

**SISTEMA CARDIOCIRCULATORIO**

Sistema cardiovascular, sistema vascular sanguíneo

Circulación de la sangre:

Corazón + circuito cerrado de vasos sanguíneos

- Circulación mayor (sistémica)
- Circulación menor (pulmonar)

Sistema macrovascular

- Corazón + vasos sanguíneos  $\varnothing > 0.1$  mm (arterias, venas)

Sistema o lecho microvascular

- Arteriolas, metarteriolas, capilares, vénulas postcapilares

Sistema linfático, sistema vascular linfático

- Drenaje de la linfa:

- Capilares ciegos  $\rightarrow$  vasos linfáticos  $\rightarrow$  [ganglios linfáticos]  $\rightarrow$  conducto torácico

**ESTRUCTURA DE LOS VASOS SANGUÍNEOS**

**Tres capas o túnicas**

Más desarrolladas y patentes en los vasos de mayor calibre

**Túnica interna, íntima**

- Reviste la luz del vaso
- Epitelio plano simple (endotelio) y capa subendotelial (tejido conjuntivo laxo; alguna fibra muscular lisa)
- Posible presencia de una lámina elástica (interna)

**Túnica media**

- Células musculares lisas, dispuestas circularmente
- Posible presencia de una lámina elástica (externa)

**Túnica adventicia**

- Tejido conjuntivo
- Contiene los vasos nutricios (vasa vasorum) y los nervi vasorum

**CORAZÓN**

- Rodeado por el pericardio
- Sus paredes contienen:
  - Músculo estriado cardiaco (cardiomocitos)
  - Sistema de conducción (cardiomocitos modificados)
  - Esqueleto fibroso (conjuntivo denso no modelado): anillos y trígonos fibrosos
- Compuesto por 4 cavidades
  - Válvulas que impiden el reflujo: tejido conjuntivo denso, revestido por endocardio

**Capas de la pared cardiaca**

- Endocardio
- Miocardio
- Epicardio (capa visceral de la serosa pericárdica)

**ENDOCARDIO (túnica íntima)**

- Continuación de la íntima de los vasos
- Endotelio + capa subendotelial + capa subendocárdica

**ENDOTELIO**

- Epitelio plano simple y su membrana basal

**SUBENDOTELIO**

- Conjuntivo denso con fibras elásticas
- Algunas fibras musculares lisas

**SUBENDOCARDIO**

- Conjuntivo laxo que se continúa con el miocardio
- Pequeños vasos sanguíneos, nervios
- Fibras del sistema cardionector (fibras de Purkinje)

**MIOCARDIO (túnica media)**

- Gruesa capa de tejido muscular estriado cardiaco
  - Miocardiocitos de distribución espiral
  - Tejido conjuntivo laxo muy vascularizado
- Además, en aurículas miocardiocitos endocrinos (péptido natriaurético auricular)

**EPICARDIO (túnica adventicia)**

- Recubre superficie externa del corazón
- Capa visceral del pericardio
  - Capa subendocárdica (conjuntivo rico en adipocitos)
  - Fina capa submesotelial (conjuntivo laxo)
  - Mesotelio

[entre epicardio y capa parietal del pericardio, cavidad pericárdica, con líquido pericárdico]

**ARTERIAS**

- Vasos sanguíneos que distribuyen la sangre desde el corazón
- Transportan la sangre al sistema microvascular

**TIPOS**

- **Arterias elásticas**, grandes, de conducción
- **Arterias musculares**, medianas, de distribución
- **Arterias pequeñas**

**ARTERIAS ELÁSTICAS**

- Diámetro  $> 10$ mm
- Aorta, carótida, subclavia, etc.
  - Pared con gran cantidad de láminas elásticas para resistir la presión sistólica

**Túnica íntima**

- Endotelio: células endoteliales y su membrana basal
- Capa subendotelial: conjuntivo laxo; fibras musculares lisas aisladas
- Lámina elástica limitante interna (membrana elástica interna), fenestrada

**Túnica media**

- La capa más gruesa
- Capas concéntricas de láminas elásticas fenestradas
  - En la aorta, 50 – 60 capas
  - Ligeramente onduladas en los preparados
- Células racemosas, alternadas con las láminas
- Colágeno, fibras elásticas, sustancia amorfa
  - No hay fibroblastos

**Túnica adventicia**

- No muy gruesa
- Tejido conjuntivo laxo
- Vasa vasorum, vasos linfáticos y fibras nerviosas

**ARTERIAS MUSCULARES**

- De 10 a  $\sim 0.1$ mm  $\varnothing$
- Las más abundantes (braquial, radial, femoral, etc.)

