



# Sistema Cardiovascular

Dr. Luis Azpurua  
Bases Médicas de la Bioingeniería.  
PB 6614

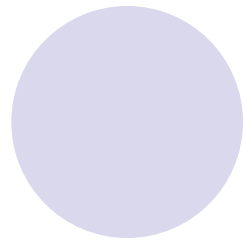
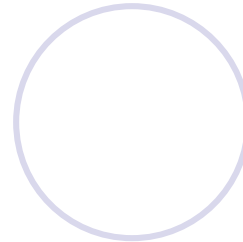
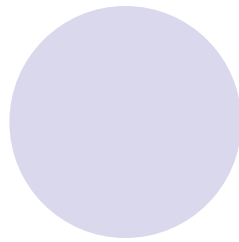
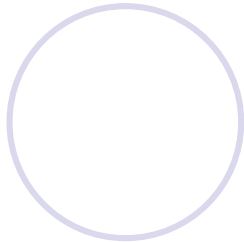
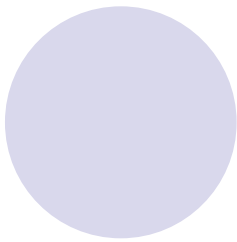
Universidad Simón Bolívar



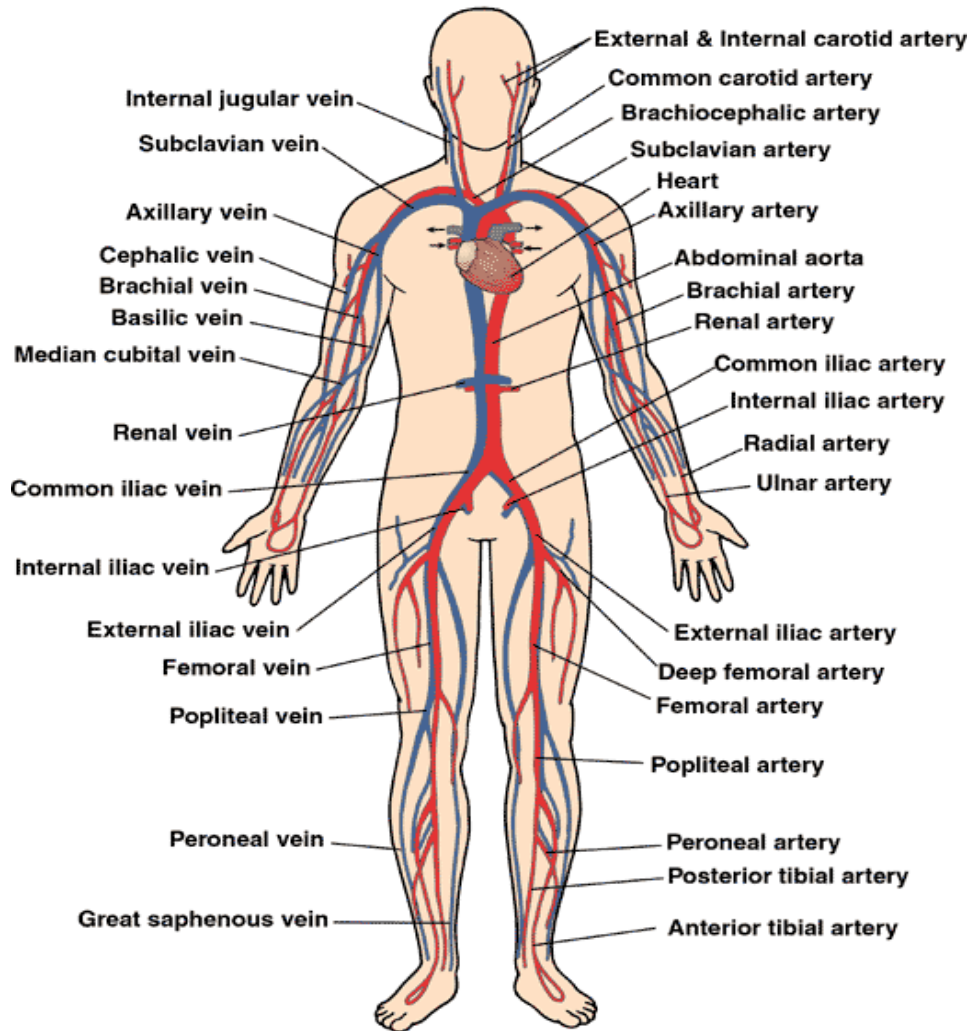
# Sistema Cardiovascular

Compuesto de:

- Corazón
  - Función de bomba.
  - Ritmicidad intrínseca.
- Arterias
  - Del corazón hacia los capilares
- Venas
  - De los capilares hacia el corazón
- Sangre:
  - Medio de transporte del sistema.



## Circulatory System



# Sistema Cardiovascular

## Funciones:

- Transporte de Oxígeno hacia los tejidos.
  - Sangre
    - Eritrocito (glóbulo rojo) → Hemoglobina
- Transporte de CO<sub>2</sub> hacia los pulmones.
- Transporte de nutrientes hacia los tejidos.
  - Sistema GI

# Funciones...



- Transporte de desechos de tejidos.
  - Sistema Renal
  - Hígado.
- Transporte del sistema inmunitario.
  - Leucocitos, linfocitos, anticuerpos.
- Transporte del sistema de coagulación.
  - Fibrinógeno, factores de coagulación.
- Transporte de Hormonas
- “Radiador” del Cuerpo

# Sangre



- Compuesta por:

- Elementos formes:

- Eritrocitos, leucocitos plaquetas. (Hematocrito, 45%)

- Plasma: Parte líquida, la cual contiene proteínas, iones, y moléculas inorgánicas.

- Fibrinógeno, albuminas, globulinas, etc
- Sodio, potasio, Cloro, calcio, magnesio, etc.
- Factores de coagulación.

- Representa el 8% del peso de un adulto 70Kg.

- 55% de dicho volumen es plasma

# Corazón



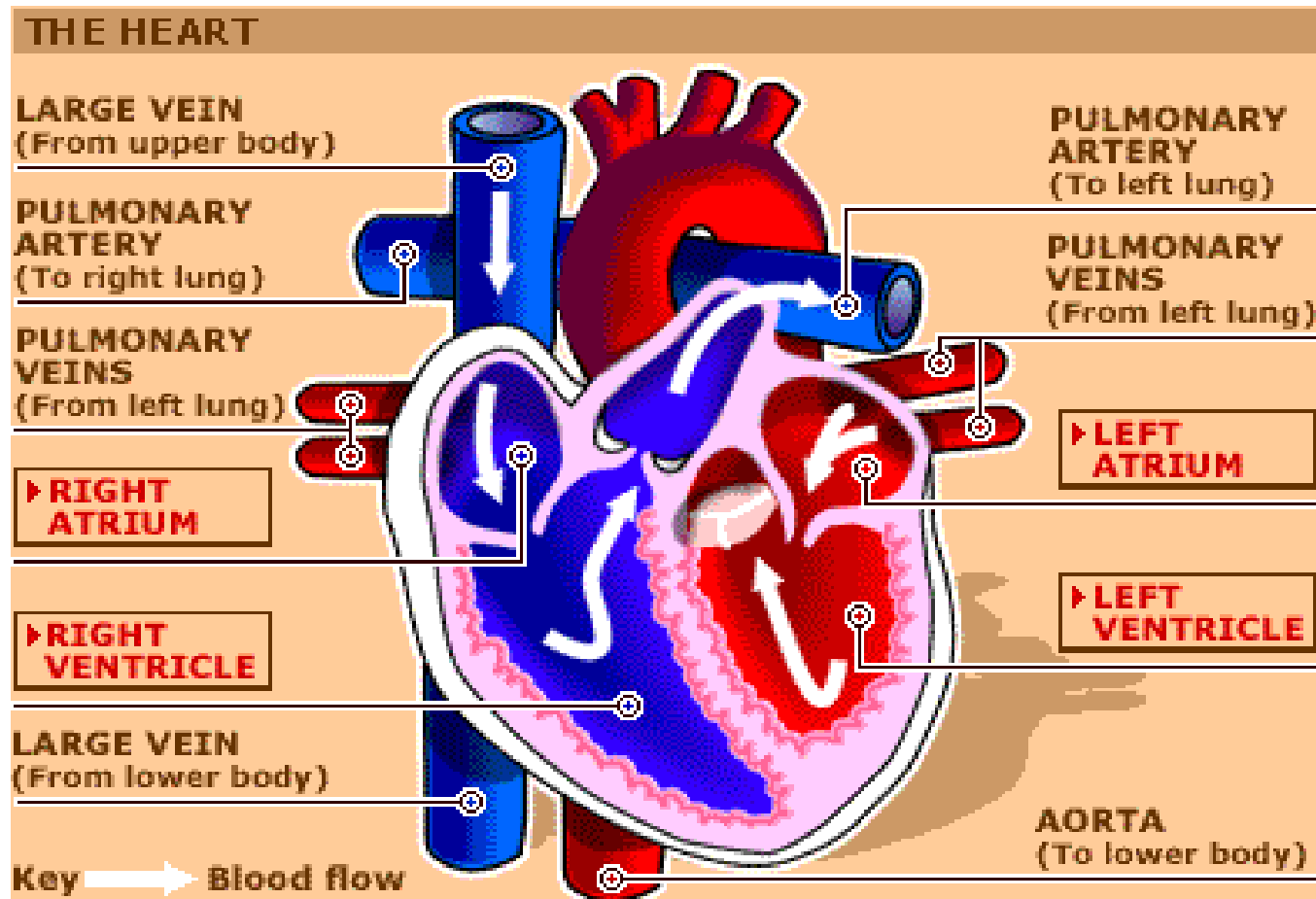
Estructura muscular de 4 cámaras.

