CAPITULO 4

SISTEMA TEGUMENTARIO

 El sistema tegumentario está formado por la piel y los anexos o faneras. La piel es el órgano de mayor extensión del organismo, en un individuo que pese 150 libras cubre 1,7 metros cuadrados y pesa unas 9 libras (4 kilogramos). Consiste en una envoltura resistente y flexible que cubre la superficie exterior del cuerpo y se continúa con las mucosas que revisten los sistemas respiratorio, digestivo y genitourinario a nivel de sus orificios externos.

 Las principales funciones que desempeña son:

1. Protege contra los roces y magulladuras y evita la entrada de gérmenes patógenos gracias a que sus capas más superficiales están constituidas por células muertas cargadas de queratina.
2. Evita la desecación al ser semipermeable al agua gracias a la queratina de sus células superficiales muertas y a los lípidos que se encuentran entre ellas.
3. Regulación térmica. Ayuda a conservar la temperatura corporal.
4. Excreción. La realiza mediante la secreción del sudor por las glándulas sudoríparas y material sebáceo por las sebáceas.
5. Síntesis. En la piel se sintetiza la vitamina D por acción de los rayos UV sobre el 7-dehidrocolesterol, y la melanina.
6. Discriminación sensorial. Debido a que la piel posee receptores para el tacto, la presión, el frío y el calor y el dolor, mantiene informando al individuo sobre el medio ambiente que lo rodea.
7. Permite la absorción de algunos medicamentos de uso externo.

Las faneras incluyen los pelos, las glándulas sudoríparas y sebáceas y las uñas.

4.1 ESTRUCTURA HISTOLÒGICA DE LA PIEL

 La piel está constituida por dos capas íntimamente unidas que poseen diferentes estructura y origen embriológico: la epidermis de origen ectodérmico y la dermis de origen mesodérmico. El espesor de la piel es variable, de 0,5 a 4mm o más. Bajo la piel y unida íntimamente a esta, se encuentra una capa de tejido conectivo que varía desde el tipo laxo hasta el adiposo de grosor variable. Esta capa se denomina hipodermis y para muchos autores forma parte de la piel por las estrechas relaciones morfofuncionales que existen entre ambas.

EPIDERMIS

 La epidermis es la capa superficial de la piel y está constituida por un epitelio estratificado plano queratinizado, constituido por varias capas o estratos que, en dependencia de su menor o mayor desarrollo, permiten clasificar la piel en fina y gruesa.

 La piel gruesa es la que cubre las palmas de las manos y las plantas de los pies y se caracteriza por presentar una capa gruesa de queratina y por poseer un estrato, denominado estrato lúcido, que no existe en la piel delgada. En la piel delgada el grosor de la epidermis es mucho menor debido principalmente al escaso grosor de la capa de queratina.

 Piel gruesa

 La observación a simple vista de la piel gruesa permite apreciar la presencia de surcos y elevaciones que son debidas a la disposición de las papilas de la dermis. Estos pliegues son más visibles en las palmas de las manos y en los dedos, y constituyen un patrón único para cada individuo que permite su identificación: 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: germinativo, espinoso, granuloso, lúcido y corneo.

 *Estrato germinativo*, llamado también basal, está formado por una capa de células cilíndricas, denominadas queratinocitos, algunas muestran imágenes de mitosis. Las células basales en interfase poseen núcleo grande y ovalado, y relativamente escaso citoplasma basòfilo. El eje mayor celular, así como el nuclear se disponen perpendicularmente a la membrana basal donde descansan estas células y hacia donde proyectan pequeñas microvellosidades.

 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 Merkel, a las que se atribuye una función endocrina.

 *Estrato espinoso*. Recibe este nombre porque en esta capa los queratinocitos muestran delgadas prolongaciones citoplasmáticas que le dan el aspecto de espinas y que unen las células entre sí. Al M/E se ha demostrado que estas espinas intercelulares se forman por la presencia de desmosomas entre las células vecinas. Esta capa está formada por varias hileras de queratinocitos poliédricos, de núcleos esféricos de cromatina laxa y citoplasma basòfilo, que se aplanan a medida que se aproximan a la superficie. La unión del estrato basal y el espinoso es denominado estrato de Malpighi.