**Túnica íntima**

- Endotelio y capa subendotelial
- Lámina elástica interna muy desarrollada

**Túnica media**

- Hasta 40 – 50 capas de fibras musculares lisas
  - Dispuestas helicoidalmente
- Matriz extracelular con colágeno, fibras elásticas y sustancia amorfa
  - No hay fibroblastos
- Lámina elástica externa
  - Discontinua o ausente en las más pequeñas

**Túnica adventicia**

- Grosor similar al de la capa media
- Conjuntivo laxo; abundantes fibras elásticas
- *Vasa vasorum*, vasos linfáticos y fibras nerviosas

**DISPOSITIVO DE BLOQUEO**

- Disminuyen o impiden el flujo de sangre a través de la arteria
- Presentes en arterias reguladoras y arterias oclusivas
- Almohadillas intimaes
  - Haces longitudinales de células musculares lisas
- Diferentes disposiciones:
  - Situados en la íntima
    - Anillo; manguito; cojinete; columnilla
  - Situados en la media
    - Cojinete polipoide
- En pene, labios menores, bronquios, etc.

**SISTEMA MICROVASCULAR: ARTERIOLAS Y METARTERIOLAS**

**ARTERIOLAS**

- Regulan el flujo de la sangre
- Túnica íntima muy fina, con lámina elástica interna (ausente en las más pequeñas)
- Túnica media; 1 – 3 capas de células musculares lisas (sin lámina elástica externa)
- Adventicia muy delgada

**METARTERIOLAS**

- Segmentos terminales de las arteriolas,  $\sim 10\mu\text{m}$   $\varnothing$
- Transportan la sangre a los capilares
- Endotelio continuo
- Capa muscular discontinua
  - Forman esfínteres precapilares
  - Regulan el flujo hacia los capilares

**CAPILARES**

- Sistema de intercambio a baja presión
- Vasos sanguíneos de menor grosor
  - $\sim 10\mu\text{m}$   $\varnothing$  (continuos, fenestrados)
  - 30 – 40  $\mu\text{m}$   $\varnothing$  (sinusoides)
- Se ramifican y anastomosan (lecho capilar)

**PARED DEL CAPILAR**

- Células endoteliales (+ membrana basal)
- Sin túnica media ni adventicia
- Posible presencia de pericitos
- Recubriendo la luz de un segmento del capilar:
  - Pequeños: una única célula endotelial
  - Grandes: 2 o 3 células endoteliales

**CÉLULA ENDOTELIAL**

- Poligonal (elongada en el sentido del flujo), muy aplanada
  - 10 – 15 x 25 – 50 x 0'2 – 0'4 μm (anchura x longitud x grosor)
- Núcleo ovalado, central, protruye hacia el lumen

**MET**

- Vesículas de pinocitosis
  - Pueden fusionarse y originar canales, poros transendoteliales efímeros
- Uniones ocluyentes, adherentes y nexos
- Citoesqueleto: vimentina
- Cuerpos de Weibel – Palade (factor de von Willebrand)
  - Bastoniformes
  - Unidades tubulares inmersas en matriz electrodensa

**PERICITO**

- Asociados a capilares y vénulas postcapilares
- Capacidad contráctil, controlan el flujo sanguíneo
- Células madre mesenquimáticas
- Emiten prolongaciones, rodean la pared del capilar
- Rodeados por la membrana basal endotelial
- Escasos orgánulos
- Complejos de unión con las células endoteliales
  - En zonas sin membrana basal
  - Uniones ocluyentes, nexos, etc.
  - En invaginaciones de las células (contactos, "clavija", peg – socket)

**TIPOS DE CAPILARES**

**CAPILARES CONTINUOS**

- El tipo más frecuente
- Membrana basal continua
- Sin interrupciones o fenestraciones en las paredes
- Paso de moléculas muy restringido
- A menudo hay pericitos

En tejido muscular, SNC, piel, tejido óseo, etc.

**CAPILARES FENESTRADOS**

- Membrana basal continua
- Fenestras, poros en la pared: 70 – 100 nm de Ø
  - Cerrados o no por diafragma
- Se favorece el intercambio de sustancias
- A veces hay presentes pericitos

En vellosidades intestinales, glomérulo renal (fenestras sin diafragma), glándulas endocrinas, plexos coroideos, membrana sinovial, etc.

