

SISTEMA TEGUMENTARIO

El sistema tegumentario está formado por la piel y los anexos o faneras. La **piel** es el órgano de mayor extensión en el cuerpo y consiste en una envoltura resistente y flexible, cuyo epitelio de revestimiento se continúa con los de los sistemas respiratorio, digestivo y génito-urinario, a nivel de sus orificios externos.

Las principales funciones que desempeñan son:

- 1.- Protección. La piel evita la entrada de gérmenes patógenos, al ser semipermeable al agua y a drogas de uso externo.
- 2.- Regulación térmica. Ayuda a conservar la temperatura corporal.
- 3.- Excreción. La realiza mediante el sudor.
- 4.- Síntesis. En la piel se sintetiza la vitamina D y la melanina
- 5.- Discriminación sensorial. Debido a que la piel posee los receptores para el tacto, la presión, el calor, el frío y el dolor, mantiene una información al individuo sobre el medio ambiente que lo rodea.

Las **faneras**, como estructuras, contribuyen también a las funciones de la piel ya mencionadas. Entre otras estructuras tenemos: el pelo, las uñas y las glándulas sudoríparas y sebáceas.

ESTRUCTURA HISTOLOGICA DE LA PIEL

La piel está constituida por dos capas que poseen diferentes estructura y origen: epidermis y dermis que están íntimamente relacionadas (figura 12.1).

El espesor de la piel es variables, de 0,5-4 mm. o mas y "descansa" sobre un tejido conectivo laxo que también varía desde el tipo laxo hasta el adiposo. Este tejido se denomina **hipodermis** y no forma parte de la piel.

Epidermis

Como se observa en la figura 12.2 la **epidermis** es la parte más superficial de la piel y está constituida por un tejido epitelial estratificado plano queratinizado, donde se pueden apreciar varias capas o estratos que, en dependencia de su mayor o menor desarrollo permiten clasificar la piel en gruesa y delgada.

La **piel gruesa** se haya en las palmas de las manos y las plan tas de los pies y se caracteriza por presentar una capa gruesa de queratina y por poseer una capa denominada **lúcida** que no existe en la piel delgada. La **piel delgada** también presenta queratina, pero en ella el grosor de la capa de queratina es mucho menor.

Piel gruesa

La observación a simple vista de la piel permite apreciar la presencia de surcos y elevaciones que son debidas a la disposición de las papilas en la dermis subyacente. Estos pliegues son más visibles en las palmas de las manos y en los dedos, y constituyen las huellas digitales.

Al M/O la epidermis de la piel gruesa presenta cinco **estratos o capas** que desde la profundidad a la superficie son: basal, espinoso, granuloso, lúcido y córneo (Fig. 12.3).

Estrato basal. Llamado también germinativo, está formado por una capa de células

cilíndricas que presenta frecuentemente figuras en mitosis. Las células basales en interfase poseen núcleo grande y ovalado, y relativamente escaso citoplasma. El eje mayor celular, así como el nuclear, se disponen perpendicularmente a la membrana basal donde descansan estas células.

La membrana basal no se distingue en las preparaciones ordinarias teñidas con H/E, pero puede observarse en preparaciones teñidas con la técnica de PAS y al M/E. Entre las células de la capa basal pueden observarse otros dos tipos de células: los **melanocitos**, células productoras de melanina y las células de Langerhans, que hoy se saben son macrófagos epidérmicos.

Estrato espinoso. Recibe este nombre porque sus células muestran delgadas prolongaciones citoplasmáticas que le dan el aspecto de espinas y que relacionan las prolongaciones de unas células con las de otras. Esta capa está formada por varias hileras de células poliédricas, que se aplanan a medida que se aproximan a la superficie. Al M/E se ha demostrado que estas espinas intercelulares se forman por la presencia de desmosomas entre las células vecinas.

Estrato granuloso. Es de grosor variable y posee células aplanadas y grandes: toma su nombre debido al gran contenido granular que presenta. Los gránulos son de **queratohialina**, intensamente basófilos, precursores de la queratina blanda. En esta capa es donde mueren las células epidérmicas.

Estrato lúcido. Esta capa no es fácil de apreciar y cuando aparece lo hace como una línea clara y brillante, por encima del estrato granuloso. Este estrato está formado por varias capas de células que muestran núcleos imprecisos. En su citoplasma existe **eleidina**, sustancia que proviene de la transformación de la **queratohialina** (Fig. 1`2.4).

Estrato córneo. Está compuesto por una serie de células de apariencia amorfa, planas y acidófilas. Estas son células muertas, donde todo el citoplasma está lleno de queratina. Las células más superficiales se descaman con facilidad.

