

# SISTEMA CIRCULATORIO

## FUNCIONES

Transporte de nutrientes

Transporte de gases

Transporte de hormonas

Defensa del organismo

Regulación de Temperatura

Participa en procesos de regulación de pH

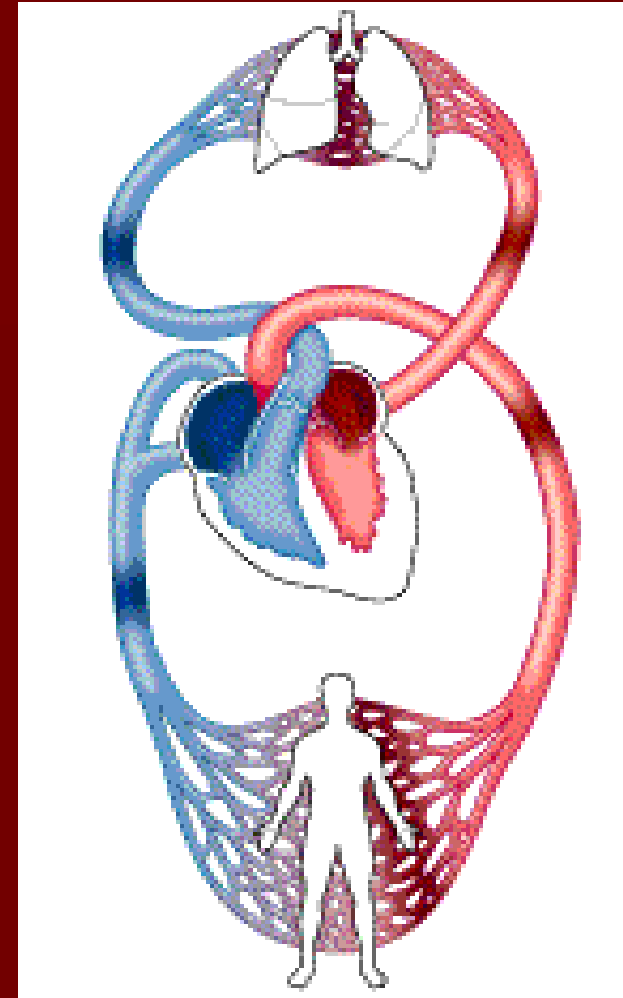
Participa en procesos de regulación osmótica

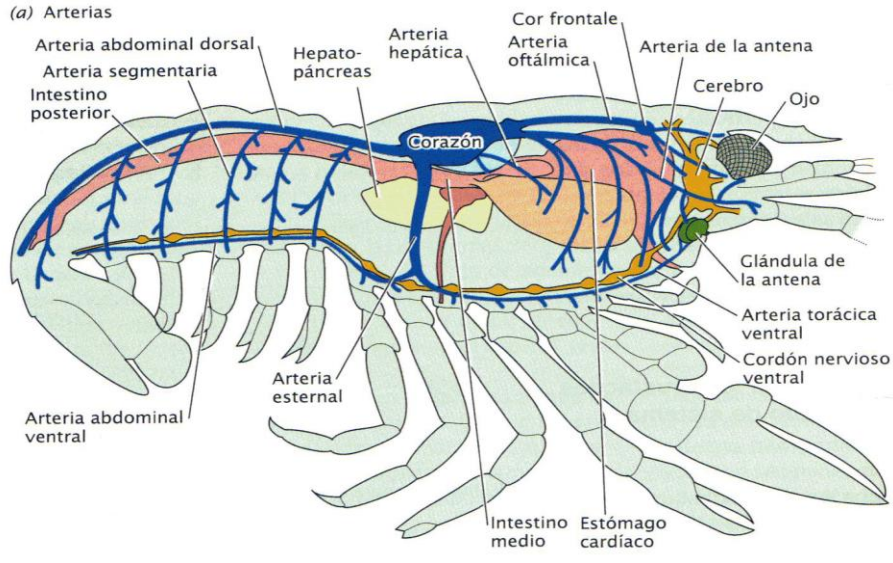
**\*Organo impulsor >> CORAZON**

**\*Sistema arterial**, que actúa como distribuidor de sangre y reservorio de presión

**\*Sistema de capilares**, en los que se efectúa el intercambio de sustancias

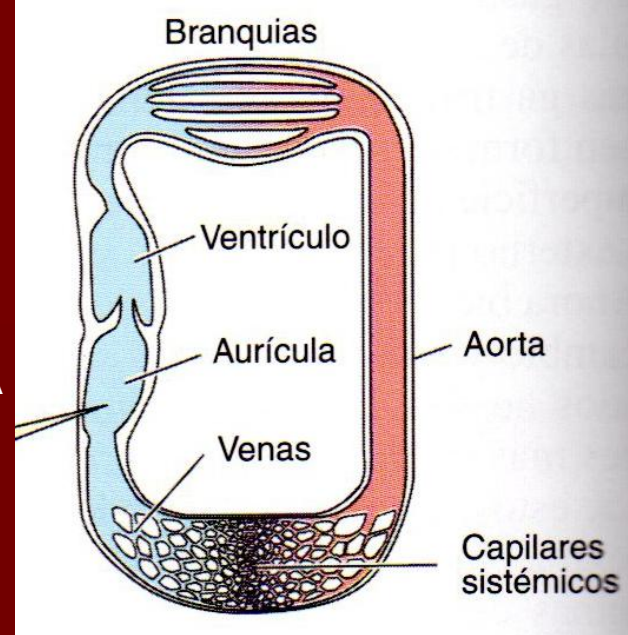
**\*Sistema venoso**, que actúa como reservorio de sangre y sistema de retorno al corazón





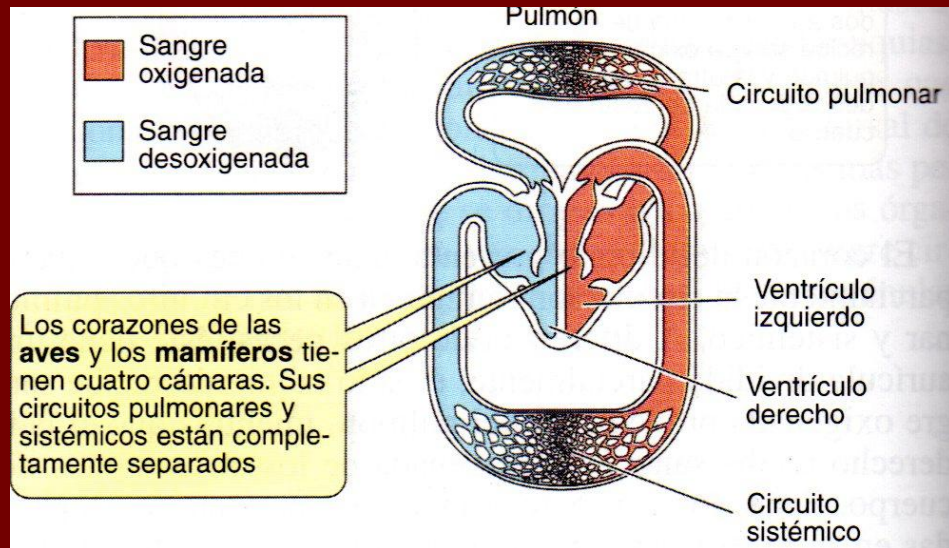
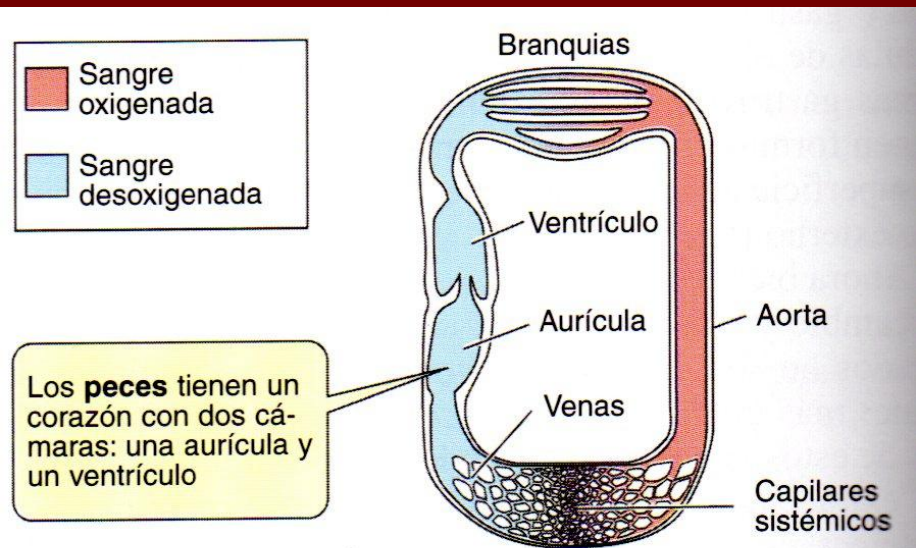
ABIERTA

