

## TEMA I INTRODUCCIÓN A LA ORGANOGRAFÍA.

### APARATO CIRCULATORIO

#### INTRODUCCIÓN A LA ORGANOGRAFÍA.

Un órgano es un conjunto de tejidos que se asocian entre sí para realizar una función. Los órganos se asocian para formar aparatos y sistemas, que son conjuntos de órganos que desarrollan una función común en el organismo.

Un aparato es un conjunto de órganos unidos entre sí físicamente. En un sistema, los órganos no están unidos físicamente.

### APARATO CIRCULATORIO

Está formado por uno o más circuitos cerrados de conductos, cuya función es conducir la sangre y la linfa. En vertebrados está formado por dos circuitos y una bomba:

- Aparato vascular sanguíneo
- Aparato vascular linfático
- Corazón.

La linfa se forma en los tejidos del cuerpo, como resultado del drenaje de la sobra del tejido tisular.

En el intercambio sangre-tejidos pasa más líquido de la sangre a los tejidos que de los tejidos a la sangre. Para evitar un encarcamiento, hay que drenar el exceso de líquido mediante el aparato vascular sanguíneo.

### APARATO VASCULAR SANGUÍNEO

Órganos que lo componen:

- Corazón
- Arterias elásticas
- Arterias musculares
- Arteriolas
- Capilares
- Vénulas
- Venas pequeñas
- Venas de mediano calibre
- Grandes venas

La estructura de la pared de todos los órganos del aparato vascular sanguíneo es la misma (ESQUEMA).

## ARTERIAS ELÁSTICAS

Algunos ejemplos son la aorta, las carótidas, las iliacas, etc. También se las llama arterias de conducción, ya que conducen la sangre desde el corazón hasta las arterias musculares. Esa es su función.

Estructura de la pared:

· *Túnica íntima*. Está formada por un endotelio, (epitelio plano monoestratificado) que tapiza la luz de los vasos. Bajo él está la lámina basal. A continuación hay una delgada capa de tejido conductor laxo llamada *capa subendotelial*. Encontramos en ella fibras elásticas, láminas elásticas y alguna fibra muscular lisa dispuesta longitudinalmente.

El límite externo de la túnica íntima está marcado por una lámina elástica llamada *lámina elástica interna*.

· *Túnica media*. Es la más gruesa, y está formada por 40 – 70 láminas elásticas fenestradas (agujereadas) y algunas fibras musculares lisas dispuestas concéntricamente. Entre ellas encontramos fibras musculares lisas que forman capas alternadas con láminas elásticas. También hay fibras elásticas, fibras de colágeno y fibroblastos. Todo ello está embebido en una matriz amorfa formada por glucosaminoglicanos ácidos fundamentalmente.

· *Túnica adventicia*. Es relativamente delgada y está formada, fundamentalmente, por tejido conjuntivo con abundantes fibras colágenas. En la túnica adventicia y en la mitad externa de la túnica media encontramos pequeños vasos sanguíneos llamados *vasa vasorum*. Su función es proveer de alimentos a los tejidos más externos de estas paredes, ya que su gran espesor impide la difusión de sustancias.

## ARTERIAS MUSCULARES

El paso de arterias elásticas a musculares no es brusco, es progresivo. Disminuye el componente elástico y aumenta el componente muscular.

Son las arterias más abundantes del organismo. También se llaman arterias de distribución, ya que su principal función es regular el flujo sanguíneo a nivel de las distintas regiones del cuerpo.

· *Túnica íntima*. Está formada por un endotelio, una lámina basal, una capa subendotelial que consta de fibras de colágeno y alguna fibra muscular lisa, una lámina elástica interna, que a veces es doble y recibe el nombre de *lámina elástica interna hendida*.

· *Túnica media*. Está formada por 10 – 40 capas de fibras musculares lisas dispuestas de forma helicoidal. Estas fibras son normales. Entre ellas hay:

- Fibras de colágeno
- Fibras elásticas
- Fibras reticulares.

La túnica media está embebida en una matriz amorfa de condroitín sulfato. El límite externo de la túnica media también está marcado por una lámina elástica llamada lámina elástica externa.