 *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, sustancia intensamente basòfila, precursora de la queratina blanda. En la zona superior de esta capa mueren los queratinocitos.

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

 *Estrato córneo.* Está compuesto por una serie de células muertas, carentes de núcleos, planas y acidòfilas con todo el citoplasma ocupado por queratina y firmemente unidas entre sí por desmosomas. Grupos de células se descaman con facilidad en la superficie (Fig. 4.1).

 Piel delgada

 La piel delgada cubre todo el cuerpo menos las palmas de las manos y las plantas de los pies, sus estratos son más delgados, sobre todo el estrato córneo 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 (Fig. 4.2).

 Los queratinocitos de la capa basal 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 poliribosomas, 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 a 0,5 µm; están llenos de láminas paralelas de alrededor de 2nm de grosor. Aparecen primero próximos al aparato de Golgi y luego se observan en todo el citoplasma.

 Las células granulosas poseen organitos sintetizadores y numerosas 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 del estrato córneo 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 150 200 nm de grosor. En general, la membrana plasmática de las células de la capa córnea es muy ondulada y se interdigita con las células adyacentes. Los espacios intercelulares están llenos de un material lipídico 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 queratinocitos de la epidermis. 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 estadíos: 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 y amorfo que queda rodeado 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. Estas proteínas de asociación confieren flexibilidad, elasticidad y estabilidad a la capa córnea. La membrana plasmática modificada de los queratinocitos cornificados es el componente más resistente de dicha capa.

 Así la protección de la epidermis depende fundamentalmente de las células córneas, y esta 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 penetración de agua a través de la piel por los espacios intercelulares, se evita mediante los depósitos de lípidos bipolares entre las células córneas que se originan a partir del contenido de los gránulos laminados.

 Otras células de la epidermis

 Además de los queratinocitos que constituyen el 90 al 95% de las células de la epidermis, existen otros tres tipos celulares de origen, estructura y funciones diferentes: los melanocitos, las células de Langerhans y las células de Merkel.

 Los melanocitos tienen su origen en las crestas naturales, de la cual, en forma de melanoblastos migran a tres sitios: la piel (epidermis y bulbos pilosos), el ojo (coroides, iris y retina) y, unas pocas, a la aracnoides. Presentan un núcleo ovoide y son células dendríticas, situadas entre las células basales del estrato germinativo, en contacto con la membrana basal, y cuyas prolongaciones se extienden entre los estratos germinativos y espinoso. Al M/E los melanocitos no muestran desmosomas. Son las células sintetizadoras de la melanina que segregan y son fagocitados por los queratinocitos de los estratos basal y espinoso. El número de melanocitos de la piel por unidad de área es similar en las distintas razas, pero su grado de actividad es regulado genéticamente, el color de la piel depende fundamentalmente de la cantidad y distribución de los corpúsculos de melanina en las capas superficiales de la epidermis. Su estructura y función la explicaremos más adelante en relación con su papel en la pigmentación de la piel (Fig. 4.4).

 Las células de Langerhans son células móviles con finas prolongaciones y núcleos irregulares que provienen de la médula ósea, no tienen las estructuras características de las otras células de la piel (desmosomas, tonofilamentos o melanosomas). Se localizan en los estratos basal, espinoso y granuloso, sobre todo en la zona superior del estrato espinoso. Presentan en su membrana el complejo mayor de histocompatibilidad clase II, receptores Fc para los anticuerpos y para el factor C3 del complemento, participan en las respuestas inmunes cutáneas, ellas fijan los antígenos en su membrana, viajan por vía linfática hasta los ganglios linfáticos regionales donde los presentan a los linfocitos. Pertenecen al sistema inmune donde se les clasifica como células presentadoras de antígenos (Fig. 4.5).

