

Sistema cardiovascular

- Roteiro:
- Organizacao do sistema circulatorio
 - coracao, arterias, veias
 - fluxo sanguineo: coracao, tecidos, pulmao, coracao
- Bomba cardiaca
 - musculo cardiaco e contracao
 - funcionamento
 - sistema de pulsos eletricos

Sistema circulatório

~~o~~ Circulação sistêmica

~~o~~ Circulação pulmonar

~~o~~ Funções:

~~o~~ transporte de O_2 e CO_2

~~o~~ transporte de nutrientes, metabolitos e hormônios

~~o~~ manutenção da pressão arterial

~~o~~ termorregulação

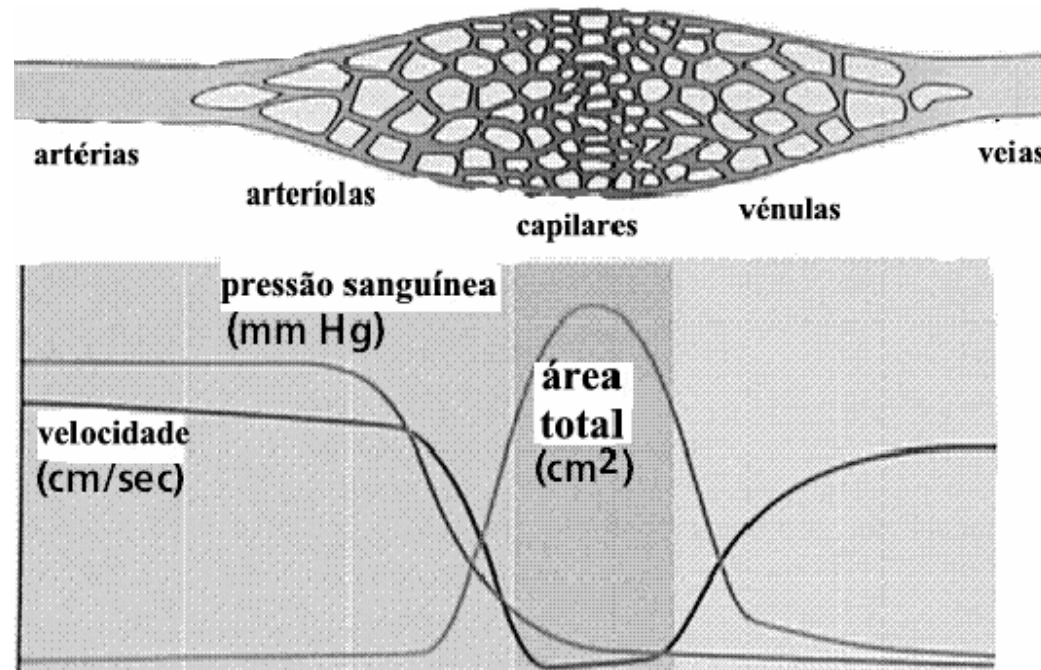
~~o~~ Constitui-se em um sistema com:

~~o~~ bomba cardíaca;

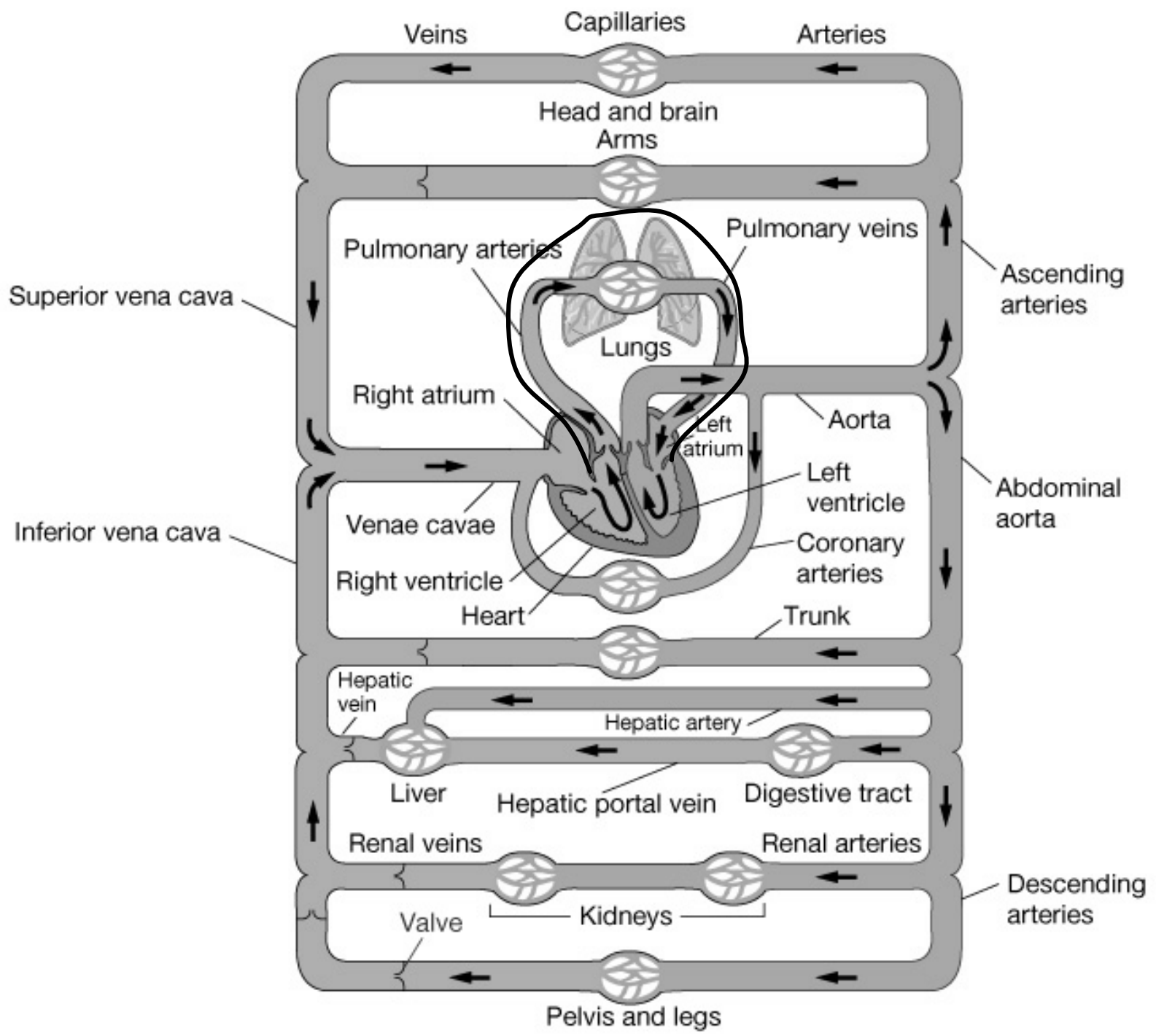
~~o~~ artérias ramificam-se em arteríolas, as quais originam redes de capilares nos diferentes tecidos;

~~o~~ os capilares venosos formam venulas, que convergem, formando veias por meio das quais o sangue retorna ao coração.

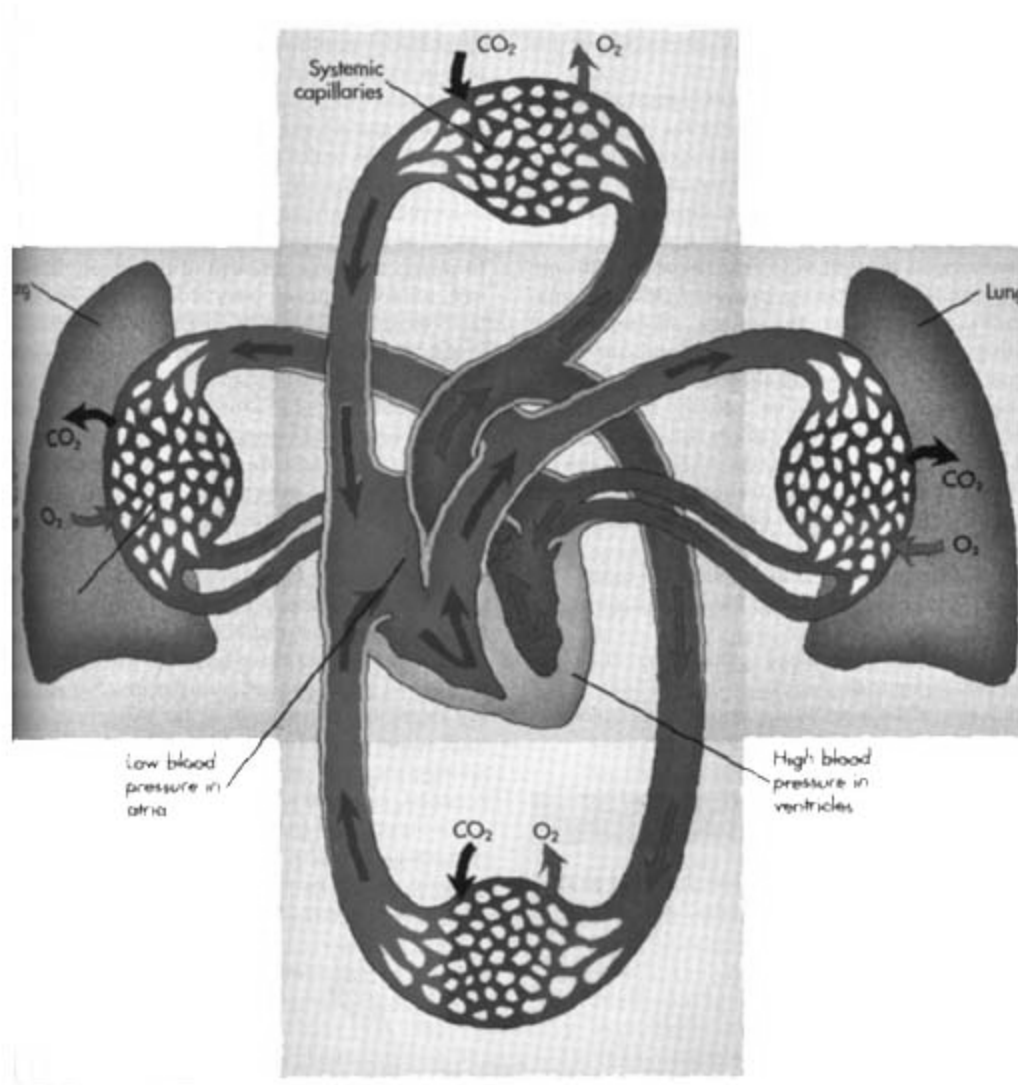
PRESSÃO SANGUÍNEA



? A pressão sanguínea atinge o valor máximo nas artérias, diminui ao longo das arteríolas e dos capilares, apresentando valores quase nulos nas veias cavas.