· *Túnica adventicia*. Es muy gruesa, a veces más que la media. Está formada por conjuntivo laxo y fibras de colágeno y elásticas.

En las zonas externas de la túnica media y en la túnica adventicia hay vasa vasorum. En la túnica adventicia encontramos muchas fibras nerviosas que terminan a nivel de la lámina elástica externa.

## ARTERIOLAS

A medida que los vasos van dividiéndose, se estrechan y su pared pasa a ser más fina. Las arteriolas son vasos sanguíneos de tipo arterial, cuyo diámetro oscila entre 200 y 40 (no entra).

- *Túnica íntima.* Consta de un endotelio, una lámina basal y una delgada capa subendotelial formada por tejido conjuntivo laxo, con algunas fibras de colágeno y elásticas. El límite externo de la túnica íntima es una lámina elástica interna.
- *Túnica media.* Consta de 1 – 3 láminas de fibras musculares lisas dispuestas circularmente
- *Túnica adventicia.* Está formada por tejido conjuntivo laxo.

Para facilitar la respuesta inmunológica, en la pared

de las arteriolas existen:

- Mastocitos
- Macrófagos
- Células plasmáticas.

## CAPILARES

Son los vasos sanguíneos de pared más delgada, a través de los cuales se verifica el intercambio de gases y nutrientes.

En cualquier región del cuerpo, los capilares no están aislados, sino anastomosados entre sí formando una red o *lecho capilar*.

Los capilares se clasifican en:

- Capilares continuos
- Capilares fenestrados
- Capilares sinusoides.

Capilares continuos: Se dan en tejido conjuntivo, músculo, SNC, gónadas... Un capilar continuo está formado por un endotelio y su lámina basal. Estas células endoteliales tienen pocos orgánulos.

En estos capilares, de trecho en trecho, aparece un tipo celular llamado *pericitos*. La lámina basal, al llegar al nivel de un pericit, se desdobra y forma dos hojas, para envolver completamente al pericit. Del soma del pericit surgen unas prolongaciones primarias que se extienden paralelamente al eje mayor del capilar. De ellas surgen otras, más delgadas, que abrazan la pared del capilar. Los pericitos son células contráctiles, de manera que al abrazar los capilares, regulan el flujo sanguíneo. Son el último nivel de regulación del flujo sanguíneo a nivel de una parte del cuerpo.

– Capilares fenestrados. Los encontramos en la mucosa del digestivo, riñones, glándulas endocrinas, plexos coroideos, cuerpos ciliares del ojo... Su estructura es la misma que la de un capilar continuo, pero se diferencian en que sus células endoteliales presentan, en su citoplasma, poros denominados fenestras.

Al microscopio electrónico se ve que la fenestra presenta un diafragma que cierra el poro, que tiene un engrosamiento en su zona central. El diámetro de la fenestra es de 800 Å, y el diafragma está formado por un engrosamiento del que surgen 8 fibras que radian hacia los extremos de la fenestra, que actúan a modo de filtro. Dejan entre ellas un espacio de 5.5 nm.

Presentan menos pericitos que los capilares continuos.

– Capilares sinusoides. Su diámetro es mayor, y su luz, irregular. Hay 2 tipos:

· *Fenestrados*. Sus células endoteliales presentan fenestras iguales a las de los capilares fenestrados. Los encontramos en la hipófisis y en las glándulas suprarrenales.

· *Discontinuos o verdaderos*. Presentan espacios entre sus células endoteliales. Hay dos tipos:

- El primer tipo presenta grandes espacios intercelulares. En bazo.
- En el segundo tipo, los espacios intercelulares, o no existen, o son muy pequeños y, además, las células endoteliales pueden presentar poros sin diafragma. En hígado.

## VÉNULAS

En dirección al corazón encontramos 3 tipos consecutivos de vénulas:

- Vénulas postcapilares
- Vénulas colectoras ! [ Conjuntivo ]
- Vénulas musculares

En el momento en que comienza el sistema de vénulas, la pared de los vasos va engrosando progresivamente hasta llegar a las vénulas musculares, donde la pared vuelve a estar formada por las 3 túnica.