 Al M/E son característicos en el citoplasma de las células de Langerhans los gránulos en forma de raqueta denominados gránulos de Birbeck, conocidos también como gránulos vermiculados. Su función es desconocida. Estas células también están presentes en el epitelio del esófago y de la vagina. En los ganglios se presentan como células en velo en los senos y como células reticulares interdigitantes en la paracorteza.

 Células de Merkel: Las células de Merkel se localizan en el estrato basal, entre los queratinocitos basales y se unen a ellos mediante desmosomas. Son más abundantes en la piel de las manos y los pies. Su citoplasma se caracteriza por su abundancia en filamentos intermedios de citoqueratina y por presentar gránulos densos pequeños (80 nm). A su cara basal se asocia una terminal axónica de una neurona sensitiva que presenta forma de disco. Son células capaces de actuar como receptores sensitivos a la presión. Las células de Merkel sintetizan y acumulan en su citoplasma vesículas membranosas con material denso a los electrones que contiene cromograninas asociadas a moléculas pequeñas parecidas a las catecolaminas. Esta célula al ser deformada por una compresión de la epidermis sería estimulada a liberar el contenido de sus vesículas que actuaría como un neurotransmisor y podría inducir la despolarización del terminal nervioso asociada a ella, la cual eventualmente generaría la descarga de un potencial de acción en el axón de la neurona sensitiva. Por estas características se considera que la célula de Merkel pertenece al sistema APUD (o Sistema Neuroendocrino Difuso) (Fig. 4.6).

DERMIS

 Es la capa de la piel sobre la cual “descansa” la epidermis. Es una capa de tejido conjuntivo constituido por dos regiones bien delimitadas, capa papilar y capa reticular.

 La dermis papilar, de tejido conjuntivo laxo, se dispone formando protrusiones denominadas pailas dérmicas que determinan una ondulación en la epidermis, 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. En las papilas dérmicas se encuentran terminaciones nerviosas y una gran red 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 hay fibras reticulares y colágenas finas que se disponen paralelas a la superficie, también presenta una red de finas fibras elásticas que disminuyen de grosor al acercarse a la epidermis (Fig. 4.7).

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

 En la dermis papilar se encuentran numerosas células de tejido conjuntivo laxo: fibroblastos, macrófagos, células cebadas y otras.

 La dermis reticular, situada debajo de la papilar, es más gruesa y está constituida por tejido conectivo denso irregular donde las fibras colágenas gruesas se entretejen 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.

 Irrigación sanguínea de la piel

 Vasos sanguíneos mayores proporcionan una red anastomótica y forman el plexo cutáneo, por debajo de la dermis desde donde ascienden vasos para formar otra red anastomótica, el plexo subpapilar, entre la capa papilar y la reticular, de la que parten los vasos que irrigan las papilas dérmicas; la porción venosa también muestra dos plexos en las mismas localizaciones. En ciertas áreas del cuerpo como en los dedos existen anastomosis arteriovenosas. Los linfáticos cutáneos se disponen también en plexos superficial y profundo y drenan en los nódulos linfáticos regionales.

 La cantidad de sangre que circula por el lecho capilar papilar varía considerablemente en relación con la temperatura ambiente y la generación de calor por la actividad física, de esta forma el organismo disipa o ahorra calor de acuerdo a sus necesidades, así cuando desciende la temperatura ambiental disminuye la circulación de sangre por la piel y ésta se enfría y cuando hacemos ejercicios físicos aumenta su temperatura permitiendo una mayor disipación del calor. Esta pérdida de calor se incrementa con la evaporación del sudor cuya secreción también aumenta con el calor y el ejercicio físico.

 Existen numerosas terminaciones nerviosas tanto en la dermis como en la epidermis, en forma de terminaciones libres, que funcionan como receptores para de tacto, presión, frío, calor y dolor haciendo de la piel un órgano extremadamente sensible.

 Coloración de la piel

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

 El caroteno es un pigmento amarillento de origen vegetal, precursor de la vitamina A, que se encuentra disuelto en los lípidos presentes en el estrato córneo y en los adipocitos de la dermis e hipodermis.