Trocas: Oxigenio / CO₂



Distribuição de sangue para os órgãos

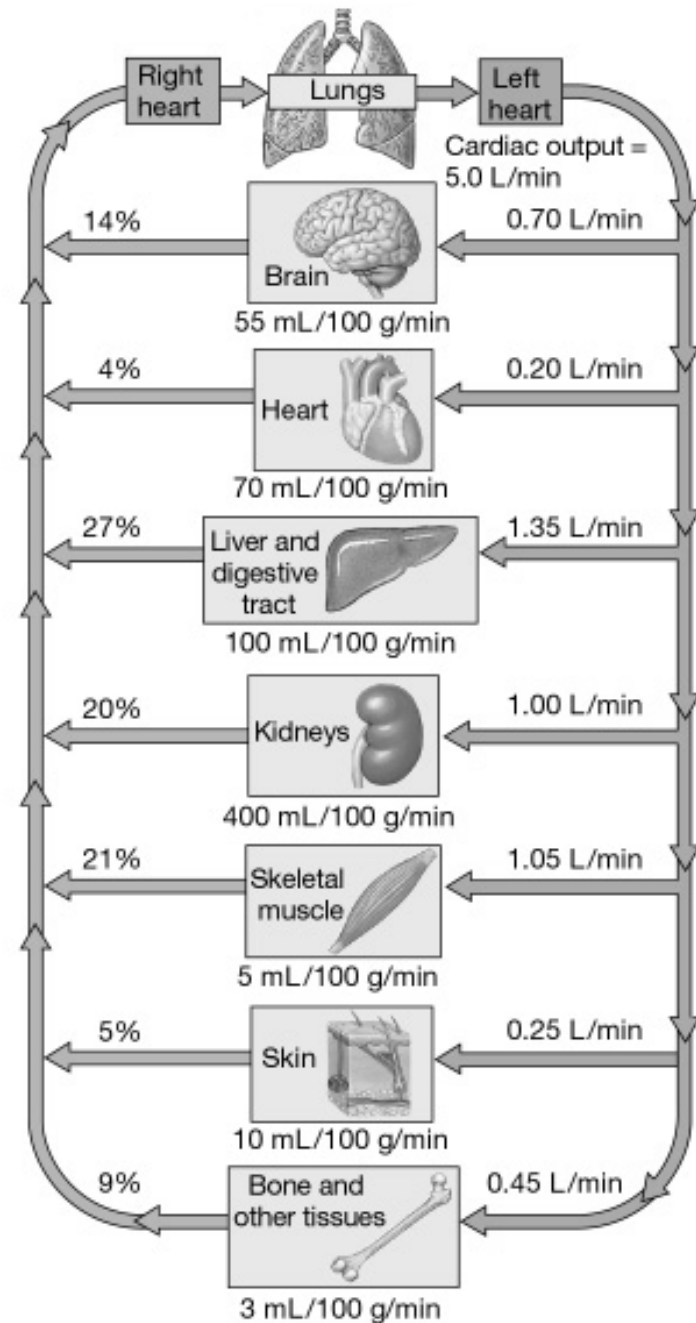
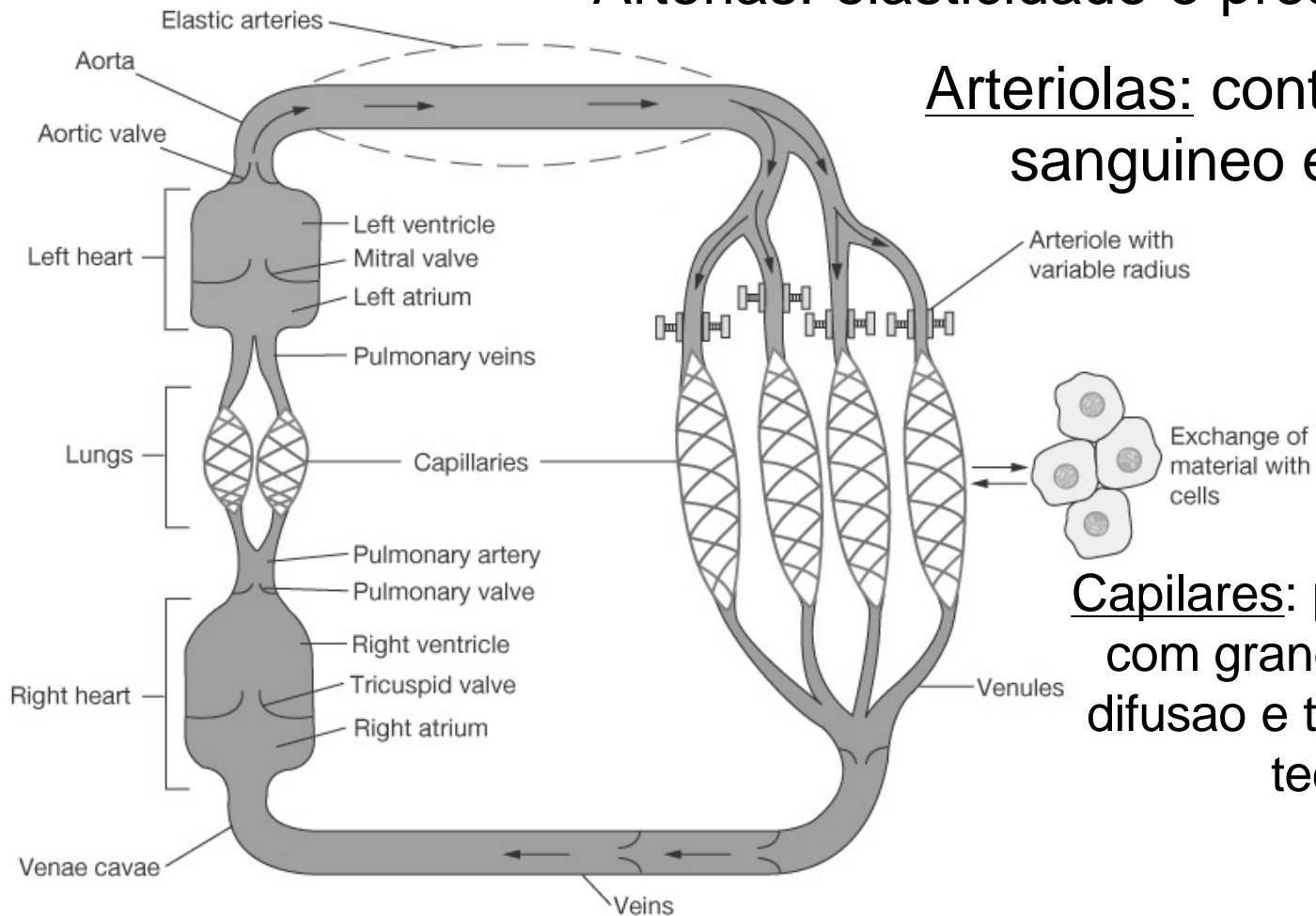


Figure 15-13: Distribution of blood in the body at rest

Vasos sanguíneos

Arterias: elasticidade e pressão

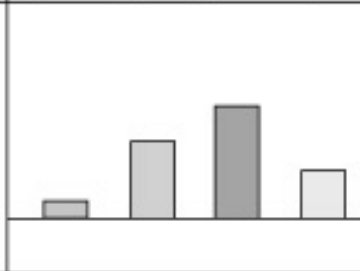

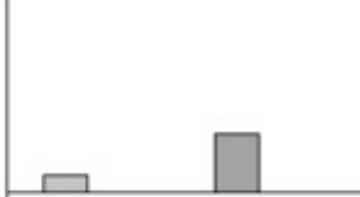





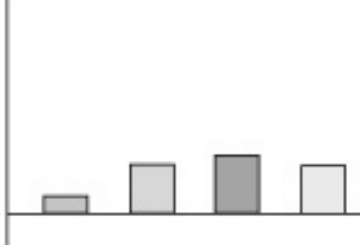

Arteriolas: controle do fluxo sanguíneo e pressão



Capilares: parede finas e com grande area para difusao e trocas com os tecidos

Veias: reservatorio de sangue; possuem valvulas

Figure 15-1: Functional model of the cardiovascular system

	<i>Mean diameter</i>	<i>Mean wall thickness</i>	<i>Endothelium</i>	<i>Elastic tissue</i>	<i>Smooth muscle</i>	<i>Fibrous tissue</i>	
Artery	4.0 mm	1.0 mm					
Arteriole	30.0 μm	6.0 μm					
Capillary	8.0 μm	0.5 μm					
Venule	20.0 μm	1.0 μm					
Vein	5.0 mm	0.5 mm					

Pulso e pressao arterial

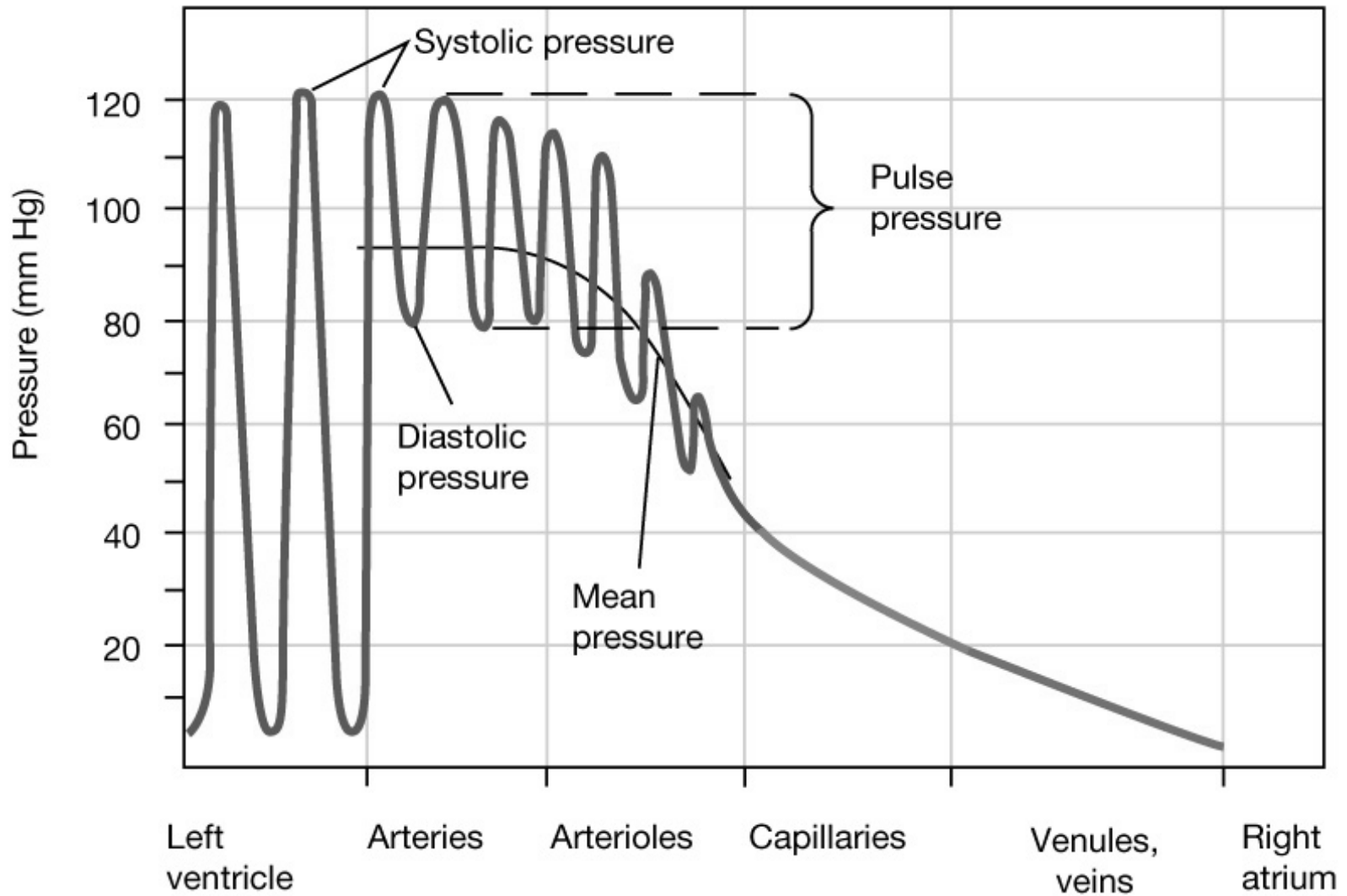
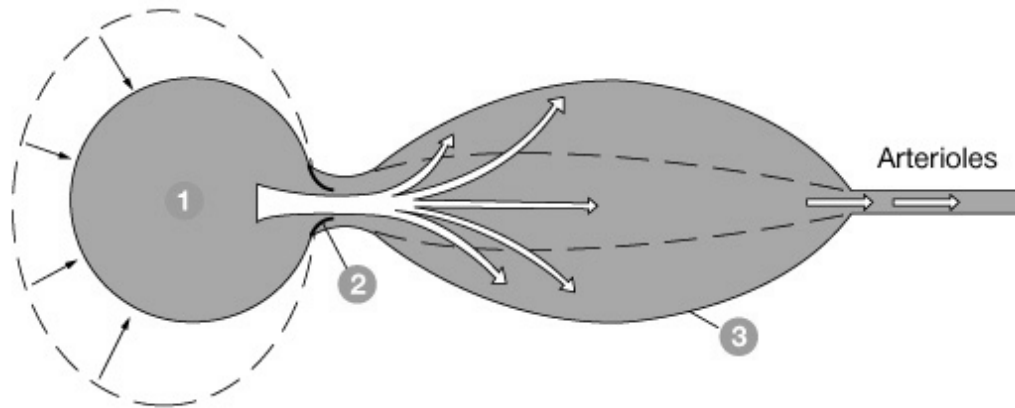


Figure 15-5: Pressure throughout the systemic circulation

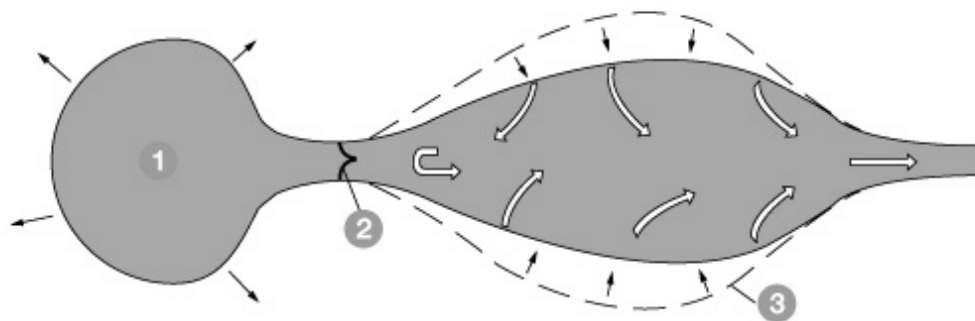
Arterias: distribuicao de sangue e manutencao da pressao arterial durante a diastole

(a) Ventricular contraction



- 1 Ventricle contracts.
- 2 Semilunar valve opens.
- 3 Aorta and arteries expand and store pressure in elastic walls.