## VENAS

Son vasos sanguíneos de pared relativamente gruesa que tienen un carácter intermedio entre una pared elástica y una muscular. Esto implica cierta debilidad en la pared. Al observar al microscopio óptico una vena, vemos una pared muy plegada y una luz casi cerrada:

No existe una clasificación de las venas; se clasifican en relación a su tamaño en:

- Venas pequeñas
- Venas medianas
- Venas grandes

Desde las venas pequeñas hacia las grandes hay, fundamentalmente, un aumento del espesor y de la proporción de la túnica adventicia.

La pared de las venas grandes está formada por las 3 túnicas:

- *Túnica íntima*. Formada por un endotelio, una lámina basal y una delgada capa subendotelial.
- *Túnica media*. O no existe o es muy delgada. Si existe, está formada por una o dos capas de fibras musculares lisas dispuestas circularmente.
- *Túnica adventicia*. Es enormemente gruesa. Está constituida por tejido conjuntivo con fibras elásticas y haces de fibras musculares lisas. Entre ellas encontramos fibras nerviosas, vasos linfáticos y vasa vasorum.

## VÁLVULAS VENOSAS

La sangre que llega a las venas ha perdido gran parte del impulso que tenía cuando salió del corazón. Hay riesgo de que haya un retroceso sanguíneo. Para evitar esto, existen las válvulas venosas.

Son pliegues de la túnica íntima en forma de nido de golondrina que forman parejas enfrentadas. Cada pliegue se llama valva.

Las encontramos exclusivamente en las venas medianas y, fundamentalmente, en las que conducen la sangre en contra de la gravedad. En embarazadas, se produce un aumento de la presión sanguínea y las válvulas ceden, por lo que no deben estar mucho tiempo de pie.

## SISTEMAS PORTALES

Las redes capilares se sitúan entre las ramificaciones de arterias y arteriolas y venas y vérulas. En algunas regiones del cuerpo, por necesidades fisiológicas, aparecen sistemas portales. Son el vaso o los vasos (distintos a los capilares) que se encuentran entre 2 lechos capilares.

Pueden ser de carácter venoso o de carácter arterial.

De carácter venoso hay 2:

- Sistema portal hepático
- Sistema portal hipofisiario.

De carácter arterial:

- Arteriola eferente del glomérulo renal.

## ANASTOMOSIS ARTERIOVENOSAS

La entrada de sangre en el lecho capilar depende de dos estructuras; de la arteriola y de las anastomosis arteriovenosas, que facilitan la regulación del flujo sanguíneo.

Consisten en un vaso sanguíneo de pared musculara, situada entre la arteriola de origen y la vérula o vena de destino. Es como un atajo.

Cuando se cierra, toda la sangre pasa al lecho y, si se abre, le quita presión al lecho y *trabajo* a la arteriola.

Hay muchas a nivel de la piel, ya que intervienen en procesos de pérdida de calor. Son abundantes en el hocico y orejas de las focas, donde no hay pelo.

## APARATO VASCULAR LINFÁTICO

A nivel de los tejidos, el aparato vascular linfático comienza mediante capilares linfáticos que van a desembocar a vasos linfáticos colectores, que desembocan en el conducto torácico, que acaba a nivel de las venas.

Los conductos de aparato vascular linfático comienzan en fondo de saco ciego.

Los capilares linfáticos son vasos semejantes a los sinusoides sanguíneos. Se diferencian en cuatro cosas:

- Su luz es mayor y más irregular.
- Nacen en fondo de saco ciego
- La lámina basal es discontinua
- Las uniones intercelulares de las células endoteliales son muy lábiles (se abren con facilidad.)

El resto de vasos linfáticos del organismo va a presentar las 3 túnicas típicas, pero más delgadas y con muchas válvulas semejantes y presentando sus paredes contracciones peristálticas.

## CORAZÓN

### EVOLUCIÓN FILOGENÉTICA DEL CORAZÓN.

· *Peces*: En el embrión del pez, el corazón está formado por cuatro cámaras que se disponen en línea recta. Esas 4 cámaras son, de atrás hacia delante:

- Seno venoso
- Aurícula
- Ventrículo
- Cono arterial.

