

TIPOS DE TEJIDOS Y SUS ORÍGENES

► OBJETIVO

Nombrar los cuatro tipos básicos de tejidos que constituyen el cuerpo humano y establecer las características de cada uno.

Los tejidos del organismo pueden clasificarse en cuatro tipos básicos de acuerdo con su función y su estructura:

1. El **tejido epitelial** reviste la superficie del cuerpo y tapiza los órganos huecos, cavidades y los conductos. También da origen a las glándulas.

2. El **tejido conectivo** protege y da soporte al cuerpo y sus órganos. Varios tipos de tejido conectivo mantienen los órganos unidos, almacenan energía (como el tejido adiposo), y otorgan inmunidad contra microorganismos patógenos.

3. El **tejido muscular** genera la fuerza física necesaria para movilizar las estructuras corporales.

4. El **tejido nervioso** detecta cambios en una gran variedad de situaciones dentro y fuera del cuerpo, y responde generando potenciales de acción (impulsos nerviosos) que contribuyen a mantener la homeostasis.

TEJIDO EPITELIAL

► OBJETIVOS

Describir las características generales de los tejidos epiteliales.

Enumerar el lugar, la estructura y la función de cada tipo de epitelio.

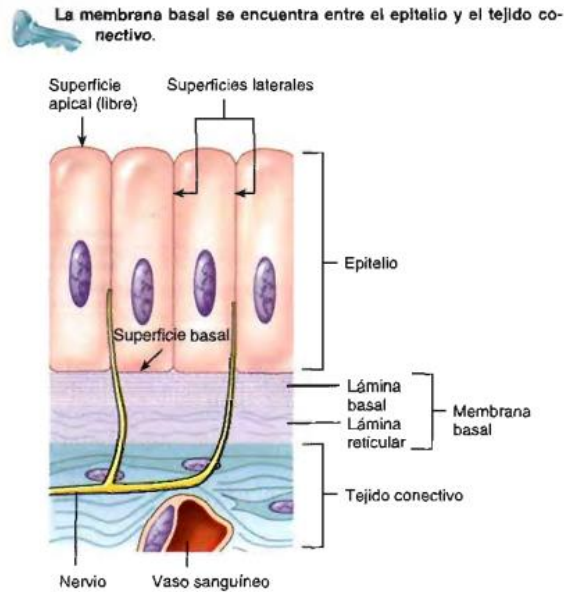
El **tejido epitelial** o **epitelio** está constituido por células dispuestas en capas continuas, de una forma simple o estratificada. Como consecuencia del contacto íntimo y la estrecha unión que proporcionan las uniones celulares, existe muy poco espacio intercelular entre las membranas plasmáticas adyacentes.

Las diferentes superficies de las células epiteliales tienen distintas estructuras y funciones especializadas. La **cara apical (libre)** de una célula epitelial está dispuesta hacia la superficie del cuerpo, una cavidad corporal, la luz (espacio interior) de un órgano interno o un conducto tubular que transporta secreciones celulares (**fig. 4-2**). La cara apical puede contener cilios o microvellosidades. Las **caras laterales** de una célula epitelial enfrentan las células adyacentes a cada lado. Como se vio en la **figura 4-1**, pueden contener uniones estrechas, adherentes, desmosomas y uniones en hendidura. La **cara basal** de una célula epitelial es la opuesta a la apical; la capa celular más profunda del epitelio se adhiere a estructuras extracelulares, como la **membrana basal**. Los hemidesmosomas en la cara basal de la capa más profunda de las células epiteliales unen el epitelio a la membrana basal. Cuando se trata de epitelios estratificados, el término **capa apical** hace referencia al plano superficial de células, y el de **capa basal** al plano más profundo.

La **membrana basal** es una fina capa extracelular constituida por la **lámina basal** y la **lámina reticular**. La **lámina basal** (lámina = capa, delgada) está muy próxima a las células epiteliales y es secretada por éstas. Contiene proteínas como colágeno y laminina, al igual que glucoproteínas y proteoglicanos. Como se dijo antes, las moléculas de laminina de la lámina basal se unen a las integrinas de los hemidesmosomas y de esta forma fijan las células a la membrana basal (véase **fig. 4-1d**). La **lámina reticular** se encuentra más cerca del tejido conectivo y contiene proteínas fibrosas sintetizadas por las células del te-

se **fig. 4-1d**). La *lámina reticular* se encuentra más cerca del tejido conectivo y contiene proteínas fibrosas sintetizadas por las células del te-

Fig. 4-2 Superficies de las células epiteliales, estructura y ubicación de la membrana basal.



¿Cuál es la función de la membrana basal?

creción, absorción y excreción. Además, el tejido epitelial se combina con el tejido nervioso para formar los órganos especiales del olfato, la audición, la visión y el tacto.

El tejido epitelial se puede dividir en dos tipos. 1) **Epitelio de cobertura y revestimiento**, que cubre tanto la piel como algunos órganos internos. También forma la capa más interna de los vasos sanguíneos, conductos y cavidades corporales y tapiza el interior de los aparatos respiratorio, digestivo, urinario y reproductor. 2) **Epitelio glandular**, que constituye la porción secretora de las glándulas, como las glándulas tiroideas, las suprarrenales y sudoríparas.

Epitelio de cobertura y revestimiento

Los tipos de tejido epitelial de cobertura y revestimiento se clasifican de acuerdo con dos características: la disposición celular en capas y las formas de las células (**fig. 4-3**).

1) **Disposición celular en capas**. Las células de epitelios de recubrimiento se disponen en una o más capas según la función que desempeña el epitelio:

- Epitelio simple**. Una capa única de células participa en la difusión, ósmosis, filtración, secreción y absorción. **Secreción** es la producción y liberación de sustancias como moco, sudor o enzimas. **Absorción** es la captación de líquidos u otras sustancias como el alimento digerido en el tubo digestivo.
- Epitelio pseudoestratificado**. Apareta tener múltiples capas (estratos) celulares porque los núcleos se encuentran en dife-

rentes niveles y no todas las células alcanzan la superficie apical. Las células que llegan a la superficie apical pueden tener cilios; otras secretan moco. El epitelio pseudoestratificado se considera en la actualidad un epitelio simple porque todas sus células están en contacto con la membrana basal.

- c. **Epitelio estratificado.** Constituido por dos o más capas de células que protegen tejidos subyacentes donde el rozamiento es considerable.

2) Formas celulares.

- a. Las **células pavimentosas, planas o escamosas** se disponen como las baldosas de un piso y son delgadas, lo cual permite el paso rápido de sustancias.
- b. Las **células cúbicas** son igual de altas que anchas y presentan forma cúbica o hexagonal. Pueden tener microvellosidades en la superficie apical y participar tanto en la absorción como en la secreción.
- c. Las **células cilíndrica o columnares** son más altas que anchas y protegen a los tejidos subyacentes. La superficie apical puede tener cilios o microvellosidades, y a menudo se especializan en la absorción y la secreción.
- d. Las **células de transición** cambian su forma de planas a cúbicas en órganos como la vejiga urinaria que se distiende a un tamaño mayor y después se vacía y adquiere un tamaño más pequeño.

