

Es la parte del organismo que protege y cubre la superficie del cuerpo y se une, sin fisuras, con las membranas mucosas de los distintos canales (por ejemplo, el canal alimenticio) en los distintos orificios corporales. La piel forma una barrera protectora contra la acción de agentes físicos, químicos o bacterianos sobre tejidos más profundos, y contiene órganos especiales que suelen agruparse para detectar las distintas sensaciones, como sentido del tacto, temperatura y dolor. Cumple un papel importante en el mantenimiento de la temperatura corporal gracias a la acción de las glándulas sudoríparas y de los capilares sanguíneos. En la regulación de la temperatura corporal participan los 4,5 m de capilares sanguíneos contenidos en cada 6,5 cm² de piel.

Cuando se eleva la temperatura corporal se pierde energía calórica, o calor, porque se produce la dilatación vascular y se incrementa el flujo de sangre hacia la superficie cutánea. Cuando la temperatura es baja, los capilares sanguíneos se contraen para reducir el flujo de sangre y la consiguiente pérdida de calor a través de la piel. Cada centímetro cuadrado de piel también contiene cientos de glándulas sudoríparas que están controladas por un centro de regulación del calor situado en el cerebro. Estas glándulas segregan humedad que se evapora, enfría la superficie corporal y contribuye a mantener una temperatura corporal normal. En este caso, la piel actúa como un órgano secretor. La piel es elástica y, excepto en algunas zonas como las palmas de las manos, las plantas de los pies y los oídos, está unida de forma débil a los tejidos subyacentes. El color de la piel varía según la cantidad de un pigmento, llamado melanina, que se deposita en las células cutáneas, la cual está determinada por la herencia y por la exposición a la luz solar. El color también varía en algunas enfermedades a causa de diferencias en la pigmentación, como ocurre en la enfermedad de Addison, o porque la sangre transporta sustancias pigmentadas que se depositan en la piel (ictericia). En determinadas regiones del cuerpo las capas más externas de la piel se modifican para formar el pelo y las uñas. El grosor de la piel varía entre 0,5 mm en los párpados y 4 mm o más en las palmas de las manos y las plantas de los pies.

La piel está formada por dos capas diferentes. La capa externa se llama epidermis o cutícula. Tiene varias células de grosor y posee una capa externa de células muertas que son eliminadas de forma constante de la superficie de la piel y sustituidas por otras células formadas en una capa basal celular, que recibe el nombre de estrato germinativo (*stratum germinativum*) y que contiene células cúbicas en división constante. Las células generadas en él se van aplanando a medida que ascienden hacia la superficie, donde son eliminadas; también contiene los melanocitos o células pigmentarias que contienen melanina en distintas cantidades. La capa interna es la dermis. Está constituida por una red de colágeno y de fibras elásticas, capilares sanguíneos, nervios, lóbulos grasos y la base de los folículos pilosos y de las glándulas sudoríparas. La interfase entre dermis y epidermis es muy irregular y consiste en una sucesión de papilas, o proyecciones similares a dedos, que son más pequeñas en las zonas en que la piel es fina, y más largas en la piel de las palmas de las manos y de las plantas de los pies. En estas zonas, las papilas están asociadas a elevaciones de la epidermis que producen ondulaciones utilizadas para la identificación de las huellas dactilares. Cada papila contiene o bien un lazo capilar de vasos sanguíneos o una terminación nerviosa especializada. Los lazos vasculares aportan nutrientes a la epidermis y superan en número a las papilas neurales, en una proporción aproximada de cuatro a uno.

Las glándulas sudoríparas están distribuidas por todo el cuerpo. Son numerosas en las palmas de las manos y en las plantas de los pies, pero bastante escasas en la piel de la espalda. Cada glándula consiste en una serie de túbulos enrollados situados en el tejido subcutáneo, y un conducto que se extiende a través de la dermis y forma una espiral enrollada en la epidermis. Las glándulas sebáceas tienen forma de saco y segregan el sebo que lubrica y ablanda la piel. Se abren en los folículos pilosos a muy poca distancia por debajo de la epidermis.