El seno venoso es una cámara de paredes delgadas que recibe la sangre venosa.

La aurícula tiene paredes elásticas y delgadas.

El ventrículo tiene paredes gruesas y musculosas. Propulsa la sangre.

El cono arterial tiene paredes gruesas. Tiene válvulas en su interior.

A lo largo del desarrollo embrionario del pez, el ventrículo y el cono arterial tienden a plegarse hacia abajo y hacia atrás, por lo que, al final del desarrollo, la aurícula se sitúa por encima del ventrículo.

· *Anfibios*. La aurícula se adelanta aún más, y se sitúa por encima del cono arterial. Los anfibios ya tienen respiración pulmonar; hay un segundo circuito sanguíneo, a diferencia de los peces.

Mezclar sangre viciada y sangre oxigenada supone una pérdida de energía y trabajo. Hay que mantenerlas aisladas.

La aurícula se divide en dos, de manera que a la aurícula derecha le llega la sangre oxigenada y a la aurícula izquierda, la sangre viciada.

La separación es incompleta, porque en el ventrículo vuelve a mezclarse la sangre oxigenada y la viciada, ya que no está dividido.

· *Reptiles*. El ventrículo queda dividido por un tabique central incompleto, por donde se mezclan ambas circulaciones. El reptil más evolucionado en cuanto a su estructura cardiaca es el cocodrilo, ya que sólo tiene un orificio en el tabique interventricular.

· *Aves y mamíferos*. El tabique interventricular se cierra del todo y quedan independizadas las dos circulaciones. Desaparece el cono arterial.

## CORAZÓN DE MAMÍFEROS

Las aurículas son elementos semipasivos, mientras que los ventrículos son elementos activos. Las aurículas se contraen debido a un efecto de reacción que tienen sus fibras musculares ante la dilatación. La dilatación es consecuencia del aumento de volumen.

La apertura de las válvulas tricúspide y mitral se produce mediante dos cosas

- Ante la presión de la sangre procedente de las aurículas.
- Músculos papilares que están en la cara interna de los ventrículos y que se insertan en las valvas de las válvulas tricúspide y mitral a través de unos filamentos llamados *cuerdas tendinosas*.

Cuando las válvulas se cierran, los ventrículos se contraen para que la sangre salga por la arteria pulmonar y la arteria aorta.

Las fibras musculares estriadas cardiacas se contraen, en condiciones normales, aleatoriamente. Para que esas contracciones sean sincrónicas, hay un sistema que coordina las contracciones: El *sistema de conducción de impulsos*, formado por las células de Purkinje.

Hay una zona en la pared de la aurícula derecha llamada *nódulo sinoauricular*. Sus células de Purkinje se van a contraer antes. Además de contraerse, envían una descarga electroquímica que viaja por las paredes de la aurícula hasta llegar al nódulo auriculoventricular. A partir de aquí, llega al resto de fibras estriadas cardiacas.

El nódulo sinoauricular es el *marcapasos* del corazón. Es el que indica cuándo se contrae. Primero se contraen las aurículas, y luego los ventrículos. La descarga del nódulo sinoauricular es tan rápida que llegaría a los ventrículos demasiado pronto y se contraerían a la vez que las aurículas. El nódulo auriculoventricular tiene como misión retrasar la descarga electroquímica unas milésimas de segundo para que las aurículas se contraigan antes que los ventrículos.

Este impulso que viene desde el nódulo auriculoventricular tardaría demasiado tiempo en llegar, a la vez, a todas las fibras musculares de los ventrículos, ya que pasarían a través de ellas. Para ello, existe una vía alternativa llamada *haz de Hiss* que, al llegar al vértice del corazón y se bifurca en la red de Purkinje.

## ESTRUCTURA HISTOLÓGIA DEL CORAZÓN DE MAMÍFEROS

El corazón es un vaso sanguíneo, luego va a estar formado por túnicas, que reciben nombres especiales:

- Túnica íntima: *Endocardio*
- Túnica media: *Miocardio*

- Túnica adventicia: *Epicardio*

## ENDOCARDIO

Está dividido en 3 capas:

- Capa interna. Formada por:

- Endotelio y lámina basal

- Delgada capa de conjuntivo.