CERRADA

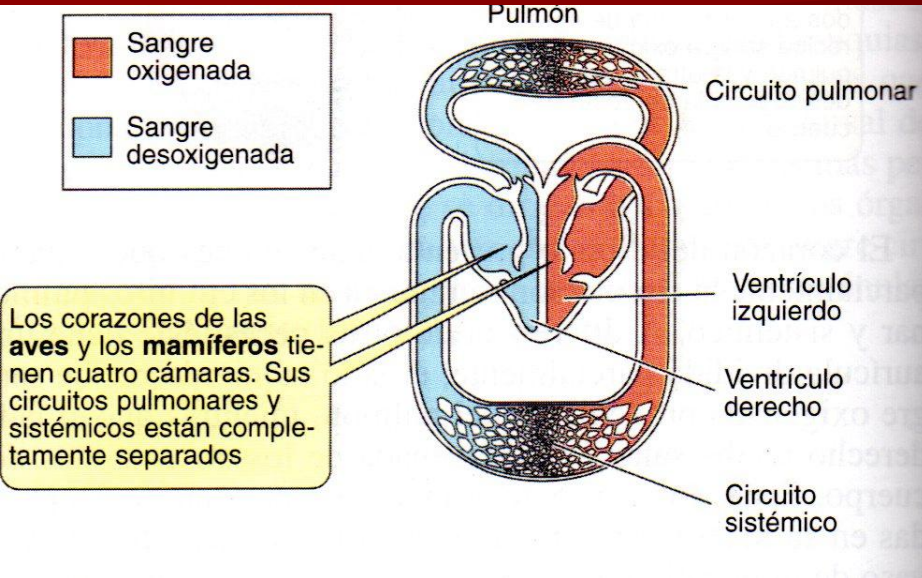


SIMPLE

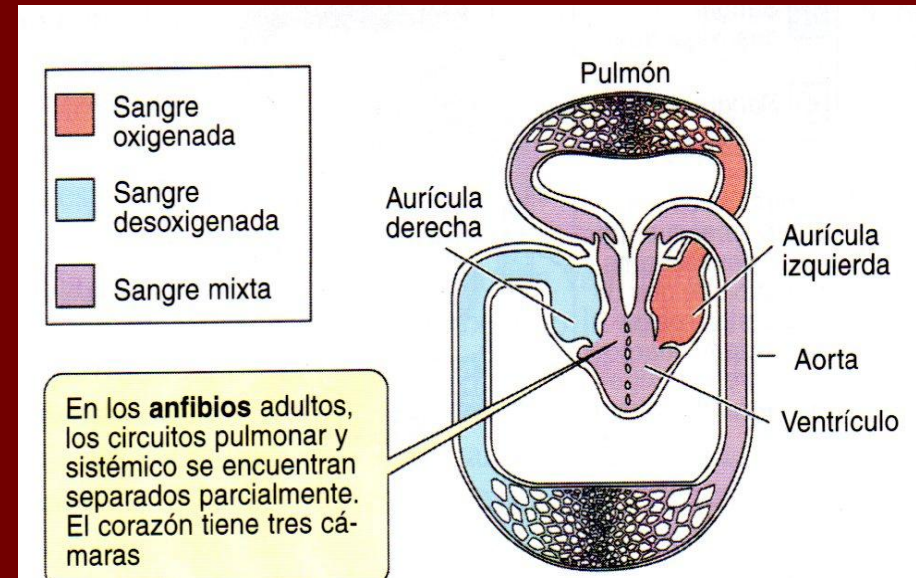
DOBLE

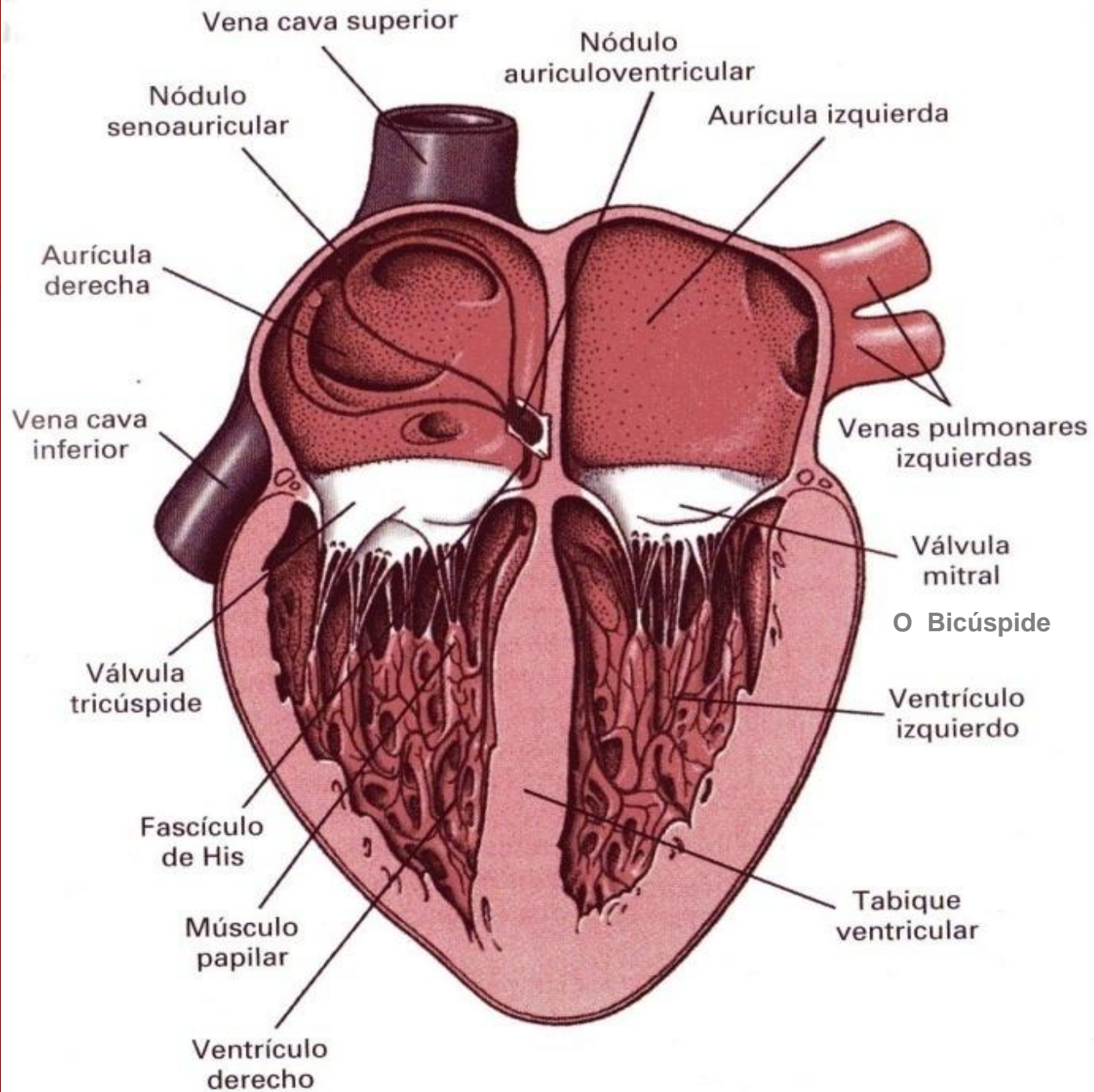


## COMPLETA



## INCOMPLETA





**CORAZON:** Bomba de fibras musculares cardíacas, que realiza la contracción y relajación rítmica de la totalidad del músculo.

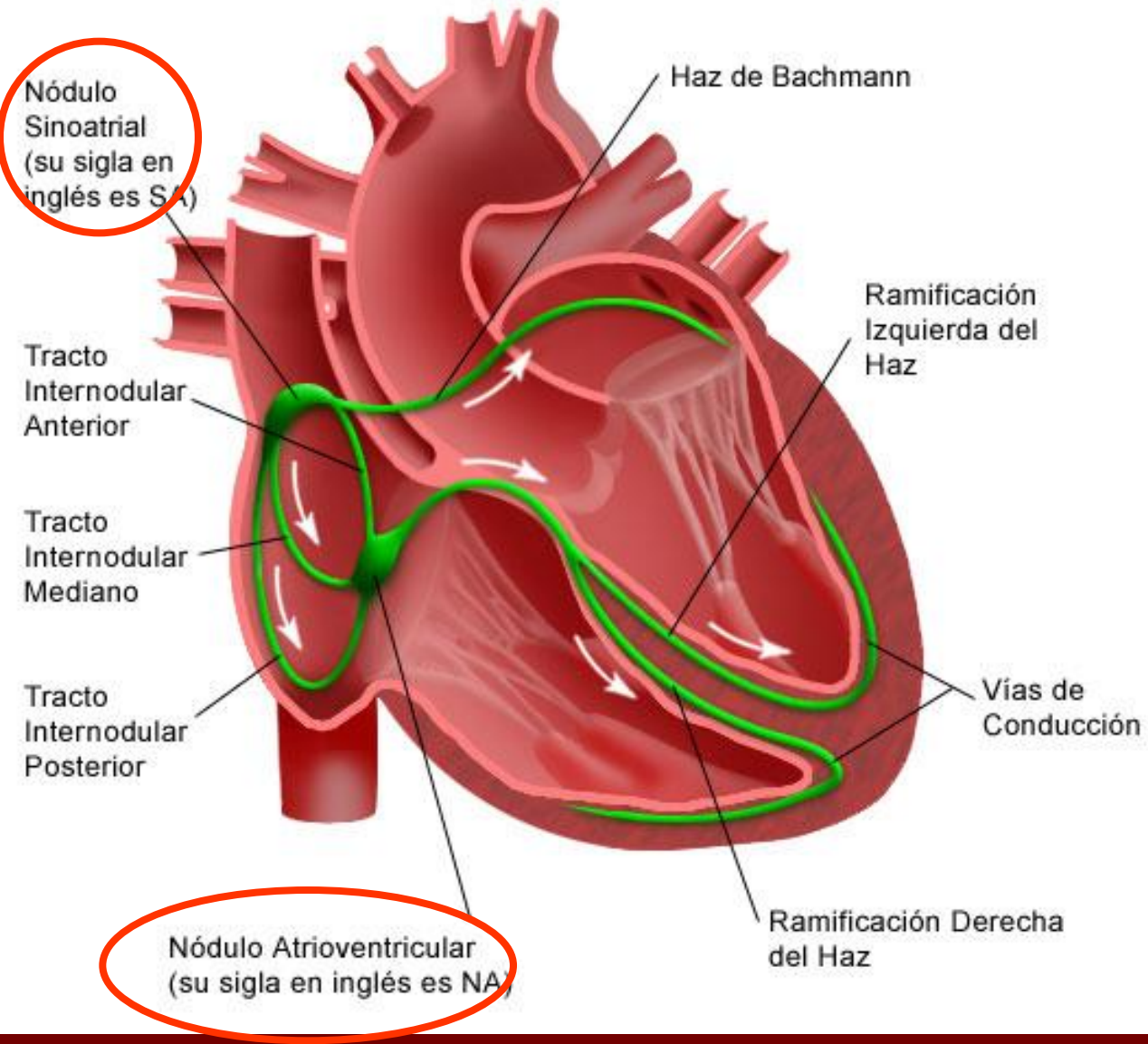
La actividad eléctrica se inicia en una región **marcapasos** y se propaga a todo el órgano.

La contracción del marcapasos se asocia a un **Potencial de Acción** y la propagación es posible debido a que las células están **acopladas eléctricamente**, a través de sus membranas.

**MARCAPASOS:** Pueden ser células neuronales >> **NEUROGENICO**,  
o células musculares >> **MIOGENICO**

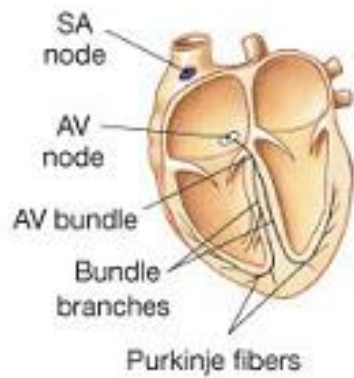


# El Sistema Eléctrico del Corazón

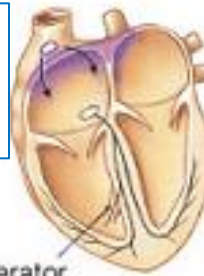


## VELOCIDAD

- Nódulo sinoauricular ..... 0,8 m.s<sup>-1</sup>
- Fibras de conexión ..... 0,05 m.s<sup>-1</sup>
- Fibras nodales ..... 0,1 m.s<sup>-1</sup>
- Fascículo de Hiss ..... 4-5 m.s<sup>-1</sup>
- Fibras ventriculares ..... 0,5 m.s<sup>-1</sup>



**Paso 1: Inicio de la actividad en el nódulo SA**



**Paso 2: El estímulo alcanza el nódulo AV**



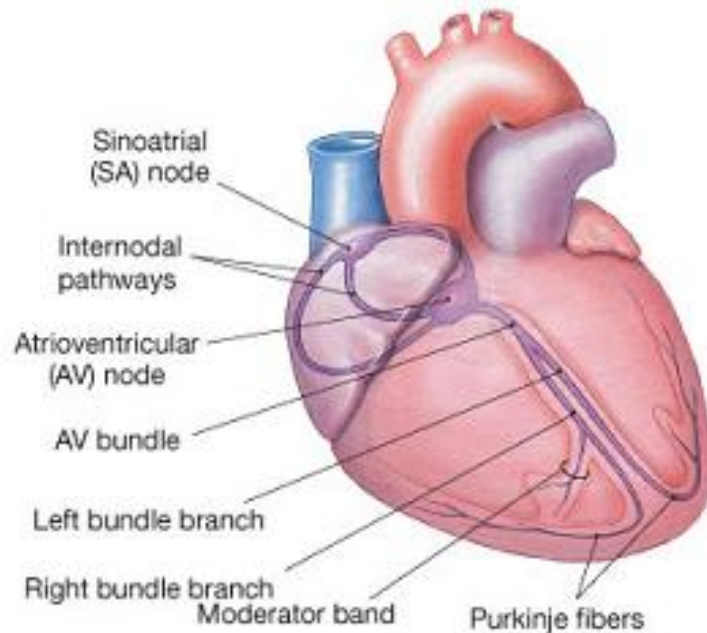
**Paso 3: Hay 100 mseg de retraso con el nódulo AV. Inicia contracción Auricular**



**Paso 4: El impulso viaja por el tabique IV y por las ramas del Haz de Hiss a las fibras de Purkinje, activando los músculos del ventrículo derecho.**