- Corazón derecho:
  - Aurícula derecha: recibe sangre de la circulación sistémica
  - Ventrículo derecho: la impulsa la sangre hacia los pulmones.
- Corazón Izquierdo:
  - Aurícula Izquierda: recibe sangre de los pulmones.
  - Ventrículo Izquierdo: Impulsa la sangre hacia la circulación sistémica

Separadas por un sistema valvular

- Válvulas aurículo-ventriculares
  - Tricúspides y Mitral
- Válvulas aortica y pulmonares

# Corazón





# Corazón



- Histología:

- Endocardio: Tejido epitelial (endotelio) sobre tejido conectivo
- Miocardio: Tejido Muscular cardíaco
- Epicardio: mesotelio que descansa sobre tejido conectivo.
- Pericardio: Tejido conectivo fibroelástico revestido de mesotelio.

# Corazón

- **Músculo Cardíaco:**

- Similar a la estructura del músculo estriado.

- Las células musculares tienen cada una su propio núcleo.

- Tiene actividad de marcapaso intrínseca.

- No es voluntaria y es independiente del sistema nervioso autónomo.

- Puede ser afectada por estímulos neurohumorales

# Corazón

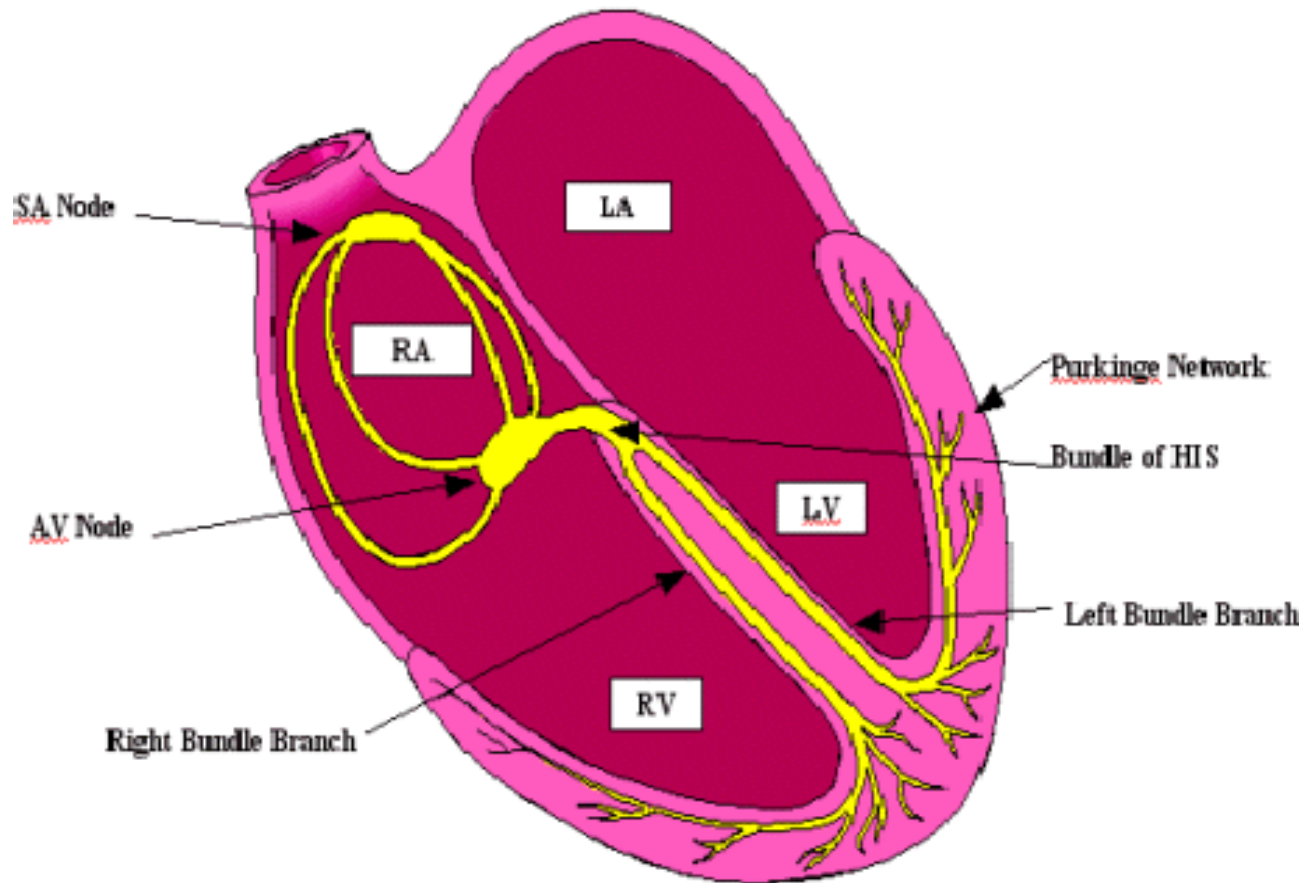


## Actividad Eléctrica:

### ● Sistema de Conducción Cardíaca:

- Nodo Sinoauricular (SA). Unión VCS con AD
- Vías internodales auriculares.
- Nodo aurículoventricular. Porción postero-superior derecha del tabique interventricular.
- Haz de His
  - Rama Izquierda.
  - Rama derecha.
- Sistema Purkinje

# Sistema de Conducción



# Sistema de Conducción



- **Nodo SA:**
  - Despolarización rítmica.
  - Canales calcio dependiente.
  - Velocidad de conducción: 0,05 M/seg.
  - Despolariza las aurículas en 0,1 seg
- **Nodo AV:**
  - Retarda la conducción en 0,1 seg.
  - Conduce la señal hacia el Haz de His y sist Purkinje.
- **Haz de His / Sistema Purkinje:**
  - Disemina rápidamente el potencial hacia los ventrículos en 0,08 – 0,1 segundos. (Despolarización)

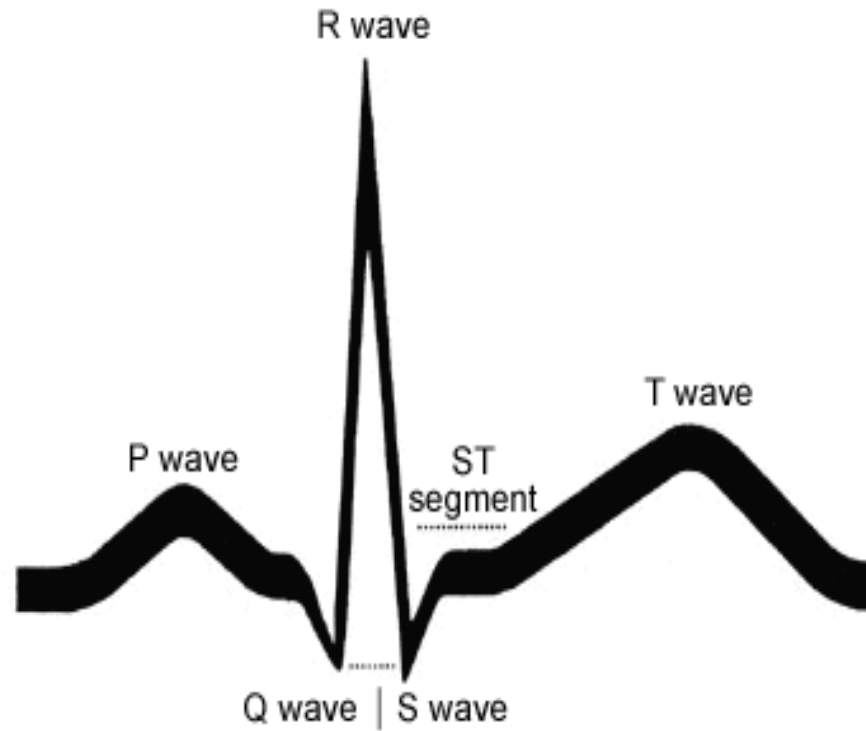
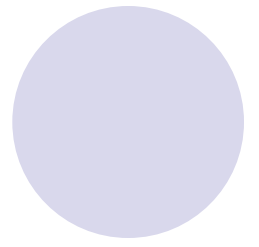
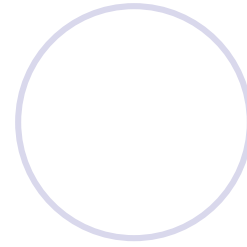
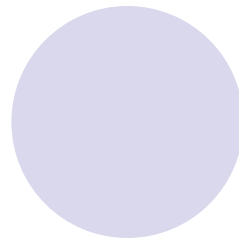
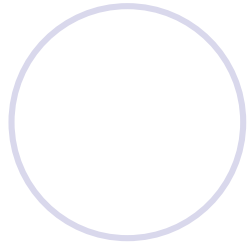


# Sistema de Conducción

## Electrocardiograma:

- Registra las fluctuaciones del potencial de acción a través del corazón durante el ciclo cardíaco.
- Se puede observar y trazar en papel cómo es el ritmo del corazón durante cada latido.