- Capa media. Es la más gruesa. Está formada por:

- Tejido conjuntivo denso con muchas fibras elásticas y, entre ellas, fibras musculares lisas

- Capa externa o subendocárpica. Está formada por tejido conjuntivo laxo y, en él, hay:

- Vasos sanguíneos

- Nervios

- Elementos del sistema de conducción de impulsos

- Tejido adiposo

## MIOCARDIO

Es la capa más gruesa y está formada por las fibras estriadas cardíacas que, a nivel de las aurículas, poseen gránulos de secreción cuyo contenido es una hormona llamada *factor natriurético auricular*, cuya función es eliminar agua y sales a través del riñón.

En el músculo de las aurículas encontramos una amplia red de fibras elásticas y, en los ventrículos, hay una gran red de fibras reticulares.

## GANGLIOS LINFÁTICOS

La médula está formada por cordones de tejido linfoide anastomosados entre sí que se organizan alrededor de vasos sanguíneos

Senos linfáticos:

La linfa, al entrar al ganglio, llega a un espacio en forma de cuenco que se encuentra entre la cápsula de tejido conjuntivo y el parénquima. Este espacio recibe el nombre de *seno marginal* o *seno subcapsular*.

Del seno marginal parten otros vasos linfáticos que atraviesan perpendicularmente la corteza y que se llaman *senos corticales* o *intermedios*. Estos senos corticales son pocos y su luz es bastante estrecha.

Cuando los senos corticales llegan a la médula desembocan en otros senos que presentan una luz muy amplia y que se encuentran anastomosados entre sí. Son los *senos medulares*. Entre los senos medulares se disponen los cordones de parénquima medular.

Los senos medulares terminan uniéndose entre sí y desembocando en los vasos linfáticos eferentes.

La pared de los senos linfáticos es especial. Está constituida por un endotelio formado por células planas y macrófagos. Esta pared está apoyada en una red de fibras reticulares sin que exista una lámina basal.

La luz de los senos linfáticos está ocupada por una red de fibras elásticas y reticulares, en la cual vamos a encontrar numerosos macrófagos.

## GANGLIOS LINFÁTICOS ESPECIALES

- *Páncreas de Asselli.*

Es una masa de ganglios linfáticos que se encuentra en el mesenterio abdominal.

- *Ganglios hiliares*

Los encontramos en rumiantes, cerdos y jabalíes. No se conoce su función. Son similares a los ganglios linfáticos, pero sin apenas circulación linfática. Su color es marrón rojizo. Cuando a un animal se le extirpa el bazo, estos ganglios se hipertrofian. Se encuentran situados junto a los grandes vasos sanguíneos que se sitúan al lado de la columna vertebral, a nivel torácico y lumbar.

## BAZO

Es un órgano linfoide interpuesto en la circulación sanguínea, encargado de limpiar la sangre a nivel celular. (los riñones la limpian a nivel molecular)

Es un órgano abdominal, de color rojizo. Está rodeado por una cápsula de tejido conjuntivo. De esta cápsula penetran hacia el interior travéculas de tejido conjuntivo.

La cápsula está formada por:

- Tejido conjuntivo denso
- Fibras musculares lisas
- Miofibroblastos
- Fibras elásticas.

La cápsula está cubierta por un mesotelio.

La presencia de células contráctiles en esta cápsula del bazo permite que éste se contraiga ante circunstancias especiales y pueda devolver a la circulación sanguínea su contenido. Es un *almacén* de sangre que se libera en hemorragias, por ejemplo.

Las fibras musculares lisas son muy abundantes en carnívoros y rumiantes y escasas en humanos.

El estroma está formado por una red de fibras reticulares y reticulocitos.

El parénquima está formado por 2 estructuras que reciben el nombre de *pulpa roja* y *pulpa blanca*.

