



UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI
FACULDADE DE MEDICINA DO MUCURI
LIGA ACADÊMICA DE CARDIOLOGIA DO MUCURI
Campus do Mucuri - Teófilo Otoni - MG e-mail: lacamfammuc@gmail.com

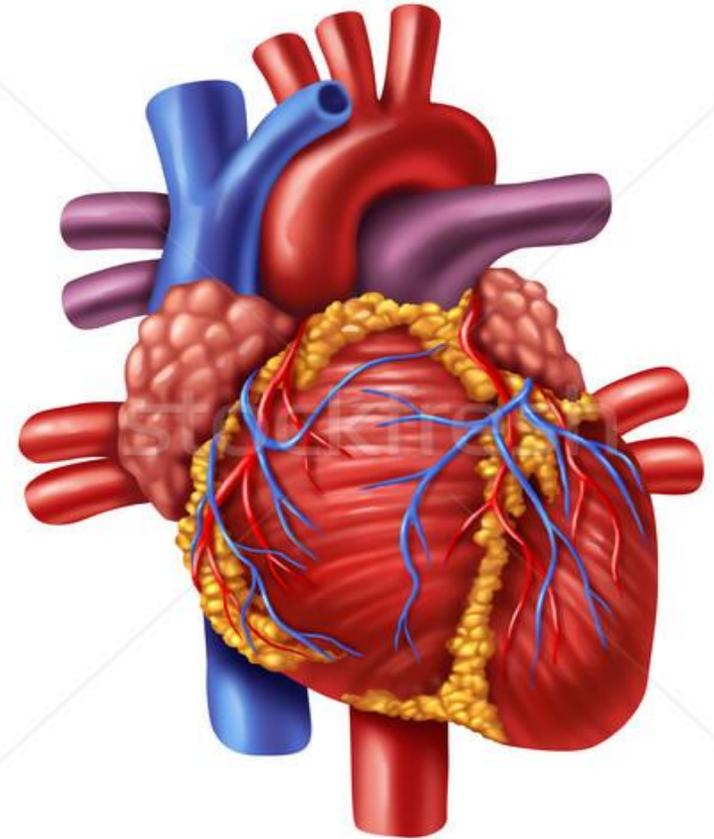


ANATOMIA E FISIOLOGIA CARDÍACA

Ligantes: Elizabete Aparecida Dias, Iago Felipe de Almeida, Júlio Rocha, Mariana Lívia Sevirino Avelar.

INTRODUÇÃO

- O coração é um órgão oco fibromuscular de formato um pouco cônico ou piramidal, com uma base, um ápice e uma série de faces e “margens”.
- Um coração adulto médio tem 12 cm da base até o ápice, 8-9 cm em seu diâmetro transverso mais largo, e 6 cm antero-posteriormente.
- Seu Peso varia de 280 a 340 g (média de 300 g) em homens e de 230 a 280 g (média de 250 g) em mulheres. O peso adulto é alcançado entre as idades de 17 e 20 anos.

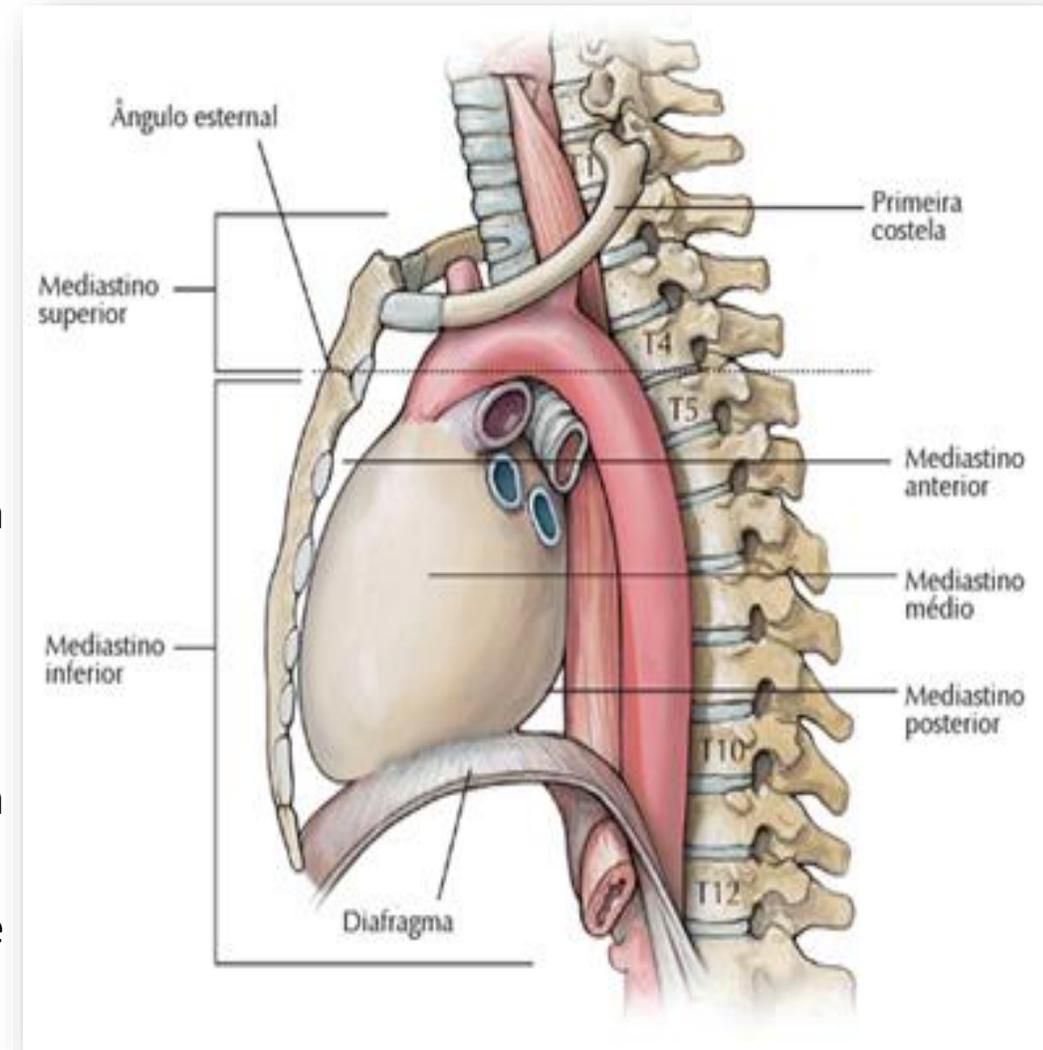


Fonte: STOCKFRESH imagens

ANATOMIA

Limites do coração:

- **Superfície anterior:** abaixo do esterno e das costelas.
- **Superfície posterior:** traqueia, o esôfago e a artéria aorta descendente.
- **Superfície superior:** grandes vasos do coração.
- **Superfície inferior:** repousa sobre o diafragma.
- **Borda direita:** voltada para o pulmão direito e se estende da superfície inferior à base.
- **Borda esquerda:** voltada para o pulmão esquerdo, estendendo-se da base ao ápice.

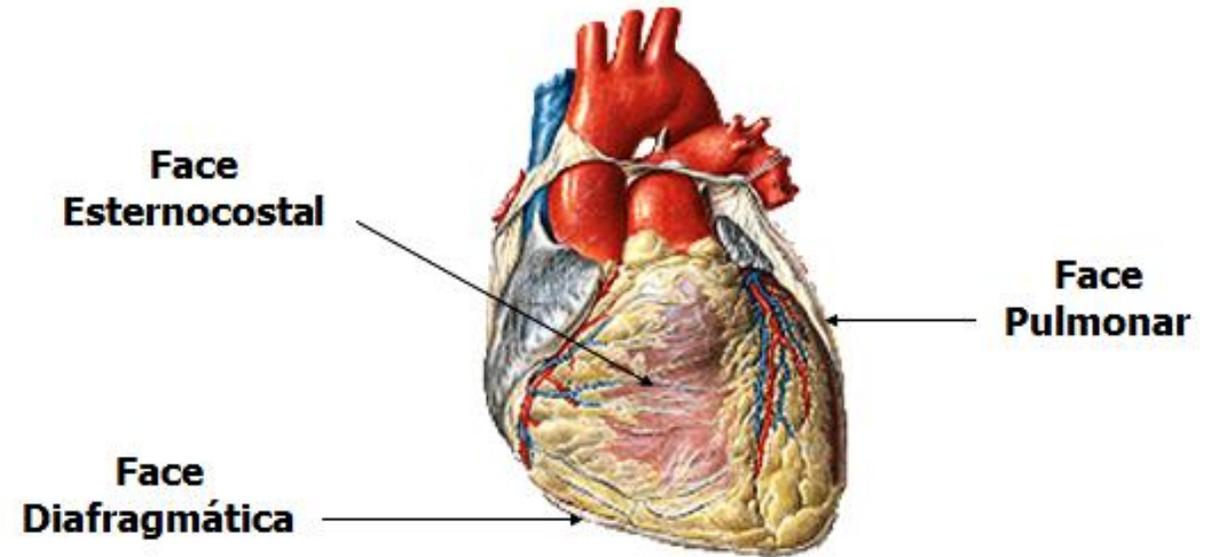


Fonte: Anatomia humana sistêmica e segmentar/Fattini - 3ª ed, 2007

ANATOMIA

Faces cardíacas:

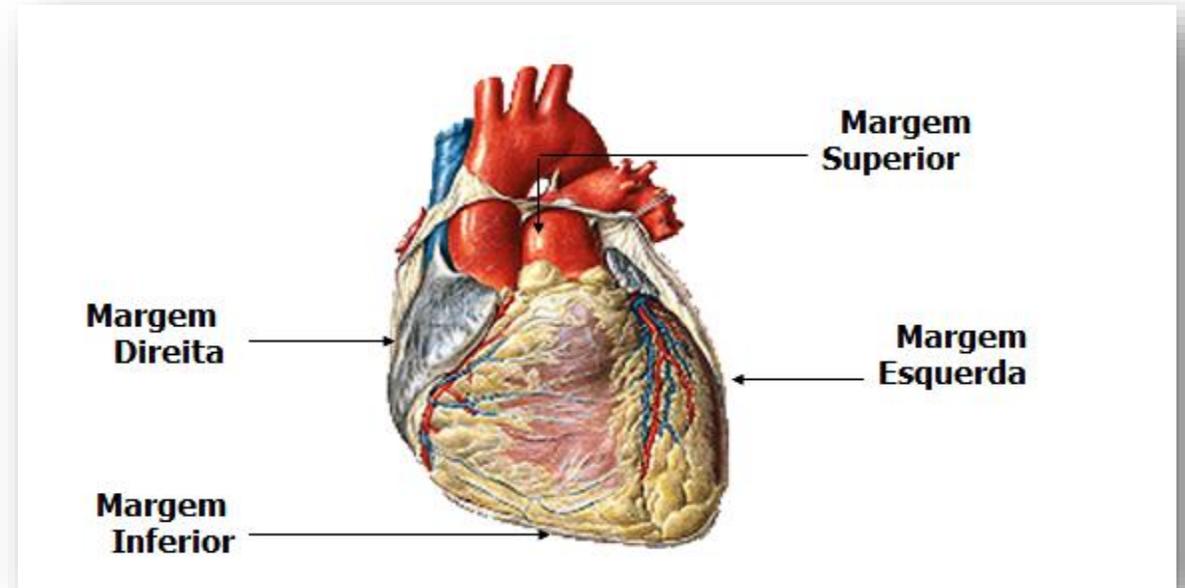
- **Face Anterior (Esternocostal):** Formada principalmente pelo ventrículo direito.
- **Face Diafragmática (Inferior):** Formada principalmente pelo ventrículo esquerdo e parcialmente pelo ventrículo direito; ela está relacionada principalmente com o tendão central do diafragma.
- **Face Pulmonar (Esquerda):** Formada principalmente pelo ventrículo esquerdo; ela ocupa a impressão cárdica do pulmão esquerdo.