(b) Ventricular relaxation



- 1 Isovolumic ventricular relaxation
- 2 Semilunar valve shuts.
- 3 Elastic recoil of arteries sends blood forward into rest of circulatory system.

Capilares: paredes especializadas para difusao

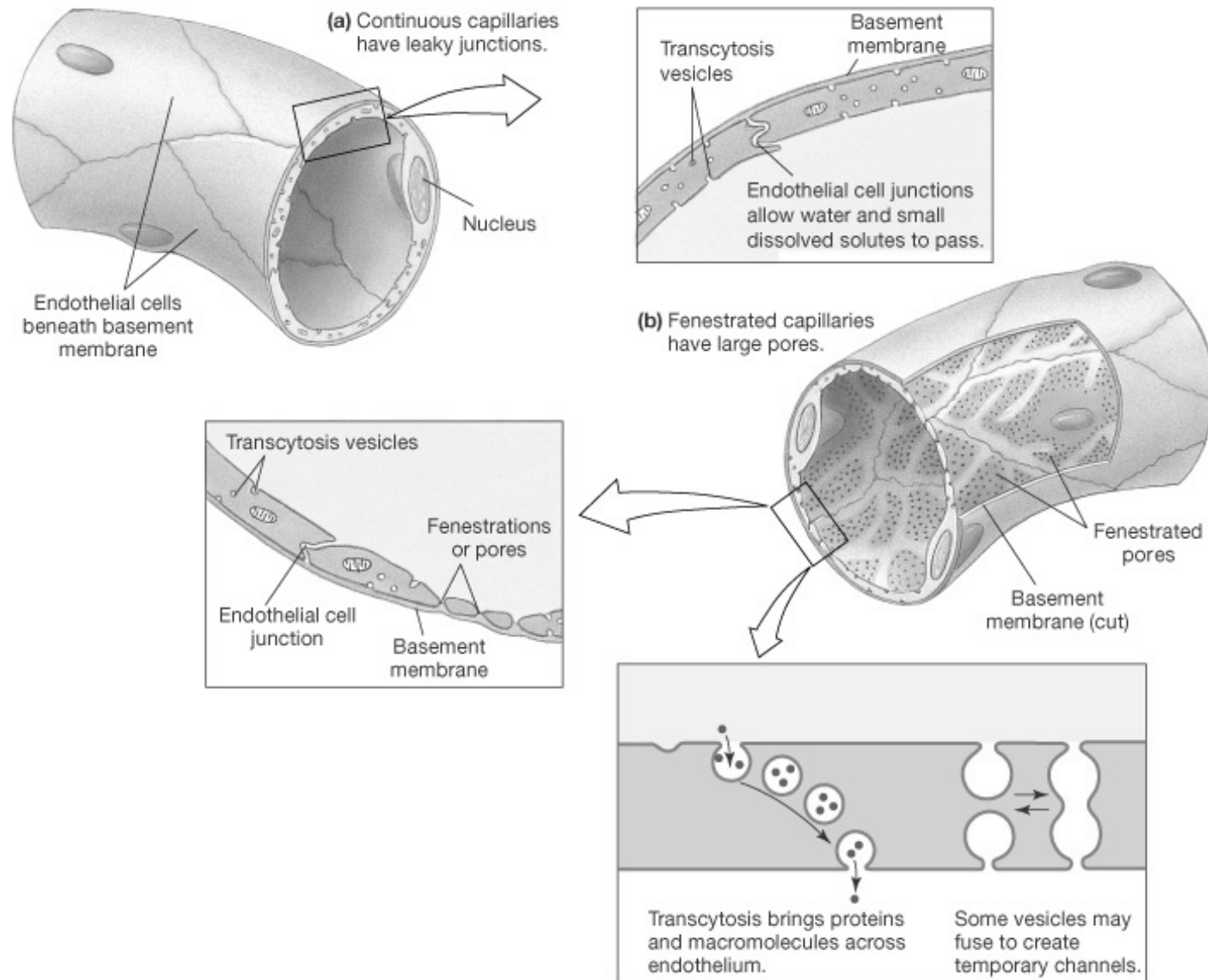


Figure 15-16: Types of capillaries

Capilares e fluxo sanguineo

- Menor velocidade
- Maior area (seccao transversal)
- Reducao da pressao hidrostatica nos capilares

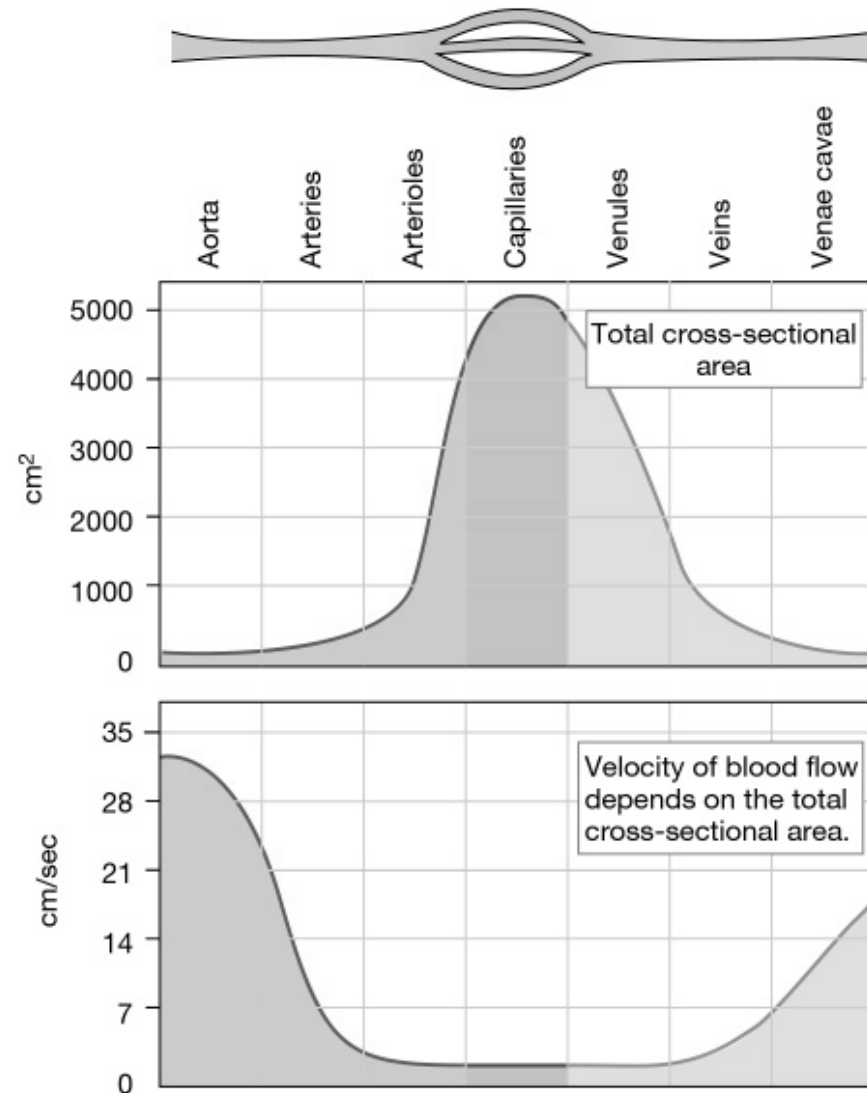
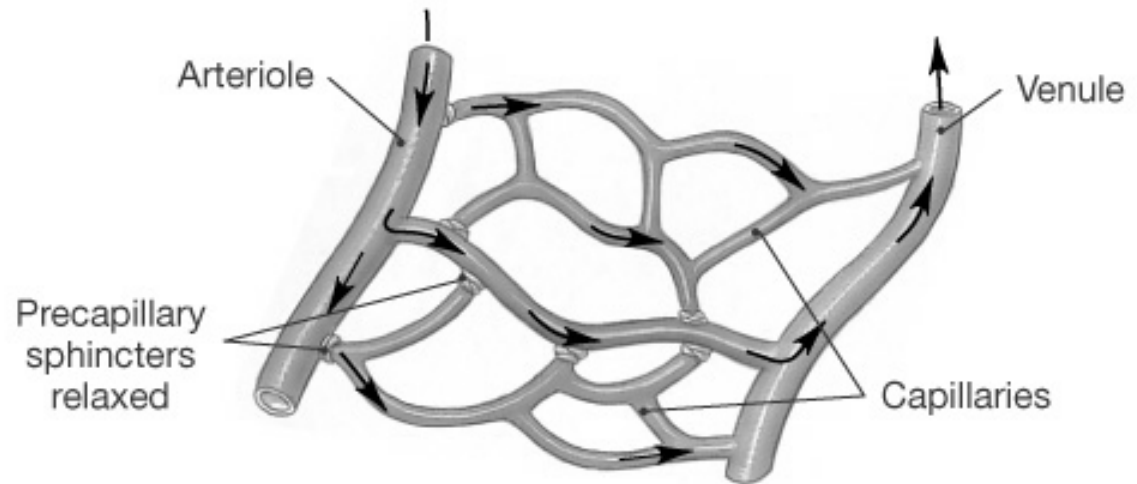


Figure 15-17: The velocity of flow depends on the total cross-sectional area

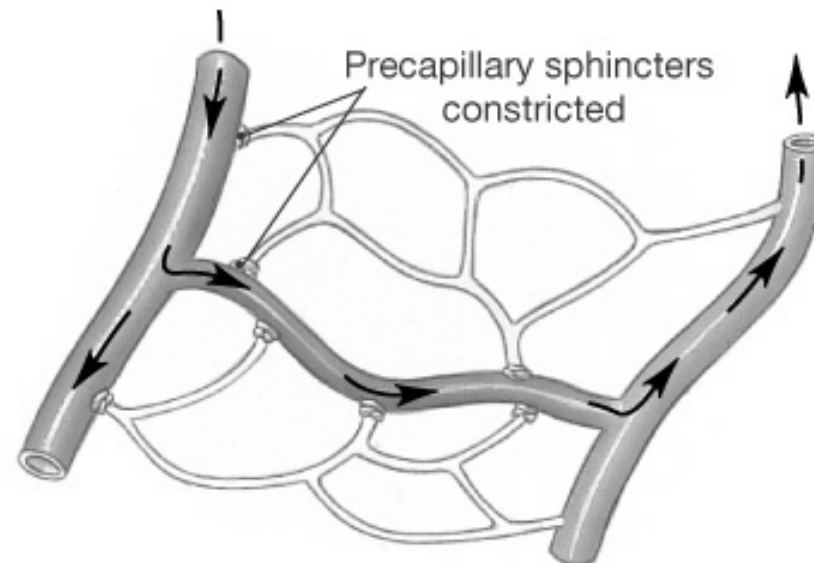
Capilares

Flujo sanguíneo controlado por esfínteres pre-capilares

(a) When precapillary sphincters are relaxed, blood flows through all capillaries in the bed.