Los antiguos anatomistas observaban, al cortar el bazo, una masa rojiza salpicada por zonas más claras

(grises. Al conjunto de las zonas claras le llamaron pulpa blanca, y al resto, pulpa roja.

## PULPA BLANCA

Está íntimamente relacionada con la vascularización sanguínea del bazo. La arteria esplénica penetra por el ílio, se ramifica a nivel de la cápsula y, las ramificaciones penetran a través de las travéculas de tejido conjuntivo.

En el momento en que los vasos salen de las travéculas, se ven envueltos por una vaina de tejido linfoide que recibe el nombre de *vaina linfoide periarterial*. A la arteria envuelta se le denomina *arteria central*.

El conjunto de todas las vainas linfoides forman la pulpa blanca. En esa vaina linfoide periarterial van a aparecer nódulos linfáticos que van a desplazar del centro a la arteria central.

Estas vainas linfoides tienen fibras reticulares y linfocitos pequeños y medianos.

## PULPA ROJA

Está formada por dos elementos: Sinusoides llamados senos venosos o senos esplénicos y cordones de Billroth.

Los senos esplénicos forman una red tridimensional. Entre ellos encontramos los cordones de Billroth.

Los cordones de Billroth están formados por una red de fibras reticulares sobre la cual encontramos una gran cantidad de macrófagos y una enorme cantidad de elementos formes de la sangre.

El límite entre la pulpa roja y la blanca recibe el nombre de zona marginal. En la zona marginal, los senos esplénicos son más pequeños y se disponen circularmente alrededor de la pulpa blanca y, esos senos venosos son el lugar de paso de los linfocitos desde la sangre al parénquima de la pulpa blanca.

En vertebrados inferiores (peces anfibios y reptiles) en el parénquima del bazo existe tejido hematopoyético, al igual que en los embriones de aves y mamíferos.

## VASCULARIZACIÓN SANGUÍNEA EN EL BAZO

La arteria esplénica entra por el ílio. La sangre pasa por las travéculas, de las que surgen ramificaciones que se rodean de la vaina linfoide periarterial que forma la pulpa blanca.

La arteria central, cuando sale de la pulpa blanca (desaparece la vaina linfoide) se divide en 4, 5 o 6 ramas que reciben el nombre de *arterias peniciliares* o arterias de la pulpa (penicular = forma de pincel).

Cada arteria de la pulpa roja se divide en 2 ó 3 capilares, algunos de los cuales pueden presentar un engrosamiento en su pared que recibe el nombre de *Vaina de Schweigger–Seidel*. Estos capilares reciben el nombre de capilares envainados (sólo los que tienen vaina).

Sus características son las siguientes:

- Los capilares envainados tienen, entre las células endoteliales, auténticas fisuras a través de las cuales pasan los elementos formes de la sangre al parénquima del bazo.
- La lámina basal es discontinua, para facilitar el paso de elementos formes de la sangre.

- La vaina es una red de fibras reticulares con numerosos macrófagos.

La función de la vaina es filtrar los elementos extraños que puedan pasar a los capilares a través de las fisuras y la membrana.

Los capilares vuelven a dividirse y, estos últimos capilares tienen que desembocar en los sinusoides esplénicos. No se sabe cómo se realiza esa desembocadura. Existen 3 teorías:

#### TEORÍA DE LA CIRCULACIÓN ABIERTA.

No hay conexión física entre los capilares y los sinusoides esplénicos. La sangre sale de los capilares y difunde a través del parénquima hasta llegar al interior de los sinusoides esplénicos.

#### TEORÍA DE LA CIRCULACIÓN CERRADA.

Existe conexión física entre los capilares y los sinusoides esplénicos.

#### TEORÍA DE LA CIRCULACIÓN MIXTA.

Se dan las dos situaciones anteriores, y va a depender del estado fisiológico del órgano.