ANATOMIA

Margens:

- **Margem Direita** – Formada pelo átrio direito e estendendo-se entre as veias cavas superior e inferior.
- **Margem Inferior** – Formada principalmente pelo ventrículo direito e, ligeiramente, pelo ventrículo esquerdo.
- **Margem Esquerda** – Formada principalmente pelo ventrículo esquerdo e, ligeiramente, pela aurícula esquerda.
- **Margem Superior** – Formada pelos átrios e pelas aurículas direita e esquerda em uma vista anterior; a parte ascendente da aorta e o tronco pulmonar emergem da margem superior, e a veia cava superior entra no seu lado direito. Posterior à aorta e ao tronco pulmonar e anterior à veia cava superior, a margem superior forma o limite inferior do seio transversal do pericárdio.

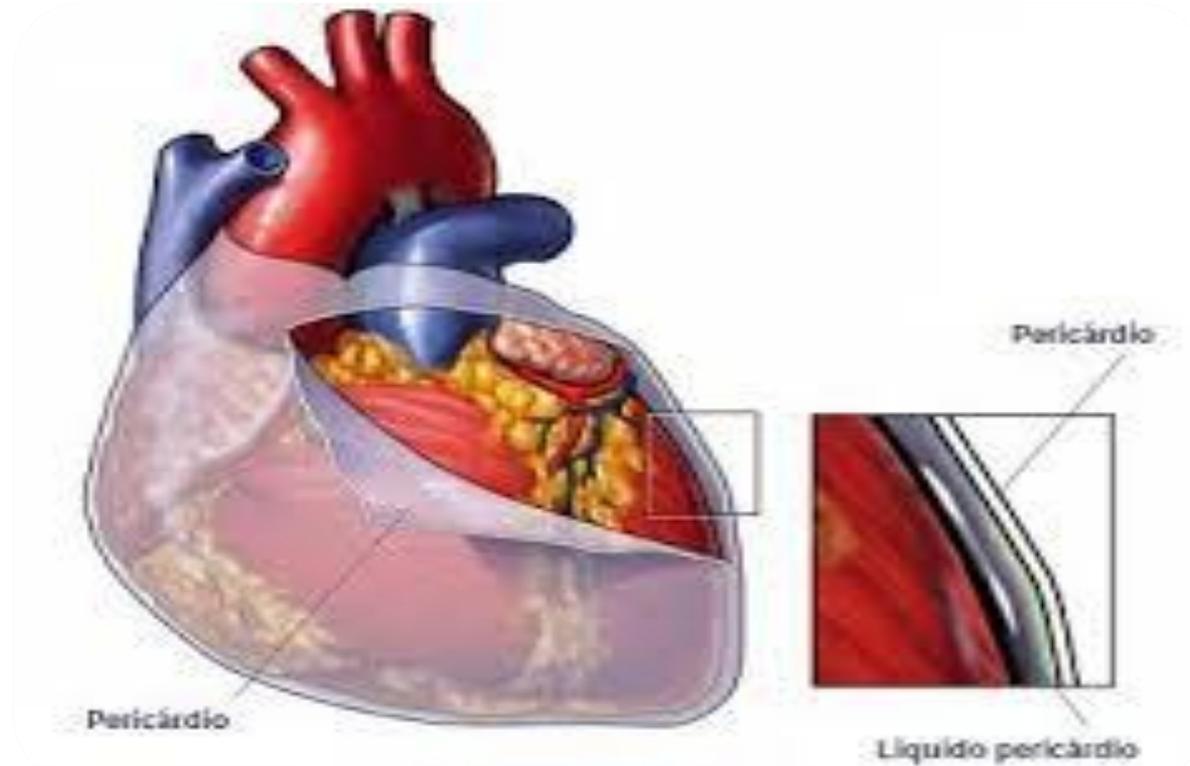


Fonte: NETTER, Frank H.. Atlas de Anatomia Humana. 2ed. Porto Alegre: Artmed, 2000

PERICÁRDIO

- O coração é recoberto e mantido em sua posição pelo pericárdio, que é um saco fibroso, que envolve o órgão e o separa das demais estruturas mediastinais e ainda limita a expansão cardíaca durante a diástole ventricular.
- Camada externa fibrosa – pericárdio fibroso;
- Camada interna serosa – pericárdio seroso: lâmina parietal, aderente ao pericárdio fibroso; lâmina visceral, aderente ao miocárdio, também chamada epicárdio. Entre as lâminas existe uma cavidade virtual, preenchida por líquido que permite o deslizamento entre elas durante as mudanças de volume do coração.