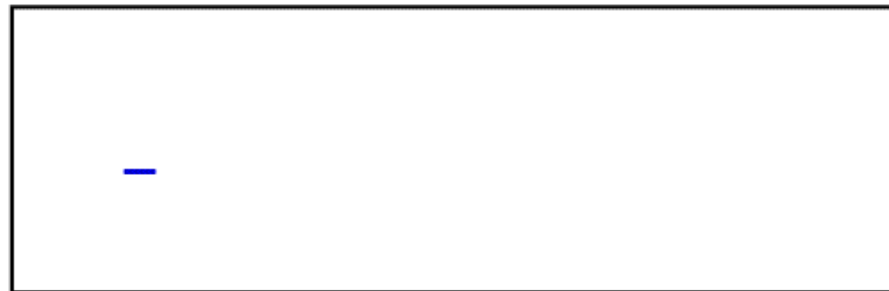
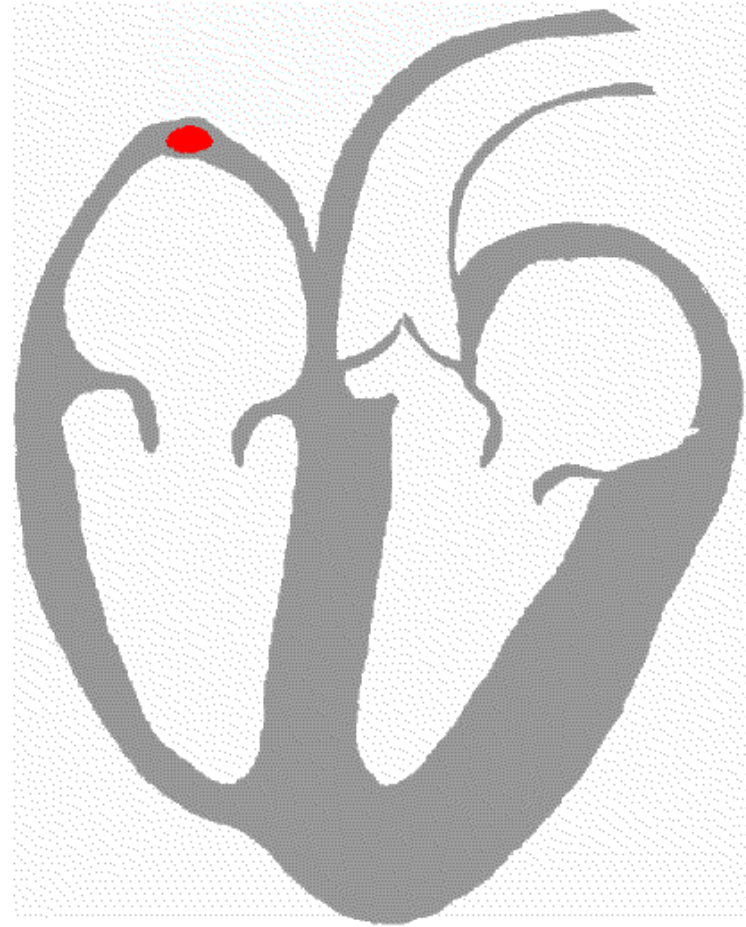


**Paso 5: El impulso se distribuye por las fibras de Purkinje y se transmite por el miocardio ventricular. Se completa la contracción auricular y comienza la ventricular.**



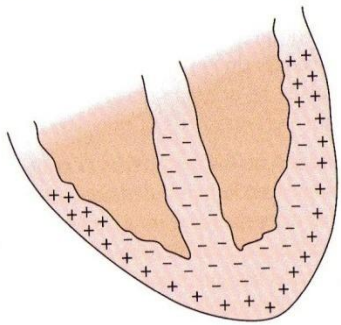
(a) Nodes and conducting fibers

(b) Steps in the distribution of stimulus

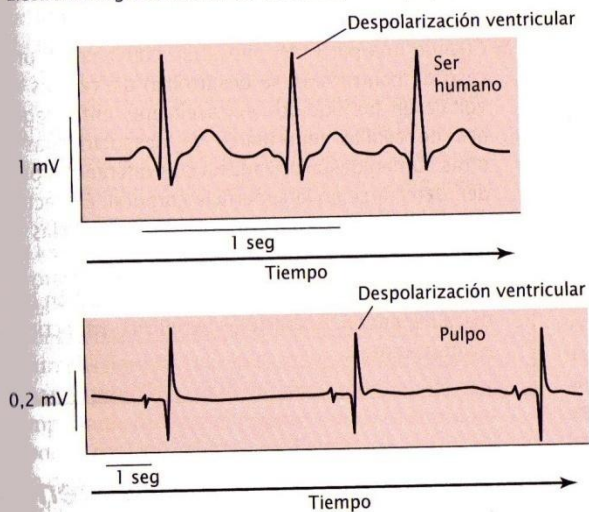




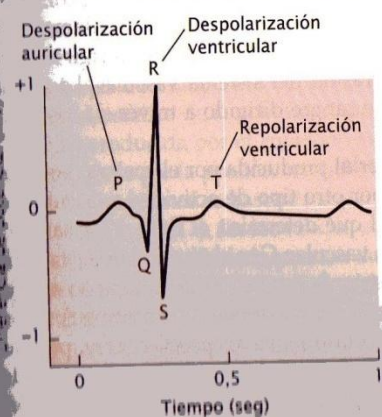
(a) Cambios relativos en los líquidos extracelulares del miocardio a medida que el miocardio ventricular humano se despolariza



(b) Electrocardiogramas de un ser humano y de un pulpo



(c) Ondas en el electrocardiograma humano normal



## CICLO CARDIACO

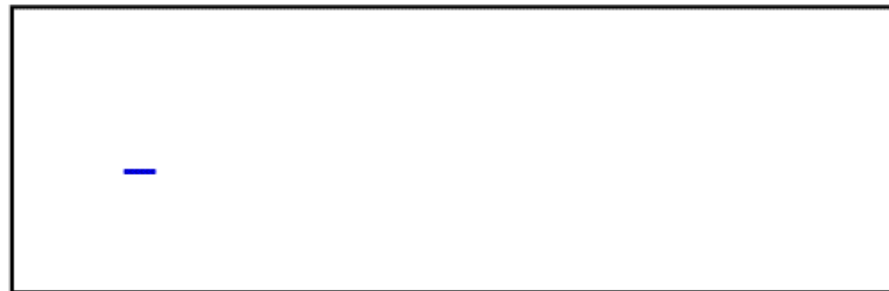
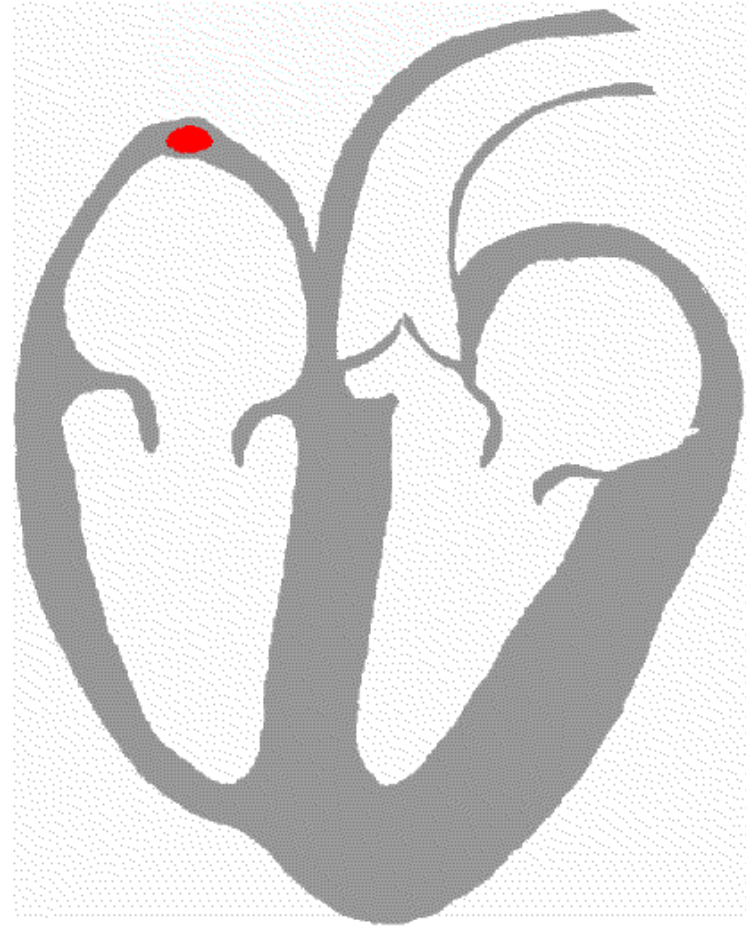
- **DIASTOLE**- las válvulas arteriales cerradas mantienen una diferencia de P entre los ventrículos relajados y las arterias.

- Las válvulas auriculoventriculares están abiertas debido a la relajación de los ventrículos. Se colmatan las aurículas de sangre debido a la P venosa. La sangre pasa a los ventrículos debido a su estado relajado.

- \* **SISTOLE AURICULAR**- aumenta la P auricular por la contracción de sus paredes. Se terminan de colmatar los ventrículos.

- **SISTOLE VENTRICULAR**- aumenta la P en los ventrículos, se supera la P auricular y se cierran las válvulas auriculoventriculares.

Continúa la contracción ventricular hasta que se supera la P arterial y se expulsa la sangre al sistema.



**GASTO CARDIACO-** es el volumen de sangre bombeada por un ventrículo, en una unidad de tiempo (min).

En los mamíferos el volumen expulsado por el ventrículo izquierdo o derecho es el mismo.

**VOLUMEN SISTOLICO-** es el volumen de sangre expulsado en cada latido cardíaco.

El volumen sistólico medio puede determinarse dividiendo el

gasto cardiaco  
frecuencia cardíaca

**VOLUMEN SISTOLICO = VOLUMEN DIASTOLICO FINAL – VOLUMEN SISTOLICO FINAL**

**Volumen Diastólico Final depende de \*P venosa de llenado**

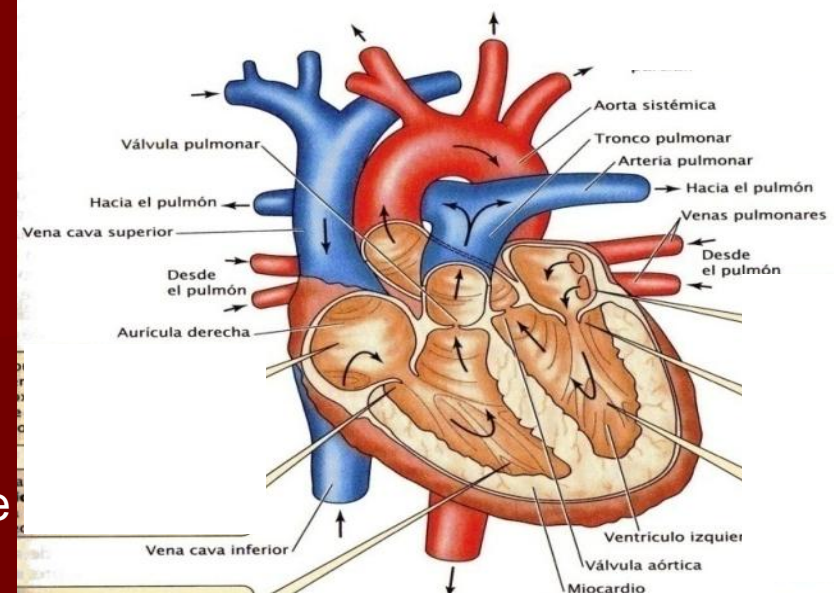
**\*P generadas durante la contracción auricular**

**\*la distensibilidad de la pared ventricular**

**\*el tiempo disponible para el llenado del ventrículo**

**Volumen Sistólico Final depende de \*P generada durante la sístole ventricular**

**\*P arterial**



# SISTEMA VENOSO

# SISTEMA ARTERIAL

\*Actúa como conducto de retorno de la sangre al corazón.

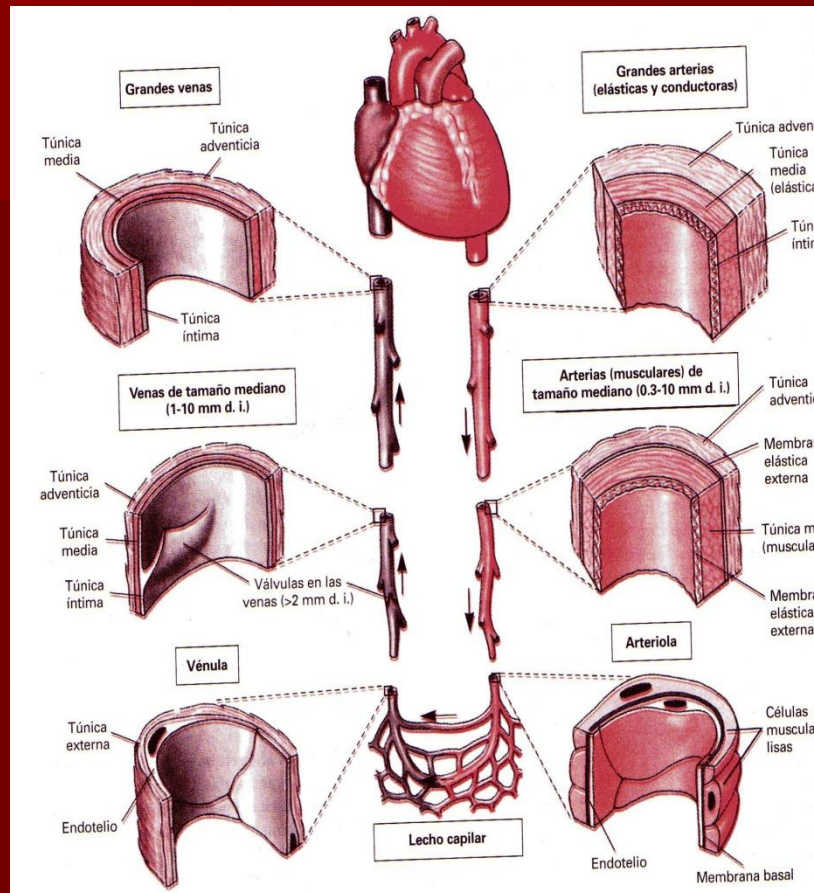
\*Es un sistema de baja presión, con vasos de gran diametro interno.