Piel delgada

La piel delgada cubre todo el cuerpo menos las palmas de las manos y las plantas de los pies, y contiene menos glándulas sudoríparas que la piel gruesa. La presencia de pelos y glándulas sebáceas, así como la ausencia del estrato lúcido, la distinguen fácilmente.

Estructura de la epidermis al M/E

Al M/E la epidermis está separada de la dermis por una membrana limitante, **la membrana basal**, que mide 50-70mm de grosor y que se une a la dermis mediante fibrillas reticulares que muestran periodicidad axial.

Todas las células epidérmicas, incluso las del estrato córneo presentan **desmosomas** (Fig.12.5).

En el citoplasma celular próximo a los desmosomas se aprecian numerosos filamentos, los desmosomas desempeñan una importante función en la adhesión intercelular de la epidermis.

Las células basales muestran, además, hemidesmosomas, especializaciones de la membrana plasmática que se relacionan con la membrana basal. La matriz

citoplasmática de las células basales es relativamente densa a los electrones y contienen filamentos aislados o en haces, numerosos ribosomas libres y polirribosomas, mitocondrias, aparato de Golgi, RER poco desarrollado. En la base de las células se observan a menudo vesículas pinocíticas.

Las células espinosas contienen todos los componentes antes mencionados y otros denominados **gránulos laminados**, recubiertos por membrana. Estos gránulos son ovoides y miden de 0,1-0,5 μ m; están llenos de láminas paralelas de alrededor de 2 nm de grosor, orientados a lo largo del eje corto del gránulo. Estos gránulos aparecen primero próximos al aparato de Golgi y luego se observan en todo el citoplasma.

Las células granulosas poseen organitos sintetizadores y numerosos haces de filamentos, así como gránulos laminados y de queratohialina. Los gránulos laminados aquí migran hacia la superficie celular y son descargados en el espacio intercelular. Los gránulos de queratohialina son redondeados y de tamaño variable, no están limitados por membranas y constan de partículas amorfas de 2 nm atravesados por haces de filamentos.

Las células cornificadas muestran muy pocos organitos y están llenas de filamentos de 6-8 nm incluidos en una matriz amorfa. La membrana plasmática está modificada y mide de 15-20 nm de grosor. En general, la membrana plasmática de las células de la capa córnea es muy ondulada y se interdigita con las membranas plasmáticas de las células adyacentes. Los espacios intercelulares están llenos de un material denso a los electrones, derivado de los gránulos laminados.

Recambio celular en la epidermis

Funcionalmente el estrato basal es la capa germinativa donde mediante mitosis se preserva el número de células. Las células espinosas y las granulosas son células que se diferencian y las córneas son las células diferenciadas o los productos terminales de la epidermis; por tanto, podemos decir que la epidermis se renueva constantemente: la mitosis en la capa germinativa y la descamación superficial producen un estado de equilibrio que mantiene la integridad epidérmica.

La queratinización no es más que una forma de diferenciación epitelial compuesta por dos estadios: una fase sintetizadora y otra fase degenerativa. En la primera, los filamentos, los gránulos de queratohialina y los laminados se forman en grandes cantidades. Luego de la secreción de los gránulos laminados, el resto del contenido celular, formado principalmente por filamentos y gránulos de queratohialina, se consolida en un material fibroso-amorfo que se envuelve por una cubierta celular engrosada.

La capacidad estructural y la resistencia química de la capa protectora está asegurada por la presencia de grandes cantidades de proteína que contienen azufre, las cuales son insolubles debido a la existencia de enlaces **covalentes**. Son alfa proteínas como la miosina y la fibrina (Fig. 12.6).

Estos dos tipos de proteínas en asociación dan flexibilidad, elasticidad y estabilidad a la capa córnea. La membrana plasmática modificada es el componente más resistente de dicha capa.

Así, la protección de la epidermis depende fundamentalmente de las células córneas, y esta capa a su vez actúa como una barrera para el movimiento del material a través

de la piel. La pérdida de los líquidos corporales o la trayectoria del agua dentro de la piel hacia espacios intercelulares, se evita mediante los grandes depósitos de lípidos bipolares entre las células córneas que se originan a partir del contenido de los gránulos laminados.

DERMIS

Es la capa de la piel sobre la cual "descansa" la epidermis; también se denomina **corion**. Es una capa de tejido conjuntivo constituida por dos regiones bien delimitadas: capa papilar y capa reticular (Fig. 12.7).