Combinando las dos características (la disposición de las capas y la forma de las células), los tipos de epitelios de cobertura y revestimiento son los siguientes:

I. Epitelios simples:

- A. Epitelio pavimentoso simple
- B. Epitelio cúbico simple

C. Epitelio cilíndrico simple (ciliado y no ciliado)

D. Epitelio cilíndrico pseudoestratificado (ciliado y no ciliado)

II. Epitelios estratificados:

- A. Epitelio pavimentoso estratificado (queratinizado y no queratinizado)*
- B. Epitelio cúbico estratificado*
- C. Epitelio cilíndrico estratificado*
- D. Epitelio de transición

Cada uno de estos tipos de epitelios se describe en las siguientes secciones y se ilustra en el **cuadro 4-1**. La ilustración de cada tipo consiste en una fotomicrografía, el diagrama correspondiente y un esquema que identifica una localización importante del tejido en el cuerpo humano. Cada ilustración se acompaña de descripciones, localizaciones y funciones del tejido.

Epitelio simple

EPITELIO PAVIMENTOSO SIMPLE Este tejido consiste en una única capa de células aplanadas que se asemeja a un piso de mosaicos

*Esta clasificación está basada en la forma que toman las células en su superficie apical.

lares se encuentran a diferentes profundidades (**cuadro 4-1e**). A pesar de que todas las células están fijas a la membrana basal en un solo plano, algunas no se extienden hasta la superficie apical. Cuando se observan desde alguno de los lados, estas características otorgan el aspecto de un tejido estratificado. Por ello la denominación correcta es epitelio pseudoestratificado (seudo-, de *pseudées*, falso). En el epitelio cilíndrico ciliado pseudoestratificado, las células que se extienden hasta la superficie apical secretan moco (células caliciformes) o tienen cilios. El moco secretado transporta partículas extrañas y los cilios lo arrastran para la eliminación posterior del organismo. El epitelio cilíndrico pseudoestratificado no ciliado contiene células sin cilios y carece de células caliciformes.

si se mira desde la superficie apical (**cuadro 4-1a**). El núcleo de cada célula es aplanado, de forma ovoide o esférica y tiene una localización central. El epitelio pavimentoso o plano simple se encuentra en lugares donde se desarrollan procesos de filtración (como la de la sangre en los riñones) o de difusión (como la del oxígeno hacia los vasos sanguíneos pulmonares). No se encuentra en áreas corporales sujetas a estrés mecánico (desgaste y desgarró).

El epitelio pavimentoso simple que reviste el corazón, los vasos sanguíneos y los vasos linfáticos es conocido como **endotelio** (endo-, de *éndon*, dentro, y -telio, de *thélion*, cubierta); el tipo de epitelio que forma serosas como el peritoneo se denomina **mesotelio** (meso-, de *mésos*, medio). A diferencia de otros epitelios tisulares, que derivan del ectodermo o del endodermo embrionario, el endotelio y el mesotelio derivan del mesodermo.

EPITELIO CÚBICO SIMPLE La forma cúbica de las células en este tipo de tejido (**cuadro 4-1b**) es obvia cuando el tejido se secciona y mira desde los lados. Los núcleos celulares son normalmente esféricos y centrados. El epitelio cúbico simple se encuentra en órganos como la glándula tiroidea y los riñones y participa en las funciones de secreción y absorción.

EPITELIO CILÍNDRICO SIMPLE Cuando se miran de lado, las células de este epitelio parecen columnas, con núcleo ovoides en posición basal. El epitelio cilíndrico simple puede presentarse de dos formas: epitelio cilíndrico simple no ciliado y epitelio cilíndrico simple ciliado.

El **epitelio cilíndrico simple no ciliado** contiene dos clases de células: células epiteliales cilíndricas con microvellosidades en la superficie apical y células caliciformes (**cuadro 4-1c**). Las **microvellosidades**, proyecciones citoplasmáticas a modo de dedos, incrementan la superficie de absorción (véase **fig. 3-1**). Las **células cali-**

ciformes son células epiteliales cilíndricas modificadas que secretan moco, un líquido pegajoso, en su cara apical. Antes de ser liberado, el moco se acumula en la porción superior de las células que se dilatan y toman la característica de copa o cáliz. El moco secretado actúa como lubricante en el tubo digestivo, los aparatos respiratorio y reproductivo y en la mayor parte de las vías urinarias. El moco también ayuda a evitar la destrucción del epitelio gástrico por el jugo ácido secretado por este órgano.

El **epitelio cilíndrico simple ciliado** contiene células cilíndricas con cilios en la cara apical (**cuadro 4-1d**). En algunas partes de las vías respiratorias superiores hay células caliciformes intercaladas a lo largo del epitelio cilíndrico. El moco secretado por las células caliciformes forma una lámina que cubre la superficie libre del tracto respiratorio y atrapa las partículas inhaladas. El movimiento ciliar transporta el moco y cualquier partícula adherida a éste hacia la garganta para que sea expectorado y tragado o escupido. La tos y el estornudo aumentan la velocidad del movimiento ciliar y del moco. Los cilios también colaboran en el transporte del ovocito, liberado por los ovarios, a través de las trompas uterinas (de Falopio) hasta el útero.

Epitelio cilíndrico pseudoestratificado

Como se mencionó anteriormente, el epitelio cilíndrico pseudoestratificado parece tener muchas capas porque los núcleos celu-

Epitelio estratificado

En comparación con el epitelio simple, el epitelio estratificado tiene dos o más capas celulares. Por ello es más perdurable y ofrece mayor protección a los tejidos subyacentes. Algunas células de los epitelios estratificados también producen secreciones. La denominación específica de cada clase de epitelio estratificado depende de la forma de las células de la capa apical.

EPITELIO PAVIMENTOSO ESTRATIFICADO Las células de la capa apical de esta clase de epitelio son planas y las situadas en las capas más profundas varían entre cúbicas y cilíndricas (**cuadro 4-1f**). Las

células basales (las más profundas) se encuentran en constante proliferación o división celular. A medida que crecen, las células de la capa basal son desplazadas hacia la capa apical. Al alejarse de la profundidad del epitelio y de su irrigación sanguínea, proveniente desde el tejido conectivo, comienzan a deshidratarse, se retraen, aumentan de consistencia y por fin mueren. Ya en la capa apical, las células muertas pierden las uniones celulares, se descaman y son reemplazadas continuamente por las células nuevas que emergen desde la capa basal.

El epitelio escamoso estratificado puede presentarse como queratinizado o no queratinizado. En el *epitelio pavimentoso estratificado queratinizado* la capa apical y varias capas subyacentes se hallan parcialmente deshidratadas y contienen una capa de **queratina**, una proteína fibrosa que protege a la piel y los tejidos del calor, los microorganismos y las sustancias nocivas. El epitelio pavimentoso estratificado queratinizado forma la capa superficial de la piel. El *epitelio pavimentoso estratificado no queratinizado*, que tapiza, por ejemplo, la mucosa de la boca y del esófago, no contiene queratina en la superficie apical ni en las capas inferiores. Ambos tipos de epitelios constituyen la primera línea de defensa del organismo contra los gérmenes.