\*Poseen paredes más delgadas que las de arterias de igual calibre.

\*Poseen valvulas en nido de golondrina, que favorecen el retorno venoso.

\*En los mamíferos contiene el 50% del volumen sanguíneo.

\*Actúan como reservorio de volumen, debido a su gran adaptabilidad.



\*Son los vasos que salen del corazón para llevar sangre a los tejidos.

\*Poseen paredes más gruesas, con más fibras de musculatura lisa.

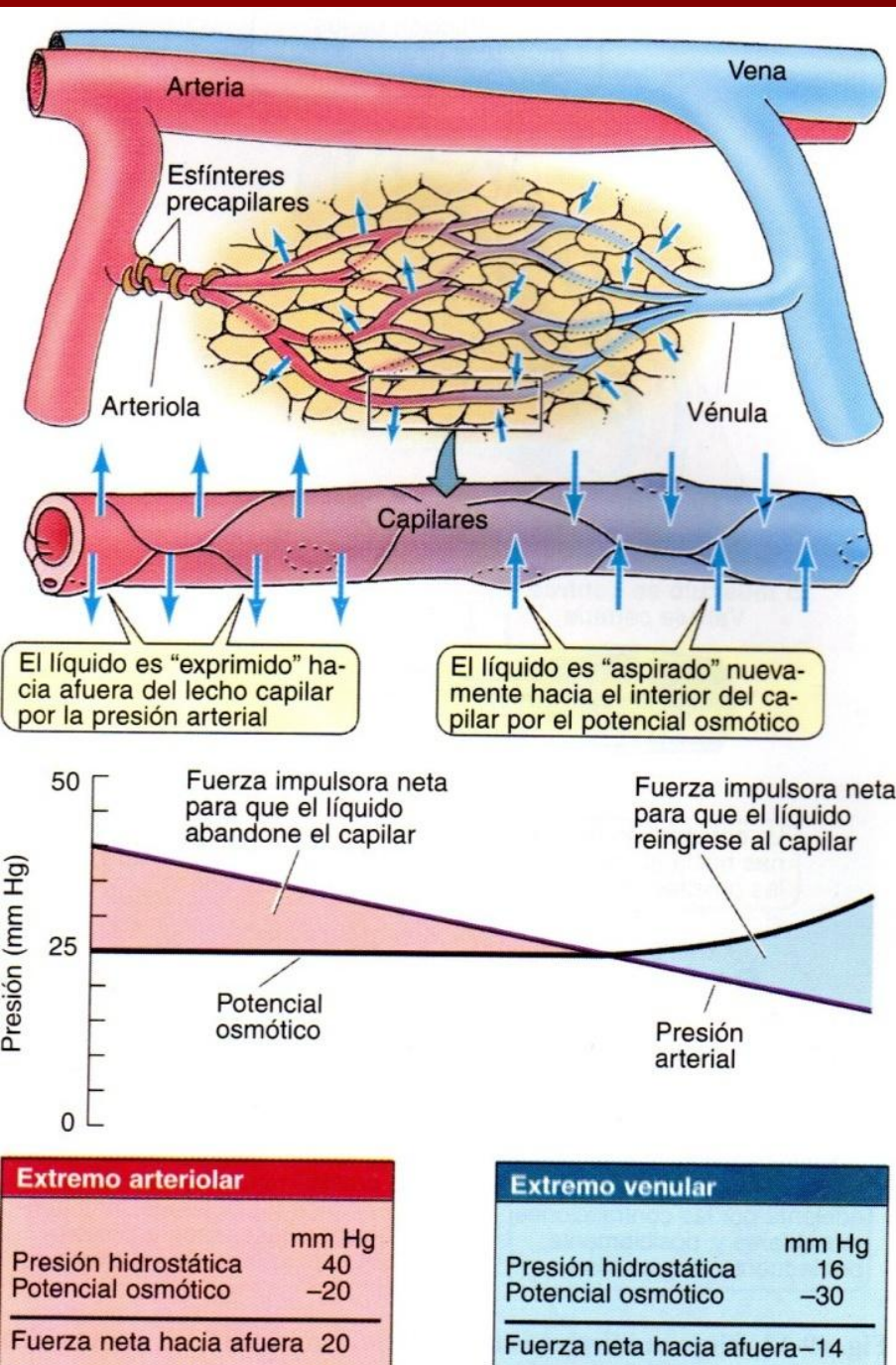
\*Amortiguan las oscilaciones de presión y flujo generadas por las contracciones del corazón, permitiendo un flujo continuo en los capilares.

\*Controlan la distribución de sangre en los capilares contrayendo selectivamente las arteriolas.

\*Actúan como reservorios de Presión, para forzar el paso de sangre en los vasos de menor diámetro.

Inadecuado retorno venoso  
>> disminuye Gasto Cardíaco  
>> disminuye PA  
>> disminuye flujo sanguíneo cabeza  
>> Desmayo

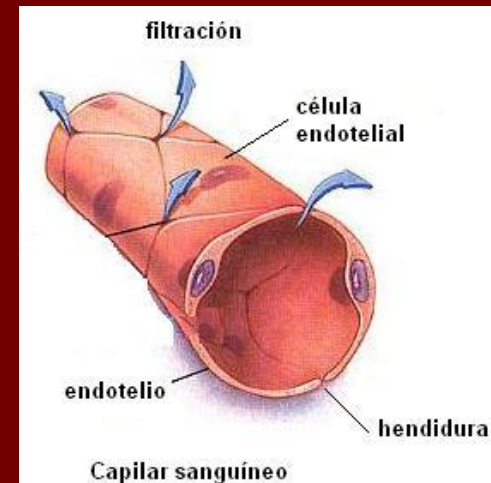
# SISTEMA DE CAPILARES-



\*Son los vasos más pequeños, miden 1mm de largo, entre 3 y 10  $\mu$  de diametro y sus paredes poseen una sola capa de células.

\*Esto permite el intercambio de gases, nutrientes y productos de desecho.

\*En distintos tejidos el número de capilares es muy variable y el flujo tiene un control local > esfínteres.



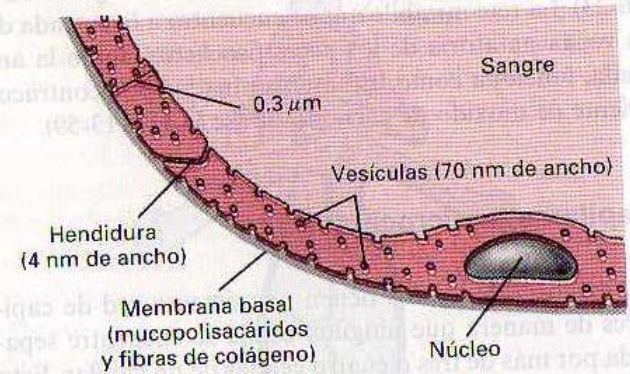
\*La diferencia de permeabilidad de los capilares se asocia a su estructura:

**continuos**, presentan membrana basal continua (cerebro, musculo),

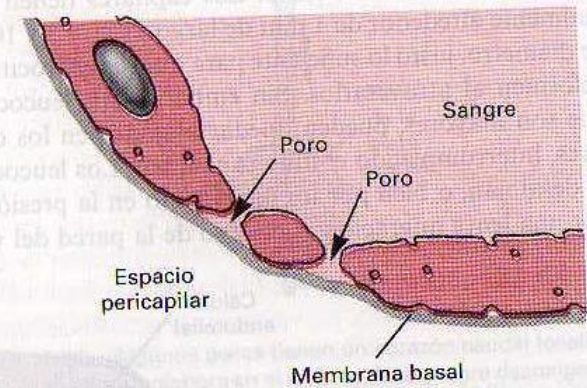
**fenestrados**, poseen la membrana basal con perforaciones (intestino, riñon),

**sinusoidales**, son de mayor tamaño y poseen hendiduras paracelulares: El endotelio es discontinuo por la presencia de poros que se continuan en la lámina basal, lo que aumenta el intercambio entre la sangre y el tejido (medula osea, higado).

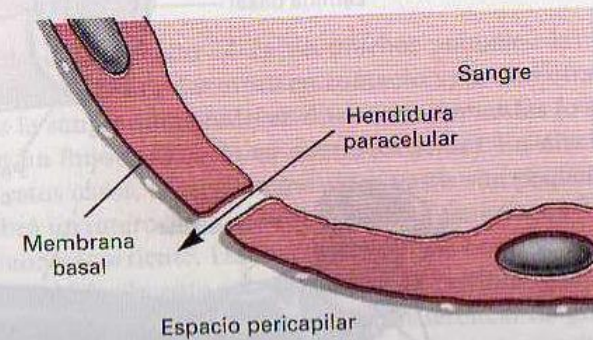
A Capilar continuo



B Capilar fenestrado



C Capilar sinusoidal



# HEMODINAMICA

**FLUJO O CAUDAL:** Es el volúmen de sangre que fluye en un area, en un tiempo dado.

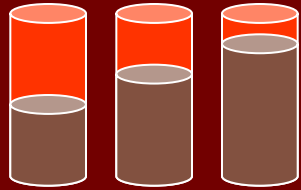
$$Q = P / R$$

$$Q = \frac{P}{R}$$

>>

$$Q = \frac{(P1 - P2) \pi r^4}{8 L \eta}$$

(Poiseuille)



4L/min    8L/min    12L/min

A > Presión > Caudal Q



A > longitud del vaso > rozamiento < Q

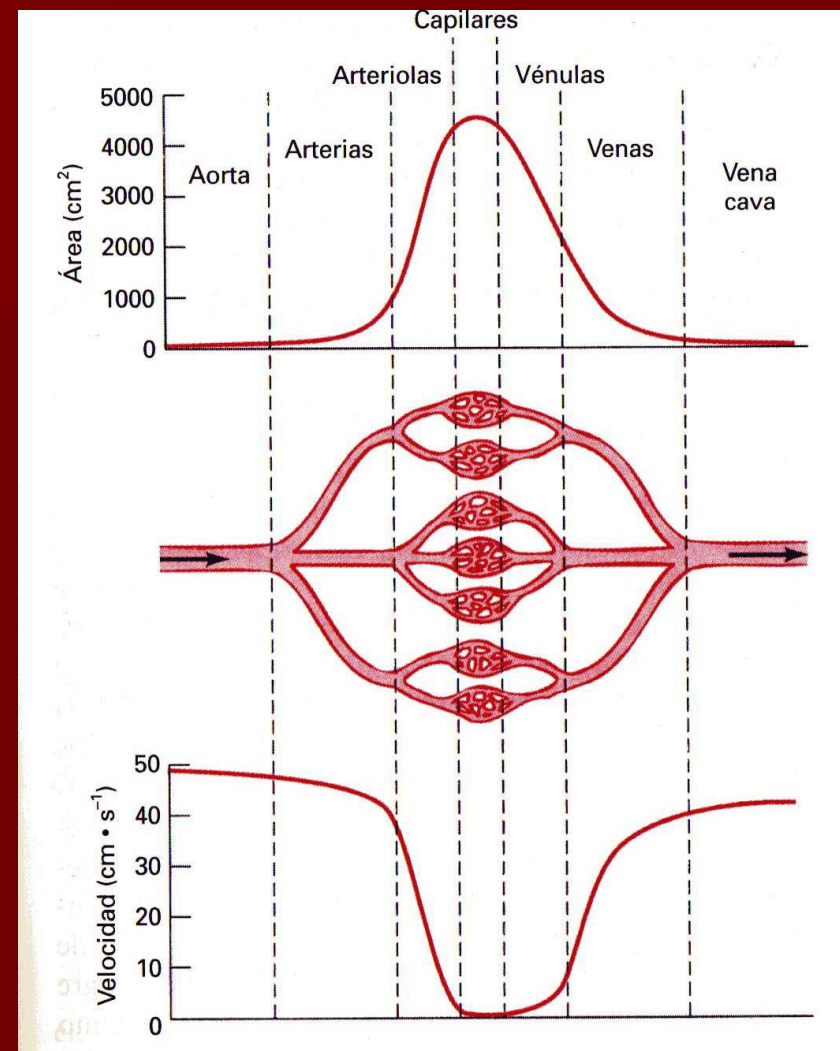


A > diámetro > Q

**VELOCIDAD:** Corresponde a la distancia que recorre la sangre por un vaso, en un tiempo dado.

La velocidad de la sangre esta relacionada con la sumatoria del área de sección transversal de los vasos en un determinado punto del arbol vascular: grandes arterias, arteriolas, capilares, grandes venas.