EKG



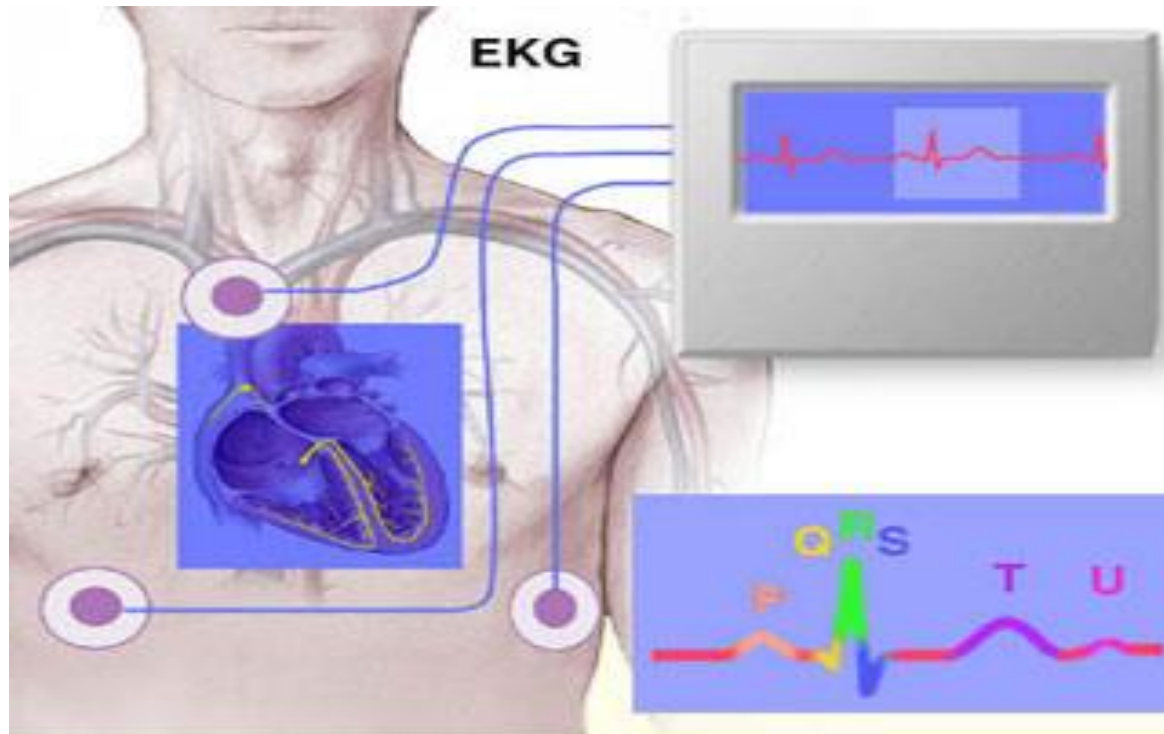
# Electrocardiograma (EKG)



- Onda P: Despolarización auricular
- Onda QRS: Despolarización ventricular.
- Onda T: Repolarización ventricular.
- Intervalo PR: despolarización auricular y conducción por el nodo AV.
- Intervalo QT: Despolarización y repolarización ventricular

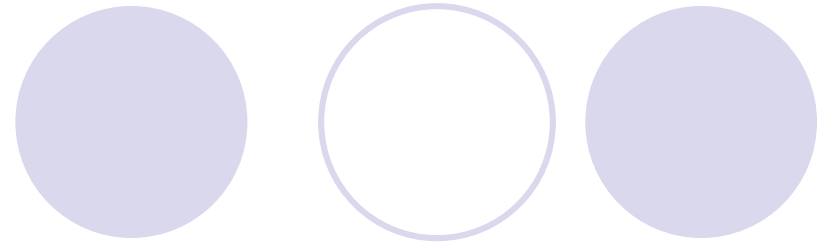


# EKG



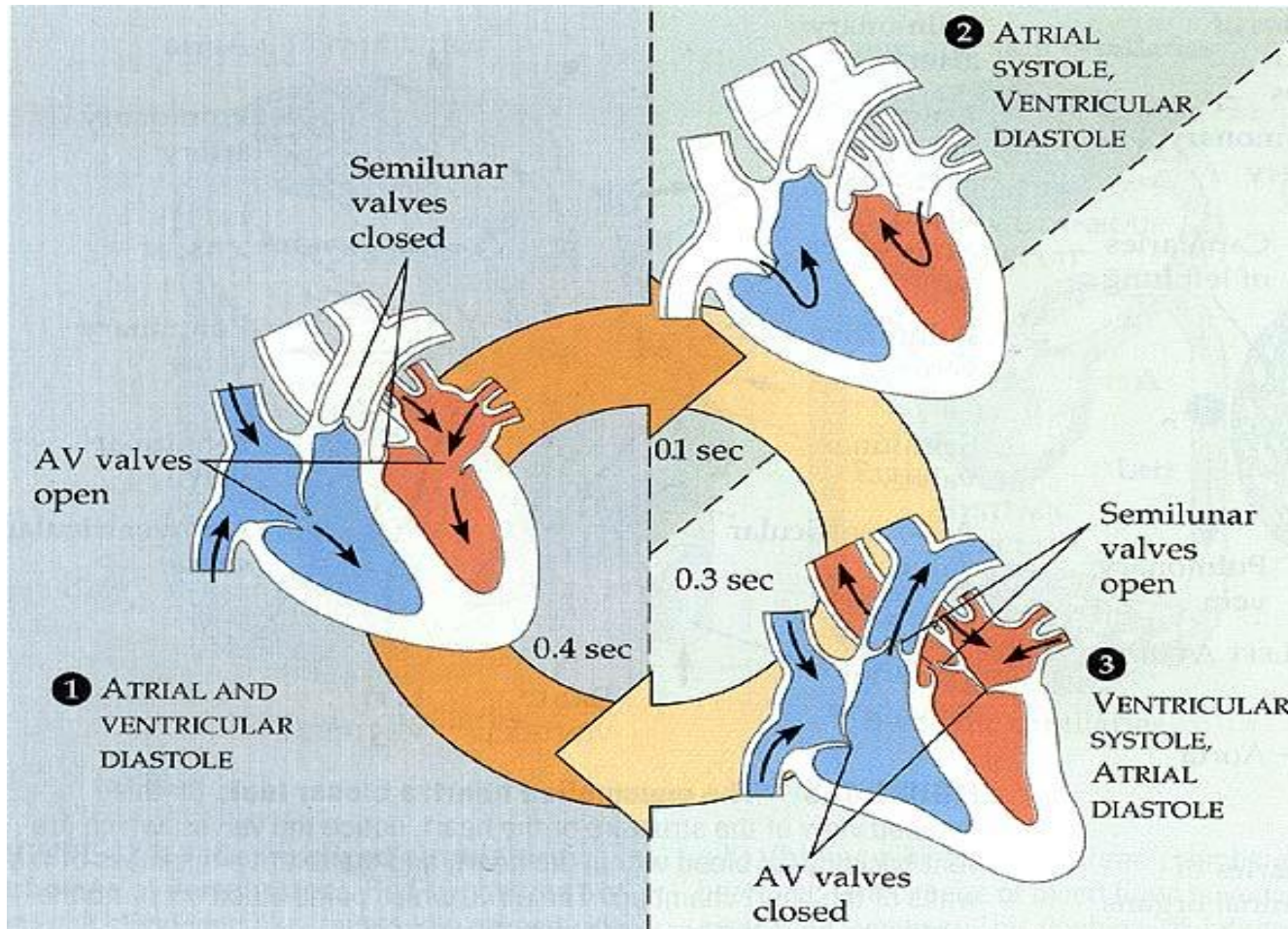
The EKG breaks down each heartbeat into a series of electrical waves. Three of the waves, the P wave, the QRS complex and the T wave, are associated with the heart's contractions. The P wave reflects activity in the heart's upper chambers. The QRS complex and T wave reflect activity in the lower chambers.

# Ciclo Cardíaco



- Secuencia con que el corazón se relaja y se contrae para realizar su función de bomba de manera eficiente.
- Son los eventos que ocurren en cada latido.
- Relacionado con las ondas observados en el EKG.
- Dividido en pasos para su mejor comprensión

# Ciclo Cardíaco



# Etapas del ciclo



## Diástole Ventricular:

- Cierre de las válvulas AO y Pulmonares.
- Relajación ventricular isovolumétrica.
- Apertura válvulas AV
- Llenado ventricular rápido.
  - 75% del llenado
- Sístole Auricular (llenado ventricular lento)

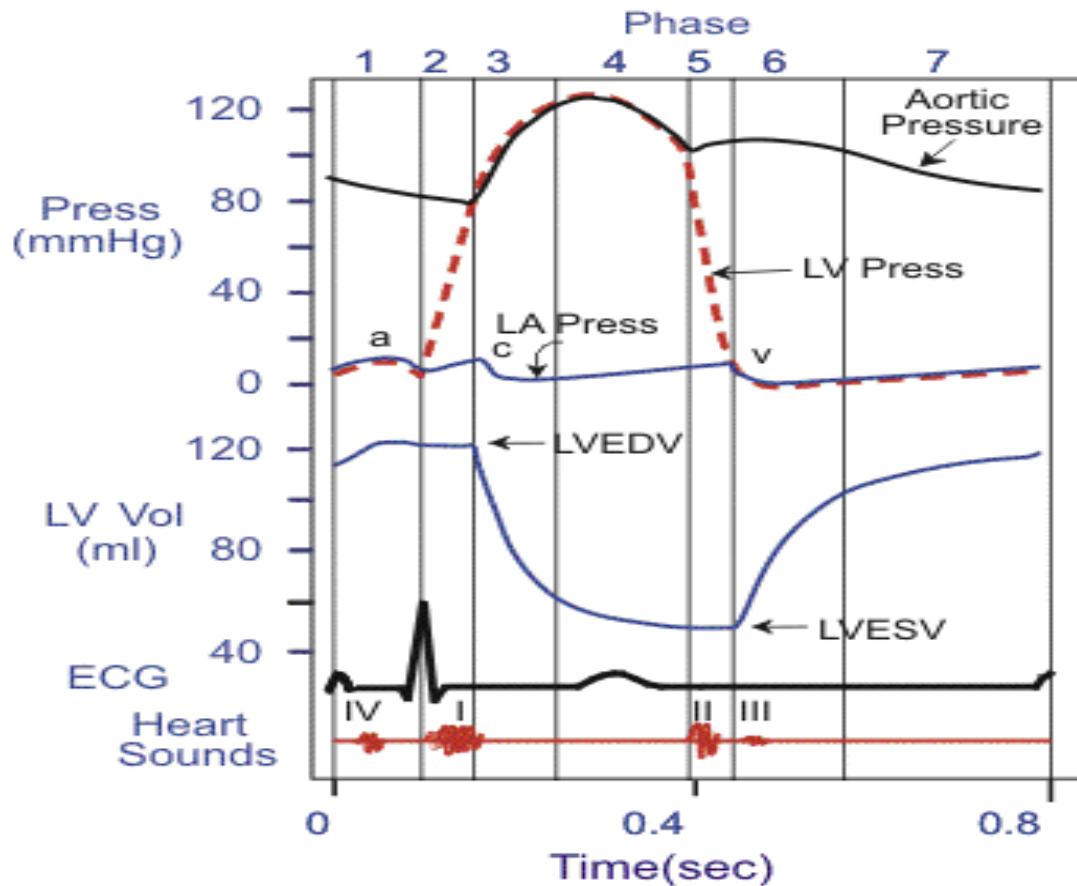
# Ciclo Cardíaco



## Sístole Ventricular:

- Cierre de las Válvulas AV.
- Contracción isovolumétrica.
- Fase de eyección:
  - Apertura de las válvulas Aórtica y Pulmonar
  - Eyección de sangre (60-70% volumen ventricular)
- Cierre de las válvulas AO y Pulmonar.