Examen de Papanicolaou

El examen o extendido de Papanicolaou, también llamado **Pap test**, se basa en la recolección y el examen microscópico de células epiteliales que han sido raspadas o extraídas de la superficie de un tejido. Una clase común es el estudio de células extraídas del epitelio pavimentoso estratificado no queratinizado de la vagina o del cuello uterino. Este tipo de examen está destinado principalmente a

cuello uterino. Este tipo de examen está destinado principalmente a detectar cambios tempranos en las células del sistema reproductor femenino que puedan indicar un cáncer o un estado precanceroso. Se recomienda un extendido de Papanicolaou anual en todas las mujeres como parte del examen pélvico habitual. ■

EPITELIO CÚBICO ESTRATIFICADO Es un tipo de epitelio poco común en el cual las células de la capa apical son cúbicas (**cuadro 4-1g**). El epitelio cúbico estratificado tiene principalmente una función protectora, pero también ejerce funciones limitadas de absorción y secreción.

EPITELIO CILÍNDRICO ESTRATIFICADO Al igual que el epitelio anterior, éste también es un epitelio poco frecuente. La capa basal suele presentar células bajas de formas irregulares; solo la capa apical contiene células cilíndricas (**cuadro 4-1h**). Este tipo de epitelio interviene en la secreción y la absorción.

EPITELIO DE TRANSICIÓN El epitelio transicional es un tipo de epitelio estratificado que solo se encuentra en el sistema urinario y tiene un aspecto variable. En estado de relajación o sin estiramiento, el epitelio de transición se asemeja a un epitelio cúbico estratificado, excepto que las células de la capa apical tienden a ser redondas y más grandes. A medida que el tejido se distiende, las células se aplanan y le dan el aspecto de un epitelio pavimentoso estratificado (**cuadro 4-1i**). A causa de su elasticidad, el epitelio de transición es el más apropiado para cubrir estructuras huecas sujetas a expansión desde el interior, como la vejiga urinaria. Esto le permite a la vejiga distenderse para dar cabida a volúmenes variables de líquido sin romperse.

Epitelio glandular

La función del epitelio glandular, la secreción, se realiza a través de las células glandulares que a menudo se agrupan en la profundidad del epitelio de revestimiento. Una **glándula** puede constar de una sola célula o de un grupo de células que secretan sustancias dentro de conductos (tubos) hacia la superficie o hacia la sangre. Todas las glándulas del cuerpo se clasifican en exocrinas o endocrinas.

La secreción de las **glándulas endocrinas** (**cuadro 4-2a**) ingresa en el líquido intersticial y luego se difunde directamente hacia el flujo sanguíneo sin pasar a través de conductos. Estas secreciones, llamadas *hormonas*, regulan varias actividades metabólicas y fisiológicas para mantener la homeostasis. La hipófisis, la tiroides y las glándulas suprarrenales son ejemplos de glándulas endocrinas. Las glándulas endocrinas serán descritas en detalle en el capítulo 18.

Las **glándulas exocrinas** (gr. *éxoo*, afuera, *krinein*, secreción) (**cuadro 4-2b**) secretan sus productos dentro de conductos que se vacían en la superficie de un epitelio de revestimiento como el de la piel o la luz de un órgano hueco. La secreción de una glándula exocrina puede ser moco, sudor, aceite, cera, saliva o enzimas digestivas. Ejemplo de glándulas exocrinas son: las glándulas sudoríparas, que producen sudor como un mecanismo para disminuir la temperatura corporal, y las glándulas salivales, que secretan la saliva. Ésta contiene moco y enzimas digestivas, entre otras sustancias. Según se verá más adelante en este texto, algunas glándulas del organismo, como el páncreas, los ovarios y los testículos, son glándulas mixtas porque contienen tanto tejido endocrino como exocrino.

Clasificación estructural de las glándulas exocrinas

Las glándulas exocrinas se distinguen en unicelulares o multicelulares. Como indica su nombre, las **glándulas unicelulares** están constituidas por una única célula. Las células caliciformes son glándulas exocrinas unicelulares importantes, que secretan moco directamente sobre la superficie apical de las mucosas. La mayoría de las glándulas son multicelulares: están compuestas por muchas células que forman una estructura microscópica característica o un órgano macroscópico. Ejemplos de esta clase de glándulas son las glándulas sudoríparas, sebáceas y salivales.

Las glándulas multicelulares se categorizan de acuerdo con dos criterios: 1) si sus conductos son ramificados o no ramificados, y 2) la forma de la porción secretora de la glándula (**fig. 4-4**, p. 122). Si el conducto glandular no se ramifica, es una **glándula simple**. Si el conducto está ramificado, se trata de una **glándula compuesta**. Las glándulas con porciones secretoras tubulares son **glándulas tubulares**; aquellas con más de una porción secretora sacular se llaman **glándulas acinosas** o también **glándulas alveolares**. Las **glándulas tubuloacinosas** tienen porciones tubular y sacular.

La combinación de estas características son los criterios utilizados en el siguiente esquema de clasificación de las glándulas exocrinas multicelulares:

I. Glándulas simples.

A. **Tubular simple.** La porción secretora tubular es recta u está unida a un conducto único sin ramificaciones. Ejemplo: glándulas del intestino grueso.

- B. **Tubular simple ramificada.** La porción secretora tubular es ramificada y está unida a un conducto simple sin ramificación. Ejemplo: glándulas gástricas.
- C. **Tubular simple en espiral.** La porción secretora tubular se encuentra enrollada y unida a un conducto simple sin ramificaciones. Ejemplo: glándulas sudoríparas.
- D. **Acinosa simple.** La porción secretora tiene forma de saco y se une a un conducto simple sin ramificación. Ejemplo: glándulas de la uretra peneana.
- E. **Acinosa simple ramificada.** La porción secretora sacular está ramificada y se une a un conducto simple sin ramificaciones.

II. Glándulas compuestas.

- A. **Tubular compuesta.** La porción secretora es tubular y se une a un conducto ramificado. Ejemplo: glándulas bulbouretrales (de Cowper).
- B. **Acinosa compuesta.** La porción secretora es sacular y se une a un conducto ramificado. Ejemplo: Las glándulas mamarias.
- C. **Tubuloacinosa compuesta.** La porción secretora es tanto tubular como sacular y se une a un conducto ramificado. Ejemplo: glándulas acinosas del páncreas.