Enfermedades cutáneas

La piel es proclive a padecer enfermedades originadas tanto por causas internas como externas. La inflamación de la piel o dermatitis puede producirse como consecuencia de la exposición a sustancias

industriales irritantes, físicas o químicas, por el contacto con venenos de origen vegetal, o por quemaduras producidas por una exposición excesiva a los rayos ultravioleta del sol. La infección de la piel por estreptococos piógenos da lugar al impétigo y las erisipelas, y las infecciones cutáneas pueden extenderse por todo el cuerpo (sífilis, viruela, tuberculosis); enfermedades sistémicas generales pueden dar lugar a síntomas cutáneos, como en la escarlatina, la varicela y el sarampión. Proteínas extrañas a las que el cuerpo es sensible pueden afectar a la piel produciendo urticaria, o verdugones, tanto si llegan a la piel por el torrente sanguíneo como si son aplicadas directamente en la piel. Con frecuencia, los pacientes son estudiados mediante la colocación de una pequeña cantidad de proteína en un pequeño arañazo realizado en la piel; si se produce sensibilidad a la proteína aparece un verdugón. En un principio se creyó que el eccema era la enfermedad cutánea más frecuente, pero en la actualidad se considera como un síntoma de una gran variedad de patologías, incluyendo irritaciones locales externas, alteraciones sanguíneas y alergias. Otras afecciones cutáneas incluyen tumores, quistes sebáceos (lobanillos), úlceras y pigmentaciones congénitas o producidas por alteraciones en las secreciones internas (véase Hormona) y melanomas (véase Cáncer). Véase también Acné; Psoriasis; Seborrea. Para información sobre quemaduras y congelaciones, véase Primeros auxilios.

Injertos de piel

A veces, las lesiones producidas por quemaduras, por intervenciones quirúrgicas o por algunas enfermedades (úlceras grandes) dan lugar a la destrucción de zonas extensas de piel. La regeneración de la piel sobre estas zonas desnudas se produce de forma natural por proliferación de las células situadas en los márgenes de la lesión, donde la piel es sana, y de los apéndices cutáneos subyacentes. Sin embargo, la formación del tejido de la cicatriz evita el crecimiento de piel sobre la zona desnuda y puede incapacitar la parte afectada por la formación de contracturas o adhesiones. Para facilitar que la zona dañada se cubra por completo se realizan injertos de piel. Se cortan secciones de piel que tengan su grosor total o parcial, dependiendo de las indicaciones, de otras zonas del cuerpo (sitio donante) y se aplican en la superficie descubierta (sitio receptor) con objeto de que se adhieran con rapidez. Si el injerto tiene éxito se nutre en un primer momento con suero que rezuma del tejido dañado, y después por proliferación de capilares en el injerto, capilares que proceden del tejido sobre el cual se han colocado. Al final, el injerto se une con la piel que lo rodea para cubrir todo el área.

En general, los injertos permanentes sólo se pueden realizar con piel del cuerpo del mismo individuo que va a recibirlos (autoinjertos), o de un gemelo idéntico. Con la excepción de los injertos procedentes de gemelos idénticos, los injertos se caen transcurridas unas tres semanas.

También se han desarrollado injertos de piel artificial para que sirvan de protección temporal durante la cicatrización. Están constituidos por una capa dérmica de fibras proteicas de origen animal y por una capa epidérmica de plástico de silicio. La piel también puede ser clonada, aunque la piel resultante carece de flexibilidad y no puede crecer.

Sistema por el que discurre la sangre a través de las arterias, los capilares y las venas; este recorrido tiene su punto de partida y su final en el corazón. En los humanos y en los vertebrados superiores, el corazón está formado por cuatro cavidades: la aurícula derecha e izquierda y los ventrículos derecho e izquierdo. El lado derecho del corazón bombea sangre carente de oxígeno procedente de los tejidos hacia los pulmones donde se oxigena; el lado izquierdo del corazón recibe la sangre oxigenada de los pulmones y la impulsa a través de las arterias a todos los tejidos del organismo. La circulación se inicia al principio de la vida fetal. Se calcula que una porción determinada de sangre completa su recorrido en un periodo aproximado de un minuto.