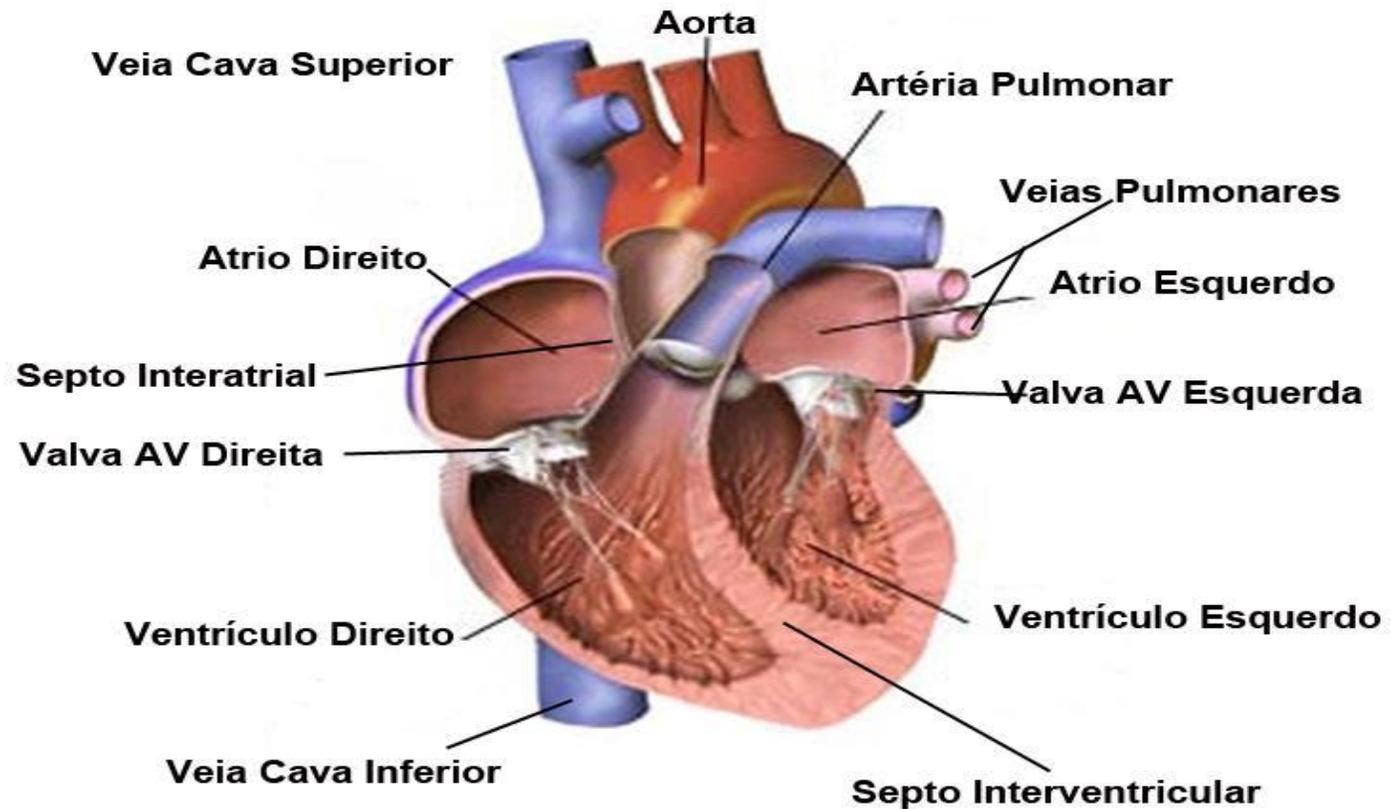
ANATOMIA



Fonte: STOCKFRESH imagens

ANATOMIA

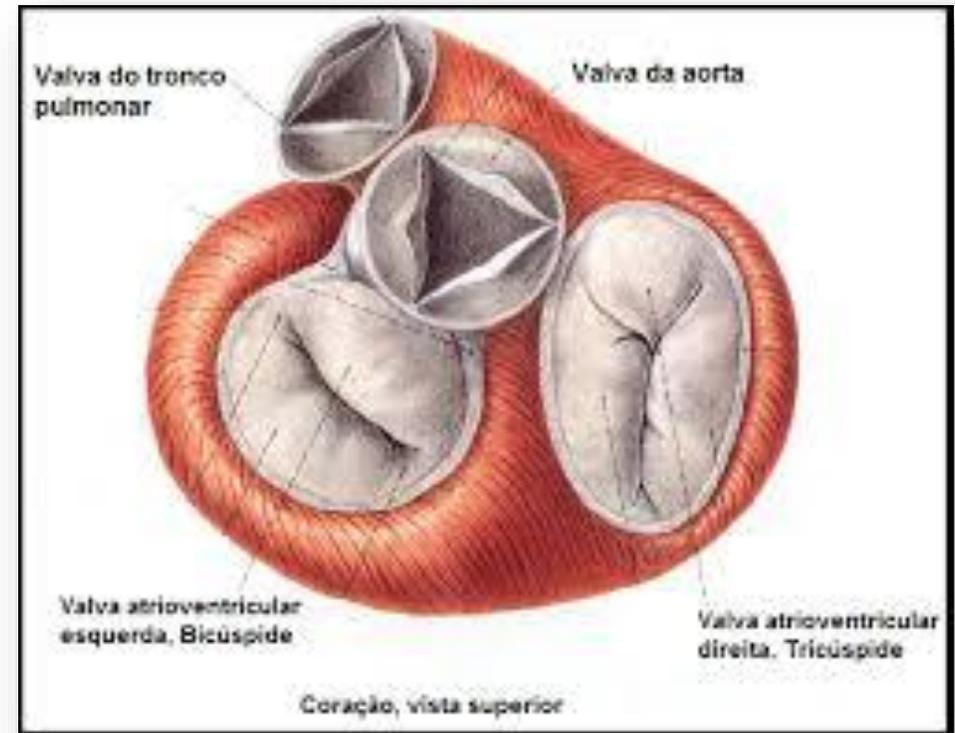
Septos



Fonte: INTERCAT – Cardiologia intervencionista

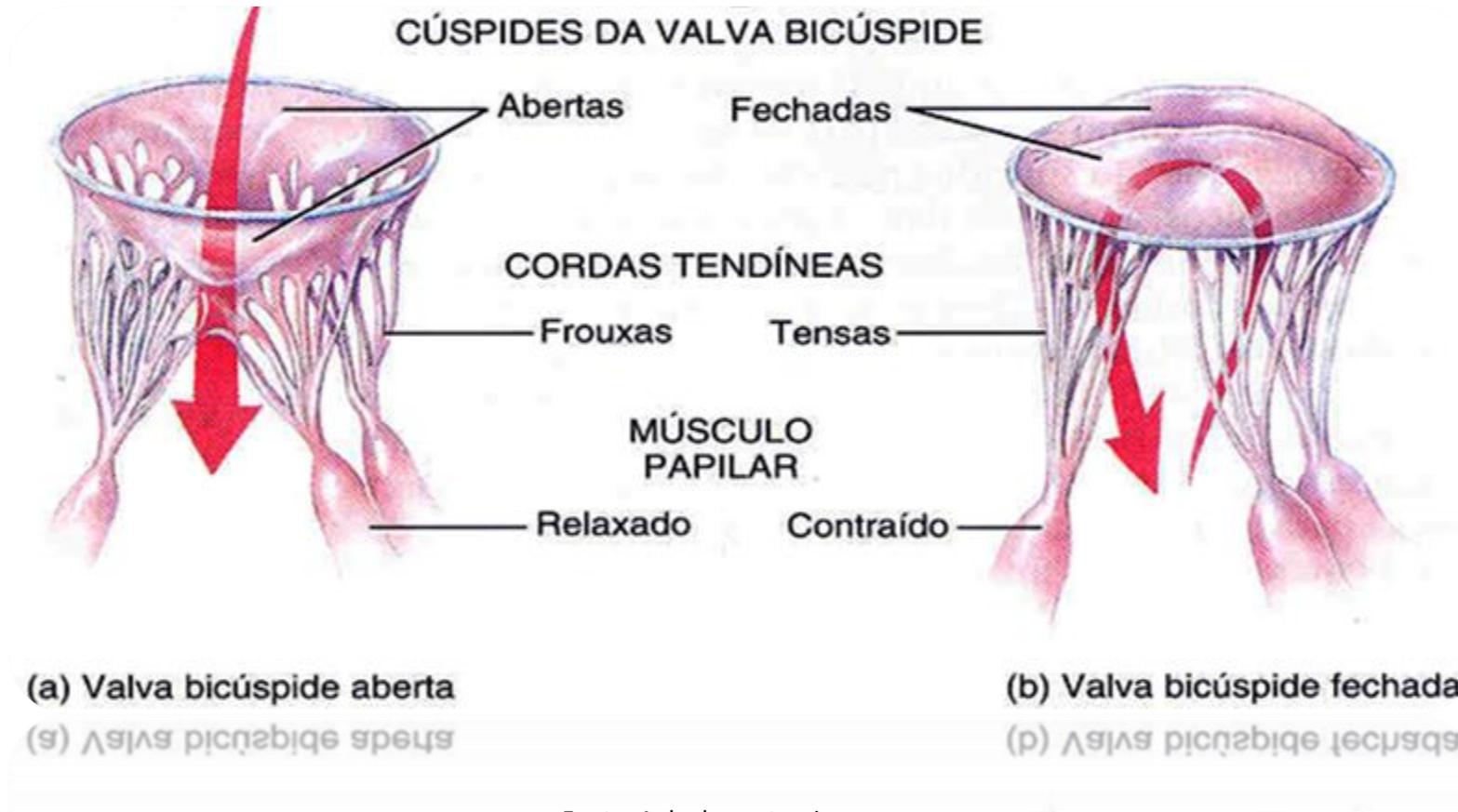
ANATOMIA

- A valva atrioventricular direita possui 03 válvulas, sendo chamada tricúspide, e a esquerda possui 02 válvulas, sendo chamada mitral (bicúspide).
- As cordas tendíneas prendem a valva a músculos papilares, os quais são projeções do miocárdio nas paredes internas do ventrículo.



Fonte: NETTER, Frank H.. Atlas de Anatomia Humana. 2ed. Porto Alegre: Artmed, 2000

ANATOMIA

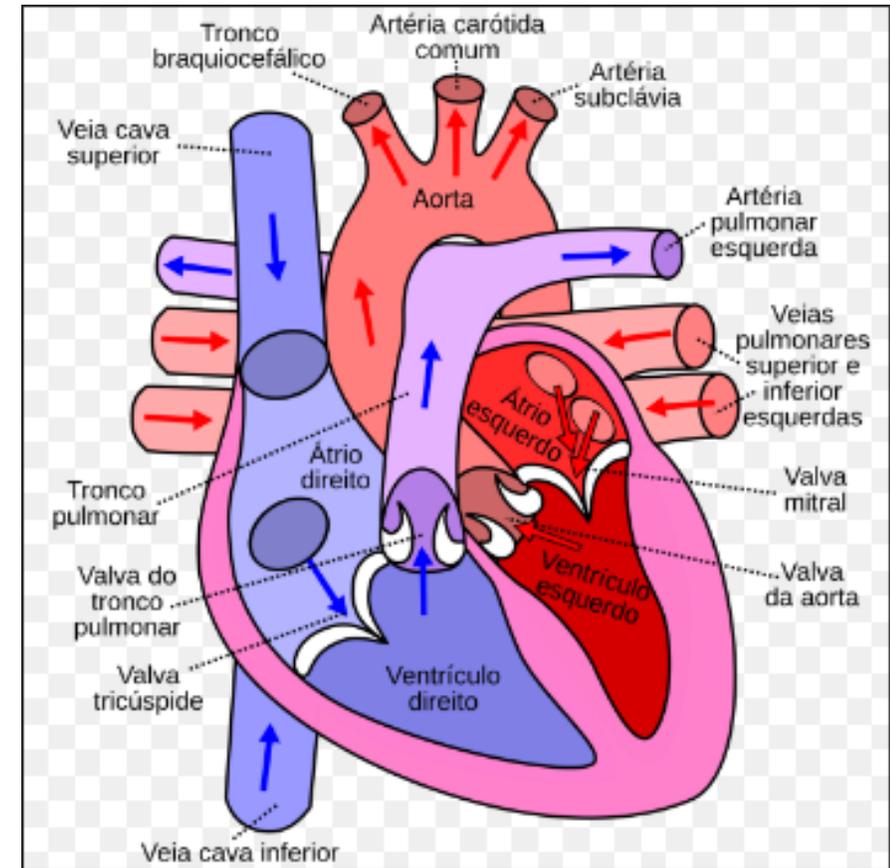


Fonte: Aula de anatomia

ANATOMIA

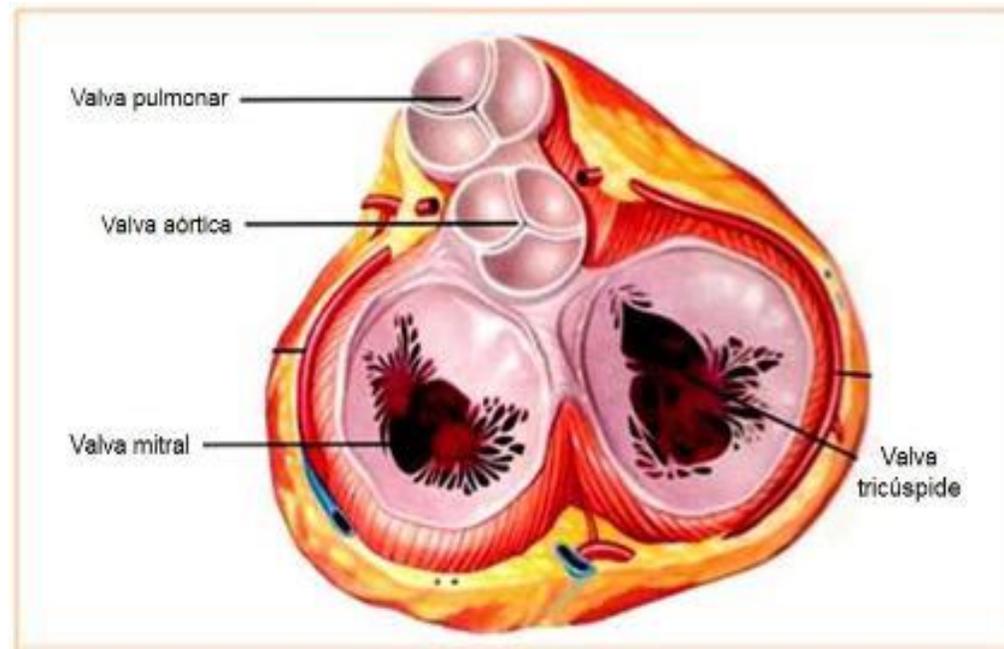
Vasos da base:

- Por onde chega e sai o sangue do coração.
- Átrio direito - veias cavas S e I.
- Átrio esquerdo - veias pulmonares - 04 (duas de cada pulmão).
- Ventriculo direito - tronco pulmonar - artérias pulmonares.
- Ventriculo esquerdo - artéria aorta - o arco aórtico.