(b) If precapillary sphincters constrict, blood flow bypasses capillaries completely and flows through metarterioles.



Veias e venulas (vs. arterias)

- Paredes menos espessas
- Maior diametro
- Mais proximas a pele
- Camada muscular menos espessa
- Menor elasticidade

Veias: funcao adicional de armazenamento de sangue.

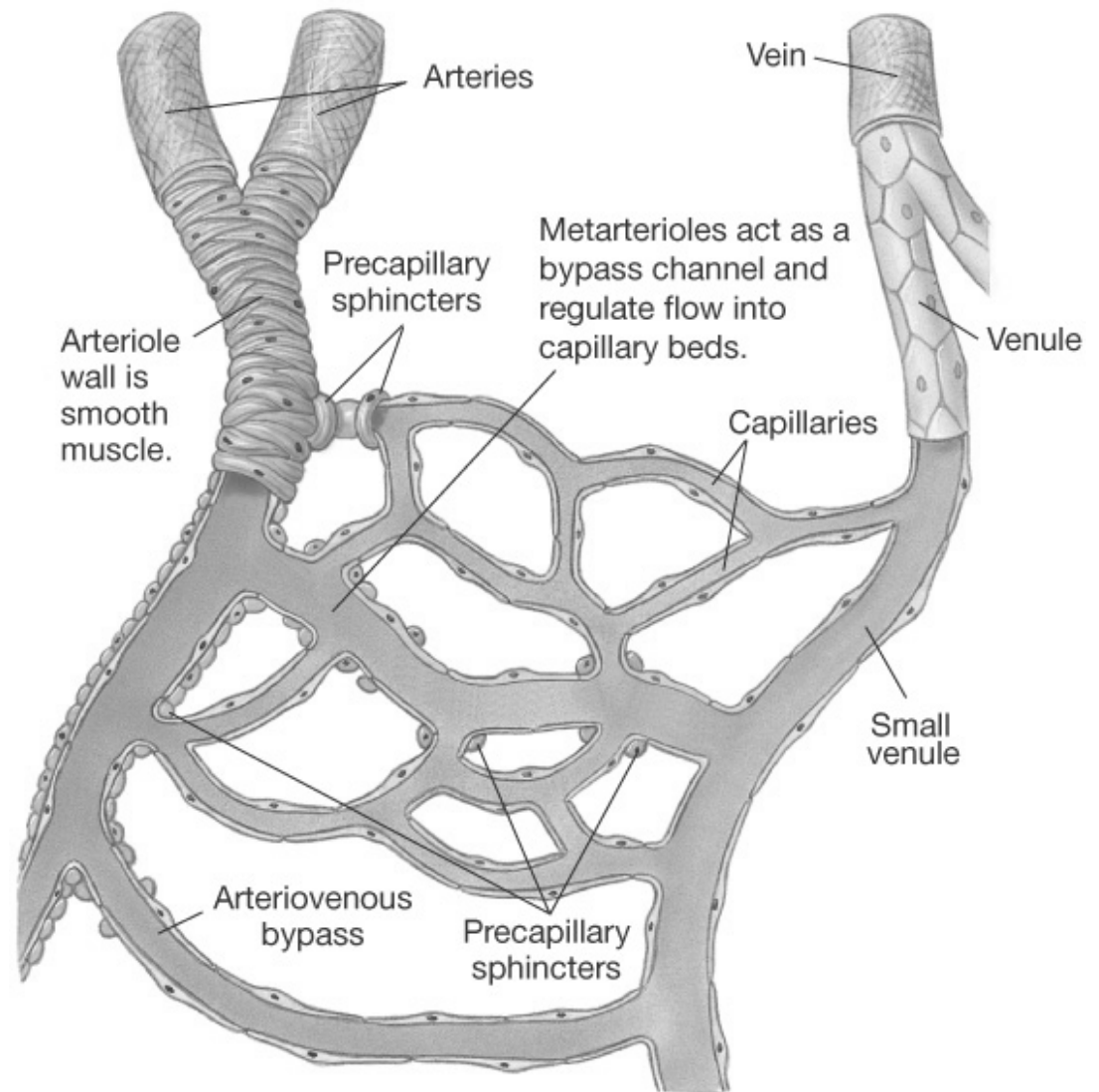
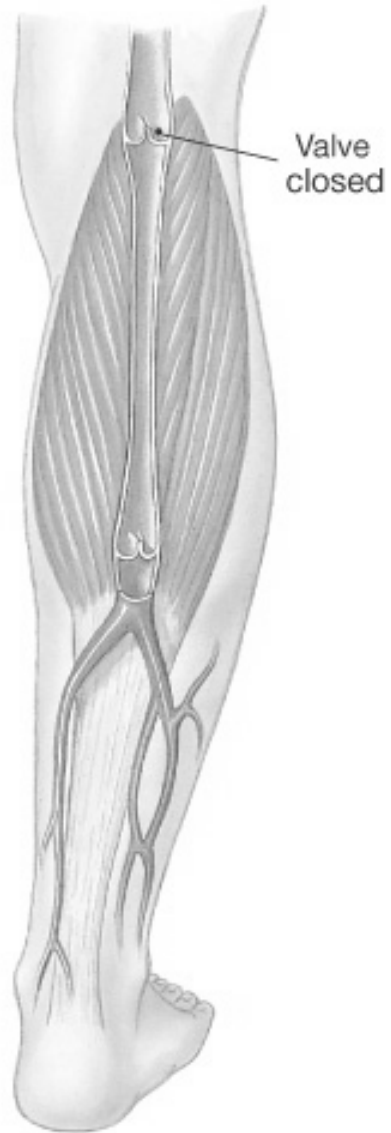
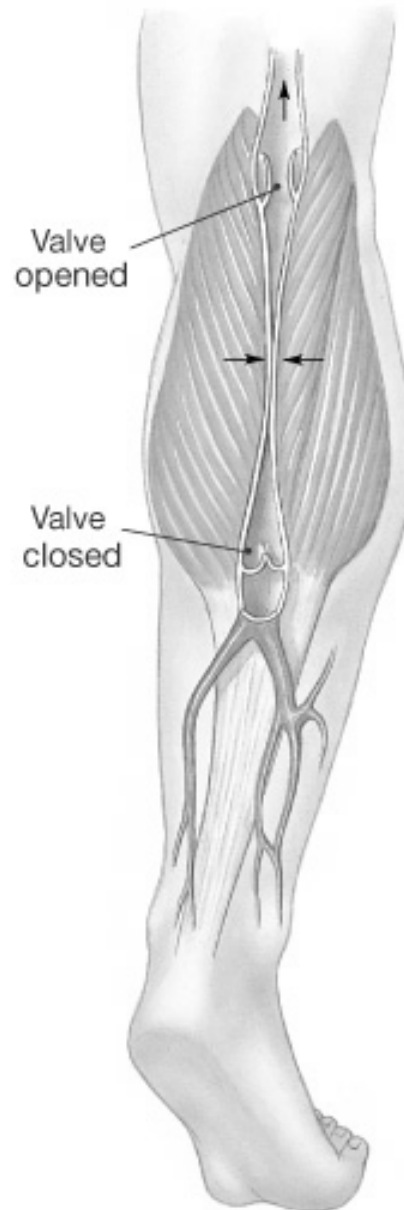


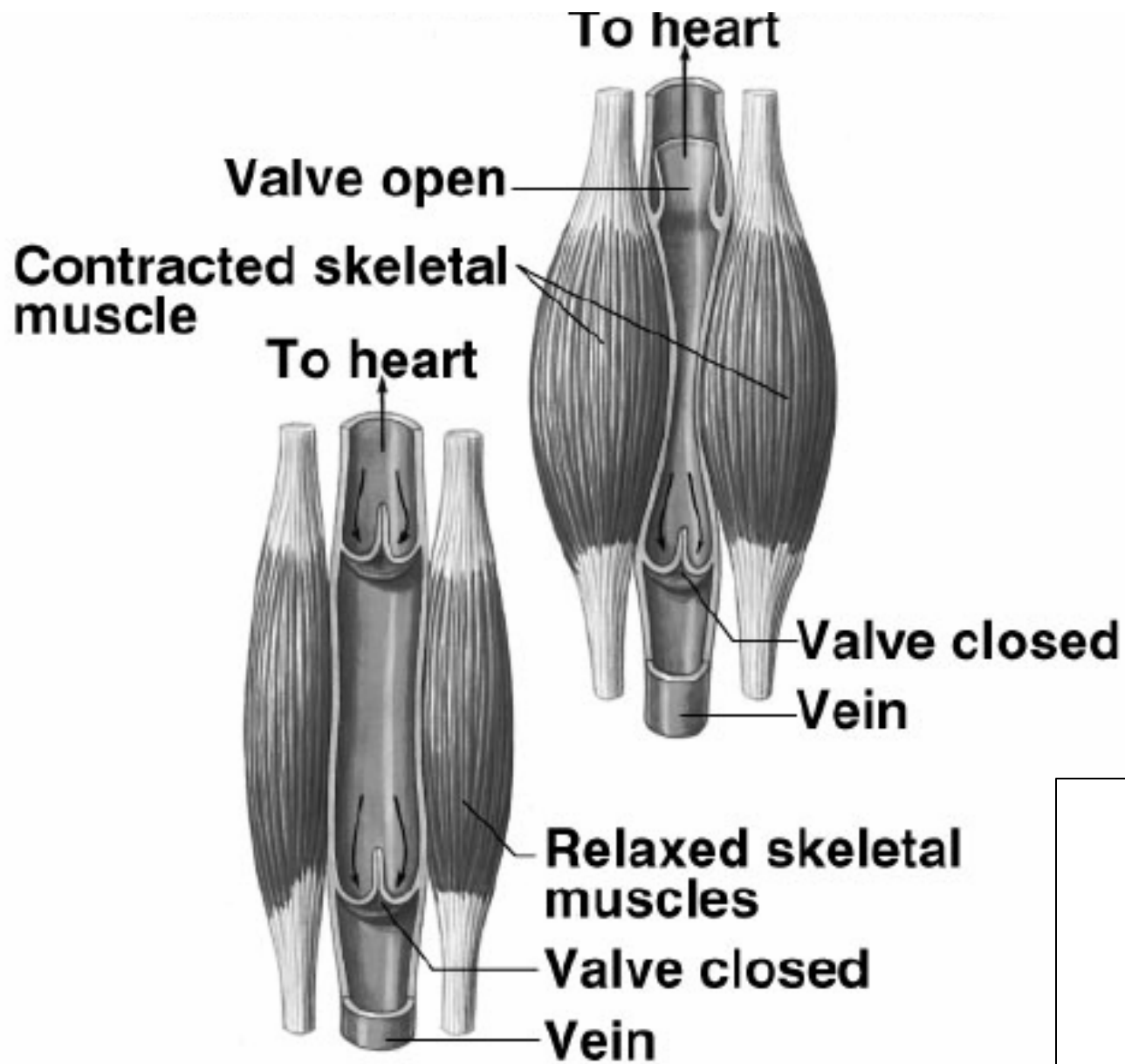
Figure 15-3: Metarterioles

Valves in the veins prevent backflow of blood.



When the skeletal muscles compress the veins, they force blood toward the heart (the skeletal muscle pump).