VASOS	SUMATORIA AREA	VELOCIDAD( $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$ )
AORTA	1	30
ARTERIOLAS	15 a 30	1,5
CAPILARES	750	0,04
VENULAS	60	0,5
GRANDES VENAS	4	8





**PRESION:** Es la fuerza que ejerce la sangre contra la pared del vaso. La Presion obliga a la sangre a salir por un orificio, por lo tanto es la responsable de mantener un flujo continuo por el sistema circulatorio.

$$Q = P / R \gg Q = (P_1 - P_2) \pi r^4 / 8 L \eta$$

(Poiseuille)

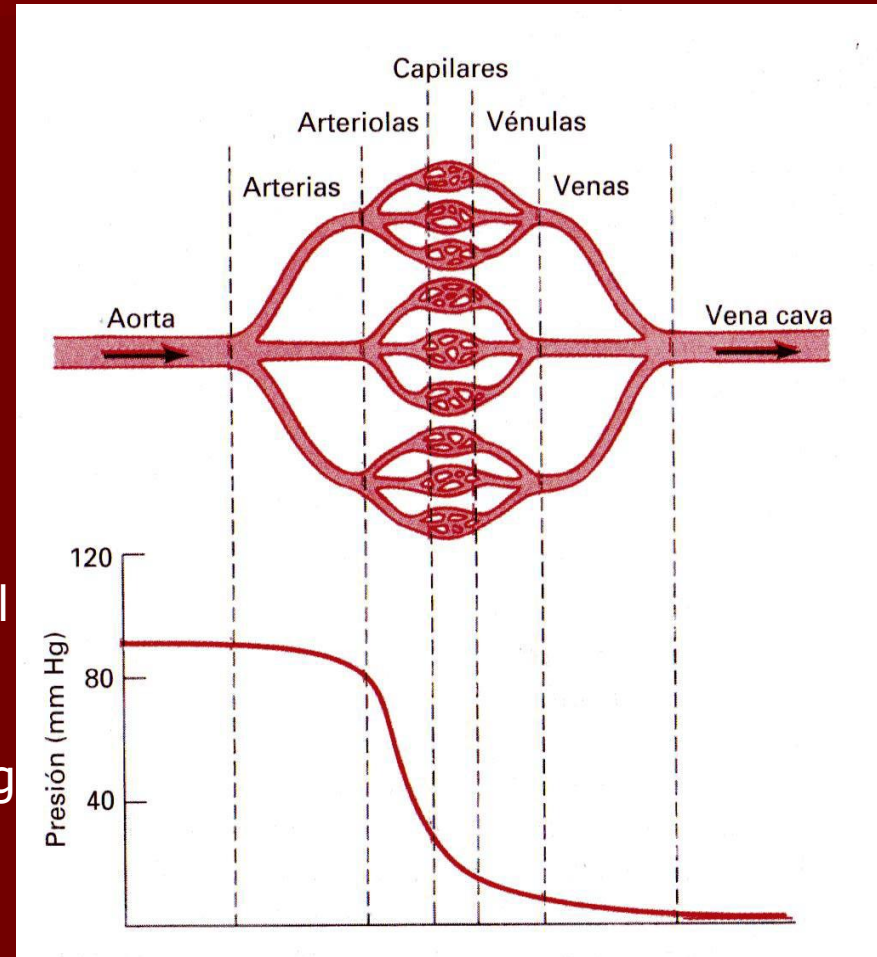
La **P arterial** se determina por el volúmen de sangre que contiene el sistema arterial y por las propiedades de sus paredes.

**Presion Arterial**  $\neq$  entre interior y exterior del vaso sanguineo

P maxima = P sistolica = 120 mmHg = 12 cmHg

P minima = P diastolica = 80 mmHg = 8 cmHg

(PA Pulmonar = 22/7 mmHg)



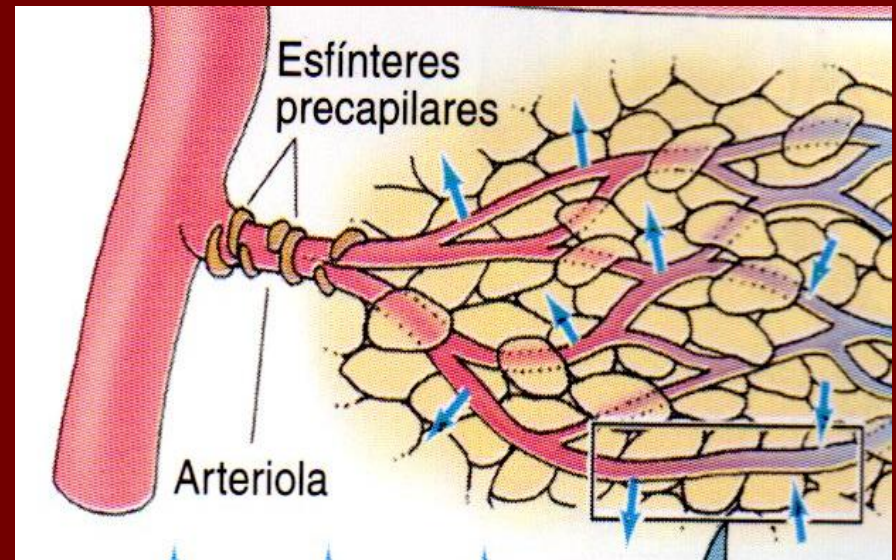
\*El **volumen de sangre** en el sistema arterial es el resultado de su llenado por las contracciones del corazón y su vaciado por el flujo hacia los capilares.

\*Si aumenta el gasto cardiaco >> aumenta el volumen >> aumenta la **Pa**

\*Si aumenta el flujo sanguíneo capilar << disminuye el volumen << disminuye la **Pa**

\*Las **propiedades de las paredes arteriales** varían. Cerca del corazón son muy elásticas y amortiguan las oscilaciones de P y flujo generadas por las contracciones.

La contracción o dilatación de las arteriolas en los distintos puntos del sistema, controla la Presión.