La **dermis papilar**, de tejido conjuntivo laxo, se dispone formando protrusiones denominadas **papilas dérmicas** que determinan una ondulación en la epidermis (Fig. 12.8). La dermis papilar es la superior o más superficial que está en contacto con la epidermis y se extiende hasta los espacios que quedan entre las protrusiones epidérmicas, denominadas **clavos epidérmicos interpapilares**. Separando esta capa de la epidermis se encuentra una membrana basal, PAS positiva al M/O. En las papilas dérmicas podemos encontrar terminaciones nerviosas y una gran vascularización capilar importante para la nutrición de la epidermis, la cual contribuye a la coloración de la piel y a la regulación térmica. En esta capa las fibras colágenas son finas y se disponen paralelas a la superficie. Las fibras elásticas son finas.

Además de los componentes fibrosos, la dermis posee una sustancia de cemento que contiene glicosaminoglucanos ácidos (ácido hialurónico y sulfato de condroitina), cuya metacromasia es pronunciada en la dermis papilar próxima a la membrana basal.

En la dermis papilar es frecuente encontrar células del tejido conjuntivo laxo, macrófagos, fibroblastos, mastocitos y otras.

La **dermis reticular** es la más gruesa y está situada debajo de la papilar, donde las fibras colágenas se entretajan con otros haces fibrosos (elásticos y reticulares) formando una red; esta capa representa el verdadero lecho fibroso de la dermis. Las fibras colágenas muestran una dirección paralela a la superficie cutánea y forman líneas de tensión que son de gran importancia en la cirugía.

Además de los elementos estudiados en la dermis papilar, es necesario señalar que en ella existen numerosos vasos sanguíneos, linfáticos y fibras nerviosas.

Los vasos sanguíneos mayores proporcionan una red de conductos que se anastomosan y forman el plexo cutáneo, desde donde ascienden vasos hacia la dermis superior. Allí existe otra red anastomótica, el **plexo subpapilar**, que proporcionan vasos a cada papila dérmica; la porción venosa también muestra dos plexos. En ciertas áreas del cuerpo como en los dedos existen anastomosis directas arteriovenosas. Los linfáticos cutáneos drenan en los nódulos linfáticos regionales y se disponen también en plexos superficial y profundo.

Las fibras nerviosas hacen de la piel un órgano extremadamente sensorial y algunas de sus terminaciones libres penetran en la epidermis.

COLOR DE LA PIEL

Los factores que influyen en la coloración de la piel son los pigmentos caroteno y melanina, y la sangre de los capilares.

El **caroteno** es un pigmento amarillento presente en el estrato córneo y en los adipocitos de la dermis. La **melanina**, como habíamos planteado, es el pigmento más

importante de la piel. Su color varía desde el amarillo pardo hasta el negro y se encuentra principalmente en la capa basal de la epidermis; es sintetizada por células especializadas de la epidermis, denominadas **melanocitos**. La melanina es un polímero denso de alto peso molecular e insoluble, que se forma a partir de la tirosina. La tirosina en presencia de una enzima aeróbica, la tirosinasa, se transforma en dihidroxifenilalanina (DOPA) y de ésta a dopaquinona; la conversión de estos aminoácidos constituye el paso inicial en la formación de la melanina. En los cortes histológicos ordinarios los melanocitos se presentan como células pequeñas entremezcladas con las células basales, y en dichos cortes se identifican mejor cuando se incuban en una solución de DOPA. Aparecen como una malla discontinua de células dendríticas, cuyas prolongaciones van a todas direcciones.

Al M/E los melanocitos no muestran desmosomas; poseen unos gránulos pequeños denominados **melanosomas**, en los cuales se sintetiza la melanina. Los melanosomas y su contenido migran a las prolongaciones dendríticas y allí secretan hacia el exterior de la célula.

Los melanosomas, por su número, tamaño y patrón de distribución funcionan absorbiendo luz ultravioleta y producen la **pigmentación de la piel**. El grado de pigmentación varía en las diferentes regiones del cuerpo, por lo que existen zonas de pigmentación más intensa, tales como axilas, escroto, pene, labios mayores, pezón, areola y región perianal.

La exposición al sol intensifica la pigmentación melánica, por oscurecimiento de la melanina existente y por incremento en la síntesis de nueva melanina.

Existen también el déficit de melanina, **albinismo**, que es el resultado de la incapacidad de los melanocitos para sintetizar melanina.

En la dermis aparecen algunas células que contienen melanina, los **cromatóforos**; estos no producen el pigmento, sino que lo facilitan.