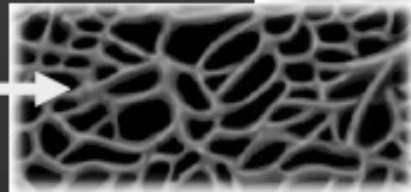
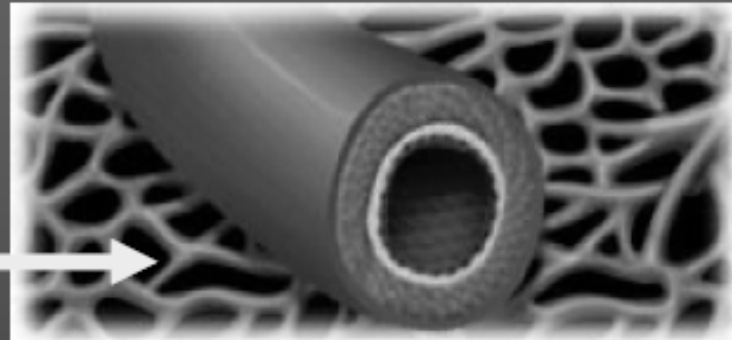
▪ Tipos de Vasos Sanguíneos:

– Arterias

- Arteriolas
- Capilares

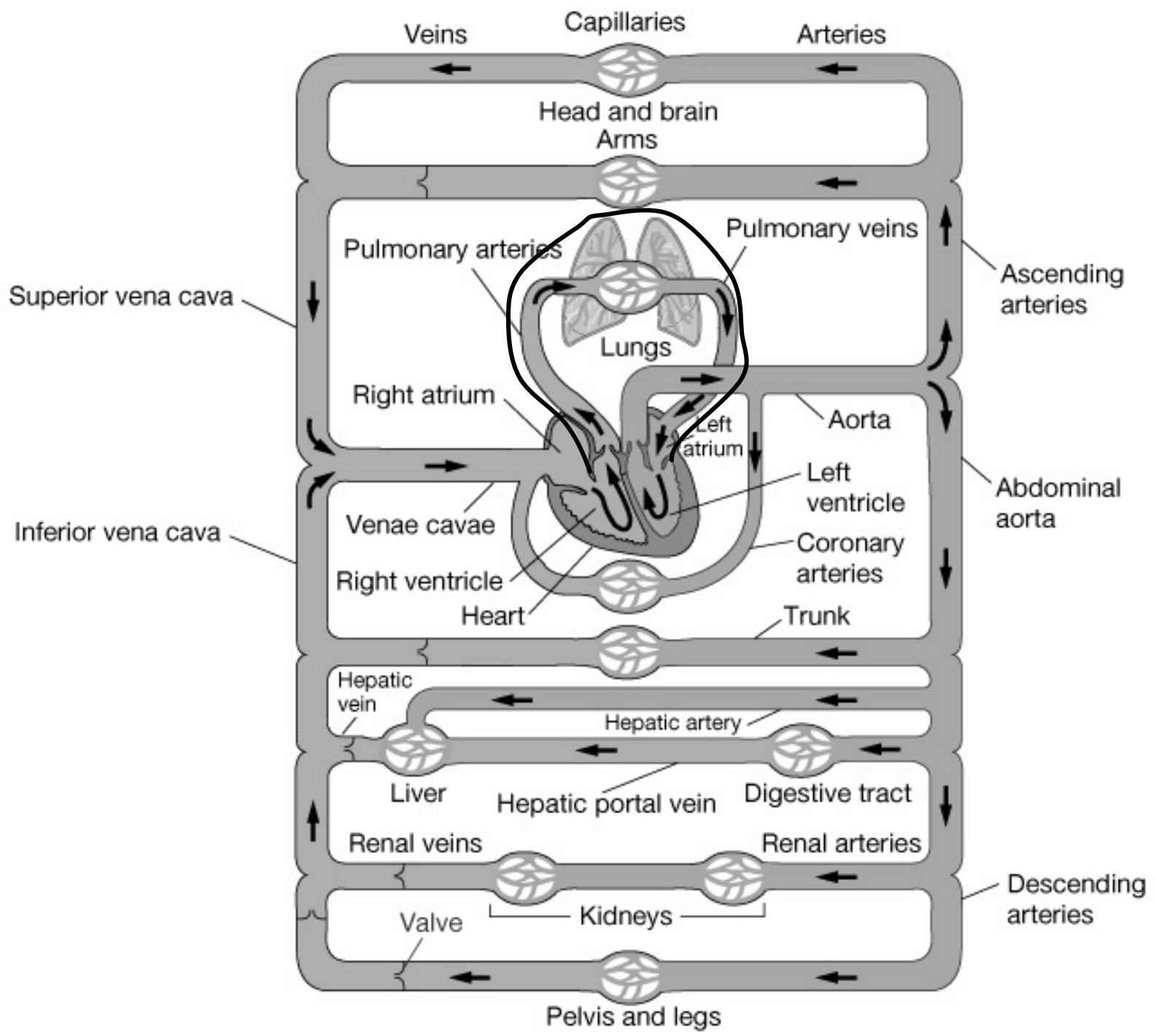
– Venas

- Vénulas



Sistema cardiovascular

- Roteiro:
- organizacao do sistema circulatorio
 - coracao, arterias, veias
 - fluxo sanguineo: coracao, tecidos, pulmao, coracao
- bomba cardiaca
 - musculo cardiaco e contracao
 - funcionamento
 - sistema de pulsos eletricos



Coracao

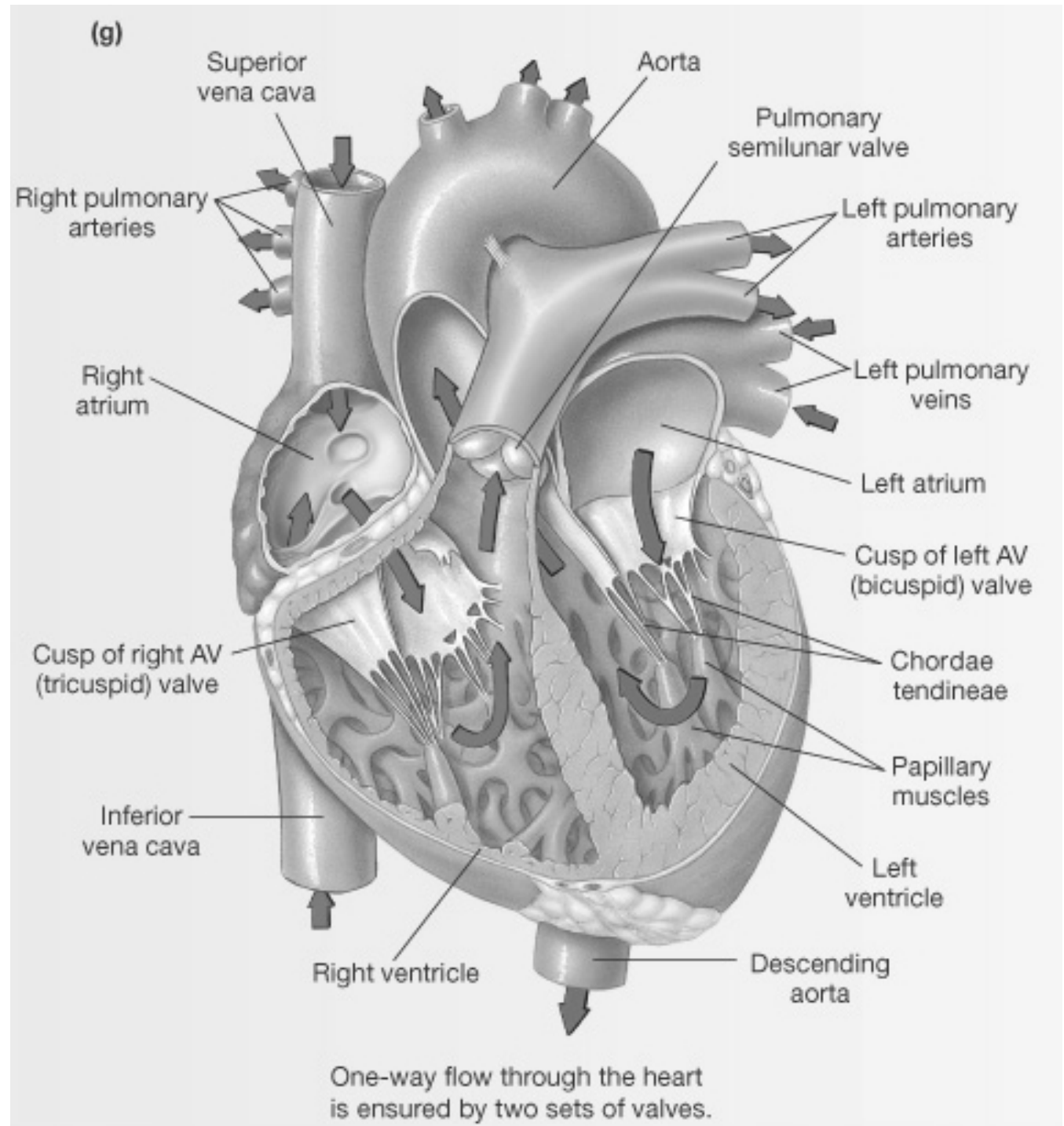
- O Coração possui um sistema especializado para:
 1. Gerar impulsos rítmicos que causam a contração rítmica do músculo cardíaco.
 2. Conduzir esses impulsos rapidamente através do coração.
 3. Atuar, em caso de perigo, com mecanismos de redundância.
- Quando esse sistema funciona adequadamente:
 1. As aurículas contraem cerca de $1/6$ de segundo antes dos ventrículos.
 2. Todas as porções dos ventrículos contraem essencialmente ao mesmo tempo, garantindo as pressões adequadas ao bombeamento sanguíneo.

Coracao

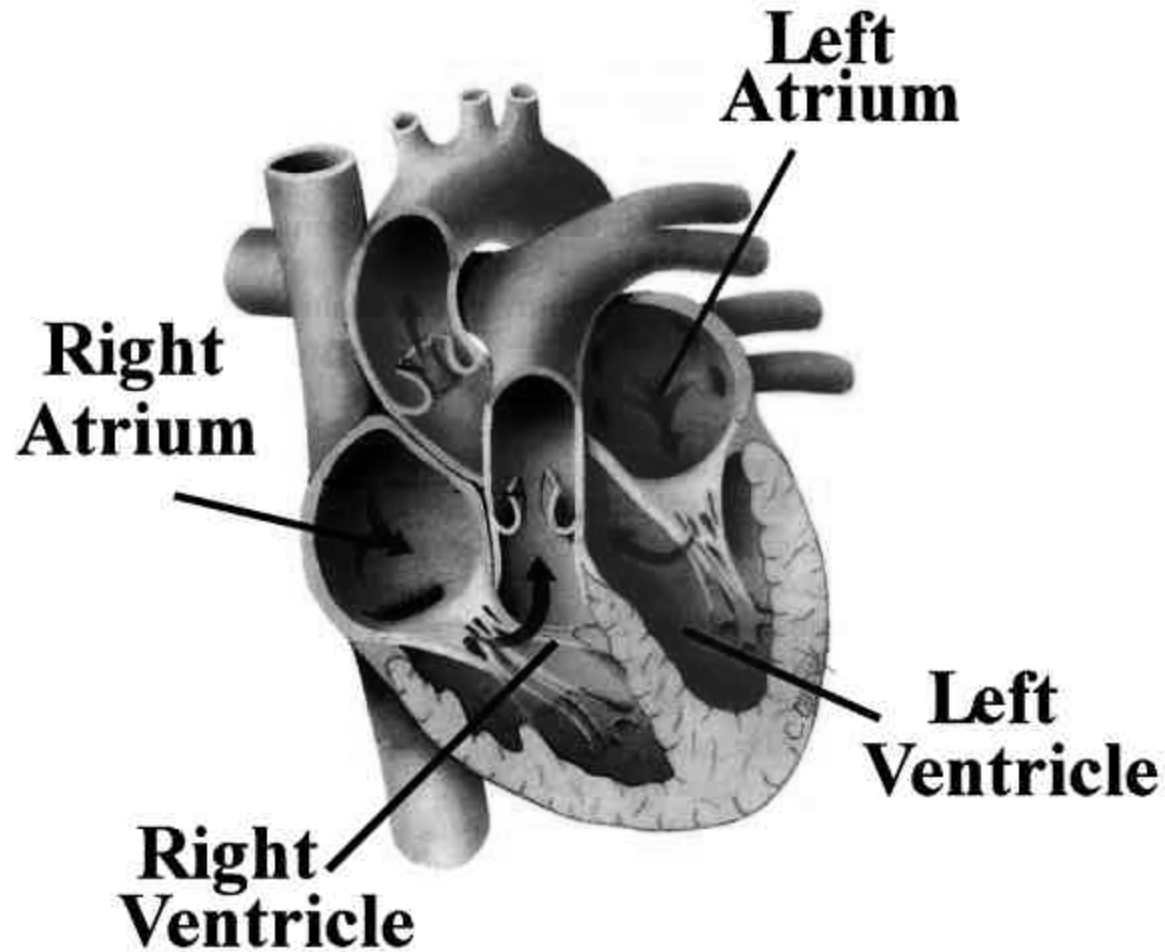
- Músculo Cardíaco:
 - Músculo atrial.
 - Músculo ventricular.
- Contração semelhante à do músculo esquelético, mas com duração muito mais longa (cerca de 2x).