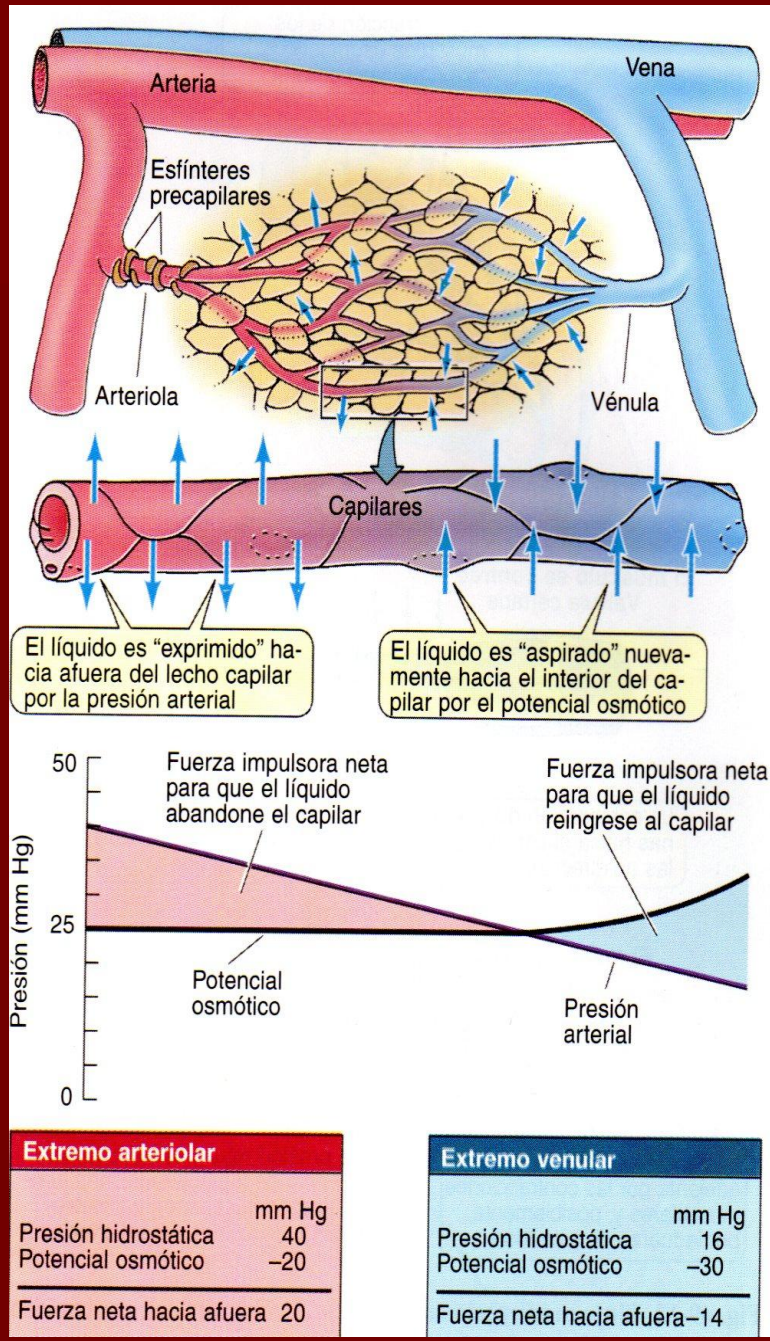


# REGULACION NERVIOSA DEL FLUJO CAPILAR

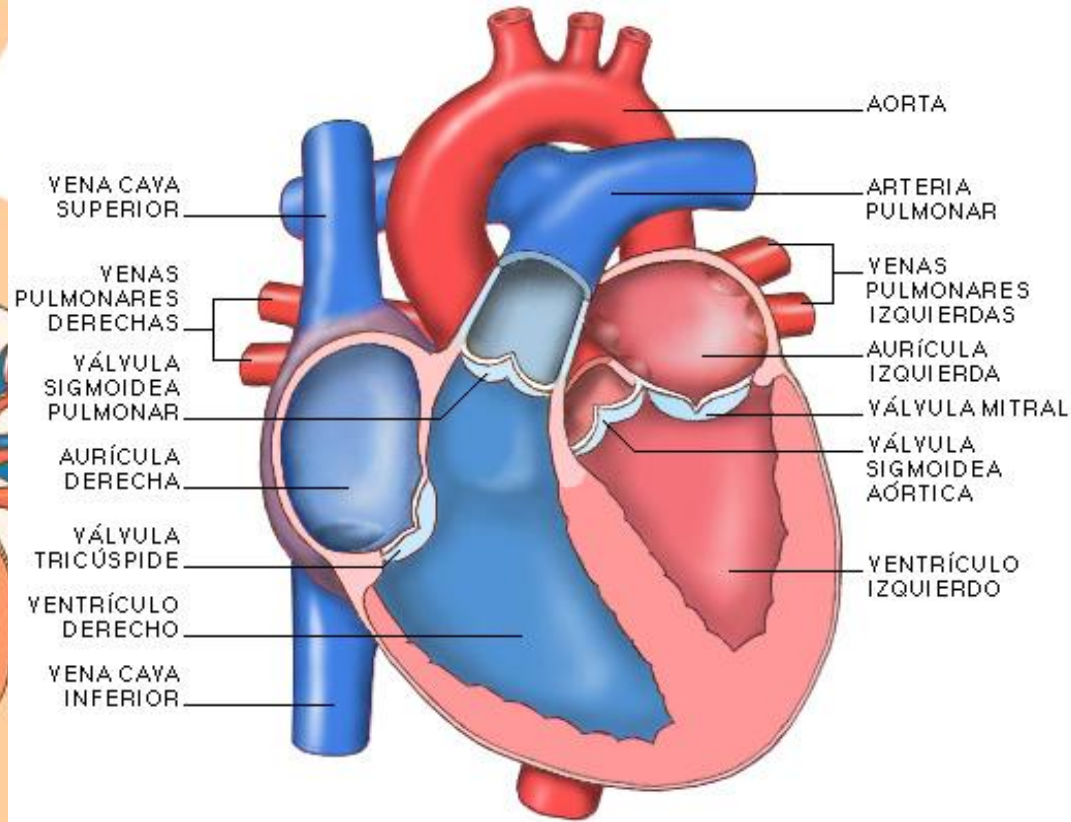
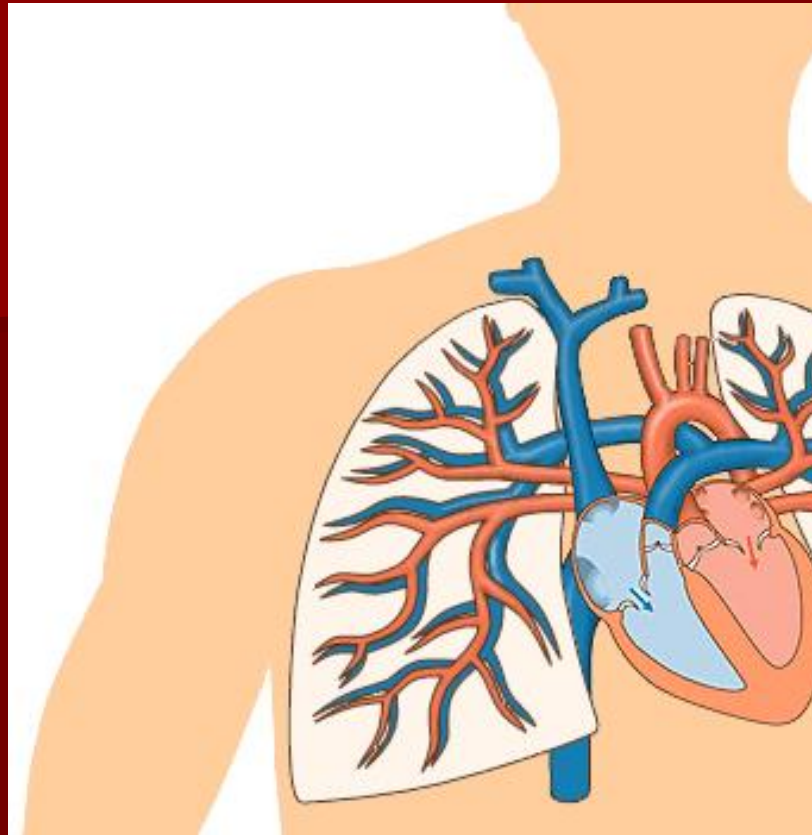
**CONTROL NERVIOSO:** El sistema nervioso autonomo controla la resistencia al flujo sanguineo dilatando o contrayendo la musculatura lisa que rodea a las arteriolas.

**CONTROL LOCAL:** Asegura el flujo sanguineo en los tejidos mas activos. La produccion de  $CO_2$ ,  $H^+$ ,  $K^+$ , adenosina (por degradacion de ATP) y la baja  $PO_2$ , provocan vasodilatación y por ende, mayor flujo de sangre. A excepci3n de los capilares pulmonares.

Las lesiones locales van acompa~nadas de vasodilataci3n (histamina) y mayor permeabilidad, para reducir la **P coloidosmotica** (serotonina y bradiquinina) >> >>> **EDEMA.**



# MAMIFEROS Y AVES



GASTO CARDIACO es igual en ambos ventriculos  
VOLUMEN SISTOLICO es igual en ambos ventriculos.



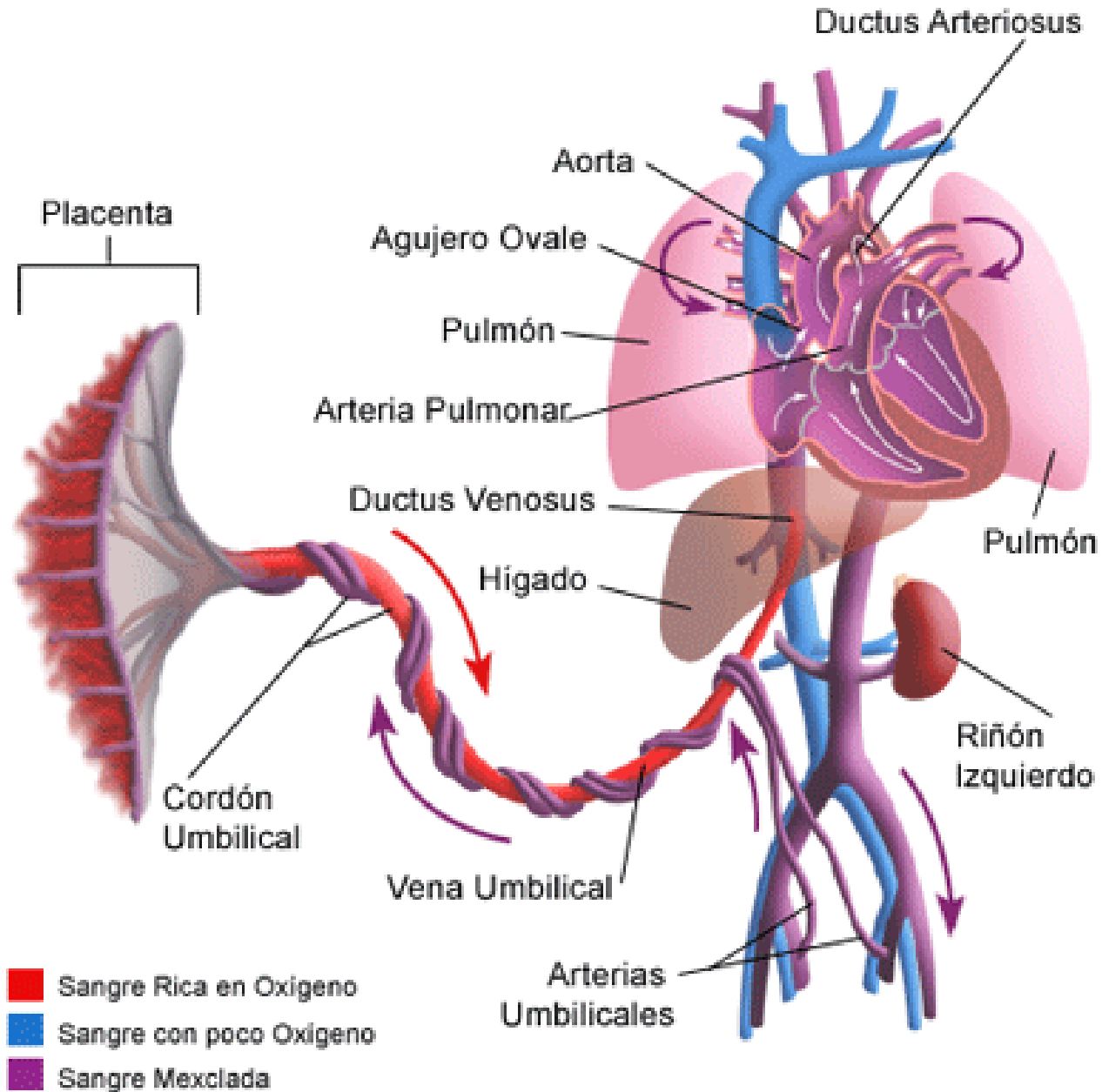
Corazon.flv

No hay desplazamiento del volúmen sanguíneo aunque las necesidades sean diferentes.

PRESION >> es mayor en el circuito sistémico que en el circuito pulmonar

permite alcanzar tiempo rápido de circulación y provocar cambios repentinos de flujo

## Circulación Fetal

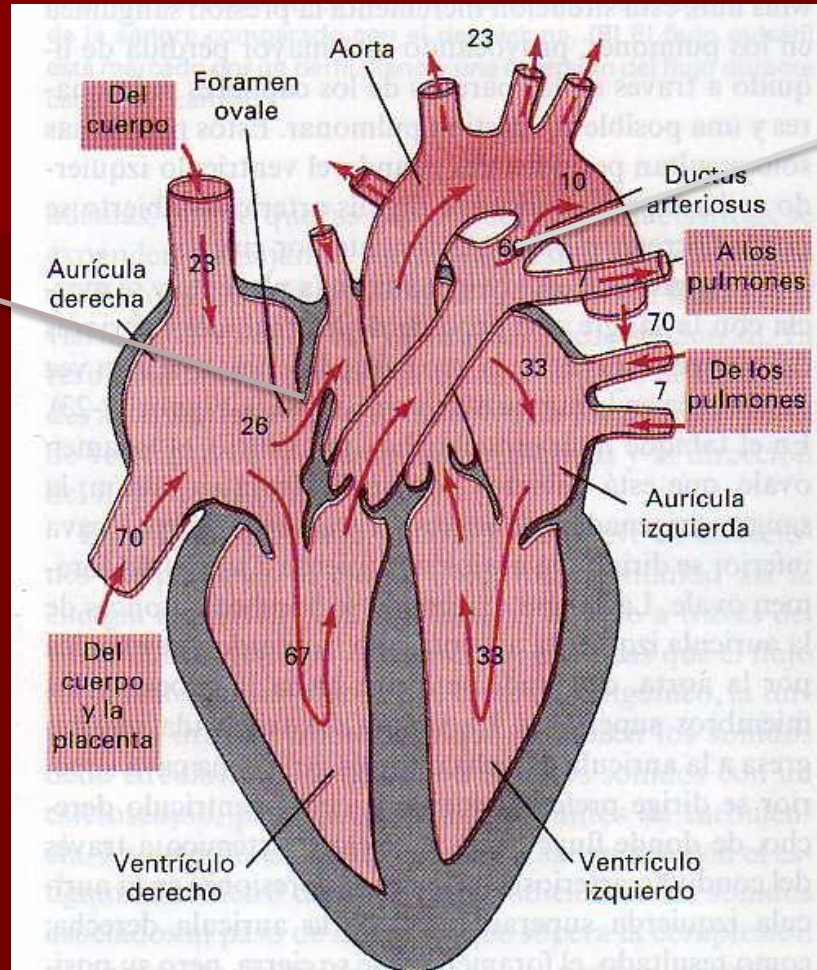


El feto recibe desde la placenta: los nutrientes y el oxígeno, a través de la vena umbilical, que ingresa al cuerpo y se extiende hasta el hígado.

Las arterias umbilicales devuelven la sangre fetal a la placenta.

# FETO DE MAMIFEROS

Foramen oval



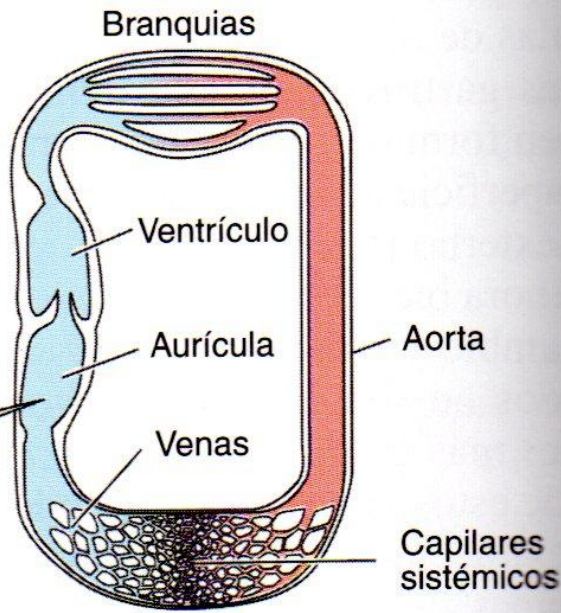
Conducto arterioso

En el corazón de un feto la resistencia al flujo sanguíneo pulmonar es muy alta, por ende hay una derivación del flujo del lado **derecho** al lado **izquierdo**. A través del **Foramen Oval**, la sangre que llega a la **Aurícula Derecha** pasa a la **Aurícula Izquierda**. La sangre que no fue derivada anteriormente, sale por la **Arteria Pulmonar** y pasa a la **Arteria Aorta** a través del **Conducto Arterioso**.