### ESTRUCTURA DE LOS SINUSOIDES ESPLÉNICOS O SENOS VENOSOS

Su luz varía entre las 12 y las 40 de diámetro, dependiendo de la cantidad de sangre que alberga el órgano. En gato y ratón no hay sinusoides esplénicos. Se sustituyen por vénulas. En el resto de los mamíferos tienen las siguientes características:

- Las células endoteliales son muy alargadas, fusiformes, y pueden llegar a medir 100 . El eje mayor es paralelo al eje principal del vaso. No forman uniones intercelulares entre ellas, así que es muy fácil el paso de elementos formes de la sangre.
- La lámina basal está formada por aros. No es continua. Los aros miden 1 de anchura y están separados por 2–5 . Estos aros están interconectados por delgados cordones de lámina basal.

### TIMO

El timo es un órgano linfoepitelial situado a nivel del cuello–parte superior del tórax. Su origen embrionario es mixto; endodérmico, ectodérmico y mesodérmico.

### DESARROLLO EMBRIONARIO

En vertebrados, en el desarrollo embrionario existen unas hendiduras branquiales. El timo surge de estas hendiduras:

Se desarrollan unas prolongaciones a partir del ectodermo y del endodermo. Estas prolongaciones crecen distalmente hasta que se separan de las hendiduras branquiales y forman dos lóbulos, uno a cada lado del cuello. En la especie humana, los dos lóbulos están fusionados y se sitúan delante del cuello.

Las células ectodérmicas y endodérmicas van a adoptar una morfología estrellada, con sus prolongaciones unidas entre sí. Forman una red tridimensional que va a formar el estroma del timo, semejante a la que forman las fibras reticulares y reticulocitos en los otros órganos linfoideos. Por eso se las llama *células epiteliorreticulares*.

A este esbozo de timo llegan células linfoblásticas que, a lo largo de toda la vida del animal se diferenciarán en linfocitos T.

## ESTRUCTURA DEL TIMO ADULTO

Cada lóbulo está cubierto por una cápsula de tejido conjuntivo, a partir de la cual penetran tabiques al interior del órgano, dividiéndolo en lobulillos:

En el interior del timo, cada lobulillo está dividido en dos regiones:

- CORTEZA. Zona periférica más oscura.
- MÉDULA. Zona central, más clara.

La médula de todos los lobulillos está conectada a nivel de la región más profunda del órgano. Las travéculas de conjuntivo sólo llegan hasta el límite cortico-medular de cada lobulillo.

En el timo se diferencian los linfocitos T. A la corteza del timo llegan células indiferenciadas (linfoblastos) que emigran desde la corteza hacia la médula. A lo largo de ese viaje se van a diferenciar en linfocitos T. Este proceso es muy delicado; las células que se están diferenciando son extremadamente sensibles a agentes exteriores.

## ESTROMA DEL TIMO

### CORTEZA

Las células epiteliorreticulares se diferencian en 3 tipos:

- TIPO I. Origen endodérmico. Son células especializadas en tapizar completamente la cara interna de la capa de tejido conjuntivo y las travéculas, y de formar una capa alrededor de los vasos sanguíneos que recibe el nombre de barrera hematopoyética. Esto es así porque no conviene que los linfoblastos tomen contacto con el tejido conjuntivo.
- TIPO II. Origen endodérmico. Se sitúan a nivel de la corteza superficial y media. Se disponen formando columnas perpendiculares a la corteza que dejan entre ellas unas vías para que los linfocitos se desplacen hasta la médula. Abrazan, con sus prolongaciones, a estos linfocitos que atraviesan la corteza.

Mediante ese contacto íntimo con los linfocitos, estas células inducen la diferenciación de los linfocitos y por eso se las denomina también *células nodriza*. Les enseñan a reconocer los antígenos propios para no atacarlos, y a atacar a los no propios.

- TIPO III. Origen endodérmico. Las encontramos a nivel de la corteza más profunda, formando una red tridimensional.

### MÉDULA

El estroma de la médula está formado por células epitelio reticulares de 3 tipos. Todas son de origen ectodérmico.

- TIPO VI. Son las encargadas de formar la red tridimensional del estroma de la médula.
- TIPO V. Son células indiferenciadas

· TIPO VI. Pueden ser redondeadas o aplanadas. En muchos casos, algunas células de tipo aplanado se disponen concéntricamente formando grupos. A estos grupos se les llama *Cuerpos de Hasall*. En estos cuerpos las células que se encuentran más internamente presentan en su citoplasma queratohialina. Esta proteína está también en la piel. Los cuerpos de Hasall pueden calcificarse. Su significado no se conoce.