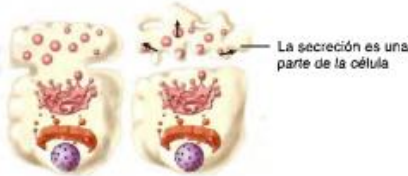
Clasificación funcional de las glándulas exocrinas

La clasificación funcional de las glándulas exocrinas se basa en la forma en que se liberan sus secreciones. Las secreciones de las **glándulas merocrinas** son sintetizadas en los ribosomas adheridos al retículo endoplasmático, elaboradas, seleccionadas y empaquetadas por el complejo de Golgi y liberadas de la célula por exocitosis en vesículas secretoras (fig. 4-5a). Casi todas las glándulas exocrinas del cuerpo son merocrinas. Como ejemplos están las glándulas salivales y el páncreas. Las **glándulas apocrinas** (gr. *apé*, de, desde) acumulan sus productos en la superficie apical de las células de secreción. Después, esa parte se desprende del resto de la célula para liberar la secreción (fig. 4-5b). La porción remanente se repara a sí misma y el proceso se repite. Los estudios de micrografía electrónica han puesto en duda si los seres humanos poseen estas glándulas. Lo que en un tiempo se pensaba que eran glándulas apocrinas, por ejemplo, las glándulas mamarias que secretan leche, hoy se sabe que son glándulas merocrinas. Las células de las **glándulas holocrinas** (gr. *hólos*, todo) acumulan el producto secretorio en el citosol. A medida que las células secretoras maduran, se rompen y se convierten en el producto secretorio (fig.

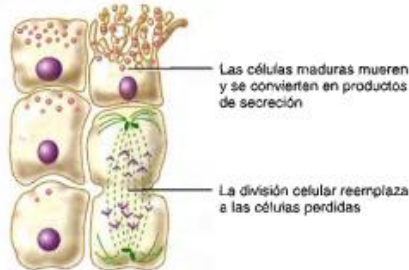
célula glandular entera o en parte de esta.



(a) Secreción merocrina



(b) Secreción apocrina



(c) Secreción holocrina

? ¿Qué clase de glándulas son las sebáceas? ¿Y las salivales?

TEJIDO CONECTIVO

OBJETIVOS

► Describir las características generales del tejido conectivo.

► Describir la estructura, localización y función de los diferentes tipos de tejido conectivo.

El **tejido conectivo** es uno de los más abundantes y de más amplia distribución en el cuerpo humano. En sus diferentes formas, el tejido conectivo presenta una variedad de funciones. Mantiene unidos, sostiene y refuerza a otros tejidos corporales; protege y aísla a órganos internos; compartimentaliza estructuras como el músculo esquelético; representa el principal medio de transporte del organismo (la sangre es un tejido conectivo líquido); es el sitio principal de depósito de las reservas de energía (tejido adiposo), y es la principal fuente de las respuestas inmunes.

Características generales del tejido conectivo

El tejido conectivo consiste en dos elementos básicos: células y matriz extracelular. La **matriz extracelular** del tejido conectivo es el material que se halla entre sus células ampliamente espaciadas. La matriz extracelular está compuesta por fibras proteicas y sustancia fundamental, el material que se halla entre las células y las fibras. La matriz extracelular es secretada generalmente por las células del tejido conectivo y determina las cualidades de éste. Por ejemplo, en el cartilago, la matriz extracelular es firme pero flexible. La matriz extracelular del hueso, en comparación, es dura e inflexible.

En contraste con los epitelios, el tejido conectivo no se encuentra por lo común en las superficies corporales. También a diferencia de los epitelios, los tejidos conectivos están abundantemente irrigados, lo cual significa que reciben gran cantidad de sangre. Las excepciones a esta regla son los cartilagos, avasculares, y los tendones, con escasa irrigación. Excepto el cartilago, los tejidos conectivos, al igual que los epitelios, se hallan inervados.

Células del tejido conectivo.

Las células embrionarias del mesoderma, también llamadas células mesenquimatosas, dan origen a las células del tejido conectivo. Cada tipo de tejido conectivo contiene una clase de células inmadu-

ras con un nombre terminado en *-blasto*, que significa "retoño o germen". Estas células inmaduras se denominan *fibroblastos* en el tejido conectivo laxo y denso, *condroblastos* en el cartilago y *osteoblastos* en el hueso. Los blastos conservan la capacidad de división celular y secretan la matriz característica de cada tejido. En el cartilago y el hueso, una vez que se forma la matriz, las células inmaduras se diferencian en células maduras y sus nombres terminan en *-cito*, como *condrocito* y *osteocito*. Las células maduras tienen una capacidad reducida de división celular y de producción de matriz, e intervienen principalmente en el mantenimiento de la matriz.

Los tipos de células de tejido conectivo varían de acuerdo con el tejido y son las siguientes (fig. 4-6):

1. Fibroblastos. Son células grandes y aplanadas con prolongaciones citoplasmáticas que se ramifican. Se encuentran en diversos tejidos conectivos, y generalmente son los más numerosos. Los fibroblastos migran a través del tejido conectivo secretando fibras y sustancia fundamental de la matriz extracelular.

2. Macrófagos. Los macrófagos (macro-, de *makrós*, largo, y -fago, de *phagén*, comer) derivan de los monocitos, un tipo de leucocito. Tienen una forma irregular, con una especie de proyecciones a modo de brazos y son capaces de fagocitar bacterias y detritos celulares. Los macrófagos fijos residen en tejidos particulares, como los macrófagos alveolares en los pulmones o los macrófagos esplénicos en el bazo. Los macrófagos circulares tienen la capacidad de atravesar los tejidos y agruparse en los sitios de infección o inflamación para realizar fagocitosis.

3. Células plasmáticas. Son pequeñas células que derivan de un tipo de leucocito denominado linfocito B. Las células plasmáticas secretan anticuerpos, proteínas que atacan o neutralizan sustancias extrañas en el organismo. Por ello las células plasmáticas son una parte importante de la respuesta inmune. A pesar de que se en-

cuentran en diversas partes del cuerpo, la mayoría reside en los tejidos conectivos, especialmente del tubo digestivo y las vías respiratorias. También abundan en las glándulas salivales, ganglios linfáticos y médula ósea.

4. Mastocitos. Los mastocitos o células cebadas son abundantes a lo largo de los vasos sanguíneos que irrigan el tejido conectivo. Producen histamina, sustancia que dilata los vasos sanguíneos pequeños como parte de la reacción inflamatoria, respuesta a una lesión o infección. Los investigadores, además, han descubierto recientemente que los mastocitos pueden unirse a las bacterias, fagocitarlas y destruirlas.

5. Adipocitos. También llamados células adiposas, son las células del tejido conectivo que almacenan triglicéridos (grasas). Se encuentran debajo de la piel y rodeando a órganos como el corazón y los riñones.

6. Leucocitos (glóbulos blancos). No se encuentran en un número significativo en el tejido conectivo normal. Sin embargo, en ciertas condiciones migran hacia el tejido conectivo desde la sangre. Por ejemplo: los neutrófilos arriban a sitios de infección y los eosinófilos migran hacia sitios de invasión parasitaria y reacciones alérgicas.

La matriz extracelular del tejido conectivo.

Cada tipo de tejido conectivo tiene propiedades especiales, sobre la base del material extracelular específico situado entre las células. La matriz extracelular tiene dos componentes principales: 1) matriz amorfa, y 2) fibras.