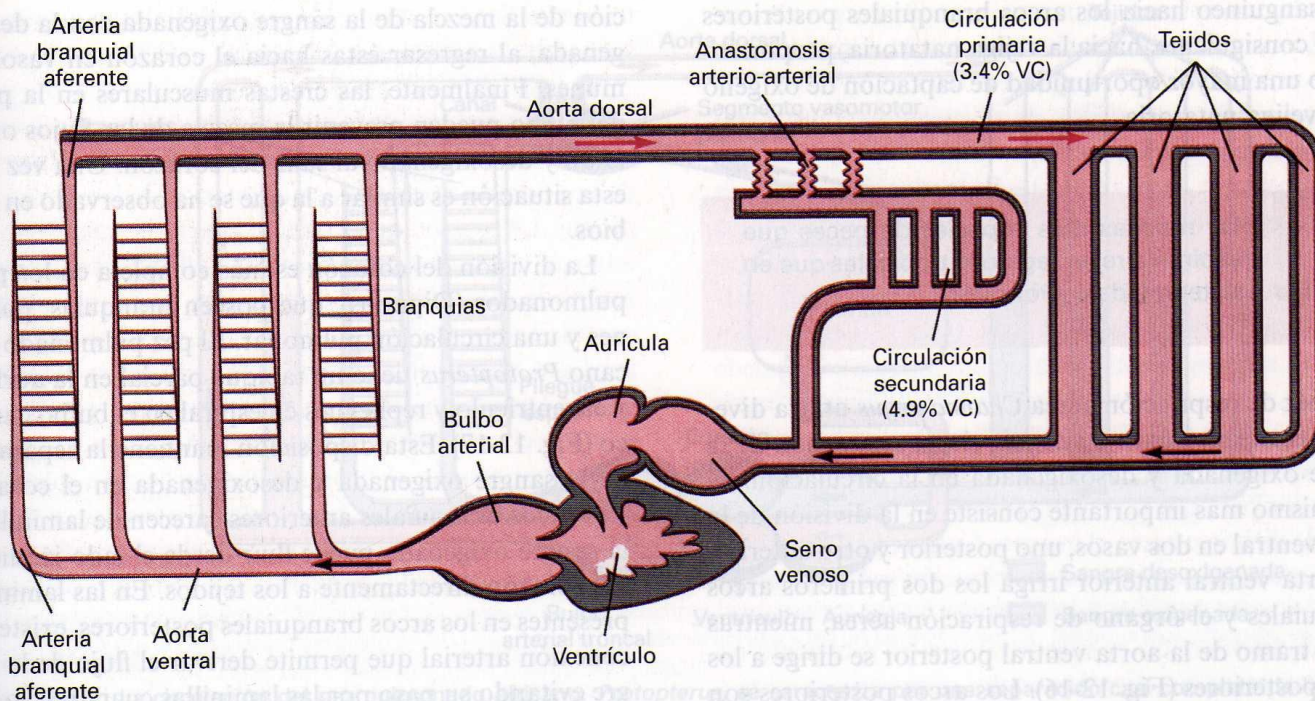
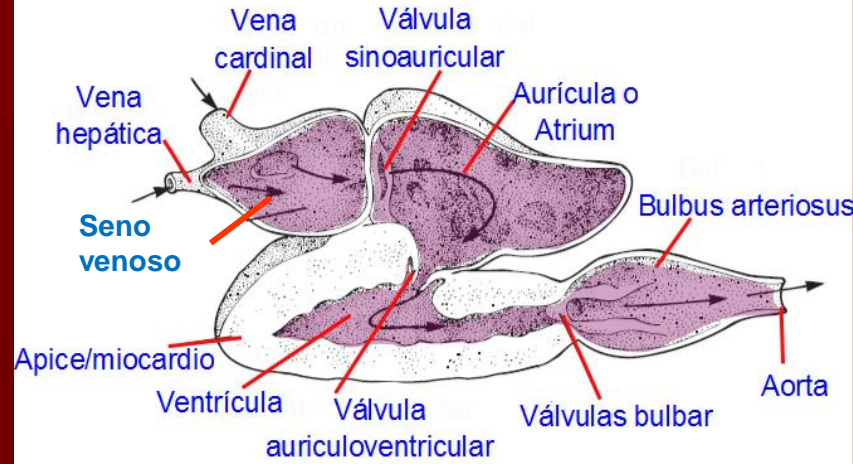
# PECES

Sangre oxigenada

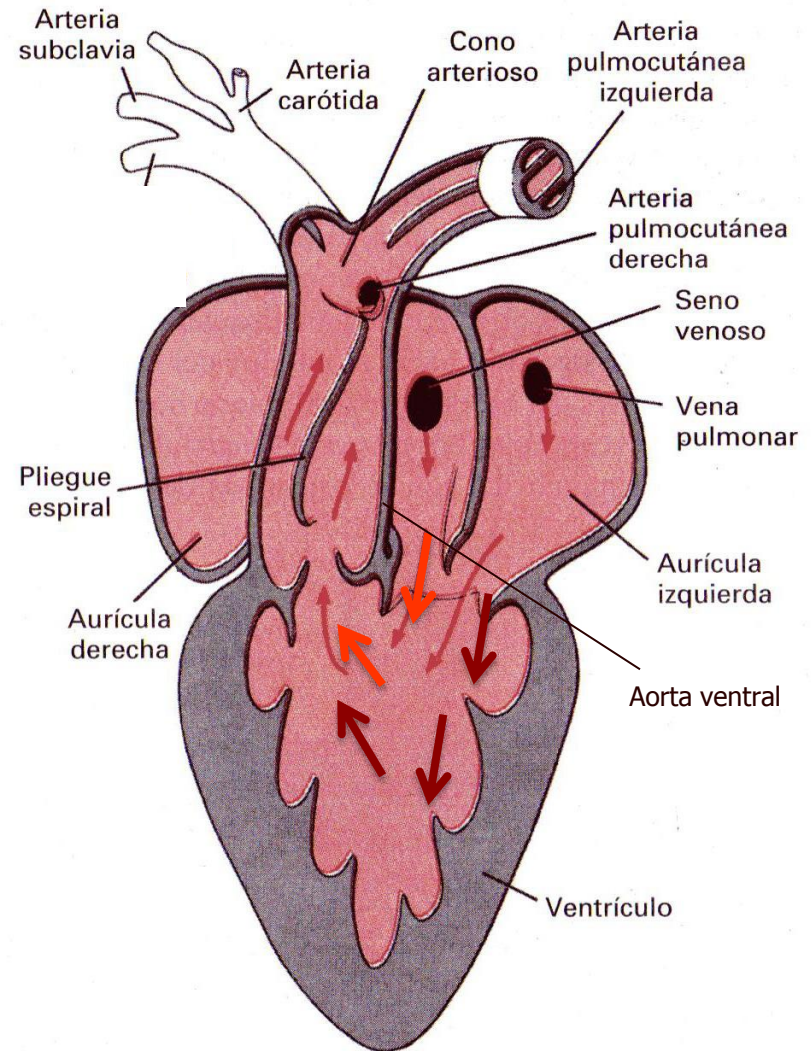
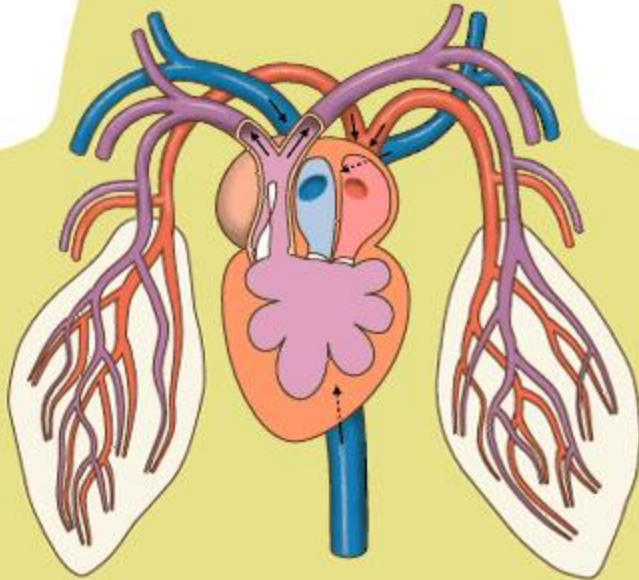
Sangre desoxigenada



Los **peces** tienen un corazón con dos cámaras: una aurícula y un ventrículo



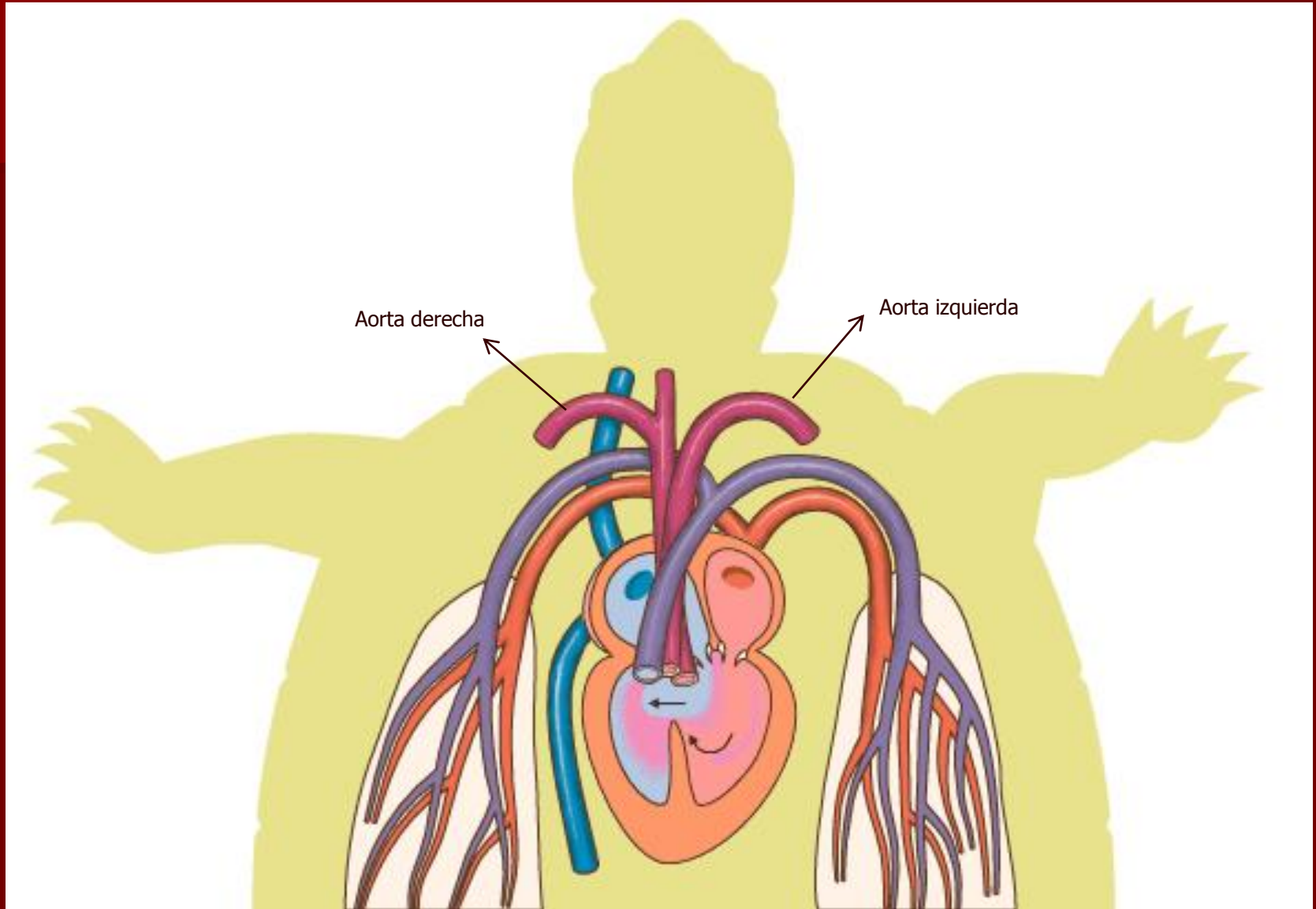
# ANFIBIOS



Cuando el animal no respira (inmersión), **aumenta la resistencia pulmonar** >> **aumenta la presión** en el circuito pulmonar >> **disminuye el flujo sanguíneo** en los pulmones >> **deriva sangre** del ventrículo hacia el arco sistémico (**derecha > izquierda**) a través del **pliegue espiral**.