La cantidad de sangre que circula por la piel, su contenido de hemoglobina y su grado de oxigenación confieren a la piel un tinte que varía entre el rojizo, rosado o violáceo, principalmente en individuos de piel blanca.

FANERAS

Las faneras o anejos de la piel son los pelos, las uñas y las glándulas sudoríparas y sebáceas.

PELOS

El pelo propiamente dicho, es decir, el tallo visible al exterior y la raíz situada en el espesor de la dermis, está formado por células epiteliales queratinizadas (Fig. 12.9 a y b).

En el hombre existen dos variedades de pelo: vello y pelos gruesos; estos últimos pueden estar intensamente pigmentados. El pelo grueso está constituido por tres capas: médula, corteza y cutícula.

Médula. Está formada por dos o tres capas de células cúbicas separadas por espacios de aire o líquido; estas capas poseen queratina blanda. La médula está generalmente poco desarrollada en el hombre. Corteza. Es gruesa y posee queratina dura. Sus células contienen gránulos finos de pigmento que le dan el color, el cual es modificado por el aire que se acumula entre los espacios intercelulares.

Cutícula. Está formada por células aplanadas escamosas de queratina dura que se cubren unas a otras como las tejas de un techo y muestran bordes libres dirigidos hacia el exterior. Esta capa forma la cubierta superficial del pelo.

Los vellos carecen de **médula**, la que puede faltar también en algunos pelos del cuero cabelludo, o estar presente sólo en parte del tallo.

La mayor parte del pelo lo constituye la **corteza**, y la mayoría del pigmento del pelo coloreado se encuentra en los espacios intercelulares y dentro de las células corticales. El aumento de espacios aéreos entre las células, junto a la pérdida del pigmento, genera el pelo canoso.

La raíz del pelo es la porción que se inserta en la piel, en el interior del folículo piloso. La región inferior del folículo se ensancha y forma el **bulbo piloso**, el cual se invagina en su extremo inferior mediante una proyección cónica de la dermis denominada **papila pilosa**; esta contiene los vasos sanguíneos que aportan los nutrientes a las células en crecimiento del bulbo piloso.

Folículo piloso

El folículo piloso está constituido por un componente epitelial interno y un componente conjuntivo externo. La parte epitelial deriva de la epidermis y está compuesta por una vaina epitelial interna y otra externa. La porción conjuntiva se forma a partir de la dermis.

La vaina **epitelial interna** se corresponde con las capas superficiales de la epidermis, las que se han especializado y dan origen a tres capas. La más interna, cutícula, donde los bordes libres se engranan con los bordes libres de la cutícula del pelo. Las células son escamosas y se cubren "en teja", de abajo hacia arriba.

Por la parte externa de la cutícula se presenta una capa de células alargadas, denominadas **capa de Huxley**, células que contienen gránulos similares a los de queratohialina, aunque difieren químicamente de ellos; reciben el nombre de **gránulos de tricohialina** y se tiñen con la eosina.

La siguiente capa es la capa de Henle, formada por células aplanadas que contienen queratina.

La **vaina epitelial externa** es una continuación del estrato de Malpighi. Las células de la capa externa son cilíndricas y en su superficie se continúan con las células espinosas del estrato espinoso de la epidermis.

La porción conjuntiva del folículo presenta tres capas: **membrana vítrea**, banda clara adyacente a las células cilíndricas de la vaina epitelial externa, es la lámina basal; **capa media**, tejido conjuntivo fino con fibras orientadas circularmente, y la **capa más externa**, poco desarrollada y con fibras elásticas y, colágenas, estas últimas dispuestas longitudinalmente. Una banda de fibras musculares lisas, el **músculo erector** del pelo, está fijado por un extremo a la capa papilar de la dermis y, por el otro, a la vaina de tejido conjuntivo del folículo piloso.

Cuando el músculo se contrae por diversos estímulos (frío, miedo, etc.), mueve el pelo y lo coloca en su posición más vertical, deprimiendo al mismo tiempo la piel en la región de su inserción y, elevando la piel de la región inmediata al pelo. La piel se pone "carne de gallina", como se denomina comúnmente.

GLÁNDULAS SEBÁCEAS

Como ya se explicó, en el tercio superior del pelo la vaina radicular externa prolifera y se diferencia en células que constituyen una glándula sebácea (Fig. 12.10). Las glándulas sebáceas no existen en las palmas de las manos ni en las plantas de los pies, y son numerosas en la cara y el cuero cabelludo. Se consideran típicas glándulas holocrinas.