**CAPILARES DISCONTINUOS (sinusoides)**

- Espacios entre células endoteliales contiguas.
- Membrana basal discontinua o ausente
- Puede haber fenestras
- Paso libre de sustancias e incluso células
- Generalmente luz amplia (30 – 40 μm)
  - Irregulares, forma adaptada a los intersticios
- En médula ósea, hígado (con fenestras sin diafragma, agrupadas), bazo.

**SISTEMAS PORTALES**

- Presencia de un sistema de vasos (arterias o venosas) interpuestos entre dos lechos capilares.

**SISTEMA PORTA ARTERIAL EN EL GLOMÉRULO RENAL**

- Ovillo vascular del glomérulo
- Arteriola eferente
- Lecho capilar peritubular

**SISTEMA PORTA ENTRE HIPOTÁLAMO – ADENOhipófisis**

- Lecho capilar en infundíbulo
- Vena en tallo hipofisario
- Lecho capilar en adenohipófisis

**SISTEMA PORTA HEPÁTICO**

- Lechos capilares tubo digestivo
- Vena porta
- Sinusoides hepáticos

**ANASTOMOSIS ARTERIO – VENOSAS**

- Comunicación directa entre arteriola y vénula, cortocircuito del lecho capilar
  - Regulación de la irrigación
- Su función principal es la termorregulación
  - En piel de los pulpejos de los dedos, lecho ungueal, nariz, orejas, etc.
- Conductos de conexión especializados:
  - Rectos, simples; tortuosos; glomus (anastomosis en glomo)
- Porción central, segmento contráctil engrosado
  - Endotelio; capa de células musculares lisas y células epitelioides; adventicia
  - Glomus, rodeado por cápsula de tejido conjuntivo
    - Fibras nerviosas vegetativas

**VENAS**

- Transporte de sangre desde capilares al corazón
- Circuito de baja presión
- Diámetro y grosor de la pared mayores según se aproximan al corazón
- Más numerosas que las arterias
- Acompañan a las arterias (paquetes vasculares)

En comparación con las arterias

- Mayor calibre
- Capas (túnicas) peor definidas
- Pared más delgada y flexible
  - En cortes histológicos, luz más irregular
- Presencia de válvulas antirretorno
- Tipos:
  - Vénulas postcapilares y venas pequeñas
  - Medianas
  - Grandes

**VÉNULAS POSTCAPILARES**

- Confluye la sangre del lecho capilar
- 10 – 50 μm Ø
- Endotelio muy fino, con su membrana basal
- Pueden asociarse a pericitos
- Región preferente de paso de leucocitos al tejido conjuntivo

**VENAS PEQUEÑAS**

- ~100 μm Ø
- Túnica íntima y túnica media (1 – 2 capas de fibras musculares lisas)
- Sin pericitos

**VENAS MEDIANAS**

- De 0'1 mm a 1 cm Ø
- Abundantes válvulas semilunares
  - Pliegues de la íntima
  - Núcleo de tejido conjuntivo revestido por endotelio

**Íntima**

- Endotelio y fina capa subendotelial
- Lámina elástica limitante interna discontinua

**Túnica media**

- Delgada
- 3 – 5 capas circulares de fibras musculares lisas
- Fibras de colágeno y elásticas
- Sin lámina elástica externa

**Adventicia**

- Capa más desarrollada

**VENAS GRANDES**

- > 1cm

**Íntima**

- Endotelio
- Delgada capa subendotelial con fibras musculares aisladas
- Lámina elástica limitante interna

**Túnica media**

- Delgada
- Capas circulares de fibras musculares lisas
- Fibras de colágeno y elásticas
- Lámina elástica limitante externa

**Adventicia**

- Muy gruesa
- Fibras musculares lisas en el tejido conjuntivo, dispuestas longitudinalmente

**VASOS LINFÁTICOS**

Capilares ciegos → vasos linfáticos → [ganglios linfáticos] → conducto torácico

**CAPILARES LINFÁTICOS**

- Calibre mayor y más irregular que los sanguíneos
- Inicio, fondo de saco ciego
- Células endoteliales con pocos complejos de unión
  - Membrana basal discontinua
  - Fibras de anclaje, microfibrillas que las unen al tejido conjuntivo
- Presentes en casi todos los órganos (piel, mucosas, etc.)

**VASOS LINFÁTICOS O COLECTORES**

- Aparecen fibras musculares lisas
- Se aprecia una fina capa adventicia
- Abundantes válvulas

**CONDUCTOS PRINCIPALES**

- Pared de mayor grosor
- Drenan en el sistema venoso
- Conducto torácico (el mayor) y conducto linfático derecho