Matriz amorfa

Como se comentó anteriormente, la sustancia fundamental o matriz amorfa es el componente intercelular del tejido conectivo.

Puede ser líquida, semilíquida, gelatinosa o calcificada. Da soporte a las células, las une entre sí, almacena agua y provee el medio a través del cual las sustancias son intercambiadas entre la sangre y las células. Tiene una participación activa en el desarrollo tisular, la migración, la proliferación y el cambio de forma, al mismo tiempo que desempeña un papel importante en la forma en que las células llevan a cabo sus funciones metabólicas.

La sustancia fundamental contiene agua y moléculas orgánicas de gran tamaño, muchas de las cuales son combinaciones complejas de polisacáridos y proteínas. Entre los polisacáridos se hallan el ácido hialurónico, el condroitinsulfato, el dermatansulfato y el queratansulfato. En conjunto, se los denomina **glucosaminoglucanos** o GAG. Excepto el ácido hialurónico, los GAG se asocian con proteínas y se los llama **proteoglucanos**. Éstos forman un núcleo proteico del que se proyectan los GAG como las cerdas de un cepillo. Una de las propiedades más importantes de los GAG es que atrapan el agua y toman más gelatinosa a la sustancia fundamental.

El **ácido hialurónico** es una sustancia viscosa que une a las células entre sí, las lubrica y contribuye a mantener su forma. Los glóbulos blancos, los espermatozoides y algunas bacterias producen *hialuronidasa*, enzima que desdobra al ácido hialurónico y hace que la sustancia fundamental del tejido conectivo se vuelva más líquida. La capacidad de producir hialuronidasa ayuda a los glóbulos blancos a desplazarse más libremente a través del tejido conectivo para alcanzar los sitios de infección y a la penetración de ovocito por el espermatozoide durante la fecundación. También es responsable de la rápida diseminación de las bacterias a través del tejido conectivo. El **condroitinsulfato** otorga soporte y adhesividad al cartilago, hueso, piel y vasos sanguíneos. La piel, los tendones, los vasos sanguíneos y las válvulas cardíacas contienen **dermatansulfato**, mientras que el hueso, el cartilago y la córnea contienen **queratansulfato**. En la sustancia fundamental también se hallan presentes **proteínas de adhesión**, las cuales son responsables de unir los componentes de la matriz amorfa con las superficies celulares. La principal proteína de adhesión del tejido conectivo es la **fibronectina**, que une a las fibras colágenas (como se tratará en breve) con la matriz amorfa, y fija a ésta elementos celulares.

Las **fibras elásticas**, más pequeñas en diámetro que las fibras colágenas, se unen y ramifican formando una red dentro del tejido. Una fibra elástica se compone de moléculas de la proteína *elastina* rodeada por una glucoproteína denominada *fibrilina*, que agrega fuerza y estabilidad. Como consecuencia de su estructura molecular, las fibras elásticas son fuertes pero pueden estirarse hasta un 150% de su longitud en relajación sin romperse. De igual importancia es la propiedad que tienen de retornar a su forma original después del estiramiento, la cual se denomina *elasticidad*. Las fibras elásticas son abundantes en la piel, las paredes de los vasos sanguíneos y el tejido pulmonar.

Las **fibras reticulares** (*retículo*, diminutivo de red) son finos haces de colágeno con una cubierta glucoproteica que otorgan soporte en las paredes de los vasos sanguíneos y constituyen una red alrededor de las células en ciertos tejidos, como el tejido conectivo areolar, el tejido adiposo y el músculo. Producidas por los fibroblastos, las fibras reticulares son mucho más finas que las fibras colágenas y forman redes estructurales. Al igual que las fibras de colágeno, las fibras reticulares otorgan soporte y resistencia. Las fibras reticulares abundan en el tejido conectivo reticular, que forma la estroma (de *stróma*, tapiz, trama) o soporta el armazón de muchos órganos blandos, como el bazo o los ganglios linfáticos. Estas fibras también colaboran en la formación de la membrana basal.

Clasificación de los tejidos conectivos

Como consecuencia de la diversidad celular y de la matriz extracelular y de las diferencias en sus proporciones relativas, la clasificación de los tejidos conectivos no es siempre clara. A continuación se ofrece el siguiente esquema:

- I. Tejido conectivo embrionario
 - A. Mesénquima
 - B. Tejido conectivo mucoso
- II. Tejido conectivo maduro
 - A. Tejido conectivo laxo
 1. Tejido conectivo areolar
 2. Tejido adiposo
 3. Tejido conectivo reticular
 - B. Tejido conectivo denso
 1. Tejido conectivo denso regular
 2. Tejido conectivo denso irregular
 3. Tejido conectivo elástico
 - C. Cartilago
 1. Cartilago hialino
 2. Fibrocartilago
 3. Cartilago elástico
 - D. Tejido óseo
 - E. Tejido conectivo líquido
 1. Tejido sanguíneo
 2. Linfa

Obsérvese que nuestro esquema de clasificación tiene dos clases principales de tejido conectivo: el embrionario y el maduro. El **tejido conectivo embrionario** está presente fundamentalmente en el em-

Fibras

Tres tipos de **fibras** están incluidas en la matriz extracelular entre las células: colágenas, elásticas y reticulares. Su función es reforzar y dar sostén a los tejidos conectivos.

Las **fibras colágenas** (de *cola*, preparado adhesivo) son fuertes y resisten las fuerzas de tracción, pero no son rígidas, lo cual le permite al tejido ser flexible. Las propiedades de los diferentes tipos de fibras colágenas varían de un tejido a otro. Por ejemplo, las fibras colágenas del cartilago atraen más moléculas de agua que las fibras colágenas del hueso, y esto le otorga al cartilago una consistencia diferente. A menudo, las fibras colágenas se disponen en haces paralelos (fig. 4-6). La disposición en haces le confiere mayor fuerza al tejido. La composición química de este tipo de fibras está determinada por la proteína más abundante de todo el organismo: el **colágeno**, que representa alrededor del 25% del total. Las fibras colágenas se encuentran en la mayoría de los tipos de tejido conectivo, especialmente el hueso, el cartilago, los tendones y los ligamentos.

La segunda subclase principal de tejido conectivo, el **tejido conectivo maduro**, está presente en el recién nacido. Sus células derivan del mesénquima. En la siguiente sección se describirán los numerosos tipos de tejido conectivo maduro.

Tipos de tejido conectivo maduro

Los cinco tipos de tejido conectivo maduro son: 1) tejido conectivo laxo, 2) tejido conectivo denso, 3) cartilago, 4) tejido óseo, y 5) tejido conectivo líquido (tejido sanguíneo y linfa). Se examinará cada uno en detalle.

Tejido conectivo laxo

Las fibras del **tejido conectivo laxo** están entrelazadas laxamente en el espacio intercelular. Los tipos de tejido conectivo laxo son: tejido conectivo areolar, tejido adiposo y tejido conectivo reticular.