- Fibras musculares condutivas:
 - Exibem ritmicidade e características variáveis de condução dos impulsos eletricos, constituindo um sistema excitatório que controla o batimento rítmico do coração.

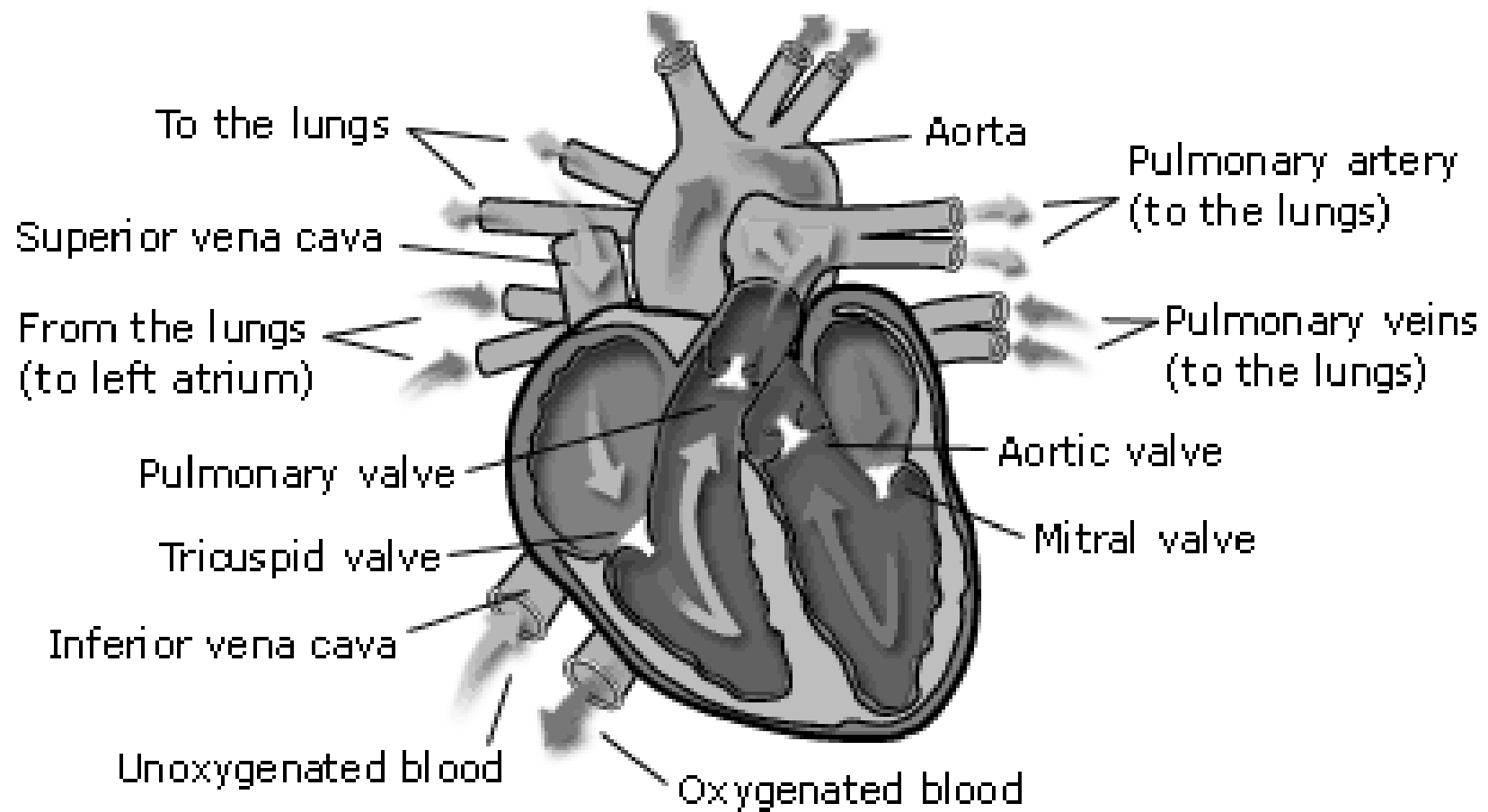
Estrutura do coração



Cavidades do coração: 4



<http://www.starsandseas.com/SAS%20Physiology/Cardiovascular/Cardiovascular.htm>



<http://www.lifecor.com/sca/sca.asp>

Aorta: recebe o sangue bombeado pelo ventriculo esquerdo; submetida a maior pressao sistolica (~140 mm Hg no ser humano);

Arteria pulmonar: recebe o sangue do ventriculo direito; primeiro vaso do sistema pulmonar; submete-se a uma pressao maxima de ~25 mm Hg

Veia cava superior e inferior: maiores vasos que retornam sangue ao coracao (atrio direito) proveniente da circulacao sistemica;

Veias pulmonares: maiores vasos, servindo para o sangue (oxigenado) da circulacao pulmonar retornar para o coracao;

Arterias coronarias: suprimento de sangue para o musculo cardiaco; ramifica-se da aorta imediatamente acima da valvula aortica (semilunar)

* o coracao nao obtem nutrientes ou O₂ do sangue dentro dos atrios ou ventriculos.

Sistole: contração dos ventrículos

Diastole: enchimento dos ventrículos (distendidos)

Primeiro "som" cardíaco (lub): som do fechamento das válvulas atrioventriculares quando os ventrículos iniciam a contração.

Segundo som cardíaco (dup): som do fechamento das válvulas semilunares quando os ventrículos param de contrair-se e a pressão ventricular torna-se menor do que a pressão nas artérias principais.

Medidas:

Pressão de pulso (PP) = pressão sistólica - pressão diastólica

Pressão arterial média (MAP) = pressão diastólica + $\frac{1}{3}$ PP

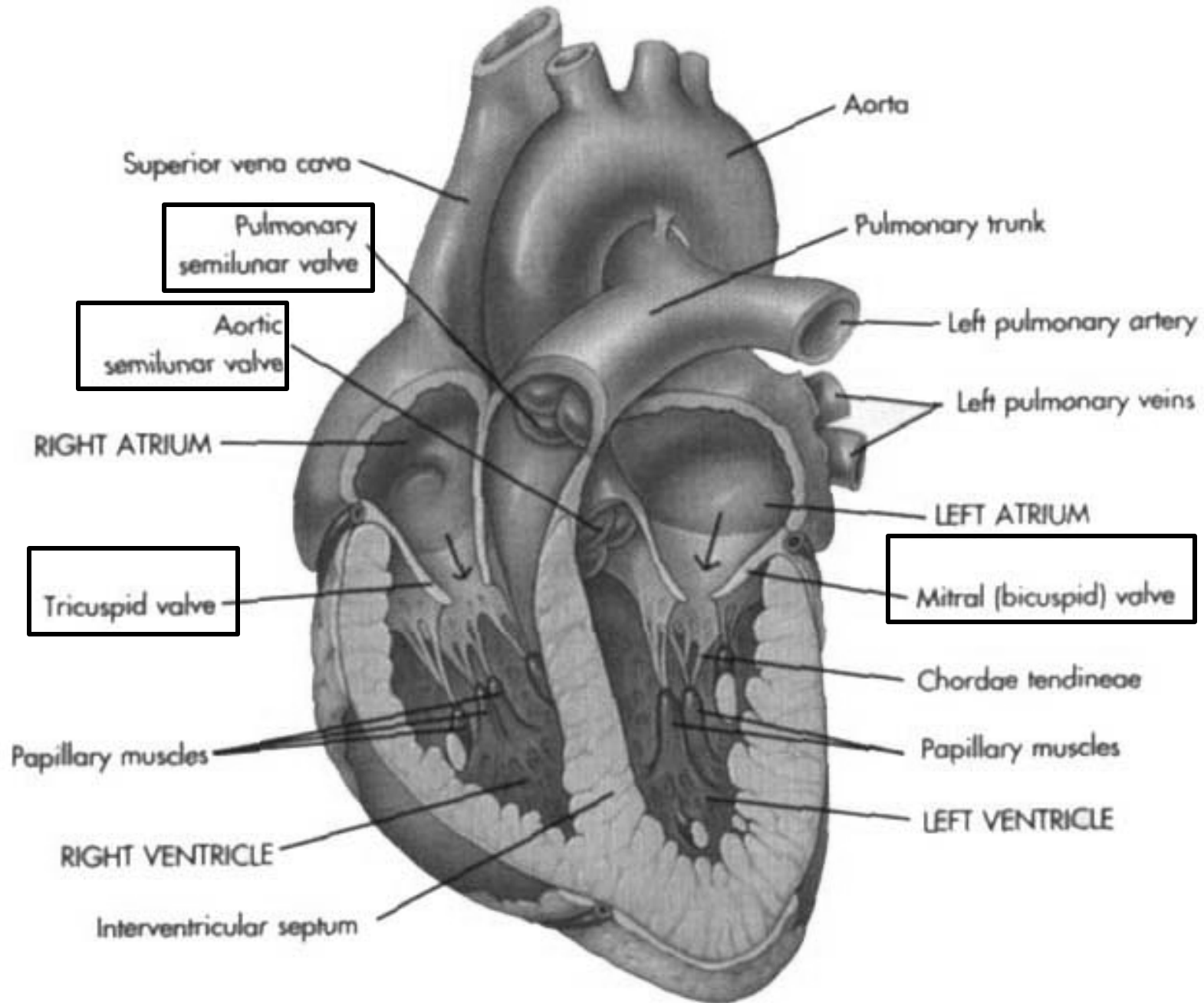
Volume de bombeamento ("stroke volume" - SV) = volume ao final da diastole - volume ao final da sistole;

SV (usualmente): ~70 ml (= ~130 ml - ~60 ml)

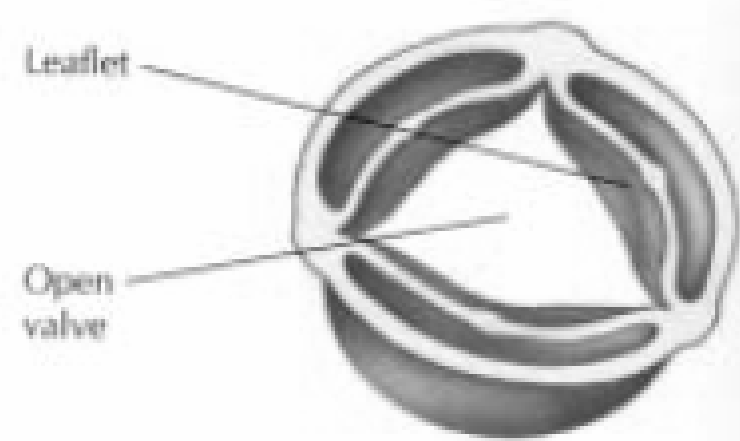
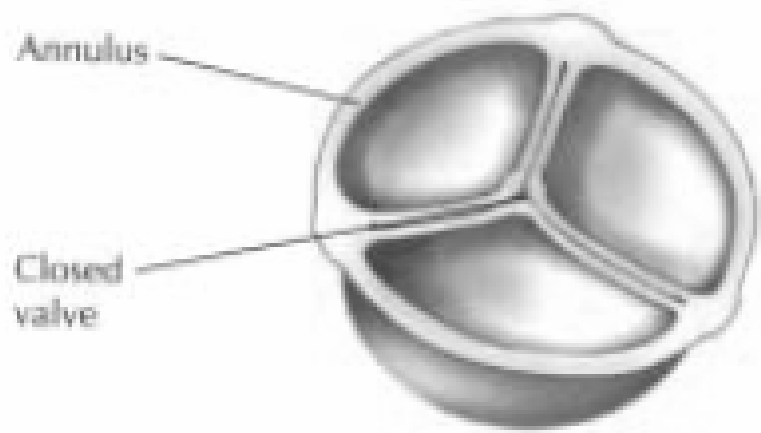
Debito cardíaco = frequência cardíaca ("heart rate" - HR) x SV

- O débito cardíaco pode elevar-se por causa das variações na HR e SV;
- Em elevados valores de débito cardíaco, os aumentos ocorrem mais em consequência das variações na HR.