Circulación pulmonar

La sangre procedente de todo el organismo llega a la aurícula derecha a través de dos venas principales: la vena cava superior y la vena cava inferior. Cuando la aurícula derecha se contrae, impulsa la sangre a través de un orificio el de la válvula tricúspide cuando se abre hacia el ventrículo derecho. La contracción de este

ventrículo conduce la sangre hacia los pulmones. La válvula tricúspide evita el reflujo de sangre hacia la aurícula, ya que se cierra por completo durante la contracción del ventrículo derecho. En su recorrido a través de los pulmones, la sangre se oxigena, es decir, se satura de oxígeno. Después regresa al corazón por medio de las cuatro venas pulmonares que desembocan en la aurícula izquierda. Cuando esta cavidad se contrae, la sangre pasa al ventrículo izquierdo y desde allí a la aorta gracias a la contracción ventricular. La válvula bicúspide o mitral evita el reflujo de sangre hacia la aurícula y las válvulas semilunares o sigmoideas, que se localizan en la raíz de la aorta, el reflujo hacia el ventrículo. En la arteria pulmonar también hay válvulas semilunares o sigmoideas.

Ramificaciones

La aorta se divide en una serie de ramas principales que a su vez se ramifican en otras más pequeñas, de modo que todo el organismo recibe la sangre a través de un proceso complicado de múltiples derivaciones. Las arterias menores se dividen en una fina red de vasos aún más pequeños, los llamados capilares, que tienen paredes muy delgadas. De esta manera la sangre entra en estrecho contacto con los líquidos y los tejidos del organismo. En los vasos capilares la sangre desempeña tres funciones: libera el oxígeno hacia los tejidos, proporciona a las células del organismo nutrientes y otras sustancias esenciales que transporta, y capta los productos de desecho de los tejidos. Después los capilares se unen para formar venas pequeñas. A su vez, las venas se unen para formar venas mayores, hasta que, por último, la sangre se reúne en la vena cava superior e inferior y confluye en el corazón completando el circuito.

Circulación portal

Además de la circulación pulmonar y sistémica descritas, hay un sistema auxiliar del sistema venoso que recibe el nombre de circulación portal. Un cierto volumen de sangre procedente del intestino confluye en la vena porta y es transportado hacia el hígado. Aquí penetra en unos capilares abiertos denominados sinusoides, donde entra en contacto directo con las células hepáticas. En el hígado se producen cambios importantes en la sangre, vehículo de los productos de la digestión que acaban de absorberse a través de los capilares intestinales. Las venas recogen la sangre de nuevo y la incorporan a la circulación general hacia la aurícula derecha. A medida que avanza a través de otros órganos, la sangre sufre más modificaciones.

Circulación coronaria

La circulación coronaria irriga los tejidos del corazón aportando nutrientes y oxígeno, y retirando los productos de degradación. De la aorta, justo en la parte superior de las válvulas semilunares, nacen dos arterias coronarias. Después, éstas se dividen en una complicada red capilar en el tejido muscular cardíaco y en las válvulas. La sangre procedente de la circulación capilar coronaria se reúne en diversas venas pequeñas, que después desembocan directamente en la aurícula derecha sin pasar por la vena cava.

Función cardíaca

La actividad del corazón consiste en la alternancia sucesiva de contracción (sístole) y relajación (diástole) de las paredes musculares de las aurículas y los ventrículos. Durante el periodo de relajación, la sangre fluye desde las venas hacia las dos aurículas, y las dilata de forma gradual. Al final de este periodo la dilatación de las aurículas es completa. Sus paredes musculares se contraen e impulsan todo su contenido a través de los orificios auriculoventriculares hacia los ventrículos. Este proceso es rápido y se produce casi de forma simultánea en ambas aurículas. La masa de sangre en las venas hace imposible el reflujo. La fuerza del flujo de la sangre en los ventrículos no es lo bastante poderosa para abrir las válvulas semilunares, pero distiende los ventrículos, que se encuentran aún en un estado de relajación. Las válvulas mitral y tricúspide se abren con la corriente de sangre y se cierran a continuación, al inicio de la contracción ventricular.