# Ciclo Cardíaco



## Abbreviations:

LV Press, left ventricular pressure

a, a-wave; c, c-wave; v, v-wave

ECG, electrocardiogram

LVEDV, left ventricular end-diastolic volume

LVESV, left ventricular end-systolic volume

# Ciclo cardíaco



- Ventrículo Izquierdo: Circulación sistémica
  - Presión Sistólica: 120 mmHg
  - Presión Diastólica 80 mmHg.
- Ventrículo Derecho: Circulación pulmonar.
  - Presión sistólica: 25 mmHg.
  - Presión diastólica: 8 mmHg
- $\text{Presión} = (\text{GC}) \times \text{Resistencia Vascolar (RV)}$ .

# Gasto Cardíaco (GC)



- Volumen de sangre eyectado por los ventrículos en un minuto.
- Corresponde al Volumen sistólico (70 cc) x la frecuencia cardiaca (72 lpm) = 5 lts.
- Variaciones del gasto cardíaco:
  - Cronotropismo: Variación de la FC.
  - Inotropismo: Fuerza con que se contrae la fibra cardíaca. Depende de:
    - Precarga: Distensión de la fibra cardíaca (llenado)
    - Postcarga: Tensión la cual tiene que sobreponer la fibra para eyectar la sangre.

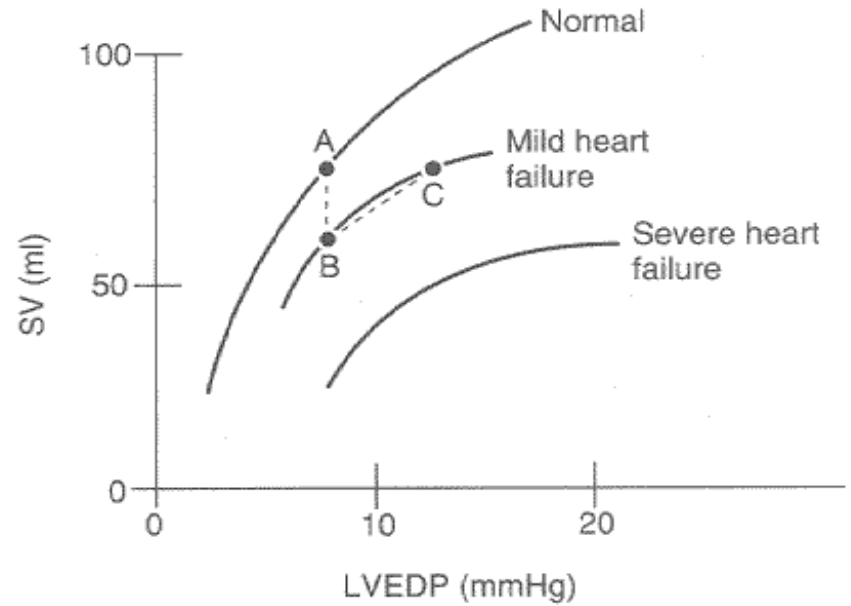
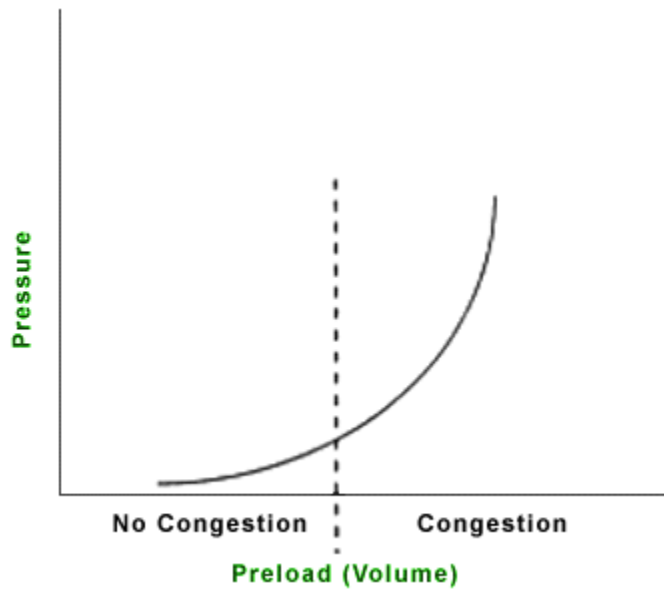
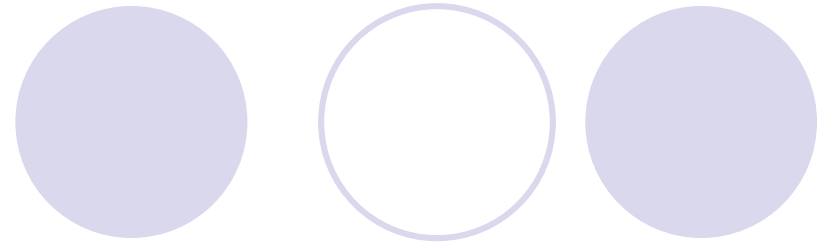


# Regulación de la Bomba



- Mecanismo de Frank –Starling
  - A mayor precarga, mayor contractilidad.
- Sistema Nervioso Autónomo.
  - Simpático: Aumento FC y Contractilidad.
  - Parasimpático: Disminución de FC y contractilidad.

# Ley Frank Starling



# Circulación



## Arterias:

Transportan sangre del corazón hacia los capilares.

Tienen capa muscular prominente.

Manejan altas presiones (100 – 35 mmHg)

No tiene válvulas.

## Venas:



Transportan sangre desde los capilares hacia el corazón.

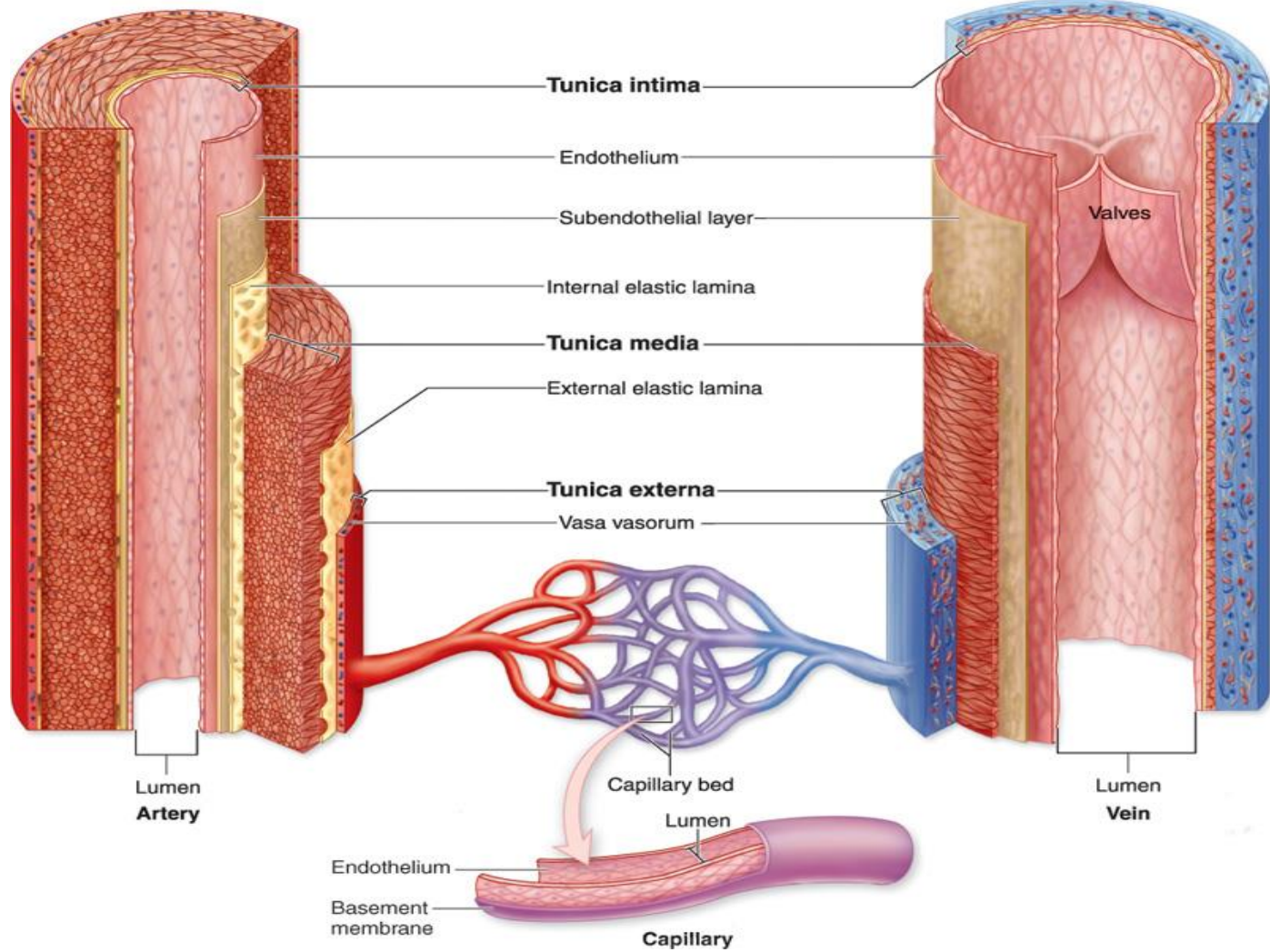
Tienen paredes finas.

Sirven como reservorio de sangre (64% de la sangre está en venas)

Manejan bajas presiones (10 – 0 mm Hg).