 La melanina es el pigmento más importante de la piel. Su color varía desde el amarillo pardo hasta el negro y se encuentra principalmente en el estrato germinativo de la epidermis; es sintetizada por los melanocitos (Fig. 4.8).

 En el melanocito, la síntesis del complejo torosinasa y la formación de los melanosomas es un proceso paralelo que se inicia en el RER. Este proceso es estimulado por la hormona estimulante del melonocito que se fija a un receptor de membrana de la célula. La torosinasa pasa al aparato de Golgi donde es activada por la presencia de cobre. Una vez activada constituye vesículas citoplásmicas que se unirán a los melanosomas, los cuales parten a su vez del RER como premelanosomas y una vez autónomos constituyen los melanosomas del nivel I y evolucionan hacia melanosomas de nivel II, que al asociarse a las vesículas cotoplasmáticas que contienen tirosinasa activada darán origen a los melanosomas de nivel III en los cuales se produce la síntesis de melanina. Los melanosomas alcanzan el nivel IV y pierden su actividad tirosinásica, y se desplazan por las prolongaciones dendríticas del melanocito hacia los queratinocitos (células cromatóforas) que captarán el material pigmentario mediante fagocitosis (Fig. 4.9).

 Si los melanosomas contienen feomelanina (feomelanosomoas), serán esféricos y con estructuras granulares o laminares, mientras que si contienen eumelanina (eumelanosomas) serán elipsoides y mostrarán estructuras filamentosas a la microscopía electrónica.

 Los melanosomas sufrirán un proceso degradativo conforme la célula cromatófora (queratinocito) ascienda hacia las capas más externas de la epidermis.

 La tirosina en presencia de una enzima aeróbica, la tirosinasa, se transforma en dihidroxifenilanina (DOPA) y de ésta a dopaquinona; la conversión de estos aminoácidos constituye el paso inicial en la formación de melanina. Otro complejo enzimático realiza la oxidacón y ciclación de la dopaquinona para dar origen a las feomelaninas (de color rojo o amarillo y solubles en álcalis) o a las eumelaninas (más oscuras, negras o marrones e insolubles en álcalis). La melanina forma unos complejos melanoproteicos que se distribuyen por los procesos citoplasmáticos de los melanocitos siendo posteriormente transferidos al citoplasma de los queratinocitos de la capa basal y del estrato espinoso. La melanina, por su cantidad y disposición sobre los núcleos funcionan absorbiendo luz ultravioleta evitando el efecto dañino de esta sobre el DNA y determinando la diferente pigmentación de la piel en las distintas razas. En los cortes histológicos ordinarios los melanocitos se presentan como células pequeñas entremezcladas con los queratinocitos 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 se extienden entre los estratos germinativo y espinoso.

 El grado de pigmentación varía en las diferentes regiones del cuerpo, existen zonas de pigmentación más intensa, tales como axilas, areolas, pezones, labios mayores, escroto, pene y región perianal.

 La exposición a los rayos solares intensifica la pigmentación melánica, por oscurecimiento de la melanina existente y por estimulación de la síntesis de nueva melanina.

 En la dermis aparecen algunas células que contienen melanina, los cromatóforos; éstos no producen el pigmento, sino que lo fagocitan al igual que los queratinocitos de la epidermis.

 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.

Implicaciones clínicas

 El déficit congénito de melanina, albinismo, es el resultado de la incapacidad de los melanocitos para sintetizar la melanina. El albinismo se presenta cuando el cuerpo es incapaz de producir o distribuir la melanina, debido a uno de varios defectos genéticos posibles. En el albinismo de tipo 1, los defectos en el metabolismo de la tirosina llevan a que no se logre convertir este aminoácido a melanina. Esto se debe a un defecto genético en la tirosinasa, la enzima responsable de metabolizar la tirosina.

 El albinismo de tipo 2 se debe a un defecto en el den “P” y los afectados tienen una pigmentación clara al nacer.