ANATOMIA

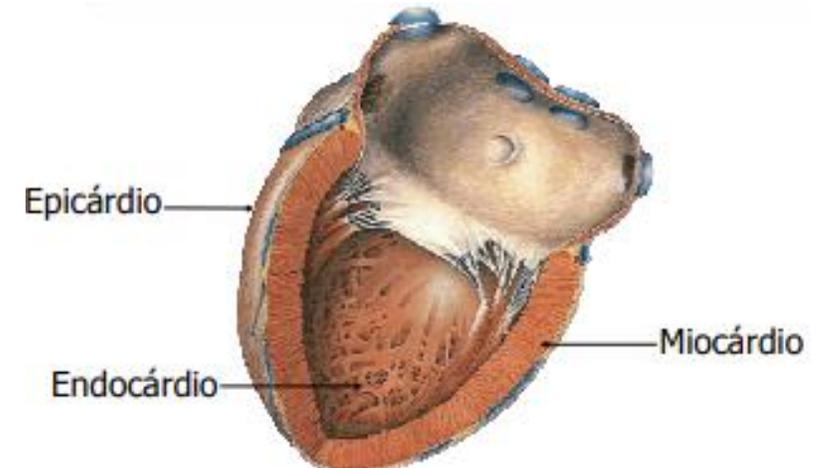
Cada uma destas valvas é constituída por 03 válvulas semilunares, que são lâminas de tecido conjuntivo forradas por endotélio.



ANATOMIA

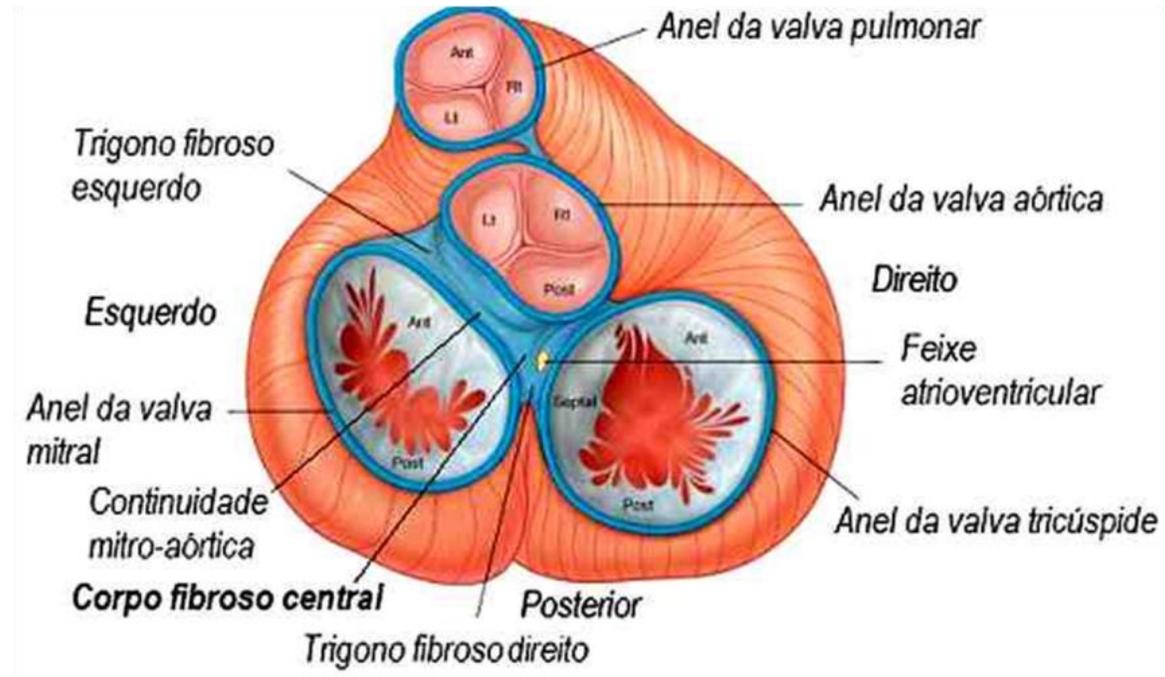
Parede cardíaca:

- **Epicárdio:** camada externa, fina e transparente, composta por mesotélio e tecido conjuntivo. Refere-se a lâmina visceral do pericárdio seroso.
- **Miocárdio:** consiste de tecido muscular cardíaco. Suas fibras são estriadas involuntárias ramificadas, entrelaçadas formando feixes de tecido organizado.
- **Endocárdio:** camada fina de epitélio escamoso simples (endotélio), que reveste o interior do miocárdio e recobre as valvas do coração e as cordas tendíneas ligadas a elas. É contínuo com o epitélio que reveste os grandes vasos sanguíneos.



ANATOMIA

Esqueleto fibroso:



ANATOMIA

Vascularização:

Artérias coronárias D e E, primeiros ramos da aorta, irrigam o miocárdio e o epicárdio.

- Artéria Coronária Direita:
 - Ramo do nó sinoatrial
 - Ramo marginal direito
 - Ramo do nó AV
 - Ramo interventricular posterior*

Átrio direito;

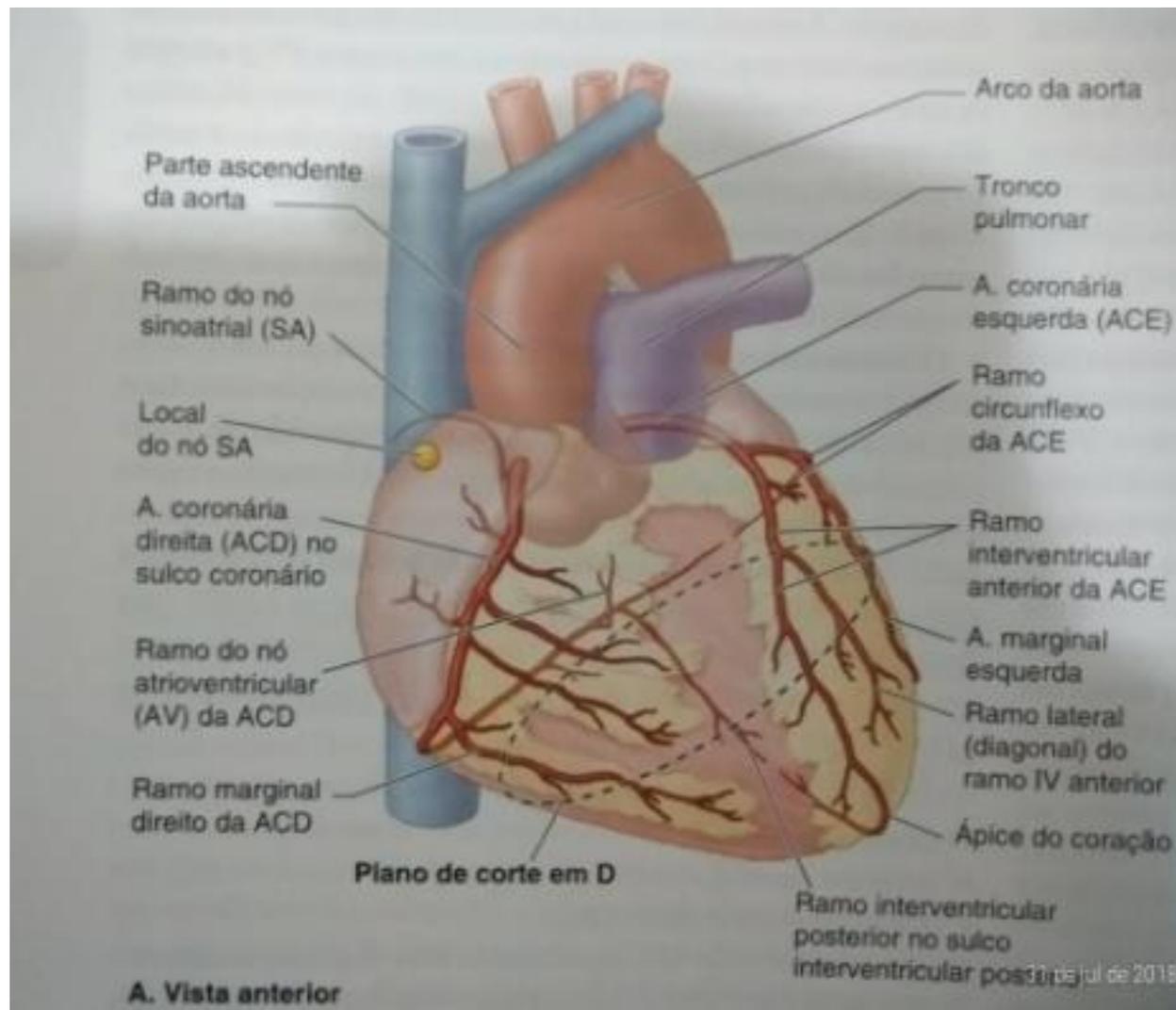
Maior parte do ventrículo direito;

Face diafragmática do VE;

1/3 P do septo IV;

Nó SA (60%);

Nó AV (80%);



ANATOMIA

- **Artéria Coronária Esquerda:**
 - Ramo interventricular anterior
 - Ramo circunflexo
 - (ramo marginal esquerdo e ramo do nó SA)
 - Interventricular posterior (33%)

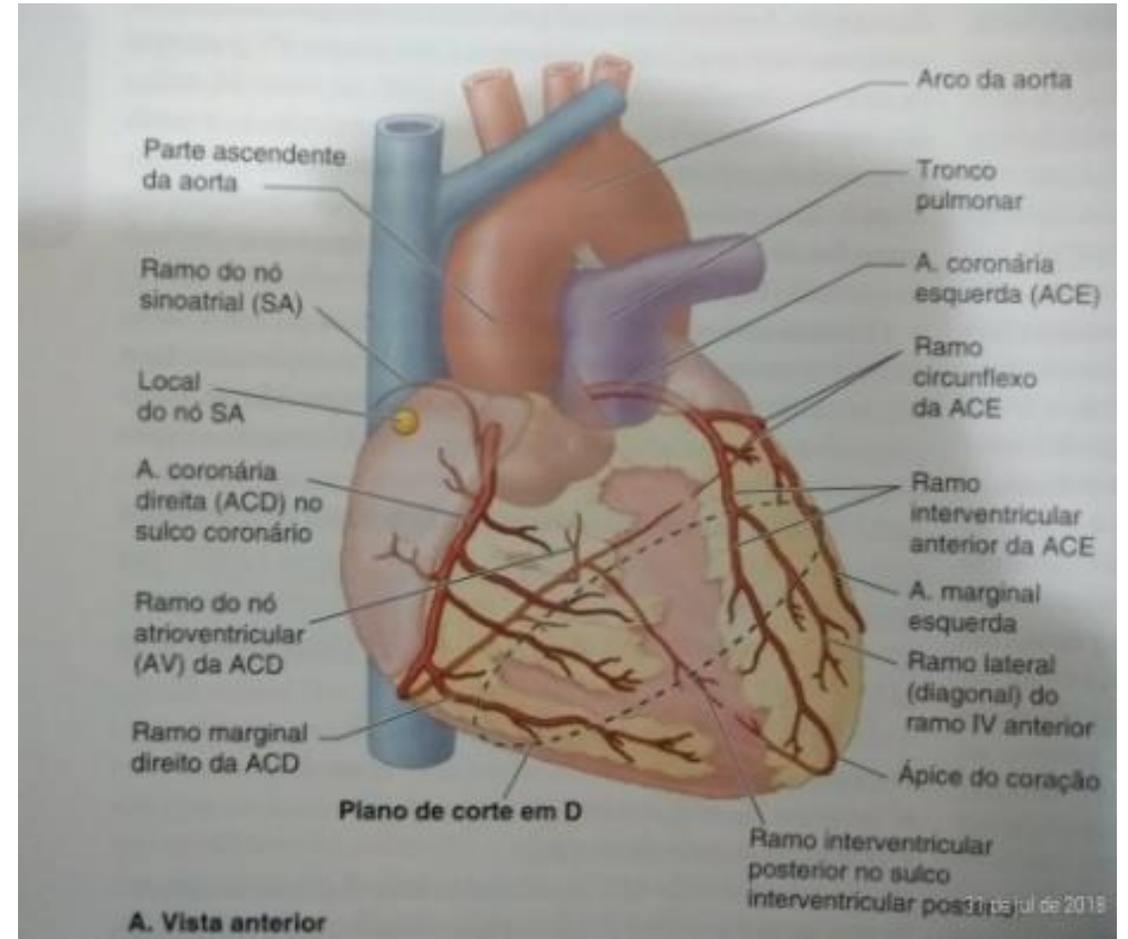
Átrio esquerdo;