TEJIDO CONECTIVO AREOLAR Es uno de los tejidos conectivos de más amplia distribución en el organismo. Contiene varios tipos de células, como fibroblastos, macrófagos, células plasmáticas, mastocitos, adipocitos y algunos glóbulos blancos (**cuadro 4-4a**). Los tres tipos de fibras, colágenas, elásticas y reticulares, se disponen al azar en el tejido areolar. La sustancia fundamental contiene ácido hialurónico, condroitinsulfato, dermatansulfato y queratansulfato. Combinado con el tejido adiposo, el tejido conectivo areolar forma el tejido subcutáneo, la capa que une la piel con los tejidos y órganos subyacentes.

TEJIDO ADIPOSEO El tejido adiposo es un tejido conectivo laxo y sus células, llamadas **adipocitos** (adipo-, de *adeps*, que significa especializado en el almacenamiento de triglicéridos (grasas) (**cuadro 4-4b**). Los adipocitos o células adiposas derivan de los fibroblastos. Como tienen en su interior una gran gota de triglicéridos, el citoplasma y el núcleo de estas células son rechazados hacia la periferia. El tejido adiposo se encuentra donde hay tejido conectivo areolar. Actúa como aislante y de tal modo reduce la pérdida de calor a través de la piel. Es la principal reserva de energía y en general brinda so-

porte y protección a diversos órganos. A medida que una persona aumenta de peso, la cantidad de tejido adiposo se incrementa y se forman al mismo tiempo nuevos vasos sanguíneos. Como consecuencia, una persona obesa tiene muchos más vasos sanguíneos que una persona delgada. Esta situación puede traer consigo un mayor esfuerzo del corazón para bombear la sangre y se puede desencadenar un estado de hipertensión arterial.

El **tejido adiposo blanco** o **grasa blanca**, recién descrito, constituye la mayor proporción de tejido adiposo en los adultos. Existe otro tipo de tejido adiposo denominado **tejido adiposo pardo** o **grasa parda**. Este debe su coloración oscura a la rica irrigación sanguínea, así como también a las numerosas mitocondrias pigmentadas que participan en la respiración celular aeróbica. A pesar de que la grasa parda está ampliamente distribuida en el feto y en el lactante, en los adultos solo representa una pequeña proporción. Este peculiar tejido genera considerable cantidad de calor y probablemente ayuda a que el recién nacido mantenga su temperatura corporal. El calor generado por el gran número de mitocondrias se disipa hacia otros tejidos del organismo a través de la extensa irrigación sanguínea.

elásticas, que hacen lo propio entre los latidos cardiacos para mantener el flujo sanguíneo.

Cartilago

El **cartilago** es una densa red de fibras colágenas y elásticas incluídas firmemente en condroitinsulfato, un componente de consis-

pacios, llamados **lagunas** en la matriz extracelular. Una membrana de tejido conectivo denso irregular, el **pericondrio** (peri-, de *peri-*, alrededor de), cubre la mayor parte de la superficie del cartilago. A diferencia de otros tejidos conectivos, el cartilago no tiene vasos sanguíneos o nervios, excepto en el pericondrio. Como carece de irrigación sanguínea, cura lentamente después de una lesión. Existen tres tipos de cartilago: el cartilago hialino, el fibrocartilago y el cartilago elástico.

alargan en el período de crecimiento. El cartilago hialino es el más abundante del cuerpo. Brinda flexibilidad y soporte, y en las articulaciones reduce la fricción y disminuye los choques. El cartilago hialino es el más débil de los tres tipos de cartilago.

FIBROCARFILAGO Los condrocitos están dispersos a lo largo de haces visibles de fibras colágenas situadas dentro de la matriz fibrocartilaginosa (**cuadro 4-4h**). El fibrocartilago carece de peri-

Liposucción

El procedimiento quirúrgico denominado **liposucción** se basa en la succión de pequeñas cantidades de tejido adiposo de varias partes del cuerpo. La técnica puede usarse como un procedimiento de remodelación corporal en regiones como los muslos, las algas, los brazos, las mamas y el abdomen. Las complicaciones posoperatorias posibles son: obstrucción del flujo sanguíneo por un cuerpo graso, infecciones, falta de irrigación, lesión de estructuras internas y dolor posoperatorio intenso. ■

TEJIDO CONECTIVO RETICULAR El tejido conectivo reticular se caracteriza por el delicado entrecruzamiento de fibras reticulares y células reticulares (**cuadro 4-4n**). Forma la estroma (armazón de soporte) del hígado, el bazo y los ganglios linfáticos, y contribuye a la unión de las células del tejido muscular liso. Además, las fibras reticulares del bazo filtran la sangre y eliminan de ésta las células sanguíneas viejas. Las fibras reticulares linfáticas filtran la linfa y eliminan bacterias.

Tejido conectivo denso

El **tejido conectivo denso** contiene fibras más gruesas, más numerosas y más densas que el tejido conectivo laxo, pero al mismo tiempo presenta una cantidad menor de células. Existen tres tipos: tejido conectivo denso regular, tejido conectivo denso irregular y tejido conectivo elástico.

TEJIDO CONECTIVO DENSO REGULAR En este tipo de tejido los haces de fibras colágenas se disponen *regularmente* en patrones paralelos que le confieren al tejido una gran elasticidad (**cuadro 4-4d**). El tejido resiste la tensión a lo largo del eje fibrilar. Los fibroblastos, que producen las fibras y la sustancia fundamental, se disponen en hilera entre las fibras. El tejido es blanco plateado y fuerte, pero en cierto modo flexible. Ejemplos de este tejido son los tendones y la mayoría de los ligamentos.

TEJIDO CONECTIVO DENSO IRREGULAR Contiene fibras colágenas reunidas de manera más estrecha que en el tejido conectivo laxo, dispuestas generalmente en forma irregular (**cuadro 4-4e**). Se encuentra en las partes del cuerpo donde las fuerzas de estiramiento se aplican en varias direcciones. Este tejido se presenta comúnmente en láminas, como en la dermis cutánea, en la epidermis profunda o en el pericardio que envuelve al corazón. Las válvulas cardiacas, el pericondrio (la membrana que envuelve al cartilago) y el perostio (la membrana que envuelve al hueso) se hallan constituidos por tejido conectivo denso irregular, aun cuando las fibras colágenas están medianamente ordenadas.

TEJIDO CONECTIVO ELÁSTICO Los haces de fibras elásticas predominan en el tejido conectivo elástico (**cuadro 4-4f**) y le dan a este tejido incoloro un tinte amarillento. Los fibroblastos se sitúan en los espacios entre las fibras. El tejido conectivo elástico es bastante fuerte y puede retornar a su forma original después de haber sido estirado. La elasticidad es importante para el funcionamiento normal del tejido pulmonar, que se retrae en la espiración, y de las arterias

tencia gelatinosa que forma parte de la matriz. El cartilago puede soportar mayor estrés que el tejido conectivo denso o laxo. El cartilago le debe su fuerza a las fibras colágenas y su elasticidad (capacidad de recobrar su forma original después de haber sido deformado) al condroitinsulfato.