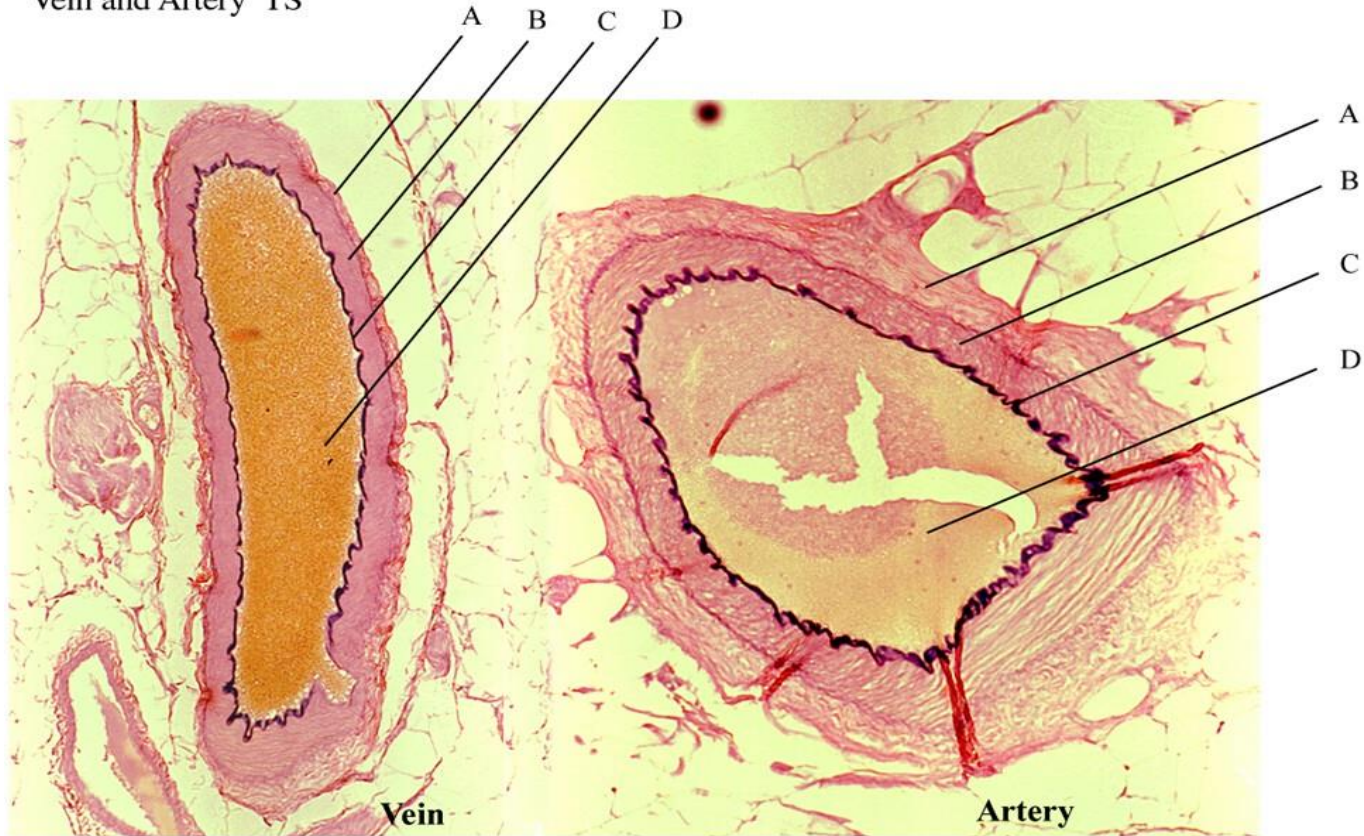
Presentan sistema valvular.

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



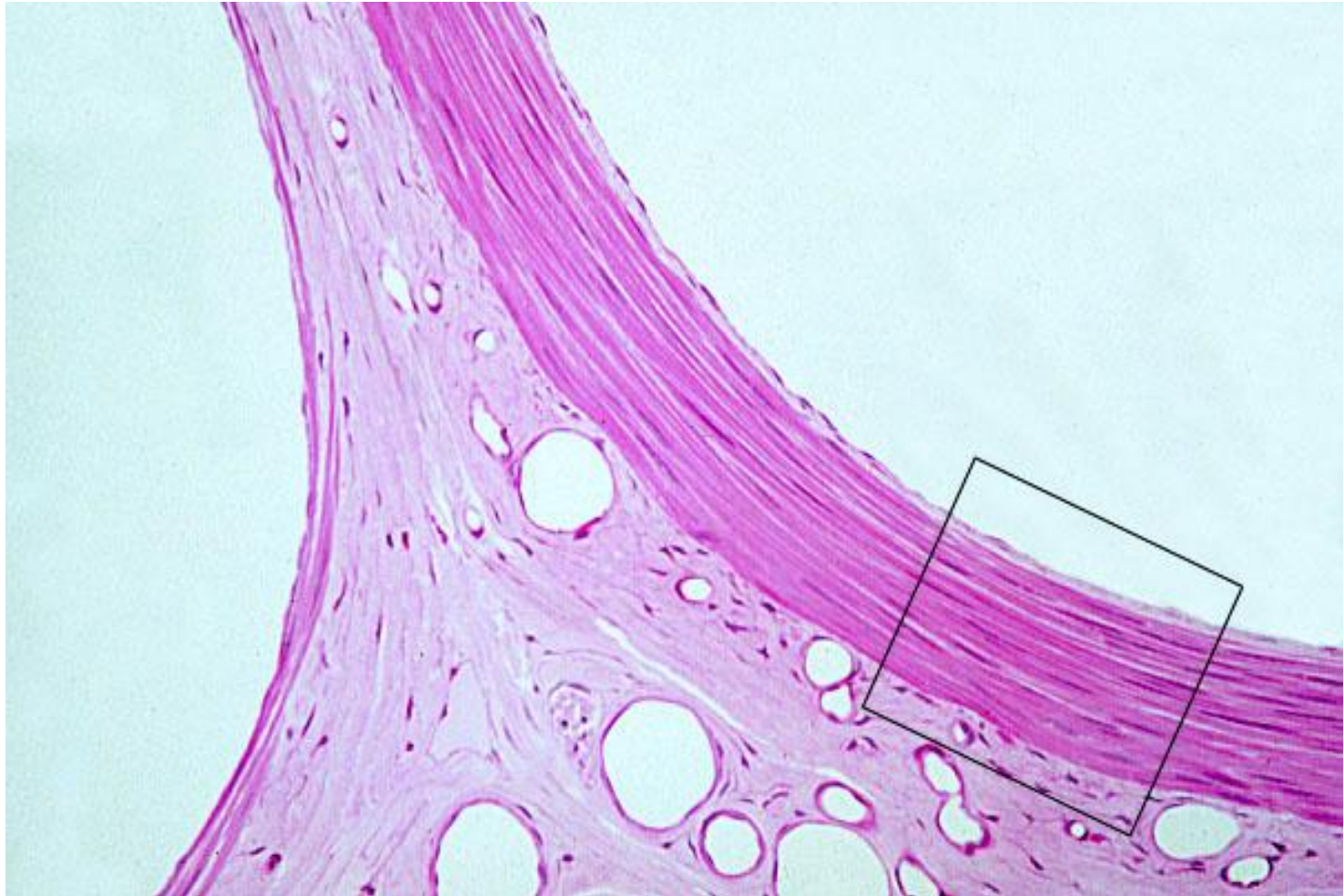
# Circulación

Vein and Artery TS



- A - layer of elastic fibres (tunica adventitia)
- B - layer of smooth muscles and elastic fibres (tunica media)
- C - endothelium and elastin (tunica intima)
- D - blood

# Sistema Circulatorio



# Tipos de Circulación

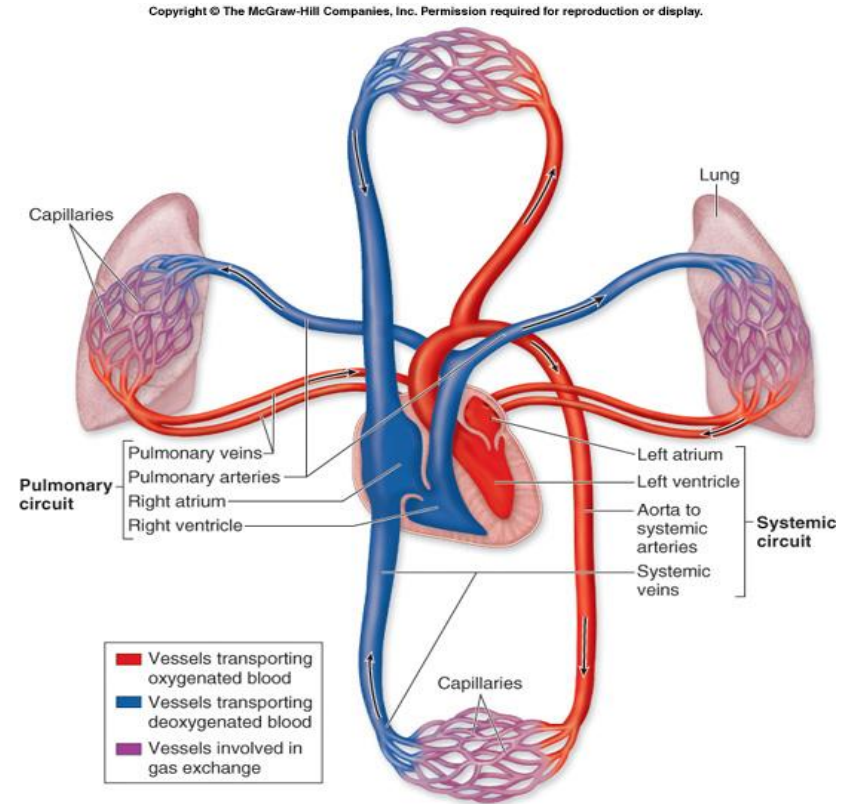
## Sistémica:

- Del corazón hacia el resto del organismo
- Alta presión.
  - 120 / 80 mmHg

## Pulmonar:

- Del corazón hacia los pulmones.
- Baja Presión
  - 25 / 7 mmHg

Funcionan en serie.