 En la forma más severa, llamada albinismo oculocutáneo, las personas afectadas aparecen con cabello, piel y color del iris blanco o rosado y defectos en la visión. Este tipo de albinismo se hereda a través de un proceso recesivo autosómico.

 El vitíligo, es un trastorno adquirido que consiste en máculas despigmentadas que se agrandan y coalescen formando extensas áreas de leucoderma. De preferencia se afecta la piel de cara, dorso de manos, axila, ingle, ombligo, genitales, rodilla y codo. Alrededor del 25% de los pacientes tienen un trastorno autoinmunitario. La hipótesis más aceptada para explicar la pérdida de melanocitos es la inmunitaria, según la cual se produce una citotoxicidad mediada por células y dependiente de anticuerpos. La leucoderma por acción de sustancias químicas también se debe a destrucción de melanocitos.

4.2. 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. En el hombre existen dos variedades de pelos: vellos y pelos gruesos; éstos últimos pueden estar intensamente pigmentados. El pelo grueso está constituido por tres capas: médula, corteza y cutícula (Fig. 4.10).

 Médula. Está formada por dos o tres capas de células cúbicas separadas por espacios de aire o líquido; éstas células poseen queratina blanda. La médula está generalmente poco desarrollada en el hombre. Corteza. Es la capa más 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. Esta capa forma la cubierta superficial muy resistente del pelo. 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 extremo del pelo.

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

 La mayoría del pigmento del pelo coloreado se encuentra en los espacios intercelulares y dentro de las células corticales. La pérdida del pigmento y el aumento de espacios aéreos entre las células, genera el pelo canoso.

Folículos pilosos

 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 (Fig. 4.11).

 Los folículos pilosos se localizan en la dermis, los más grandes pueden llegar hasta la hipodermis. Están constituidos 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 aplanadas, 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 intensamente 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 piloso presenta tres capas: membrana vítrea, banda clara adyacente a las células cilíndricas de la vaina epitelial externa, es la membrana basal; capa media, tejido conjuntivo fino con fibras orientadas circularmente, y la capa más externa, poco desarrollada y con fibras elásticas y colágenas, éstas últimas dispuestas longitudinalmente.

(Fig. 4.11)

 La forma del folículo piloso determina la forma de los pelos, el pelo lacio de sección transversal circular se origina en los folículos cilíndricos, los cabellos ondulados en los folículos ovalados y los ensortijados, característicos de la raza negra, en folículos de sección transversal elíptica.

 La actividad del folículo piloso atraviesa por tres etapas, la anágena (de crecimiento), catágena (involución) y telógena (descanso). Normalmente hasta un 90% de los folículos pilosos están en la etapa anágena, hasta un 1-2% en catágena, mientras que el 10-14% restante está en telógena. La duración de estos ciclos es diferente en las distintas regiones del cuerpo, a esto se debe la longitud total que alcanzan los pelos. El cabello crece más rápidamente en verano que en invierno y más lentamente durante la noche que en el día.

 Un pequeño haz 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 (Fig. 4.12).

 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

 Las glándulas sebáceas están situadas en la dermis, son alveolares ramificadas de tipo holocrino. Se desarrollan embriológicamente en el cuarto mes de gestación, como una gemación epitelial del folículo piloso. Son responsables de la producción del sebo que lubrica la superficie del cabello y la piel vecina. Su secreción es de carácter continuo, con cierta predominancia durante la fase anágena del ciclo del folículo piloso. A mayor grosor del cabello, más glándulas sebáceas se encontrarán. 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.

 Generalmente, las glándulas sebáceas forman parte integral del folículo pilosebáceo y vacían su contenido en el canal folicular a través de un corto conducto aunque en los labios, el glande y los labios menores no están asociadas con los pelos y vierten su secreción directamente en la superficie de la piel.

 La actividad de las glándulas sebáceas es influida por las hormonas sexuales y sus células son productoras de lípidos: triglicéridos, ácido grasos libres, colesterol y sus ésteres.