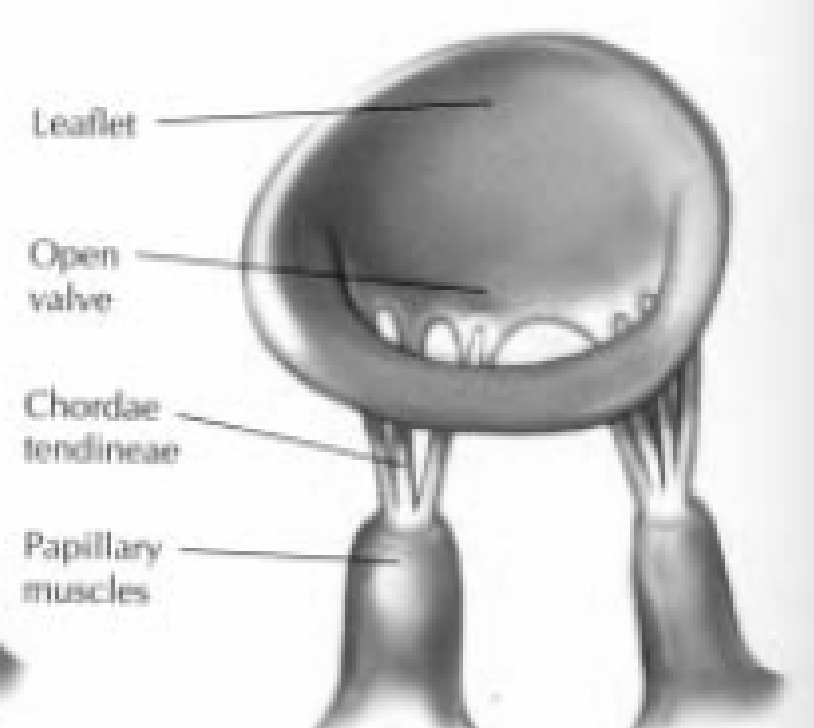
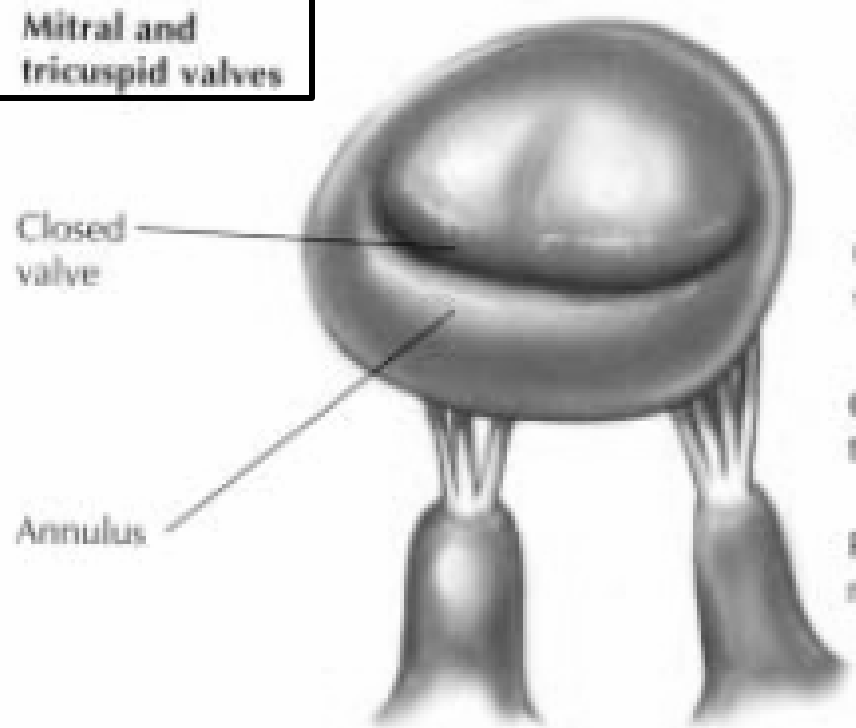
Valvulas cardiacas

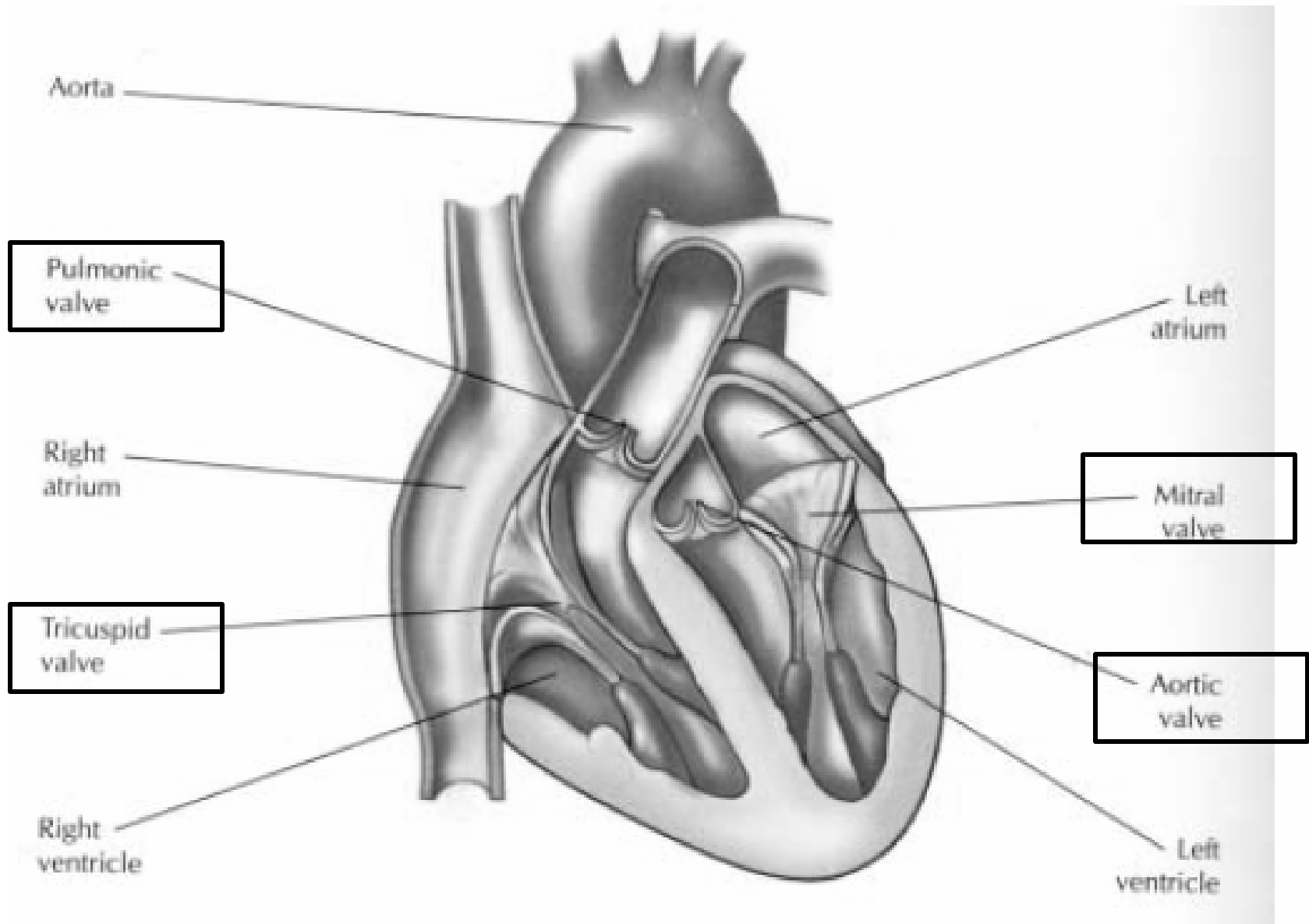


Pulmonic and aortic valves



Mitral and tricuspid valves





Valvulas do coracao

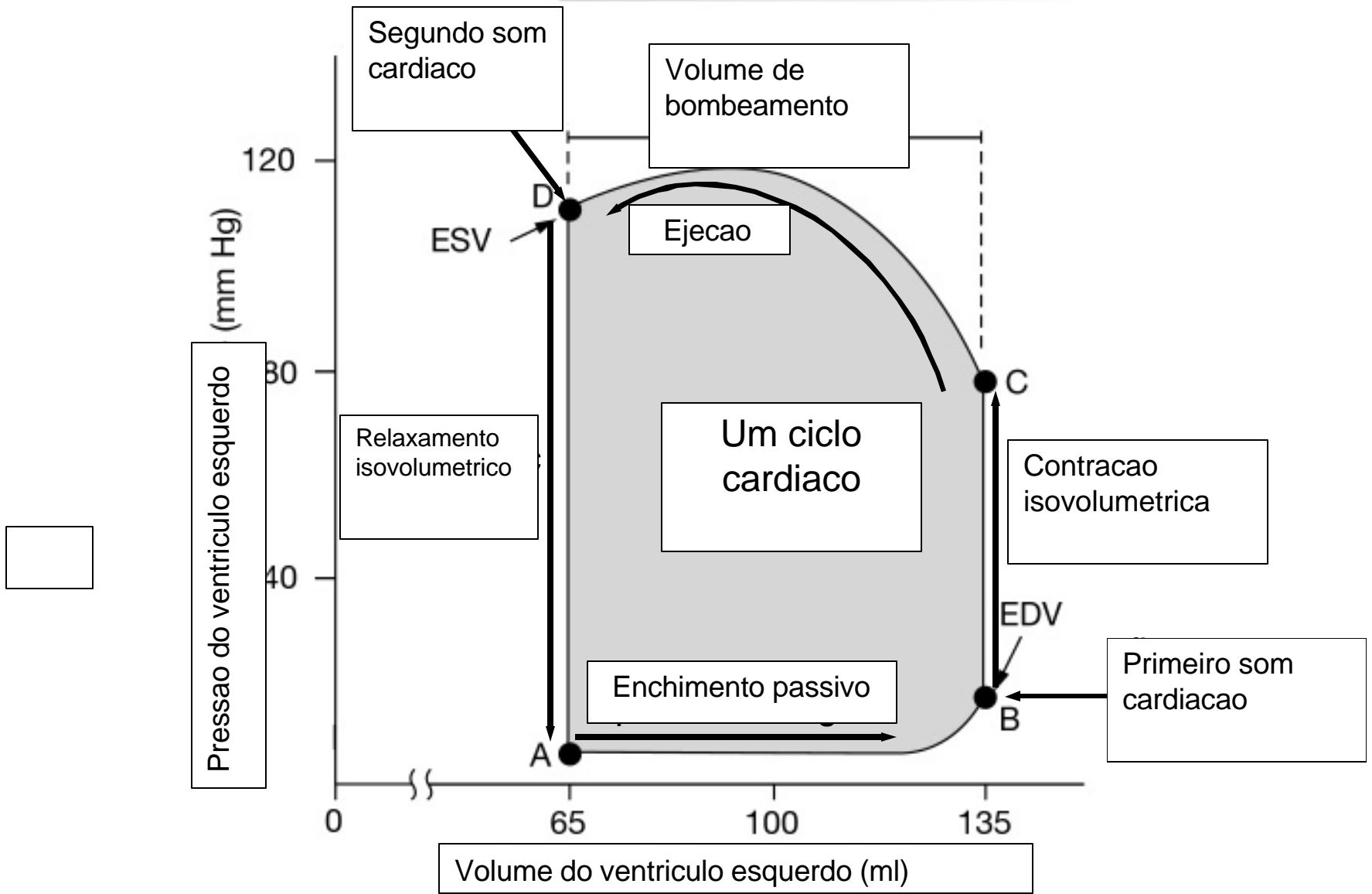
- As valvulas permitem o fluxo de sangue de um atrio para um ventriculo e destes para as arterias.
 - Valvula bicuspide (mitral): localizada entre o atrio e ventriculo esquerdos;
 - Valvula tricuspide: entre o atrio e ventriculo direitos;
 - Valvula semilunar: entre o ventriculo esquerdo e a aorta;
 - Valvula pulmonar: entre o atrio direito e a arteria pulmonar.