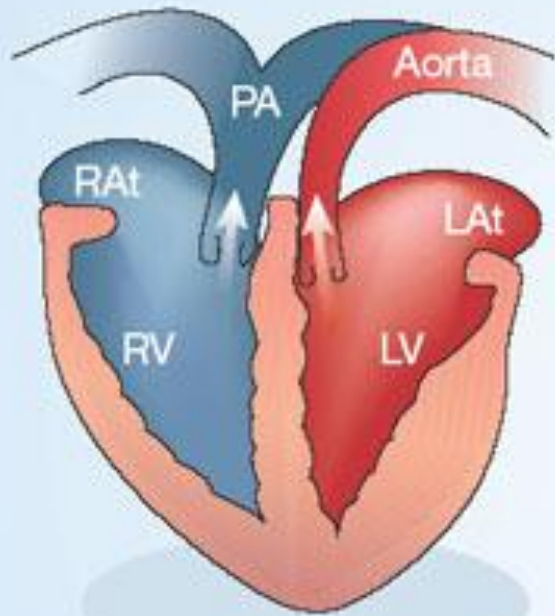


# REPTILES

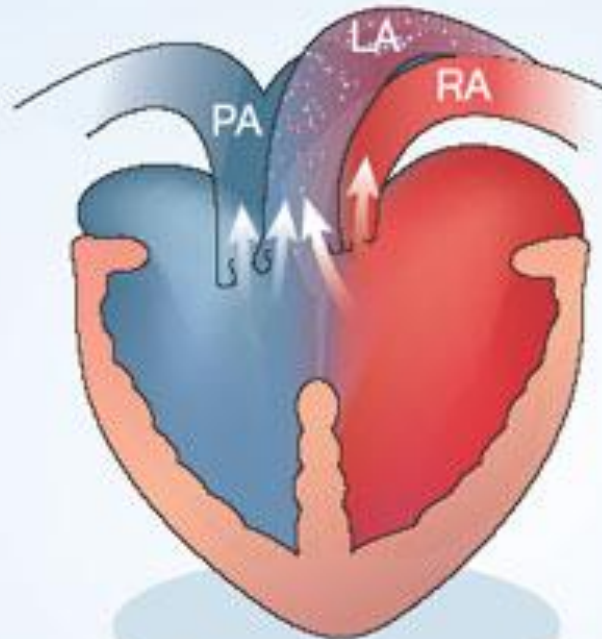


## Foramen de Panizza

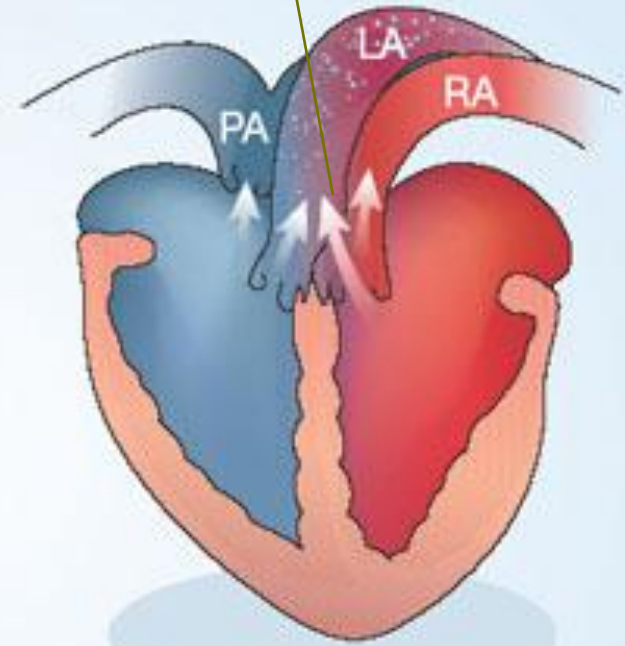
**a** Mammals and birds



**b** Turtles, snakes and lizards



**c** Crocodiles



Hay derivación **derecha – izquierda** cuando el animal se sumerge

>>> **aumenta la resistencia** a la circulación pulmonar

>> **aumenta la presión** en el circuito pulmonar >>> **disminuye el flujo** de sangre.

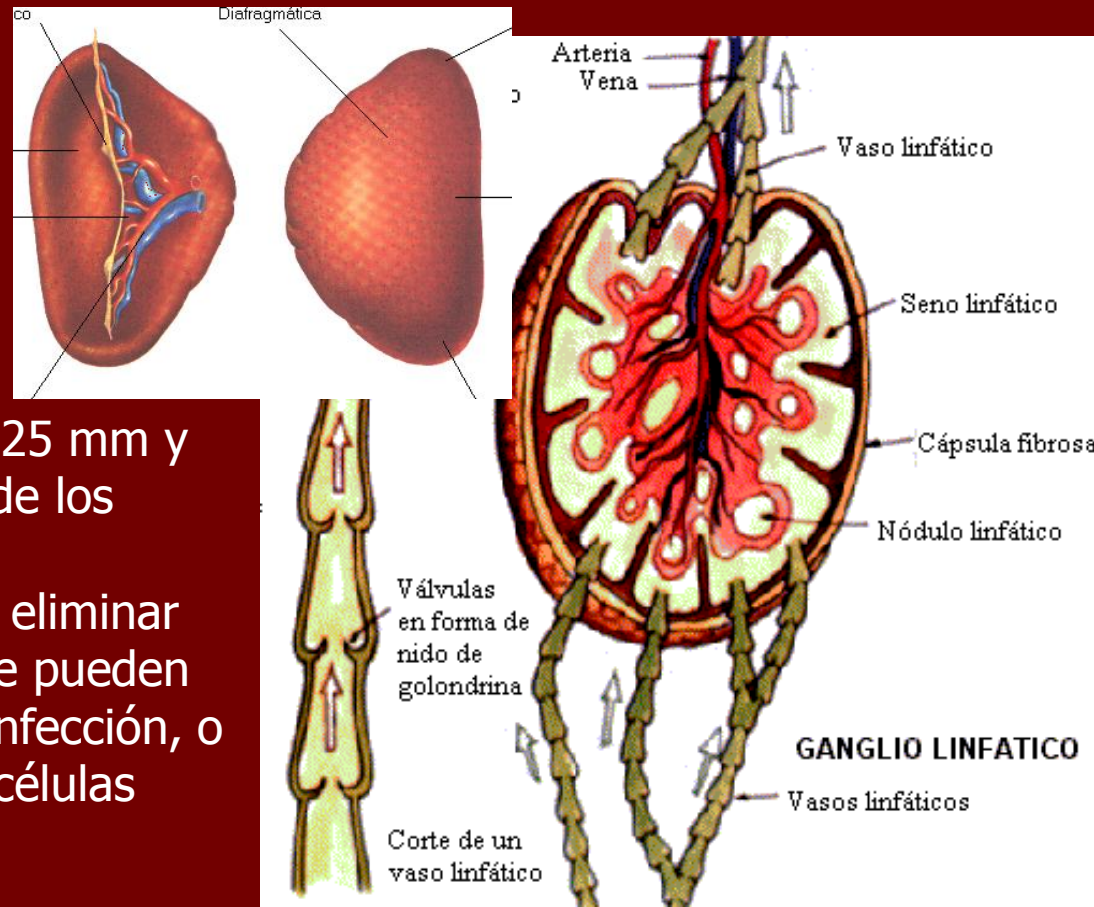
# SISTEMA LINFÁTICO

Es un sistema de **vasos** para recoger y transportar la linfa, y diversos órganos linfoides: **ganglios**, el **bazo**, el **timo** y las **amígdalas**.

Su función se relaciona con el mantenimiento del equilibrio hídrico y proteico de los tejidos, y con la protección contra la invasión de sustancias químicas y microorganismos extraños. La linfa se recoge en el conducto torácico y se vierte en la vena subclavia izquierda, cerca de la unión de dicho vaso con la vena yugular interna.

**Linfa:** líquido semejante a la sangre, compuesto por agua, electrolitos, proteínas, lípidos y linfocitos.

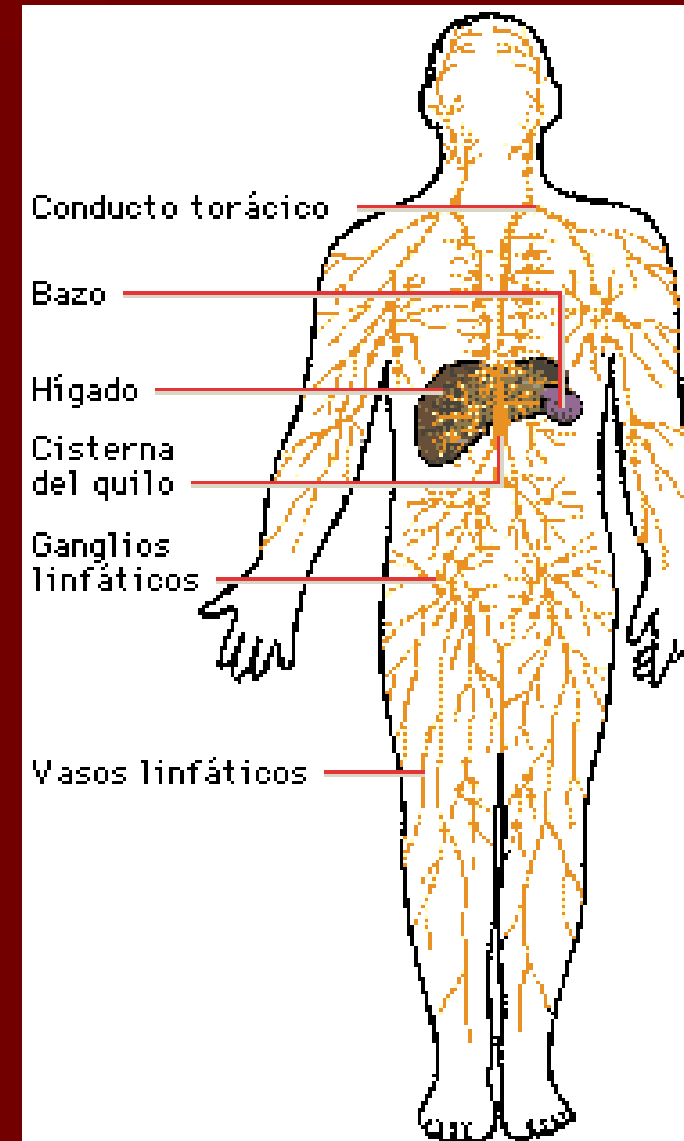
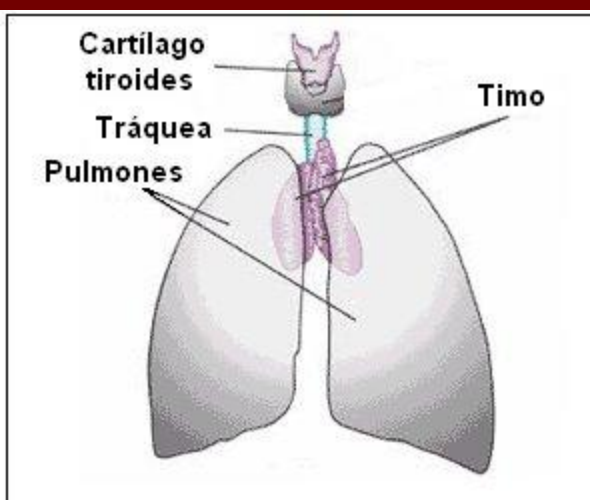
Los **ganglios** son de 1 a 2 mm hasta 25 mm y están situados a lo largo del trayecto de los vasos linfáticos. Producen linfocitos, inmunoglobulinas y depuran la linfa al eliminar partículas. También captan células y se pueden llegar a inflamar al desarrollarse una infección, o puede ser el sitio donde se alojen las células cancerosas.



El **bazo** esta formado por: la **pulpa blanca**, que rodea las arterias centrales del órgano y se compone de masas de linfocitos y la **pulpa roja**, que ocupa el resto del órgano y consta principalmente de sangre que está de paso por el bazo o que se almacena dentro de éste.

Sirve como sitio de producción de linfocitos, como área de fagocitosis de eritrocitos viejos, como reservorio de sangre y como lugar de formación de sangre fetal.

**Timo:** produce y madura los linfocitos T, que son enviados al bazo, a las amígdalas y a los ganglios linfáticos. Segrega hormonas que actúan en la maduración de los linfocitos. El timo presenta macrófagos encargados de la eliminación de los linfocitos T defectuosos. Se atrofia en el adulto.



Hay tres pares de **amígdalas**: las palatinas están situadas a ambos lados de la cavidad bucal, a la altura del paladar blando. Las faríngeas (adenoides) están situadas en la parte superior de la garganta (nasofaringe) y las linguales, en la base de la lengua. Su función es la elaboración de linfocitos.

Contienen linfocitos que reaccionan rápidamente ante la presencia de microorganismos que ingresen por las cavidades bucal y nasal.

Son pequeñas al nacimiento, aumentan a los 5 años de edad y luego se reducen de tamaño.