# Capilares



- Son estructuras extremadamente delgadas.
- Formadas de células endoteliales con su membrana basal.
- Permeabilidad elevada.
- Es donde ocurre el intercambio gaseoso y de nutrientes.
- Area de superficie: 500 – 700 Mt<sup>2</sup>

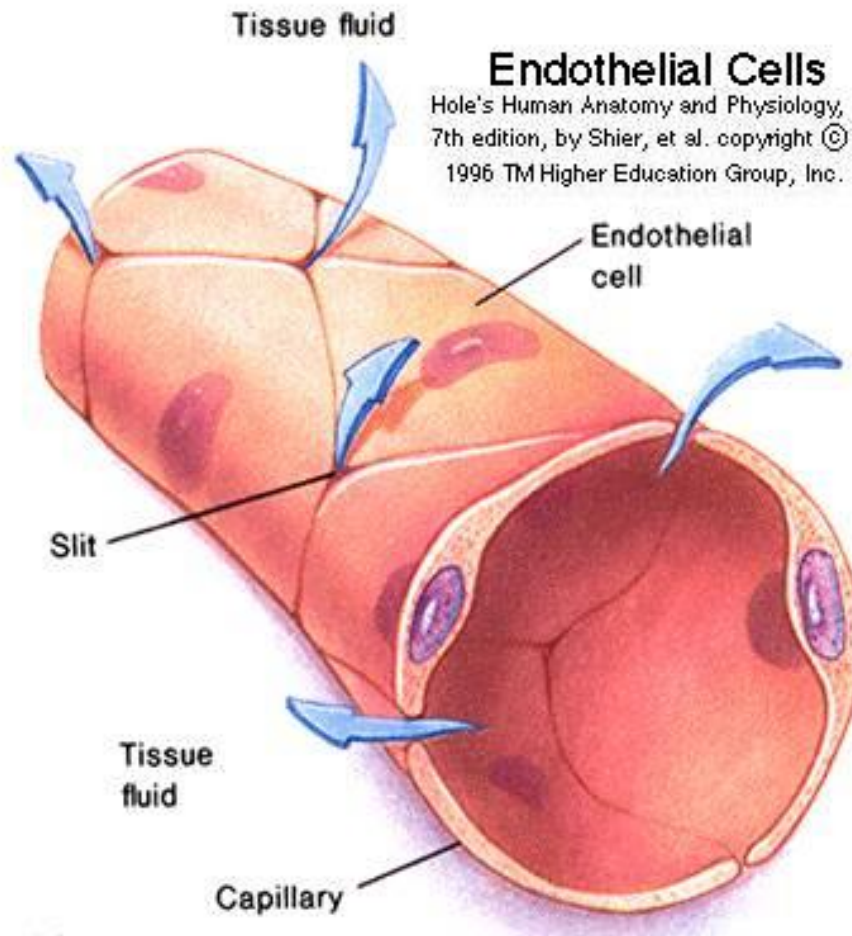


# Capilares



- Flujo sanguíneo intermitente.
  - Regulado por las arteriolas terminales dependiendo de las necesidades metabólicas tisulares.
  - Oxígeno: regulador del flujo sanguíneo capilar.
- Paso de Nutrientes: Poros capilares.
  - 6-7 nanómetros diámetro.
  - Mecanismo de paso: difusión.
  - Pasa libremente agua.
  - Albúmina: no pasa normalmente.

# Capilares

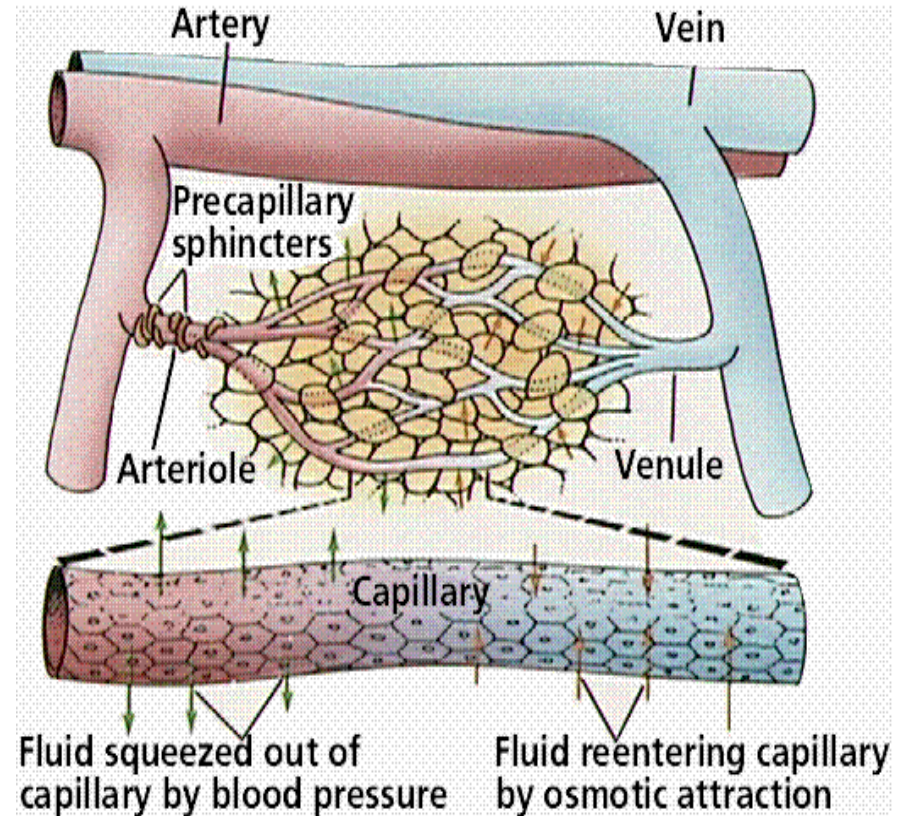


# Intercambio Capilar

Intercambio de líquido:

Depende de:

- Presión Capilar: 17,3 mmHg
  - Tiende a filtrar líquido hacia los tejidos.
- Presión oncótica Intersticial: 11 mmHg.
  - Tiende a “arrastrar” plasma hacia el intersticio.
- Presión oncótica capilar: 28 mmHg.
  - Tiende a evitar la salida de líquido hacia el intersticio.



# Intercambio Capilar



## Resultado Neto:

- Fuerza positiva que impulsa líquido hacia el intersticio. (0,3 mmHg)
- Solo el 10% del líquido filtrado no es reabsorbido.
- Se calcula que se filtra cerca de 2 ml/min.
- Dicho líquido es reabsorbido a través del sistema linfático.

# Alteraciones del Sistema Cardiovascular

Fundamentalmente 3 grandes alteraciones:

- Pérdida de Líquido y presión dentro del sistema
  - Deshidratación
  - Hemorragias
- Problemas de bomba:
  - Trastorno del ritmo
    - Arritmia.
  - Fallo de bomba
    - Insuficiencia cardiaca
  - Isquemia
    - Infarto al miocardio.
- Problemas de vasculatura:
  - Aterosclerosis

# Trastornos del Ritmo



Arritmia:

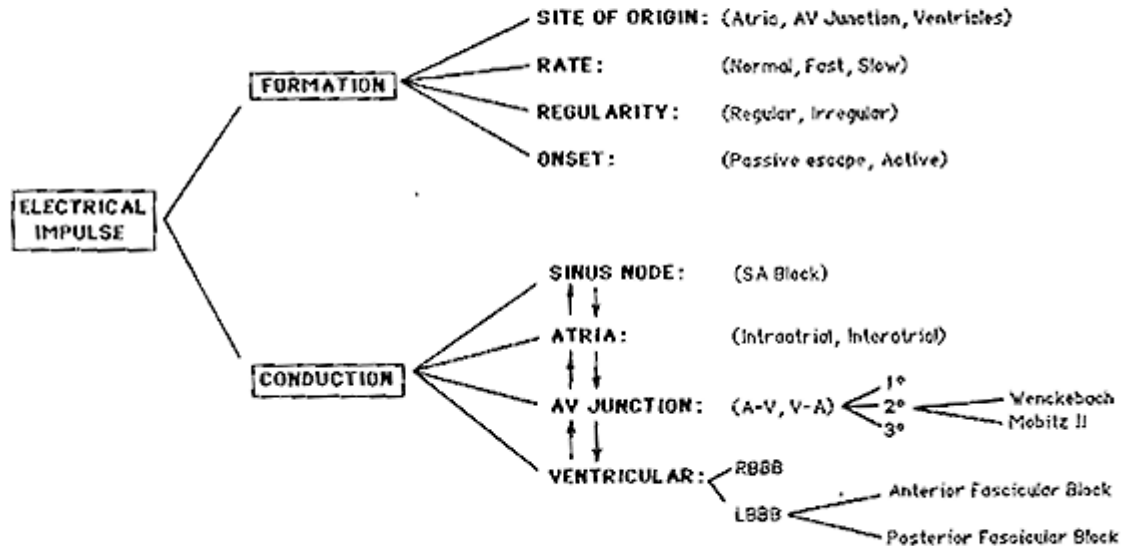
Produce alteraciones del ritmo que puede disminuir el gasto cardíaco.

Se clasifican en:

- **Supraventriculares:**
  - Taquicardia.
  - Bloqueo AV.
- **Ventriculares:**
  - Taquicardias.
  - Fibrilación.

