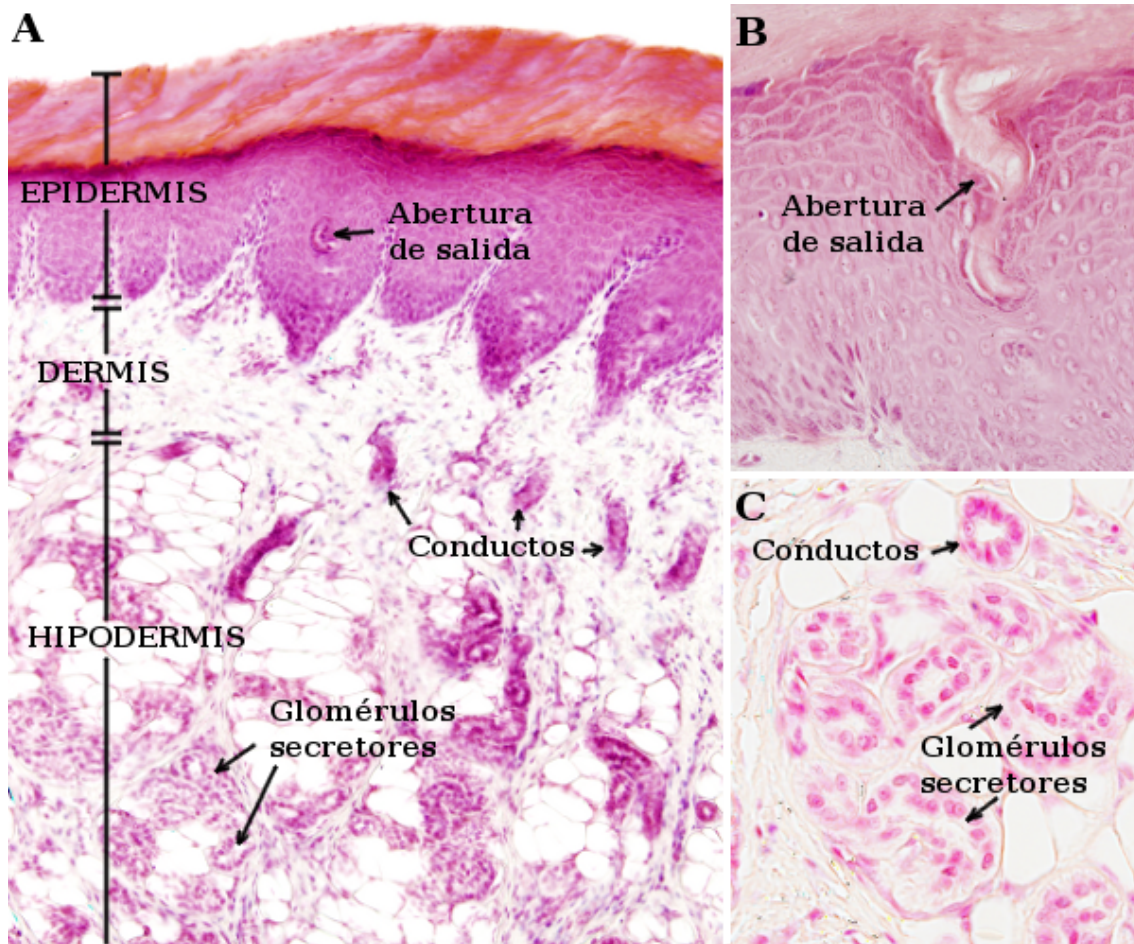


Figura 13: Órgano: tegumento, glándulas sudoríparas. Especie: rata. (*Rattus norvegicus*; mamífero). Técnica: parafina, hematoxilina-eosina.

Las glándulas sudoríparas ecrinas son tubulares no ramificadas. Liberan su contenido directamente a la superficie de la piel. En humanos se distribuyen prácticamente por todo el cuerpo y son más abundantes en las palmas de las manos y en las plantas de los pies. Constan de una porción secretora y de otra excretora.

La porción secretora está formada por epitelio cúbico o cilíndrico simple, es tubular y muy enrollada formando una estructura denominada glomérulo que se encuentra en la dermis profunda o en la hipodermis. Posee una lámina basal patente. Se distinguen tres tipos de células. Las principales, de aspecto

más claro, poseen un núcleo esférico a media altura y son serosas. Su citoplasma tiene aspecto vacuolado con numerosas gotas de grasa y a veces pigmentos. Producen sustancias disueltas en solución acuosa. Las células mucígenas son más oscuras, más ricas en retículo endoplasmático y contienen algunos gránulos de secreción basófilos. Producen glicoproteínas mucosas. Entre la base de estos tipos celulares y la lámina basal se encuentran las células mioepiteliales, las cuales ayudan a expulsar el producto de secreción.

La porción excretora, que conduce el producto de secreción hacia la superficie, llega hasta la epidermis haciendo numerosas ondulaciones. El epitelio está for-

mado por una o dos capas de células cúbicas. Aquí no aparecen células mioepiteliales bajo la lámina basal. En la epidermis el conducto pierde su revestimiento de células cúbicas y serpentea a modo de espiral por los estratos epidérmicos hasta llegar a la superficie donde se abre en el denominado poro sudoríparo.

Las glándulas sudoríparas tienen una función muy importante en la termorregulación, ya que gracias a la evaporación del agua de sus productos de secreción se elimina calor. Su actividad está controlada por el sistema nervioso autónomo parasimpático. También se produce sudoración emocional controlada por el sistema nervioso autónomo simpático.