Maior parte do VE;

Parte do VD;

2/3 anteriores do septo IV;

Nó SA (40%);

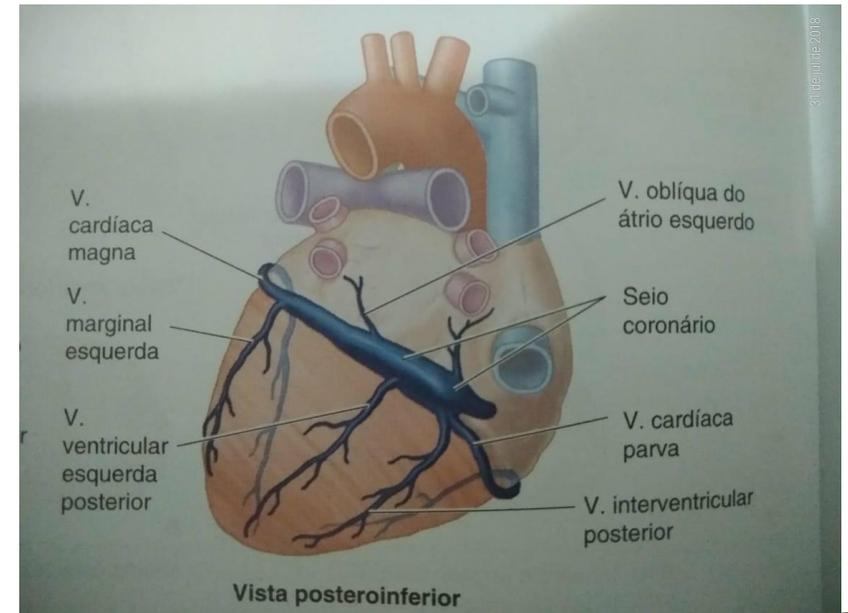
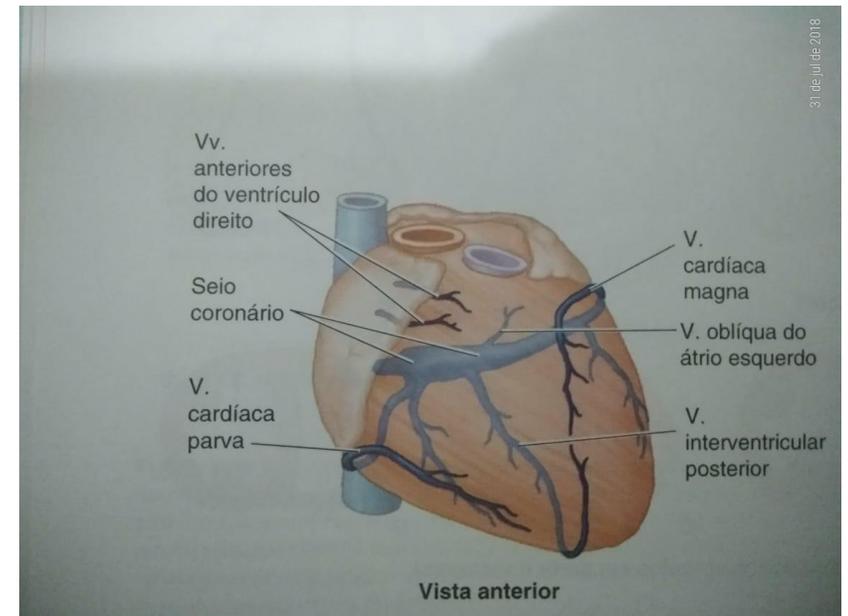


ANATOMIA

Vascularização:

O coração é drenado por veias que se abrem no seio coronário e em parte por pequenas veias que drenam para o átrio direito.

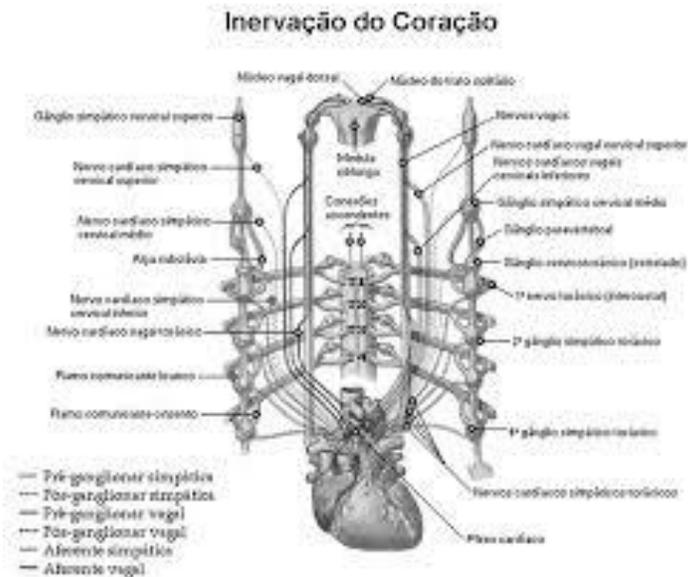
- Seio coronário:
 - Veia cardíaca magna
 - Veia interventricular posterior
 - Veia cardíaca parva
 - Veia posterior do VE
 - Veia marginal esquerda
- Veias anteriores do VD e veias cardíacas mínimas;



ANATOMIA

Inervação:

- A inervação do músculo cardíaco é de duas formas:
 - extrínseca que provém de nervos situados fora do coração
 - intrínseca que constitui um sistema encontrado no coração e que se localiza no seu interior.
- A inervação extrínseca deriva do sistema nervoso autônomo.
- A inervação intrínseca razão dos batimentos contínuos do coração. É uma atividade elétrica que se origina em uma rede de fibras musculares cardíacas especializadas, chamadas células autorítmicas (marca passo cardíaco), por serem auto-excitáveis.



FISIOLOGIA

- **Introdução:**

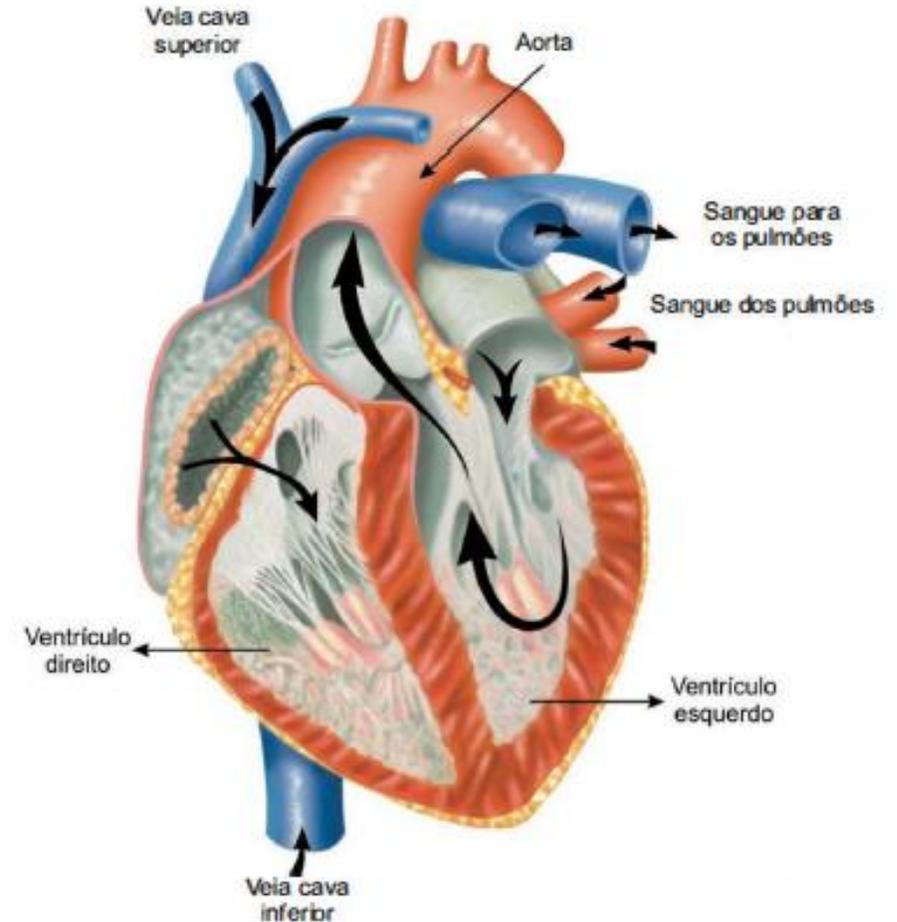
- O sistema cardiovascular apresenta como função primordial o transporte e distribuição de oxigênio e nutrientes para os tecidos e remoção dos produtos do metabolismo.
- Para cumprir essa função o sistema está organizado como:
 - Uma bomba
 - Átrios
 - **Ventrículos**
 - Uma série de tubos para distribuição e coleta
 - Uma rede de vasos finos que permitem trocas rápidas entre os tecidos e o sistema de vasos.