La sístole ventricular sigue de inmediato a la sístole auricular. La contracción ventricular es más lenta, pero

más enérgica. Las cavidades ventriculares se vacían casi por completo con cada sístole. La punta cardiaca se desplaza hacia delante y hacia arriba con un ligero movimiento de rotación. Este impulso, denominado el latido de la punta, se puede escuchar al palpar en el espacio entre la quinta y la sexta costilla. Después de que se produzca la sístole ventricular el corazón queda en completo reposo durante un breve espacio de tiempo. El ciclo completo se puede dividir en tres periodos: en el primero las aurículas se contraen; durante el segundo se produce la contracción de los ventrículos; en el tercero las aurículas y ventrículos permanecen en reposo. En los seres humanos la frecuencia cardiaca normal es de 72 latidos por minuto, y el ciclo cardiaco tiene una duración aproximada de 0,8 segundos. La sístole auricular dura alrededor de 0,1 segundos y la ventricular 0,3 segundos. Por lo tanto, el corazón se encuentra relajado durante un espacio de 0,4 segundos, aproximadamente la mitad de cada ciclo cardiaco.

En cada latido el corazón emite dos sonidos, que se continúan después de una breve pausa. El primer tono, que coincide con el cierre de las válvulas tricúspide y mitral y el inicio de la sístole ventricular, es sordo y prolongado. El segundo tono, que se debe al cierre brusco de las válvulas semilunares, es más corto y agudo. Las enfermedades que afectan a las válvulas cardiacas pueden modificar estos ruidos, y muchos factores, entre ellos el ejercicio, provocan grandes variaciones en el latido cardiaco, incluso en la gente sana. La frecuencia cardiaca normal de los animales varía mucho de una especie a otra. En un extremo se encuentra el corazón de los mamíferos que hibernan que puede latir sólo algunas veces por minuto; mientras que en el otro, la frecuencia cardiaca del colibrí es de 2.000 latidos por minuto.

Pulso

Cuando la sangre es impulsada hacia las arterias por la contracción ventricular, su pared se distiende. Durante la diástole, las arterias recuperan su diámetro normal, debido en gran medida a la elasticidad del tejido conjuntivo y a la contracción de las fibras musculares de las paredes de las arterias. Esta recuperación del tamaño normal es importante para mantener el flujo continuo de sangre a través de los capilares durante el periodo de reposo del corazón. La dilatación y contracción de las paredes arteriales que se puede percibir cerca de la superficie cutánea en todas las arterias recibe el nombre de pulso.

Origen de los latidos cardiacos

La frecuencia e intensidad de los latidos cardiacos están sujetos a un control nervioso a través de una serie de reflejos que los aceleran o disminuyen. Sin embargo, el impulso de la contracción no depende de estímulos nerviosos externos, sino que se origina en el propio músculo cardiaco. El responsable de iniciar el latido cardiaco es una pequeña fracción de tejido especializado inmerso en la pared de la aurícula derecha, el nodo o nódulo sinusal. Después, la contracción se propaga a la parte inferior de la aurícula derecha por los llamados fascículos internodales: es el nodo llamado auriculoventricular. Los haces auriculoventriculares, agrupados en el llamado fascículo o haz de His, conducen el impulso desde este nodo a los músculos de los ventrículos, y de esta forma se coordina la contracción y relajación del corazón. Cada fase del ciclo cardiaco está asociada con la producción de un potencial eléctrico detectable con instrumentos eléctricos configurando un registro denominado electrocardiograma.

Capilares

La circulación de la sangre en los capilares superficiales se puede observar mediante el microscopio. Se puede ver avanzar los glóbulos rojos con rapidez en la zona media de la corriente sanguínea, mientras que los glóbulos blancos se desplazan con más lentitud y se encuentran próximos a las paredes de los capilares. La superficie que entra en contacto con la sangre es mucho mayor en los capilares que en el resto de los vasos sanguíneos, y por lo tanto ofrece una mayor resistencia al movimiento de la sangre, por lo que ejercen una gran influencia sobre la circulación. Los capilares se dilatan cuando la temperatura se eleva, enfriando de esta forma la sangre, y se contraen con el frío, con lo que preservan el calor del organismo. También desempeñan un papel muy importante en el intercambio de sustancias entre la sangre y los tejidos debido a la

permeabilidad de las paredes de los capilares; éstos llevan oxígeno hasta los tejidos y toman de ellos sustancias de desecho y CO₂ que transportan hasta los órganos excretores y los pulmones respectivamente. Allí se produce de nuevo un intercambio de sustancias de forma que la sangre queda oxigenada y libre de impurezas.