- As valvulas sao estruturalmente conectadas por ligamentos aos musculos papilares, dentro das cavidades ventriculares.
- "Chordae tendinae": previne a inversao das valvulas atrioventriculares

KEY

EDV = Volume do final da diastole

ESV = Volume do final da sistole

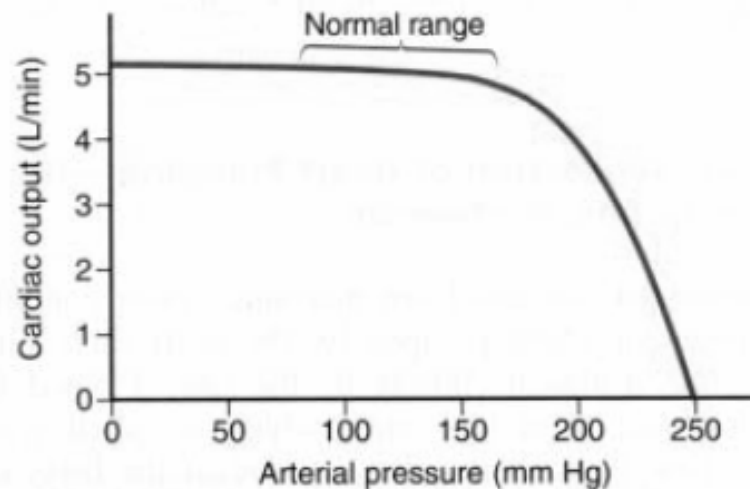


Mecanismo de Frank-Starling e o funcionamento do coração:

- A força de contração ventricular aumenta de acordo com a pressão intraventricular, a qual se deve a um incremento do retorno venoso.
- A habilidade do coração de adequar a força de contração ventricular e, portanto, o débito cardíaco, ocorre em resposta a mudanças no retorno venoso.
- Quanto mais o ventrículo é preenchido com sangue, durante a diástole (volume no final da diástole), maior o volume de sangue liberado pelo ventrículo durante a contração sistólica resultante.
- Mecanismo de Frank-Starling:
 - variações no volume de enchimento do ventrículo, antes da sistole, ocasionam mudanças no volume de sangue liberado.

Mecanimo de Frank-Starling sobre o funcionamento do coracao:

Dentro de limites fisiologicos, coracao bombeia todo o sangue que chega sem que haja acumulo excessivo de sangue e dano nas veias.

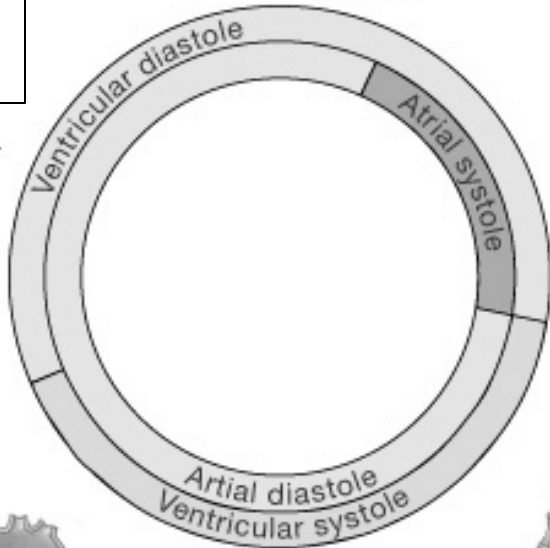


START

① **Fim da sístole:** cavidades são relaxadas e os ventrículos encheidos passivamente

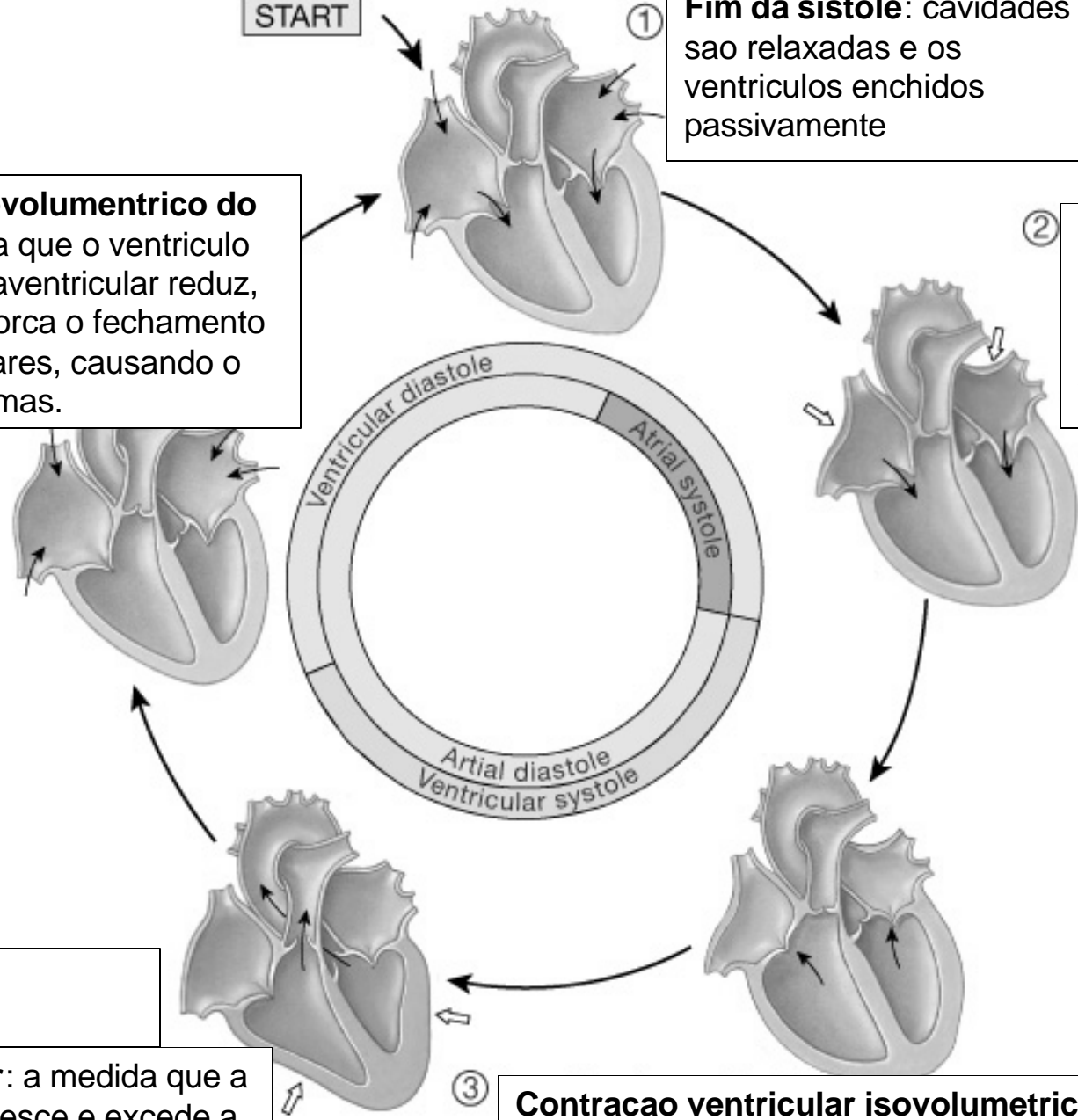
5. Relaxamento isovolumétrico do ventrículo: à medida que o ventrículo relaxa, a pressão intraventricular reduz, o refluxo de sangue força o fechamento das válvulas semilunares, causando o fechamento das mesmas.

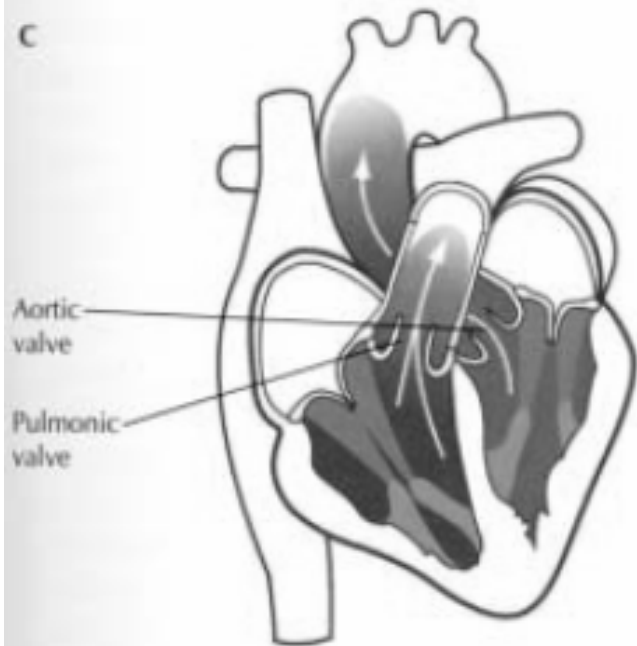
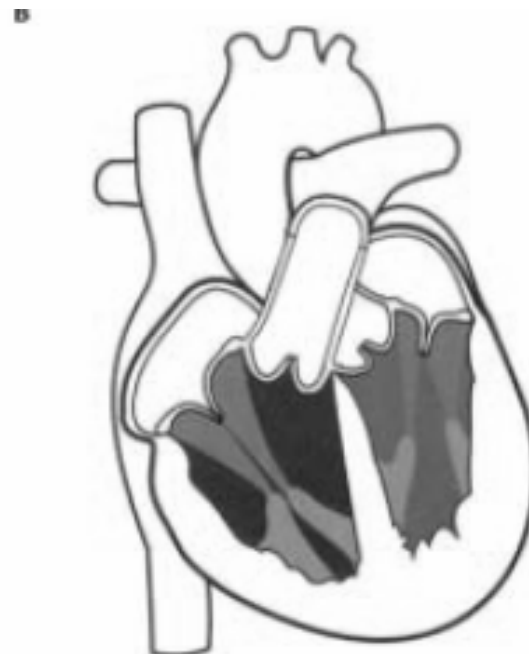
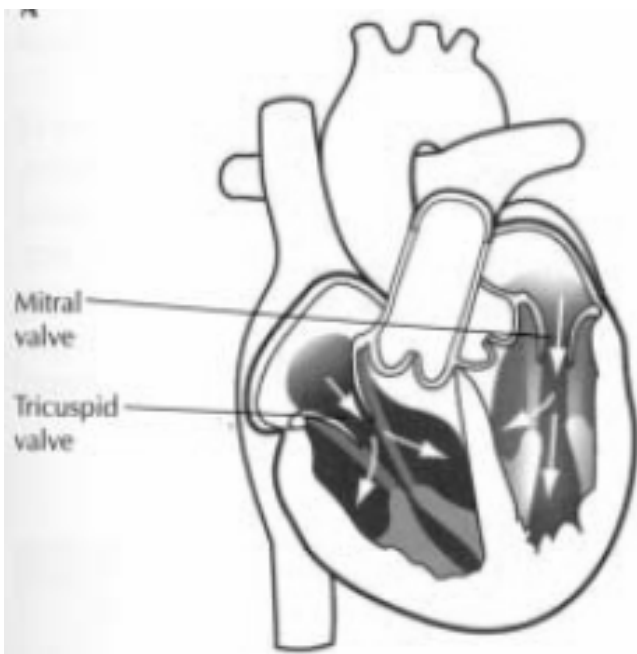
② **Sístole atrial:** contração atrial força um pequeno volume de sangue para os ventrículos



4. Ejeção ventricular: a medida que a pressão ventricular cresce e excede a pressão nas artérias, as válvulas semilunares abrem-se e o sangue é bombeado.

③ **Contração ventricular isovolumétrica:** 1ª fase da contração ventricular pressiona as válvulas AV, mas não cria pressão suficiente para abrir as válvulas semilunares





- Contração dos átrios:
 - fornece sangue para os ventrículos, mas tem função bastante limitada no bombeamento de sangue para a circulação sistêmica.