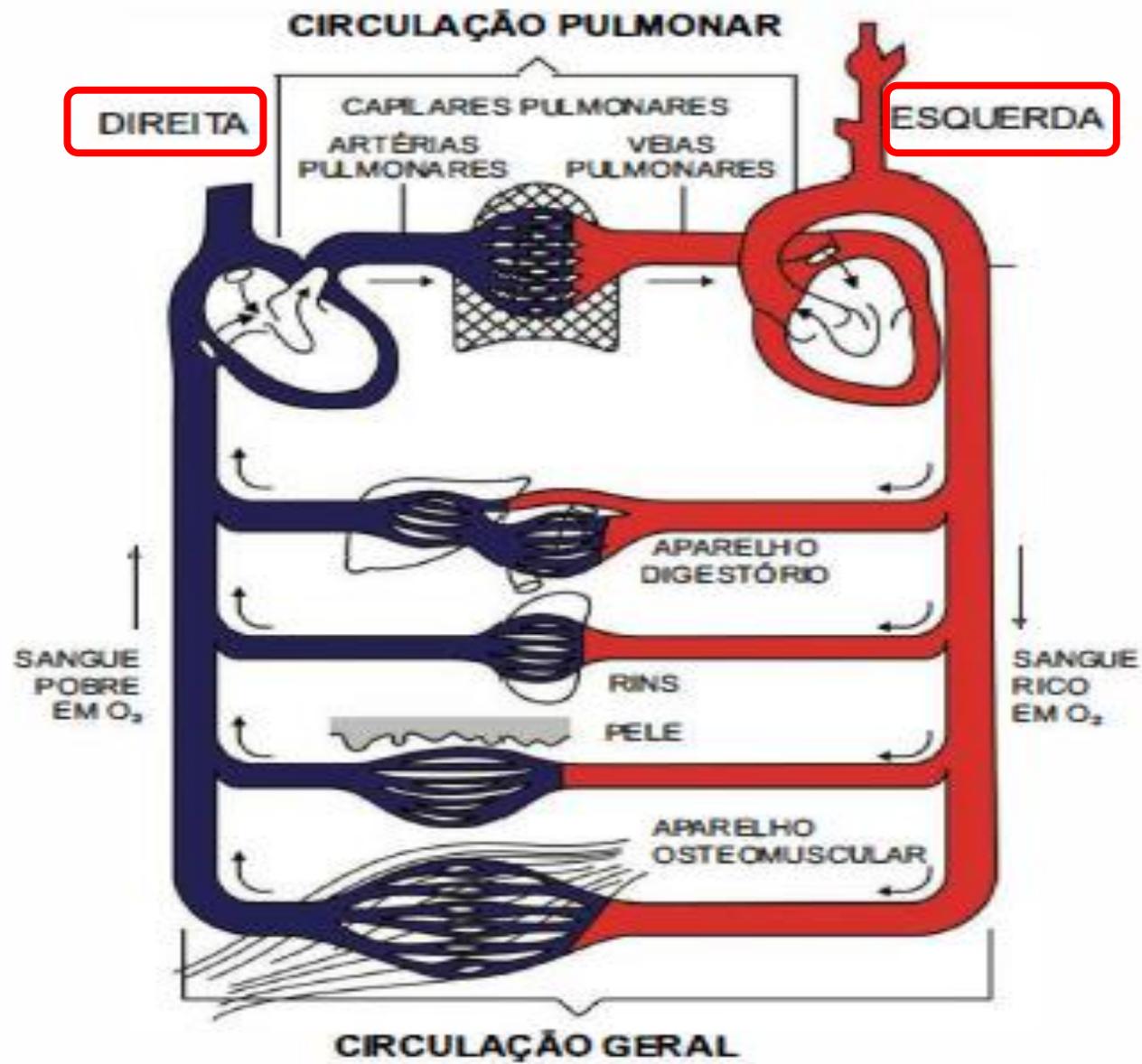
Fisiologia da Circulação

- O circuito do sangue:
 - Sangue Pobre em oxigênio
 - Veias cavas
 - Seio coronário
 - Átrio direito
 - Ventrículo Direito
 - Tronco pulmonar

PULMÃO

- Sangue Rico em oxigênio
 - Veia pulmonar
 - Ventrículo direito
 - Atrio direito
 - Aorta
 - Circulação sistêmica

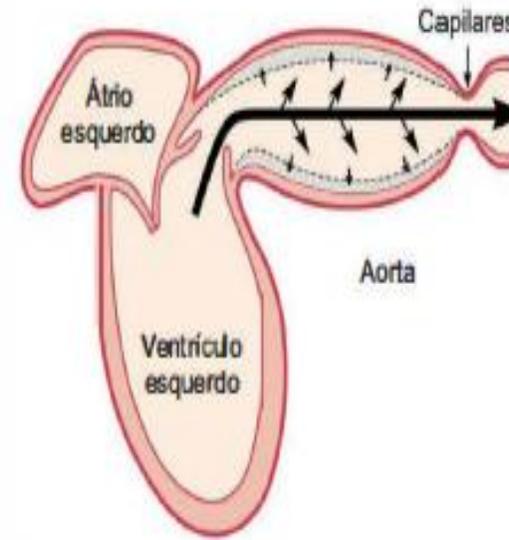




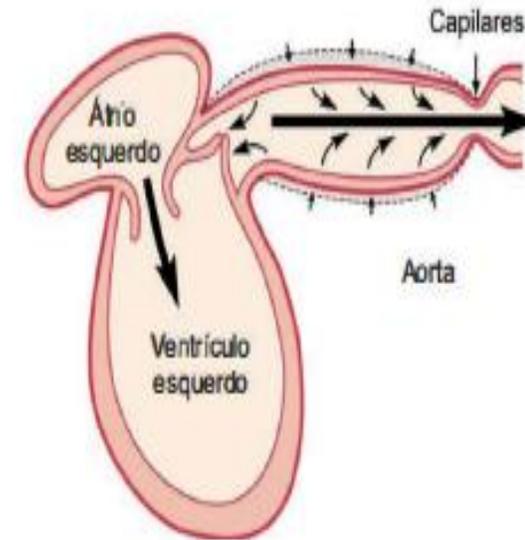
Fisiologia da Circulação

- Ejeção para circulação sistêmica:
 - O sangue, ao ser bombeado pelos ventrículos, passa às grandes artérias.
 - A aorta é o segmento de **MAIOR PRESSÃO** da circulação
 - O **VOLUME SISTÓLICO** é de aproximadamente 70 ml, deve ser acomodado temporariamente no interior do segmento inicial da aorta.
 - Mas o volume da aorta é insuficiente pois o diâmetro possui em torno de 2,5 a 3,5 cm.

A - Sístole



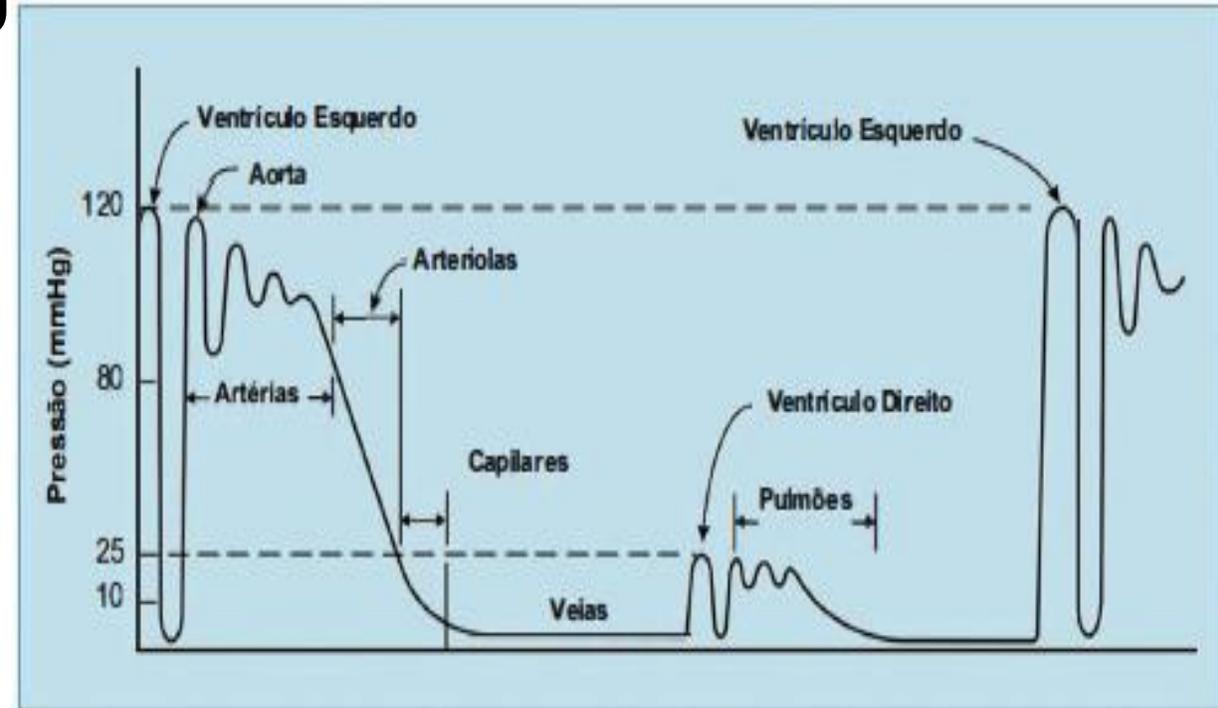
B - Diástole



COMPLACÊNCIA

Fisiologia da Circulação

- **Pressão e Velocidade do Fluxo sanguíneo:**
- Durante o trajeto do sangue pelo sistema vascular, os vasos sanguíneos proporcionam condições físicas ideais para que a função do sistema seja atingida de forma adequada na microcirculação.
 - Fluxo contínuo com baixa pressão e baixa velocidade
 - Perfusão adequada dos tecidos
 - Proporcionando difusão de nutrientes e recolhimento de produtos do metabolismo ao nível capilar.