Las células del cartilago maduro, denominadas **condrocitos** (condro-, de *khondros*, cartilago), se presentan aisladas o en grupos sin es-

CARTILAGO HALINO El cartilago hialino contiene un gel elástico como matriz amorfa y se presenta como una sustancia blanco-azulada brillante. Las delgadas fibras de colágeno no son visibles con las técnicas de tinción comunes y hay condrocitos de gran tamaño en lagunas (**cuadro 4-4g**). En su mayor parte, el cartilago hialino está rodeado de pericondrio. Las excepciones son el cartilago articular y el de las placas epifisarias, las regiones donde los huesos se

condrio. Con una combinación de fuerza y rigidez, este tejido es el más fuerte de los tres. El fibrocartilago se halla en los discos intervertebrales, la formación circular que se encuentra entre las vértebras.

CARTILAGO ELÁSTICO Los condrocitos del cartilago elástico se disponen en una especie de red entrelazada de fibras elásticas dentro de la matriz extracelular (**cuadro 4-4i**). Tiene pericondrio. El car-

El cartilago elástico aporta fuerza y elasticidad y mantiene la forma de ciertas estructuras, como el oído externo.

REPARACIÓN Y CRECIMIENTO DEL CARTILAGO Desde el punto de vista metabólico, el cartilago es un tejido inactivo que crece lentamente. Cuando sufre una lesión o se inflama, el proceso de reparación es lento, en gran parte por la falta de vascularización. Las sustancias necesarias para la reparación y las células sanguíneas que

participan en el proceso deben difundirse o migrar hacia el cartilago. El crecimiento del cartilago sigue dos patrones básicos: crecimiento intersticial y crecimiento por aposición.

En el **crecimiento intersticial**, el cartilago aumenta de tamaño rápidamente por la división de condrocitos preexistentes y el depósito continuo de cantidades crecientes de matriz extracelular que ellos generan. A medida que los condrocitos secretan más matriz, se alejan entre sí. Esto hace que el cartilago se expanda de la misma

manera que se levanta el pan durante la cocción; dado que aumenta el intersticio, recibe el nombre de crecimiento intersticial. Este patrón de crecimiento se produce cuando el cartilago es joven y flexible, durante la niñez y la adolescencia.

En el **crecimiento por aposición** la actividad de las células de la capa condrogénica más interna del pericondrio es la que produce el crecimiento. Las células más profundas del pericondrio, los fibro-

blastos, se dividen y algunos se diferencian en condroblastos. A medida que la diferenciación continúa, los condroblastos se rodean a sí mismos de matriz extracelular y se convierten en condrocitos. Como resultado la matriz se acumula debajo del pericondrio en la superficie más externa del cartilago y determina el crecimiento a lo ancho. El crecimiento por aposición comienza más tardíamente que el crecimiento intersticial y continúa a lo largo de la adolescencia.

Tejido óseo

El cartilago, las articulaciones y los huesos forman el aparato esquelético. El aparato esquelético soporta a los tejidos blandos, protege las estructuras delicadas y trabaja con los músculos esqueléticos para generar movimiento. Los huesos almacenan calcio y fósforo, alojan en su interior la médula ósea, que produce células san-

guíneas y contienen médula ósea amarilla, que almacena triglicéridos. Los huesos son órganos compuestos por diferentes tejidos conectivos, incluido el **tejido óseo**, el periostio, las médulas óseas roja y amarilla y el endostio (una membrana que reviste la cavidad del interior del hueso donde se aloja la médula ósea amarilla). El tejido óseo se clasifica en compacto y esponjoso, según la manera en que se organiza la matriz extracelular y las células.

134 CAPÍTULO 4 • EL NIVEL TISULAR DE ORGANIZACIÓN

La unidad fundamental del **hueso compacto** es la **osteona** o sistema haversiano (**cuadro 4-4j**). Cada osteón consta de cuatro partes:

1. Las **laminillas** (lat. *lamella*, dim. de lámina) son anillos concéntricos de matriz extracelular constituidos por sales minerales (calcio y fosfato principalmente) que le otorgan rigidez al hueso, y por fibras colágenas que le comunican fuerza. Las laminillas son responsables de la naturaleza compacta de este tipo de tejido óseo.
2. Las **lagunas** son pequeños espacios entre las láminas que contienen células óseas maduras denominadas **osteocitos**.
3. Desde las lagunas se proyectan **canaliculos**, redes de diminutos canales que contienen las prolongaciones de los osteocitos. Los canaliculos proveen la vía para que los nutrientes puedan alcanzar los osteocitos y para que éstos se desprendan de los residuos metabólicos.
4. Los **conductos centrales (de Havers)** contienen vasos sanguíneos y nervios.

El **hueso esponjoso** carece de osteones. En su lugar presenta columnas óseas, denominadas **trabéculas**, las que contienen laminillas, osteocitos, lagunas y canaliculos. Los espacios entre las láminas son ocupadas por médula ósea roja. En el capítulo 6 se describe la histología del tejido óseo con mayor detalle.

LINFA La linfa es un líquido extracelular que fluye dentro de los vasos linfáticos. Es un tejido conectivo constituido por varios tipos de células suspendidas en una matriz extracelular transparente similar al plasma sanguíneo, pero con un contenido con menos proteínas. La composición de la linfa varía de una parte del cuerpo a otra. Por ejemplo: la linfa que deja los ganglios linfáticos contiene muchos linfocitos, un tipo de glóbulo blanco, en comparación con la linfa proveniente del intestino, que presenta un alto contenido de lípidos provenientes de la dieta. La linfa se trata en el capítulo 22.

► PREGUNTAS DE REVISIÓN

10. ¿De qué manera el tejido conectivo se diferencia del tejido epitelial?
11. ¿Cuáles son las características de las células, matriz amorfa y fibras que conforman el tejido conectivo?
12. ¿Cómo se clasifican los tejidos conectivos? Enumerar los diferentes tipos.
13. Describir de qué forma las siguientes estructuras del tejido conectivo se relacionan con sus funciones: tejido conectivo areolar, tejido adiposo, tejido conectivo reticular, tejido conectivo denso regular, tejido conectivo denso irregular, tejido conectivo elástico, cartilago hialino, fibrocartilago, cartilago elástico, teji-

Tejido conectivo líquido

TEJIDO SANGÜÍNEO El **tejido sanguíneo** (o simplemente **sangre**) es un tejido conectivo con una matriz extracelular líquida llamada **plasma**, de color amarillo pálido, que está formada principalmente por agua y una amplia variedad de sustancias disueltas: nutrientes, desechos, enzimas, proteínas plasmáticas, hormonas, gases respiratorios e iones (**cuadro 4-4k**). Suspendidos en la sangre se hallan los elementos figurados: glóbulos rojos (eritrocitos), glóbulos blancos (leucocitos) y plaquetas (trombocitos). Los glóbulos rojos transportan oxígeno hacia todas las células del cuerpo y extraen de ellas dióxido de carbono. Los glóbulos blancos llevan a cabo la fagocitosis e intervienen en la inmunidad y las reacciones alérgicas. Las plaquetas participan en la coagulación de la sangre. La sangre se considera detalladamente en el capítulo 19.