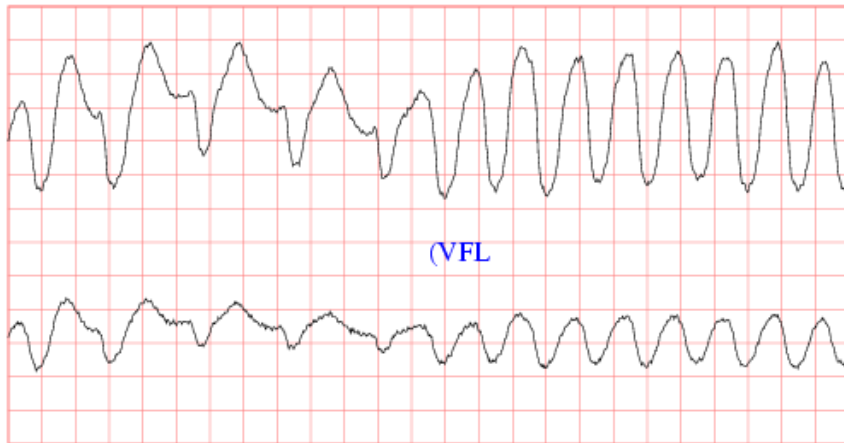
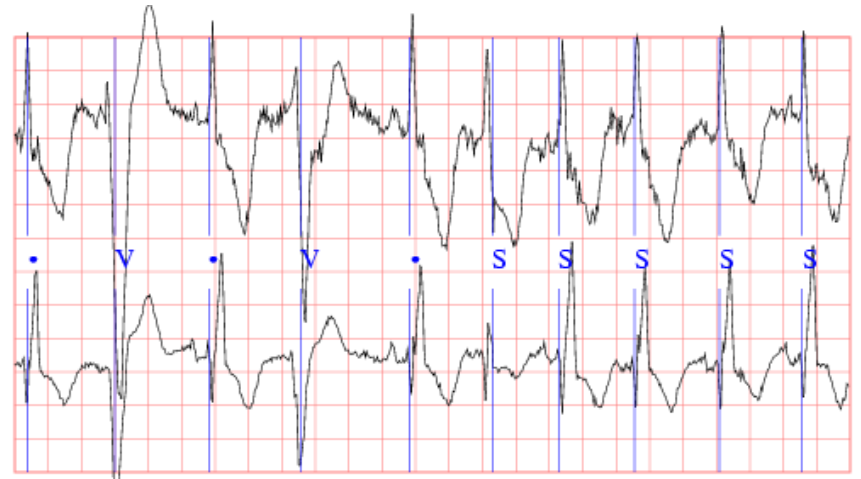
# Arrhythmias

## HOW TO THINK ABOUT ARRHYTHMIAS AND CONDUCTION DISTURBANCES

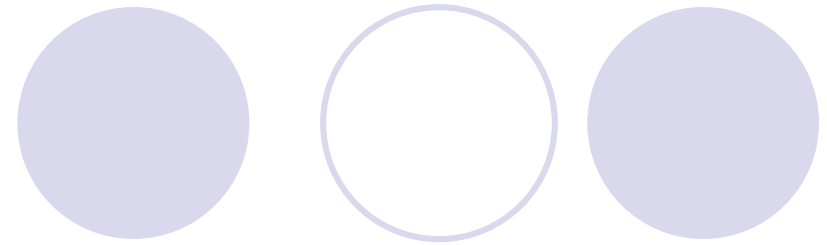


# Arritmias

Supraventriculares



Ventriculares



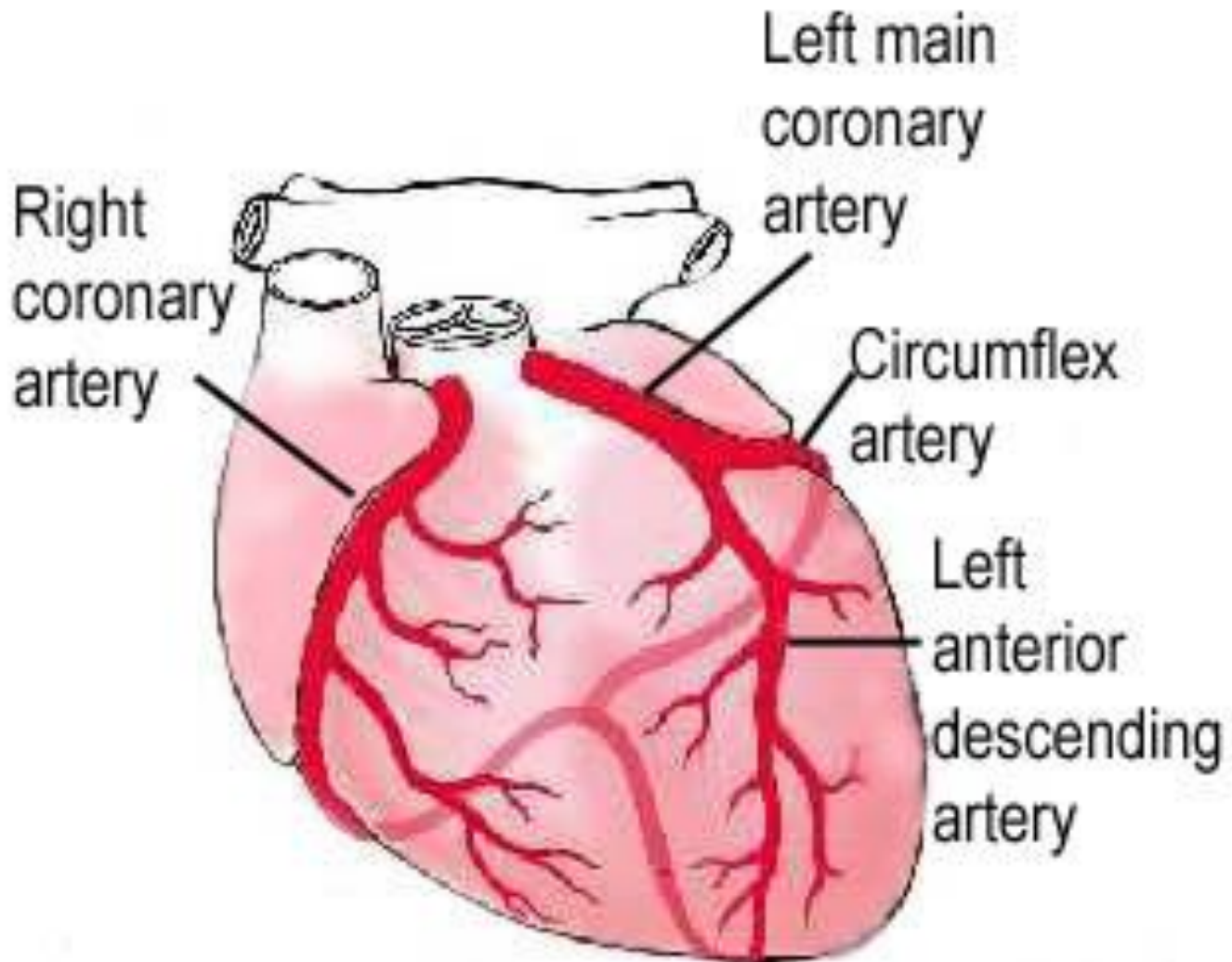


# Infarto al Miocardio

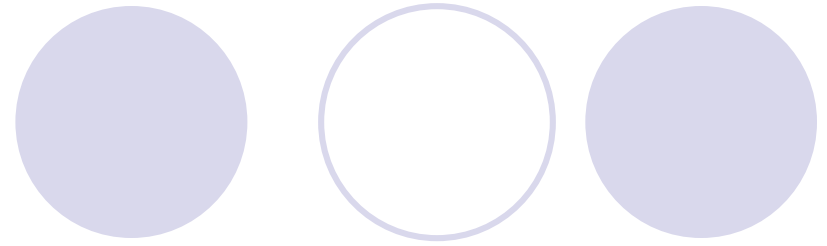


- Obstrucción de una o varias ramas de las arterias que irrigan al músculo cardíaco
  - Arterias coronarias.
- Coronarias: Salen de la raíz de la Aorta.
  - Coronaria derecha: VD, Porción post VI
  - Coronaria Izquierda: Porción ant y lat del VI
    - Arteria anterior descendente.
    - Arteria circunfleja.
- Fluye sangre a través de las mismas durante la diástole.

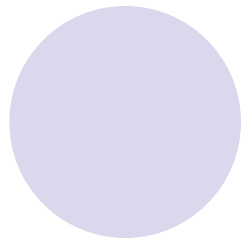
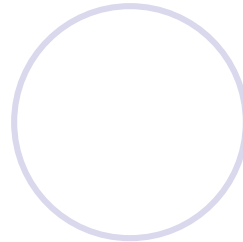
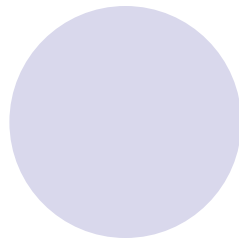
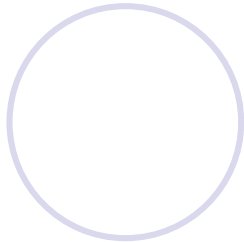
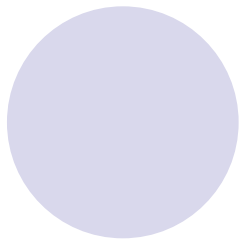
# Arterias Coronarias



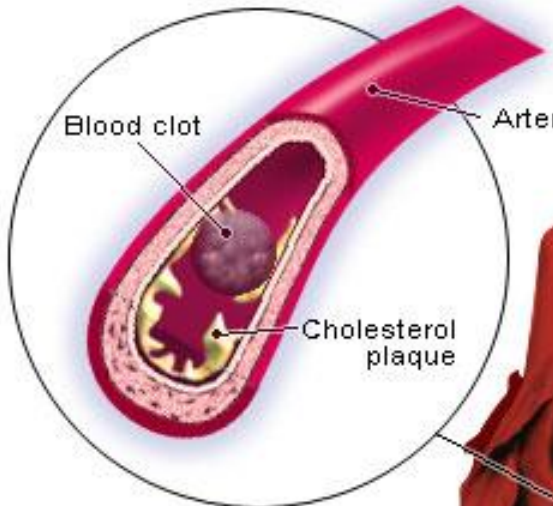
# Infarto al Miocardio



- Obstrucción aguda de la coronaria
- Isquemia del territorio irrigado posterior a la obstrucción.
- Muerte muscular
- Alteración de la función de Bomba.
  - Insuficiencia cardiaca.