6 Imagen; uña

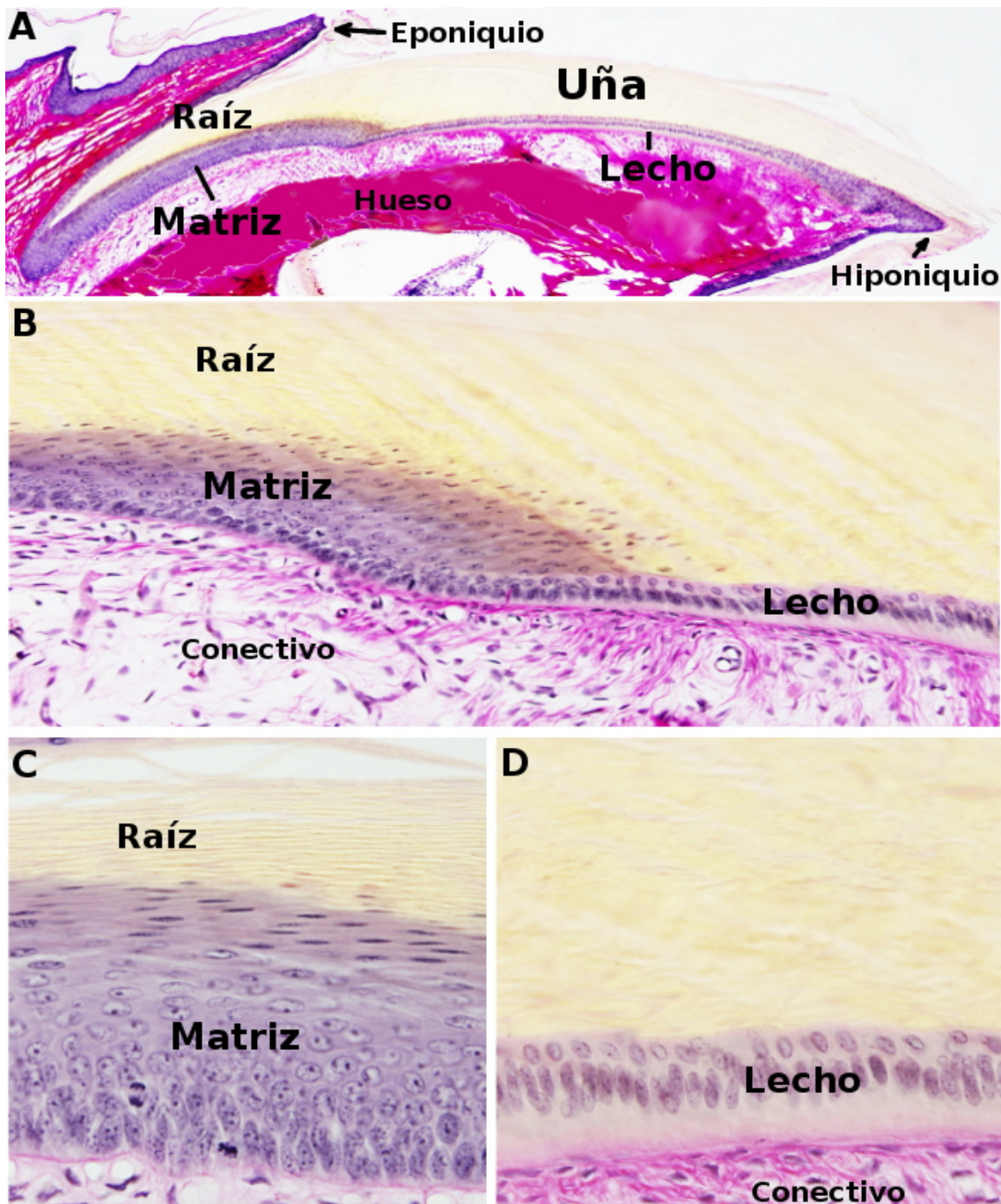


Figura 14: Órgano: dedo, uña. Especie: rata. (*Rattus norvegicus*. Mamífero). Técnica: secciones de parafina, teñidas con van Gieson. A) Vista general. B) Zona de transición entre la matriz y el lecho de la uña. C) Matriz. D) Lecho.

Entre los derivados de la epidermis están las uñas, estructuras córneas localizadas en la parte dorsal de la punta de los dedos. Las uñas están formadas por muchas capas aplanadas de células epiteliales muertas cornificadas, se podría decir que es un estrato córneo altamente modificado que no sufre descamación. La zona de la epidermis que genera la uña se denomina matriz, la cual se encuentra en la parte menos distal de la uña. La producción es en forma de oleadas y por ello los cortes perpendiculares de uña tienen un aspecto estriado. Desde la matriz hasta la zona distal y libre de la uña se extiende una epidermis también modificada denominada lecho, a la cual se adhiere el cuerpo de la uña, pero no participa en su formación. La matriz y la uña producida inmediatamente se encuentran bajo un pliegue de la parte más externa de

la epidermis denominado eponiquio, la zona de la uña ubicada bajo el eponiquio se denomina raíz, mientras que el resto de la uña se denomina placa o cuerpo. Superficialmente en la zona próxima a la raíz se observa una media luna blanca denominada lúnula; debido a que el epitelio es más grueso que en la lúnula no trasluce el color rojo de los vasos sanguíneos. El epitelio bajo el extremo libre de la uña se denomina hiponiquio. Ni la matriz ni el lecho poseen células pigmentadas en humanos.

La dermis bajo la matriz, pero sobre todo bajo el lecho epidérmico, contiene una gran cantidad de fibras de colágeno. Se estima que el crecimiento de la uña es de aproximadamente 1 mm por día en hombres y 1,4 mm en mujeres.