 Las células más externas del acino glandular, las basales, se apoyan sobre la lámina basal, similar a las epidérmicas. Estas células germinativas de la glándula son pequeñas, aplanadas, o cuboidales e intensamente basófilas. A medida que se desplazan hacia el centro del alveolo las células se cargan de lípidos, aumentan de tamaño, sus núcleos se distorsionan y por último se desintegran; las células se rompen y forman el sebo, que es el producto lipídico de las glándulas. (Fig. 4.13).

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

GLÁNDULAS SUDORÍPARAS

 Existen dos tipos: las ecrinas y las apocrinas. Son glándulas tubulares simples arrolladas. Sus conductos son más estrechos que las porciones secretoras. Tanto el conducto como la porción secretora están rodeados por células mioepiteliales.

 Están situadas en la hipodermis y se localizan en casi toda la piel, excepto en el borde libre de los labios y el tímpano. Las apocrinas sólo se localizan en las axilas , región perianal, en el pubis, la areola mamaria, el conducto auditivo externo (glándulas ceruminosas) y los parpados (glándulas de Moll). Son estimuladas por las hormonas sexuales y completan su desarrollo en la pubertad.

 Estas glándulas son grandes, tubulares y se abren en la porción superior del folículo piloso, por encima de la desembocadura de las glándulas sebáceas. Sus porciones secretoras, más dilatadas que las ecrinas, se localizan en la hipodermis y tienen un tipo único de células secretorias eosinófilas cuboidales o cilíndricas, con el núcleo redondeado y localizado hacia la base, y nucléolo prominente. Rodeando a las células secretoras existen células mioepiteliales.

 Las glándulas sudoríparas apocrinas producen un líquido viscoso que contiene cromógenos y glicoproteínas. Responden a estímulos tales como el miedo y el dolor; su secreción es inodora, pero se vuelve odorífera cuando son modificadas por acción de las bacterias cutáneas.

 Las ecrinas son glándulas tubulares simples, su porción secretora, de luz estrecha, localizada comúnmente en la hipodermis, está enrolladla sobre sí misma formando un ovillo, razón por la cual aparece cortada numerosas veces en las preparaciones histológicas. Se localizan tanto en la piel fina como en la gruesa, donde son más abundantes y sus conductos se abren directamente en el poro sudoríparo en la superficie de las crestas mediante un conducto de trayecto en espiral. Faltan en la piel del borde libre de los labios, el glande, la superficie interna del prepucio y los labios menores. Son activadas desde la infancia (Fig. 4.11).

 El conducto presenta un epitelio cúbico estratificado, con dos capas. Las células de la capa más profunda presentan muchas mitocondrias e invaginaciones basales. La porción secretora se localiza en la dermis e hipodermis y tienen un epitelio simple cilíndrico. En esta porción 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 fusiformes y están dispuestas paralelamente al túbulo), células secretoras, que pueden ser oscuras de citoplasma basófilo o claras y apoyarse sobre las mioepiteliales o sobre la lámina basal. Al M/E las células oscuras presentan vacuolas llenas de material denso a los electrones que contienen mucina, y la superficie luminal posee microvellosidades, las células claras poseen abundantes mitocondrias, glucógeno y REL desarrollado; entre las células claras existen canalículos que se abren a la luz del túbulo características típicas de las células transportadoras de iones y agua (Fig. 4.15).

 El conducto excretor posee doble capa de células cúbicas y la membrana apical de las superficiales presenta un material acidófilo.

 Segregan un litro de sudor al día en condiciones basales y pueden producir hasta 10 litros en condiciones extremas. Su secreción contiene agua, sodio, potasio, cloruros, urea, amoniaco y ácido úrico. La concentración de sodio es más baja que la del plasma sanguíneo.

 Las glándulas sudoríparas desempeñan funciones importantes en el metabolismo hidromineral, en la termorregulación por evaporación del sudor y la humedad de la superficie cutánea.

 Las apocrinas están inervadas por fibras adrenérgicas mientras las ecrinas por fibras colinérgicas.