# Heart Attack

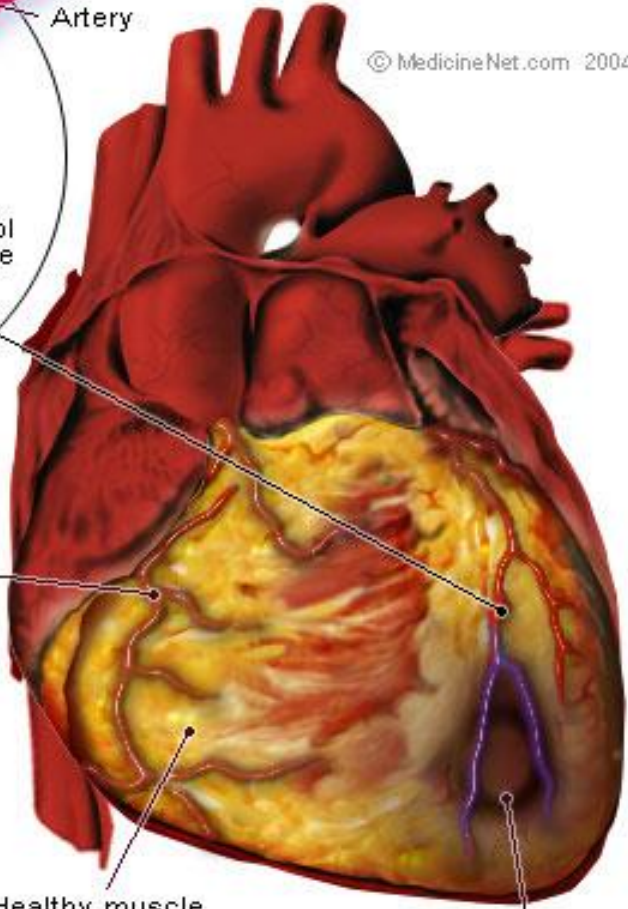


© MedicineNet.com 2004

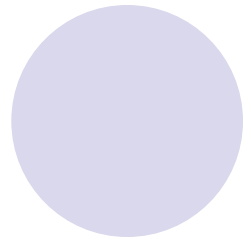
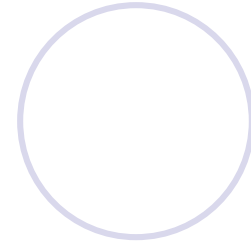
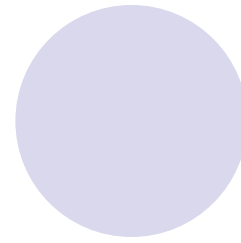
Coronary arteries

Healthy muscle

Dying muscle



Causa mas común:



## Ateroescclerosis.

- Colesterol elevado.
- Depósito de colesterol en las arterias.
- Calcificación de los depósitos
  - Formación de la placa o ateroma.
- Disminución de la luz vascular.

# Ateroescclerosis



- Formación del trombo
  - Ruptura de la placa con activación de los factores de coagulación por irregularidad de la superficie
- Obstrucción de la luz vascular
- Isquemia / Infarto.
- Fallo de bomba
- Muerte

ENDOTHELIAL DYSFUNCTION

**NOMENCLATURE AND MAIN HISTOLOGY**

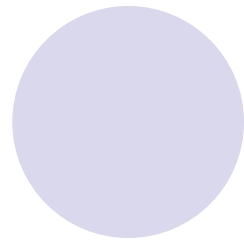
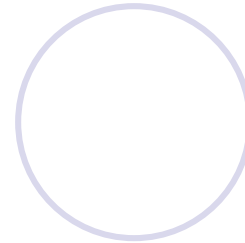
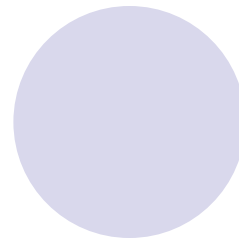
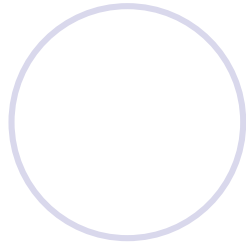
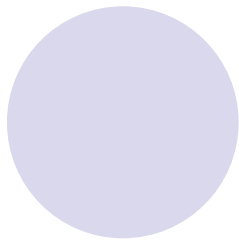
**SEQUENCES IN PROGRESSION OF ATHEROSCLEROSIS**

**EARLIEST ONSET**

**MAIN GROWTH MECHANISM**

**CLINICAL CORRELATION**

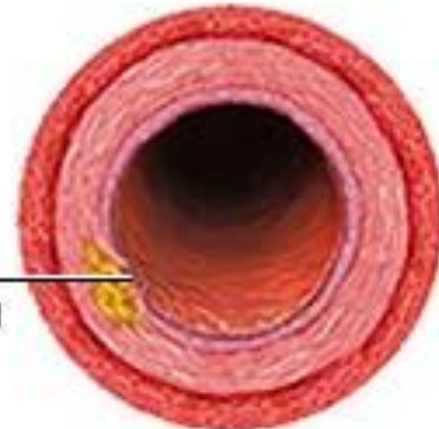
<p><b>Initial lesion</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Histologically "normal"</li> <li>• Macrophage infiltration</li> <li>• Isolated foam cells</li> </ul>		<p>From first decade</p>	<p>Growth mainly by lipid accumulation</p>	<p>Clinically silent</p>		
<p><b>Fatty streak</b></p> <p>Mainly intracellular lipid accumulation</p>					<p>From third decade</p>	
<p><b>Intermediate lesion</b></p> <p>Changes as in <i>Fatty streak</i> and small extracellular lipid pools</p>						
<p><b>Atheroma</b></p> <p>Changes as in <i>Fatty streak</i> and core of extracellular lipid</p>		<p>From fourth decade</p>			<p>Accelerated smooth muscle and collagen increase</p>	<p>Clinically silent or overt</p>
<p><b>Fibroatheroma</b></p> <p>Lipid core and fibrotic layer, or multiple lipid cores and fibrotic layers, or mainly calcific, or mainly fibrotic</p>		<p>Thrombosis, hematoma</p>				
<p><b>Complicated lesion</b></p> <p>Surface defect, hematoma-hemorrhage, thrombus</p>						



Normal cut-section of artery



Tear in artery wall



Fatty material is deposited in vessel wall

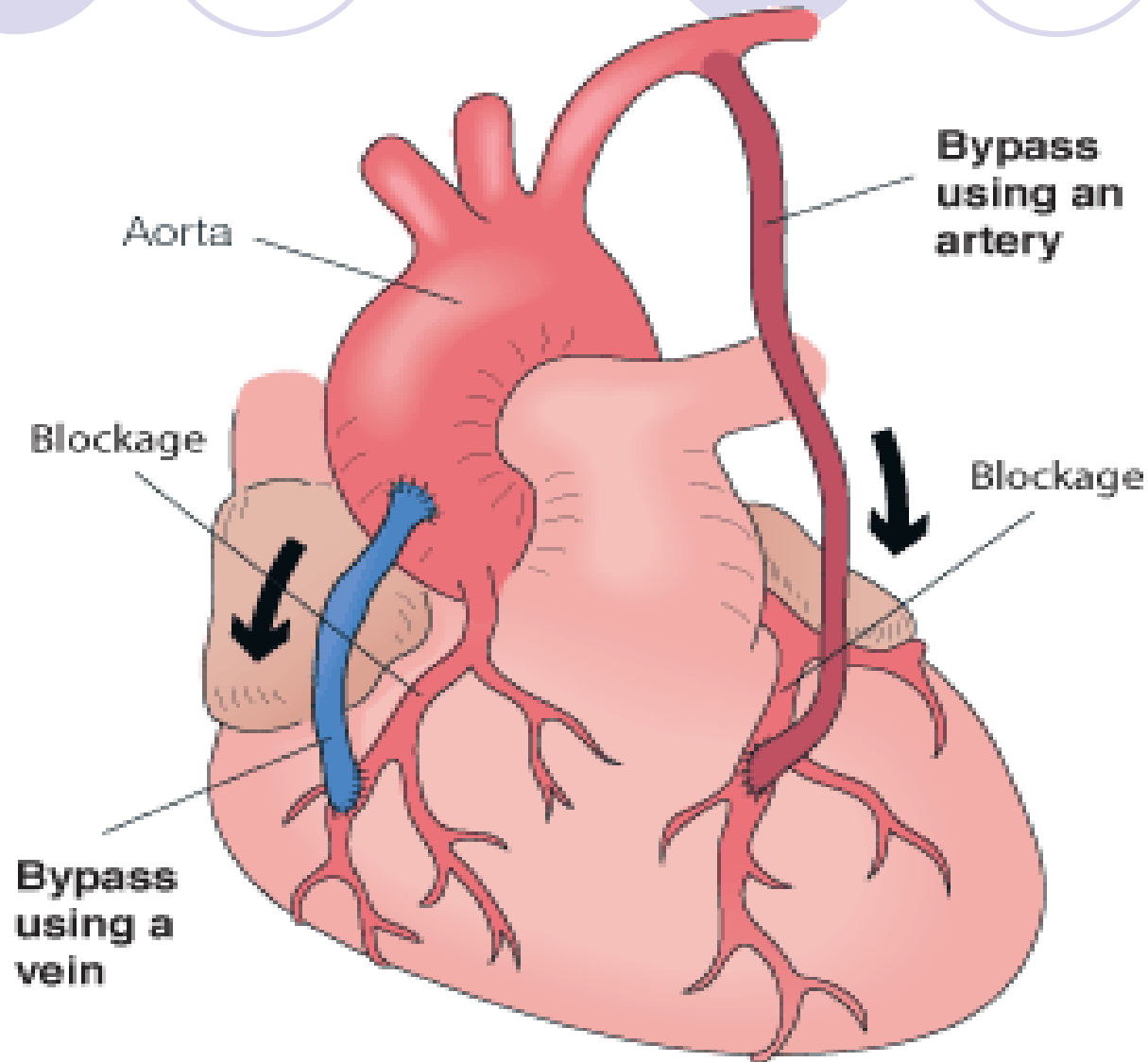


Narrowed artery becomes blocked by a blood clot





# Bypass o Puente Coronario



# Uso de Stent o Malla