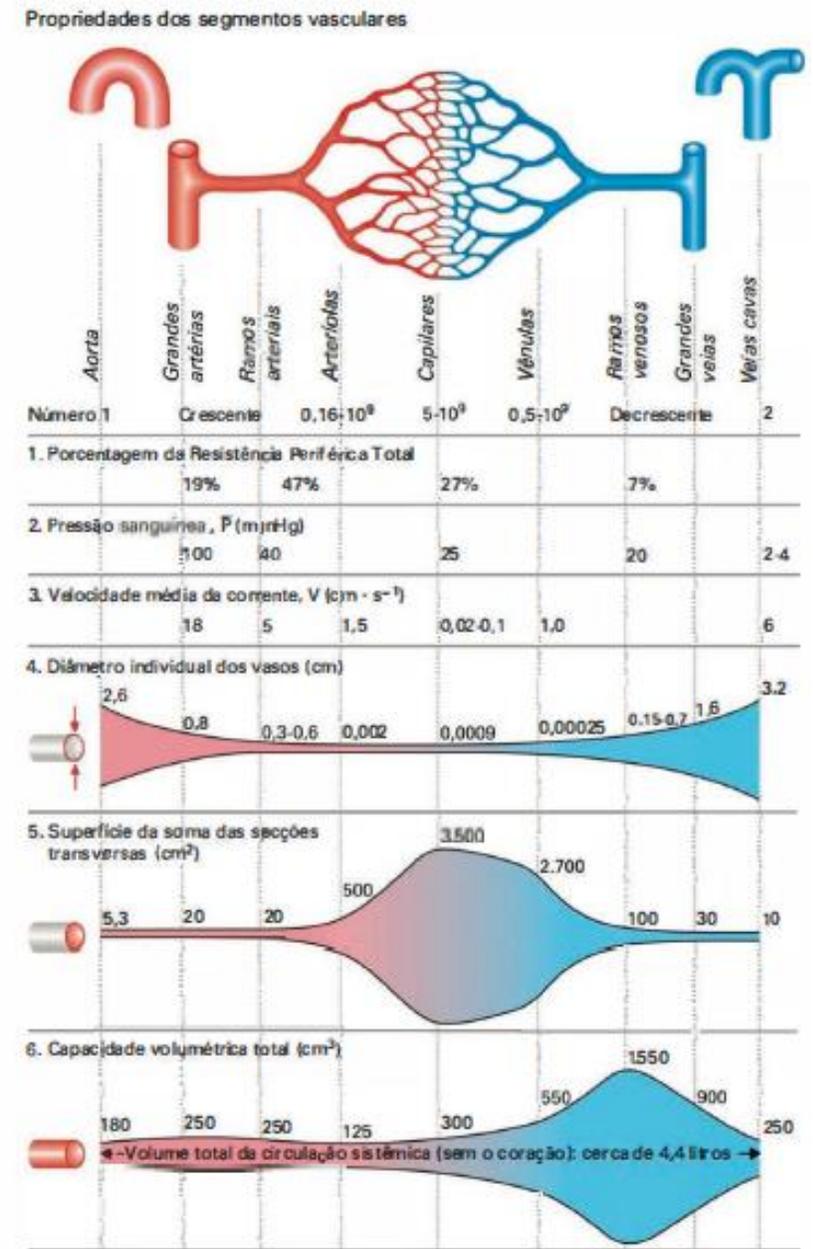


1. CALIBRE DOS VASOS
2. ÁREA DE SECÇÃO TRANSVERSA

Fisiologia da Circulação

Onde há mais volume sanguíneo?
Leito Arterial X Leito venoso

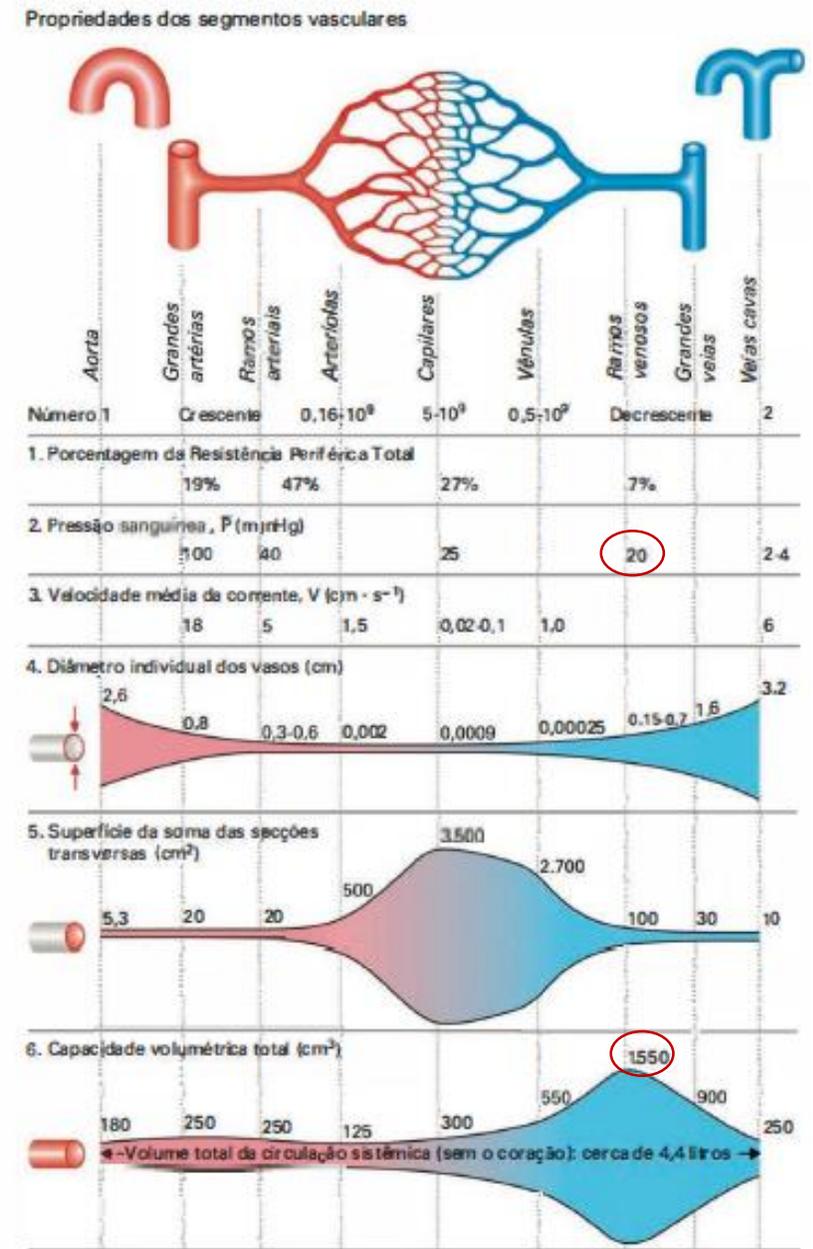
Leito Venoso!!



Fisiologia da Circulação

Leito venoso

- Sistema de baixa pressão
 - não exige paredes espessas
 - paredes com poucas fibras musculares, mas bastante distensíveis devido a presença de fibras elásticas.
- Reservatórios sanguíneos
- Diante de uma situação em que há necessidade de aumentar o volume sanguíneo circulante, há uma descarga noradrenérgica, que causa uma venoconstrição, resultando em aumento do volume sanguíneo disponível.



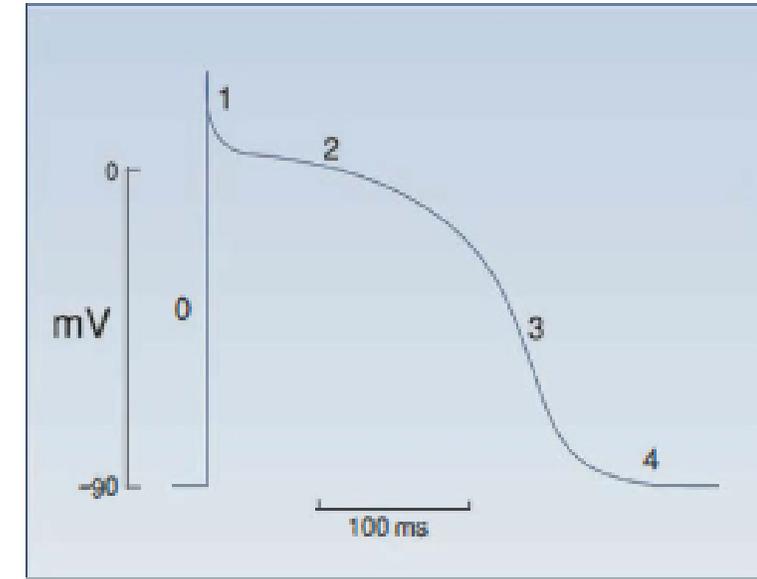
Eletrofisiologia do Coração

- Nas células cardíacas, assim como em outras células excitáveis, o citoplasma é eletricamente negativo em relação ao meio extracelular, com um valor estável de aproximadamente -80 mV.
- O potencial de repouso é determinado basicamente por dois fatores:
 - 1) A existência de gradientes de concentração de íons através da membrana
 - 2) Na célula em repouso, a permeabilidade da membrana ao K^+ é muito maior que a permeabilidade a outros íons. Portanto, o potencial de repouso apresenta um valor muito próximo ao potencial de equilíbrio para o K^+
- \uparrow permeabilidade ao K^+ deslocam o potencial de repouso para níveis mais negativos (hiperpolarização)
- \downarrow permeabilidade \uparrow dos íons Na^+ e Ca^{2+} deslocam o potencial para níveis menos negativos (despolarização)

Eletrofisiologia do Coração

- Potencial de ação rápido

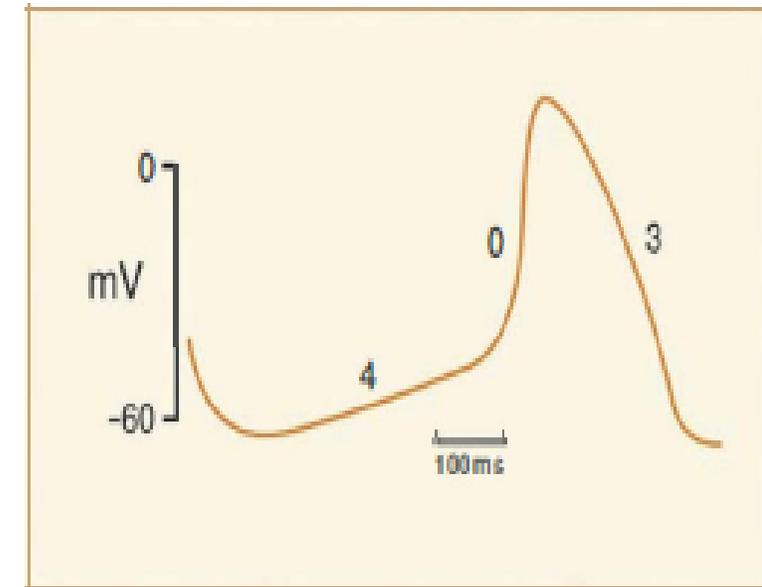
- A fase 0 do potencial de ação é produzida por corrente de influxo (entrada) de íons Na^+ através de canais de Na^+ dependentes de voltagem (se abrem - 65mV)
- A fase 1 do potencial de ação, constituída de um breve período de repolarização, reflete a ativação de uma corrente transitória de efluxo de K.
- A fase 2 do potencial de ação é caracterizada pelo platô de longa-duração, que é produzido essencialmente por uma corrente de influxo de Ca^{2+} que sustenta a despolarização da membrana contra a ação repolarizante das correntes de efluxo de K^+
- Na fase 3, a fase final de repolarização do potencial de ação, a inativação dos canais de Ca^{2+} e a ativação máxima dos canais de efluxo de K^+ geram correntes repolarizantes que deslocam o potencial de membrana de volta ao potencial de repouso.
- Durante a fase 4 temos a manutenção do potencial de repouso.



Eletrofisiologia do Coração

- **Potencial de ação lento**

- A fase 0: Ativação dos canais de cálcio por volta de -40mV , desencadeando a despolarização completa.
- Fase 3: Temos a inativação dos canais de Ca^{2+} e a ativação dos canais de efluxo de K^{+} geram correntes repolarizantes que deslocam o potencial de membrana de volta ao potencial de repouso.
- Fase 4: há abertura de canais de sódio do tipo lento que promovem um lento influxo de sódio e aumento do potencial de repouso.