Hipodermis

 La capa subcutánea de la piel está constituida por tejido conectivo laxo que es la continuación en profundidad de la dermis. Sus fibras colágenas y elásticas se continúan directamente con las de la dermis y corren en todas direcciones.

 Según las regiones del cuerpo y el estado de nutrición del organismo, en la capa subcutánea se desarrollan un número variable de células adiposas. Esta capa puede alcanzar un grosor en el abdomen de 3cm o más, pero en otras áreas como el pene y los párpados, la capa subcutánea no contiene células adiposas.

 El estrato subcutáneo está recorrido por numerosos vasos sanguíneos, linfáticos y troncos nerviosos; también contiene muchas terminaciones nerviosas.

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 crece la uña. 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 (Fig. 4.16).

 Al M/E se observa una membrana basal entre la matriz y la dermis. Las células basales 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 su dureza y su alta estabilidad y su resistencia a agentes químicos.

4.3 MUCOSAS

 Se denomina mucosa a la capa interna que reviste todos los conductos y cavidades del cuerpo, pertenecientes a los aparatos digestivo, respiratorio y genitourinario y la conjuntiva ocular, que permanecen húmedas y que comunican con la superficie exterior del cuerpo,

 Las mucosas están constituidas por una membrana epitelial superficial y una capa de tejido conectivo, más o menos laxo, con mayor o menor infiltración linfática, denominada lámina propia, y en el caso del tubo digestivo, también presenta una delgada capa de músculo liso denominada muscular de la mucosa. Estas membranas permanecen bañadas por la secreción de sustancias en solución acuosa (enzimas, mucus, ácido clorhídrico, etc.) elaboradas por las células del epitelio superficial o por glándulas situadas en la lámina propia, en la capa submucosa o por fuera de la pared de los órganos.

 El tipo de epitelio superficial varía en los distintos aparatos de acuerdo a sus requerimientos funcionales, en las vías respiratorias predomina el epitelio seudoestratificado cilíndrico ciliado con células calciformes que desplaza hacia la faringe la película de moco que la cubre arrastrando las partículas extrañas captadas del aire inspirado, en el tubo digestivo prevalece el epitelio simple cilíndrico con funciones absortivas y secretorias, en las vías excretoras urinarias el epitelio de transición con capacidades de distención y resistencia a la hipertonía de la orina.

 La falta de la cubierta protectora de queratina, sólo presente en la mucosa masticatoria y en la mucosa especializada de la cara dorsal de la lengua, en las mucosas, es compensada por la película de moco presente en las vías respiratorias, tubo digestivo y aparato genital, el pH ácido en el estómago y por la secreción de lisozima e inmunoglobulina A secretora (IgA) en las vías digestivas, respiratorias y en la conjuntiva palpebral.

 La IgA es elaborada en grandes cantidades por las células plasmáticas presentes en gran número en el tejido conectivo de la lámina propia y en el tejido intersticial de las glándulas y al atravesar las membranas epiteliales y las unidades glandulares dos unidades de IgA forman un dímero por una proteína de unión (J) elaborada por estas células la convierte en un dímero y les incorpora una proteína secretoria que las hace más resistentes, lo que les permite actuar en el interior de estos órganos.

 En las membranas epiteliales de las mucosas existen unas células capaces de captar antígenos en sus membranas y presentarlos a los linfocitos, son denominadas células M por la forma que adoptan en su relación con los linfocitos intraepiteliales. Son presentadoras de antígenos al igual que las células de Langerhans de la epidermis.

 Tanto sobre la superficie de la piel como de muchas de las mucosas habitan múltiples gérmenes en simbiosis con el organismo, algunos no aportan beneficios ni provocan efectos perjudiciales estableciendo una relación de comensalismo, otros establecen una relación mutualmente ventajosa y en muchos casos evitan el desarrollo de gérmenes patógenos.