## PARÉNQUIMA

Formado por células linfoides en estado de diferenciación hacia linfocitos T. Vamos a encontrar numerosos macrófagos, cuya función es destruir aquellos linfocitos que no maduren en perfectas condiciones.

Al llegar a la madurez sexual del animal, el timo comienza a sufrir un proceso involutivo y se sustituye por tejido adiposo blanco. En animales viejos, el timo es una masa de tejido adiposo blanco, en cuyo interior hay algunas porciones de tejido tímico que serán funcionales hasta la muerte del animal.

## BOLSA DE FABRICIO

Es un órgano linfoepitelial exclusivo de aves. Se origina a partir del recubrimiento endodérmico del techo de la cloaca.

La pared del techo de la cloaca es un epitelio cilíndrico simple, apoyado en una lámina basal y, bajo ella, hay una capa de tejido conjuntivo llamada corion o lámina propia.

Al comenzar el proceso de formación de la bolsa de Fabricio hay unos plegamientos del epitelio. Algunas de las células epiteliales, de carácter endodérmico, emigran hacia el corion subyacente, empujando la lámina basal, formándose masas de células endodérmicas, rodeadas de lámina basal. A cada una de esas masas se la denomina folículo epitelial, y a su conjunto, bolsa de Fabricio.

Sobre la lámina basal de los folículos epiteliales van a llegar células linfoblásticas que se van a dividir y van a emigrar hacia el interior del folículo epitelial.

La llegada de estas células linfoblásticas induce a las células epiteliales a transformarse en células epitelio reticulares .

Las células linfoblásticas que han penetrado se diferencian en linfocitos B, y saldrán al exterior para penetrar en el interior de los vasos sanguíneos que se han formado en el exterior de los folículos epiteliales.

La región externa a la lámina basal recibe el nombre de corteza, y todo el tejido que se encuentra en el interior del folículo recibe el nombre de médula.

Durante toda la vida del ave estarán llegando células linfoblásticas a la corteza. Allí se dividirán, pasarán a la médula y se diferenciarán en linfocitos B.

## MÉDULA ÓSEA

Es un órgano que se encuentra en el interior del hueso esponjoso. Dentro de la red tridimensional que forma el hueso esponjoso, existe otra red que forman las fibras reticulares y reticulocitos que constituyen el estroma de la médula ósea.

Acompañando este estroma existe una red tridimensional de capilares sanguíneos de tipo sinusoides; su epitelio es continuo; no existen espacios entre sus células endoteliales. En estos sinusoides no hay lámina basal; tan sólo pueden aparecer algunas porciones de material grumoso parecido a la lámina basal. Alrededor de los sinusoides se disponen células reticulares aplanadas que reciben el nombre de *células adventiciales*.

## PARÉNQUIMA

Existen 3 tipos de médula ósea, en función del tejido que forme su parénquima:

- Médula ósea roja. El parénquima está formado por tejido hematopoyético. Durante el desarrollo embrionario, la médula ósea de todos los huesos del cuerpo es roja. Tras el nacimiento, la medula ósea roja va desapareciendo de la mayor parte de los huesos del cuerpo, quedando tan sólo los siguientes:
  - Diáfisis de los huesos largos.
  - Huesos planos del cráneo.
  - Pelvis
  - Huesos cortos.
- Médula ósea amarilla. En el hueso esponjoso desaparece la médula ósea roja, y aparece tejido adiposo blanco.
- Médula ósea gris. En los animales viejos, la médula ósea amarilla se sustituye por un tejido gelatinoso de color gris que constituye el parénquima de la médula ósea gris.

## DIPOSITIVAS

– Arteria elástica Túnica media abarrotada de láminas elásticas

- Túnica íntima de la arteria elástica
- Túnica media de la arteria elástica a microscopio electrónico
- Arteria muscular
- Arteriola a microscopía electrónica
- Capilar sanguíneo continuo
- Vena
- Válvulas de las venas

– Corazón