TEJIDO MUSCULAR

▶ OBJETIVOS

Describir las características del tejido muscular.

Comparar la estructura, localización y modo de control de los tejidos musculares esquelético, cardíaco y liso.

El **tejido muscular** está constituido por células alargadas que se denominan fibras musculares, las cuales utilizan ATP para generar fuerza. Como resultado, el tejido muscular produce los movimientos del cuerpo, mantiene la postura y genera calor. También brinda protección. De acuerdo con su localización y ciertas características estructurales y funcionales, el tejido muscular se clasifica en tres tipos: esquelético, cardíaco y liso (**cuadro 4-5**).

El **tejido muscular esquelético** se denomina así porque está unido a los huesos del esqueleto (**cuadro 4-5a**). Otra de las características son las *estriaciones* que presenta, bandas claras y oscuras alternantes dentro de las fibras, visibles con el microscopio óptico. El músculo esquelético se considera *voluntario* porque se puede contraer o relajar de manera consciente. Una fibra muscular esquelética tiene una gran longitud (más de 30-40 cm en el músculo más largo del cuerpo). Su forma es cilíndrica y presenta varios núcleos, localizados periféricamente. Dentro de un mismo músculo las fibras que lo componen son paralelas entre sí.

El **tejido muscular cardíaco** forma la mayor parte de las paredes del corazón (**cuadro 4-5b**). Al igual que el músculo esquelético, es estriado. Sin embargo, se diferencia porque es involuntario; su contracción no es controlada de manera consciente. Las fibras musculares cardíacas son ramificadas y tienen un solo núcleo en el centro (ocasionalmente pueden tener dos núcleos). Se unen unas con otras mediante prolongaciones de la membrana plasmática transversales llamadas **discos intercalares** (lat. *intercalaris*, interpuesto) que contienen desmosomas y uniones en hendidura. Los discos intercalares son exclusivos del tejido cardíaco. Los desmosomas refuerzan el tejido y mantienen unidas las fibras durante sus vigorosas contracciones. Las uniones en hendidura permiten la conducción rápida de los potenciales de acción a través del corazón.

El **tejido muscular liso** se dispone en las paredes de las estructuras internas huecas como vasos sanguíneos, vías aéreas, tubo digestivo, vesícula biliar y vejiga urinaria (**cuadro 4-5c**). Su contracción reduce el calibre de los vasos sanguíneos y ayuda a mover los alimentos a lo largo del tubo digestivo, a distribuir los líquidos corporales y a eliminar los desechos. Las fibras musculares lisas son generalmente *involuntarias* y no son estriadas (carecen de estrias), de ahí el término *liso*. Una fibra muscular lisa es pequeña, ancha en el medio y se angosta hacia los extremos. Contiene un único núcleo central. Las uniones en hendidura conectan varias fibras individuales en algunos tejidos musculares lisos, por ejemplo, en la pared del intestino. Los músculos pueden contraerse vigorosamente en la medida que las fibras musculares que los componen se contraigan de manera conjunta. En otros lugares del cuerpo, como el iris del ojo, las fibras musculares lisas se contraen en forma individual por falta de uniones en hendidura. En el capítulo 10 se describe en profundidad el tejido muscular.

▶ PREGUNTAS DE REVISIÓN

17. ¿Qué músculos son estriados y cuáles son lisos?

18. ¿Qué clase de tejido muscular tiene uniones en hendidura (gap)?

▶ PREGUNTAS DE REVISIÓN

19. ¿Cuáles son las funciones de las dendritas, el cuerpo celular y el axón de una neurona?

CÉLULAS EXCITABLES

▶ OBJETIVO

Explicar el concepto de excitabilidad eléctrica.

Las neuronas y fibras musculares se consideran **células excitables** porque presentan **excitabilidad eléctrica**, es decir, la capacidad de responder a ciertos estímulos mediante la producción de señales eléctricas como los potenciales de acción. Los potenciales de acción pueden propagarse a través de la membrana plasmática de una neurona o fibra muscular por la presencia de canales iónicos dependientes de voltaje. Cuando se forma un potencial de acción en una neurona, ésta libera sustancias químicas llamadas *neurotransmisores*, los cuales permiten que las neuronas se comuniquen con otras neuronas, fibras musculares o glándulas. Cuando se forma un potencial de acción en una fibra muscular, ésta se contrae y da lugar a actividades como el movimiento de las extremidades, la propulsión del alimento a través del intestino delgado y la eyeción de la sangre desde el corazón hacia los vasos sanguíneos. El potencial de acción muscular y el potencial nervioso serán tratados en los capítulos 10 y 12, respectivamente.

TEJIDO NERVIOSO

▶ OBJETIVO

Describir las características estructurales y funcionales del tejido nervioso.

A pesar de la extraordinaria complejidad del sistema nervioso, éste sólo tiene dos tipos principales de células: las neuronas y las células de la neuroglia. Las **neuronas**, o células nerviosas, son sensibles a diversos estímulos. Transforman el estímulo en señales eléctricas llamadas **potenciales de acción (impulsos nerviosos)** y los conducen hacia otras neuronas, el tejido muscular o las glándulas. La mayoría de las neuronas constan de tres partes básicas: un cuerpo celular y dos tipos de prolongaciones celulares, dendritas y axones (**cuadro 4-6**). El **cuerpo celular** contiene el núcleo y otros orgánulos.

Las **dendritas** (gr. *déndron*, árbol) son prolongaciones celulares cortas, muy ramificadas y fusiformes (de forma abusada). Representan la principal estructura receptora de la neurona. El **axón** (gr. *áxon*, eje) es una estructura neuronal única, delgada y cilíndrica, que puede ser muy larga. Representa la función eferente neuronal que conduce los impulsos nerviosos hacia otra neurona o hacia algún otro tejido.

REPARACIÓN TISULAR: RESTABLECIMIENTO DE LA HOMEOSTASIS

▶ OBJETIVO

Describir el papel de la reparación tisular en el mantenimiento de la homeostasis.

La reparación tisular es el reemplazo de las células desgastadas, dañadas o muertas. Las células nuevas se originan por división celular de la **estroma**, el tejido conectivo de soporte, o del **parénquima**, las células que constituyen la parte funcional de un tejido u órgano. En los adultos, cada uno de los cuatro tipos básicos de tejido (epitelial, conectivo, muscular y nervioso) tiene una capacidad diferente para reemplazar las células parenquimatosas perdidas por lesión, enfermedad o algún otro tipo de proceso.

Las células epiteliales, que toleran considerable desgaste y tracción (e incluso lesiones) en algunas localizaciones, tienen una capacidad continua de renovación. En algunos casos, células inmaduras o indiferenciadas llamadas **células madre (stem cells)** se dividen para reemplazar a las células perdidas o dañadas. Por ejemplo, hay células madre en ubicaciones especiales en la piel y el tubo digestivo que reponen las células descamadas de la superficie apical, y en la médula ósea reponen constantemente los glóbulos rojos, los glóbulos blancos y las plaquetas. En otros casos, células maduras o di-