4.4. ORIGEN EMBRIOLÓGICO DE LA PIEL

 La piel tiene un doble origen:

1. La epidermis proviene del ectodermo superficial.
2. La dermis se desarrolla a partir del mesénquima subyacente.

EPIDERMIS

 En un comienzo, el embrión está cubierto por una capa única de células ectodérmicas (Fig. 4.17 A). Al principio del segundo mes, este epitelio se divide y sobre la superficie se desarrolla una capa de células aplanadas llamada perdiermo o epitriquio (Fig. 4.17 B). Al continuar la proliferación de las células de la capa basal, se forma una tercera capa, la zona intermedia (Fig. 4.17 C). Por último, hacia el final del cuarto mes la epidermis adquiere su organización definitiva y pueden distinguirse cuatro capas: La capa basal o germinativa, responsable de la producción de nuevas células. Esta capa forma ulteriormente pliegues y hundimientos, que se traducen en la superficie de la piel de las huellas digitales.

 Un estrato espinoso grueso constituido por células poliédricas voluminosas unidas entre sí por delgadas espinas. El estrato granuloso, cuyas células contienen pequeños granos de queratohialina. El estrato córneo, que constituye la superficie resistente y de aspecto escamoso de la epidermis, compuesto por células muertas y compactas, que poseen abundante queratina.

 Las células del peridermo suelen desprenderse durante la segunda mitad de la vida intrauterina y pueden aparecer en el líquido amniótico.

 Durante los primeros tres meses de desarrollo, la epidermis es invadida por células originadas en la cresta neural. Estas células sintetizan un pigmento, la melanina, que pude ser transferido a otras células de la epidermis a través de las prolongaciones dendríticas (Fig. 4.17 D). después del nacimiento, estos melanocitos producen la pigmentación de la piel.

Implicaciones clínicas

Huellas digitales

 Los surcos epidérmicos que producen patrones característicos en la superficie de la yema de los dedos, las palmas de la mano y las plantas de los pies, están determinados genéticamente y constituyen la base de muchos estudios de genética humana y de investigaciones criminales (dermatoglifos). Las impresiones epidérmicas de la mano y de los dedos se utilizan como elementos para el diagnóstico en niños con anomalías cromosómicas.

PELOS

 Los pelos aparecen en forma de proliferaciones epidérmicas macizas que se introducen en la dermis subyacente. En el extremo terminal los brotes pilosos se invaginan (Fig. 4.18 A). Estas invaginaciones son ocupadas rápidamente por el mesodermo para formar las papilas pilosas en el cual se desarrollan los vasos y las terminaciones nerviosas (Fig. 4.18 B). Poco después, las células del centro de los brotes pilosos se tornan fusiformes y queratinizadas y constituyen el tallo del pelo, mientras que las células periféricas se tornan cúbicas y dan origen a la vaina radicular epitelial.

 El mesénquima adyacente forma la vaina radicular dérmica. Por lo general, un pequeño músculo liso, también derivado del mesénquima, el músculo erector del pelo suele estar unido a esta vaina. La proliferación ininterrumpida de las células epiteliales en la base del tallo da origen al pelo y lo desplaza hacia arriba y hacia al final del tercer mes aparecen los primeros pelos en la superficie de la región de las cejas y el labio superior. Estos pelos, que constituyen el lanugo, se desprenden al aproximarse el momento del nacimiento y son remplazados más tarde por pelos más gruesos que se originan en los folículos pilosos neoformados.

 La pared epitelial del folículo piloso muestra por lo general un pequeño brote que se introduce en el mesodermo circundante. Las células desde estos brotes forman glándulas sebáceas. Esta glándula forma una sustancia grasosa que es secretada hacia el folículo piloso, desde el cual llega a la piel (Fig. 4.18 C).

 Anomalías de la distribución del pelo: La hipertricosis (exceso de pelo), se produce por el aumento inusual de los folículos pilosos. Pueden localizarse en determinadas áreas del cuerpo, especialmente la región lumbar baja cuando se encuentran sobre una espina bífida oculta o pueden cubrir la totalidad del cuerpo. La atriquia, o falta congénita de pelo, suele estar relacionada con anomalías de otros derivados ectodérmicos, como los dientes y las uñas.