Generalmente las glándulas sebáceas forman parte integral del folículo pilosebáceo y vacían su contenido en el canal folicular a través de un corto conducto. Las glándulas sebáceas que no están asociadas con el pelo vierten su secreción en la superficie.

Las glándulas sebáceas son andrógenodependientes y poseen células productoras de lípidos. Las células más externas del acino glandular, las basales, se apoyan sobre la lámina basal, similar a la epidérmica.

Las células germinativas de la glándula son pequeñas, aplanadas o cuboidales y densamente basófilas. A medida que se profundiza en el acino las células se cargan de lípidos, aumentan de tamaño, sus núcleos se distorsionan y desintegran; las células se rompen y forman el sebo, que es el producto lipídico de las glándulas.

Al microscopio electrónico se diferencian tres tipos celulares: **basales**, que contienen abundante RER, ribosomas libres, glucógeno, mitocondrias y filamentos; **parcialmente diferenciadas**, con abundante REL y lípidos cubiertos por membrana; y **más diferenciadas**, que muestran un núcleo de forma irregular y citoplasma ocupado por lípidos que comprimen restos o bridas citoplasmáticas.

GLÁNDULAS SUDORÍPARAS

Están situadas en la hipodermis y se localizan en casi toda la piel, excepto en labios y tímpano. Son de dos tipos: apocrinas y ecrinas.

Las **apocrinas** están restringidas a las axilas, la región anogenital, la areola mamaria y el conducto auditivo externo (glándulas ceruminosas) y a los párpados (glándulas de Moll). Son estimuladas por las hormonas sexuales y aparecen en la pubertad.

Estas glándulas son grandes, ramificadas, tubulares y se abren en la porción superior del folículo piloso. Sus túbulos tienen un tipo único de células secretorias eosinófilas cuboidales o cilíndricas, con el núcleo redondeado y localizado hacia la base, y nucleolo prominente. Rodeando a las células secretorias existen células mioepiteliales (Fig. 12.3b).

Las glándulas sudoríparas apocrinas producen un líquido viscoso que contiene cromógenos y proteínas. Responden a estímulos tales como el miedo y el dolor; su secreción es inodora, pero se vuelve odorífera cuando se combina con las bacterias cutáneas.

Las **ecrinas** abren directamente en la piel mediante un conducto tortuoso, y se distribuyen por toda la superficie corporal excepto en los labios, el glande, la superficie interna del prepucio y los labios menores. Son más densas en las palmas de las manos y las plantas de los pies, donde sus conductos se abren en las elevaciones como agujeritos.

En el túbulo glandular existen tres tipos de células: en la periferia del túbulo, una capa de **células mioepiteliales** que se encuentran sobre una lámina basal (las células mioepiteliales son células fusiformes dispuestas paralelamente al túbulo), **células**

secretorias, que pueden ser claras y apoyarse sobre las mioepiteliales o sobre la lámina basal, y **oscuras de citoplasma basófilo**. Al M/E las células claras contienen abundantes mitocondrias, glucógeno y REL desarrollado; entre las células claras existen canalículos que se abren a la luz del túbulo; las células oscuras están llenas de vacuolas densas a los electrones que contienen mucina, y la superficie luminal posee gran cantidad de microvellosidades. Además, se aprecia que el conducto excretor posee doble fila de células y la luz está tapizada por un material acidófilo.

Las glándulas están inervadas por fibras nerviosas simpáticas postganglionares, y responden también a estímulos colinérgicos y a drogas adrenérgicas.

Uñas

Las **uñas** son placas córneas rectangulares unidas al lecho ungueal, son semitransparentes y muestran el color de los tejidos subyacentes ricos en vasos sanguíneos. Cerca del pliegue proximal se observa una zona blanquecina semicircular denominada **lúnula**, la cual no es más que la matriz que contiene células epiteliales empaquetadas desde donde la uña crece. En la base de la matriz las células más profundas son cilíndricas y por encima de ellas hay varias capas de células poliédricas. Ambos tipos celulares poseen grandes núcleos y su citoplasma contiene tonofibrillas. A medida que las células se aproximan a la superficie se hacen mayores y se aplanan; contienen más tonofibrillas, pero no poseen queratohialina. Las células córneas son planas.

Al M/E la matriz se separa de la dermis por una membrana basal. Las células de la matriz son similares a las basales epidérmicas, son las células germinativas y, por tanto, son responsables del crecimiento continuo de las uñas. Las células poliédricas contienen masas proteicas fibrosas y amorfas insolubles denominadas **queratina de la uña**, con un alto contenido de azufre que explica la alta estabilidad y su resistencia química.