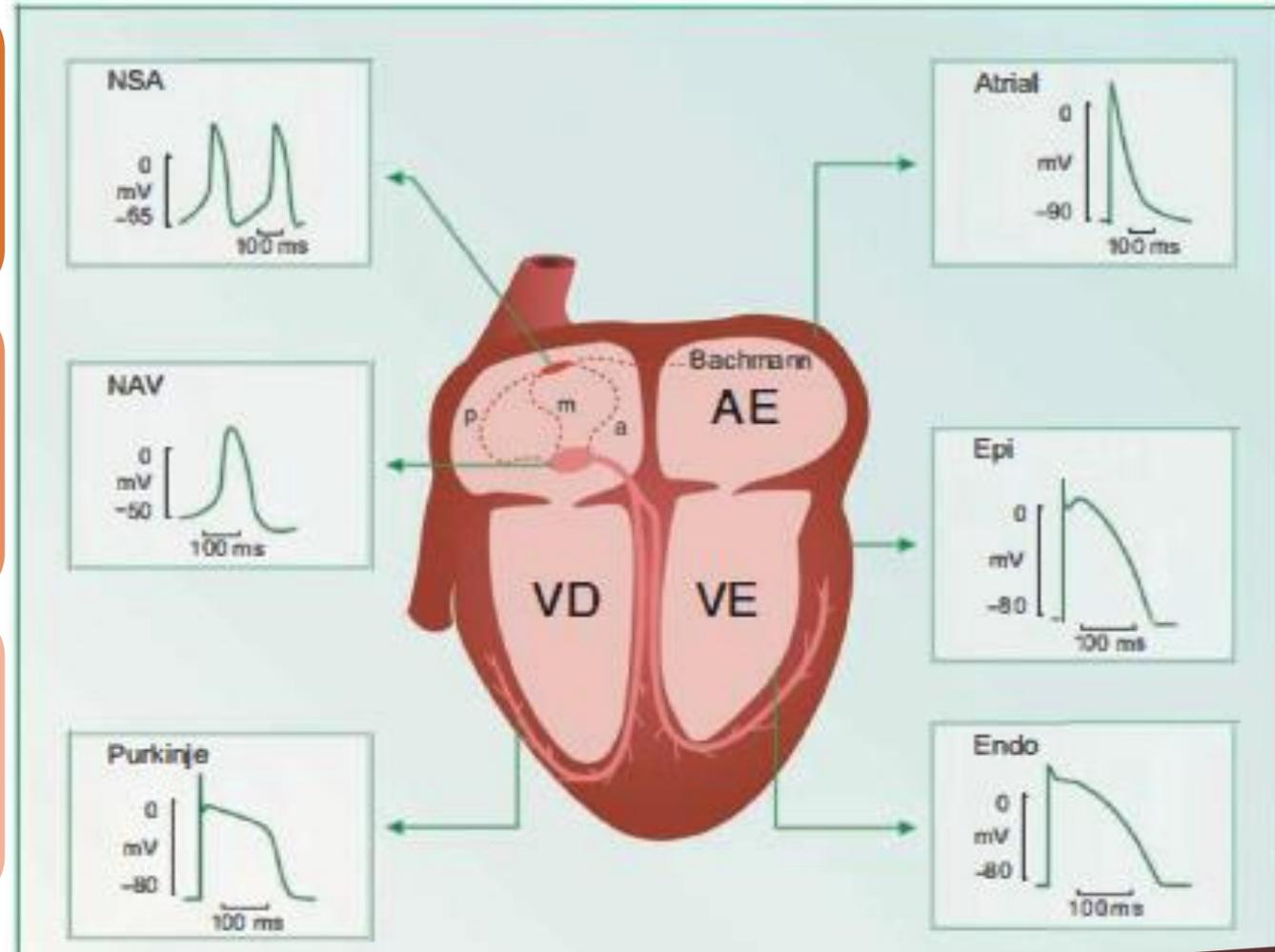


Eletrofisiologia do Coração:

O impulso elétrico tem origem no nódulo sinoatrial (NSA), de onde se propaga diretamente para o miocárdio atrial direito e se propaga por 2 caminhos:

O primeiro é feito ao atingir o feixe de Bachmann, sistema que conduz o impulso para o átrio esquerdo. O feixe constitui uma via de transmissão rápida do impulso elétrico, permitindo sincronia da contração dos dois átrios.

O segundo é feito através dos tratos internodais anterior (a), médio (m) e posterior (p) conduzem rapidamente o impulso para o nódulo atrioventricular (NAV), que segue para feixe de His, fibras de Purkinje e contração do miocárdio ventricular.



Fisiologia

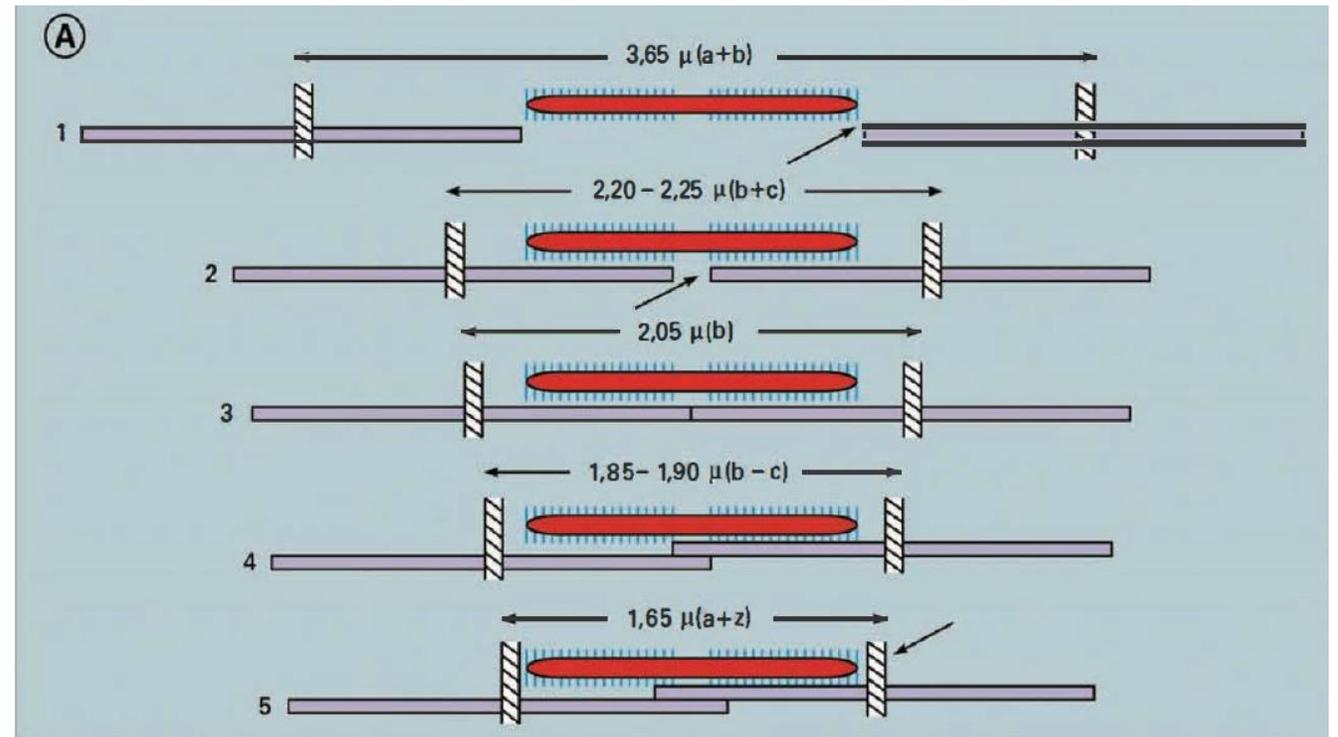
- Excitação-contração e contratilidade
- Miócitos
 - 1/3 número de células mas 75% do volume total do miocárdio.
 - Células alongadas que se unem para formar a fibra cardíaca por processos citoplasmáticos.
 - Discos intercalados: presentes na extremidade das células, é um conjunto especializado de junções intercelulares.
- Sarcolema: membrana plasmática, contém núcleo, citoplasma, organelas, actina e miosina.
 - Túbulos T: invaginações da membrana que aumentam a superfície de contato do meio extracelular com a miosina.
 - Retículo sarcoplasmático e cisternas – ricas em cálcio.

Fisiologia

- Sarcômero - Unidade funcional e estrutural do coração
- Como ocorre a contração:
 - Quando a concentração de Ca^{2+} se eleva no citoplasma, ele se liga a troponina C, mudando a conformação espacial da tropomiosina, o que descobre os sítios de actina que são reativos as pontes de miosina. Na presença de cálcio e ATP, é então desencadeado o ciclo contração/relaxamento. O ATP é clivado, gerando energia para a movimentação do complexo actina-miosina, aproximando a linha Z.
- O papel do íon Cálcio
 - A contração depende do cálcio, que é armazenado no retículo sarcoplasmático.
 - No repouso, o íon se encontra dentro do retículo e não está em quantidade suficiente no citoplasma para desencadear a contração.
 - O estímulo elétrico do potencial de ação leva a abertura dos canais de cálcio.
 - A força de contração é diretamente proporcional a concentração de Ca^{2+} .

Fisiologia

- Mecanismos intrínsecos de força de contração do miocárdio
- Como o músculo cardíaco é capaz de regular sua força de contração?
- Capacidade de alterar a disponibilidade de cálcio.
- Capacidade de alterar o tamanho inicial do sarcômero.



Fisiologia

- Mecanismos extrínsecos no controle da contratilidade e relaxamento cardíacos
- Controle neural simpático
 - Noradrenalina liberada pela estimulação simpática interage com receptores β -adrenérgicos
 - Leva a maior liberação de cálcio e aumento da força de contração.
 - O cálcio aumenta a velocidade com o qual o ATP é degradado, com maior liberação de energia e aumento da velocidade de contração.
- Catecolaminas adrenais
- Receptores muscarínicos
 - Quando estimulados pela acetilcolina possuem efeitos inotrópicos negativos.

Fisiologia

- Ciclo cardíaco
- O coração é uma bomba: 72 bpm = 72 hertz. O coração bate em média, mais de 3 bilhões de vezes durante a vida.
- O coração funciona em 2 tempos.
- Sístole: esvaziamento da câmara durante a contração.
- Diástole: enchimento durante o relaxamento.
- Valvas cardíacas
 - Permitem que o sangue siga em apenas uma direção
 - Permitem que os ventrículos possuam períodos em que fiquem isolados do resto da circulação
 - Abertura e fechamento das válvulas se dá por diferença de pressão no interior das câmaras, os músculos papilares exercem função apenas de impedir a eversão das válvulas.

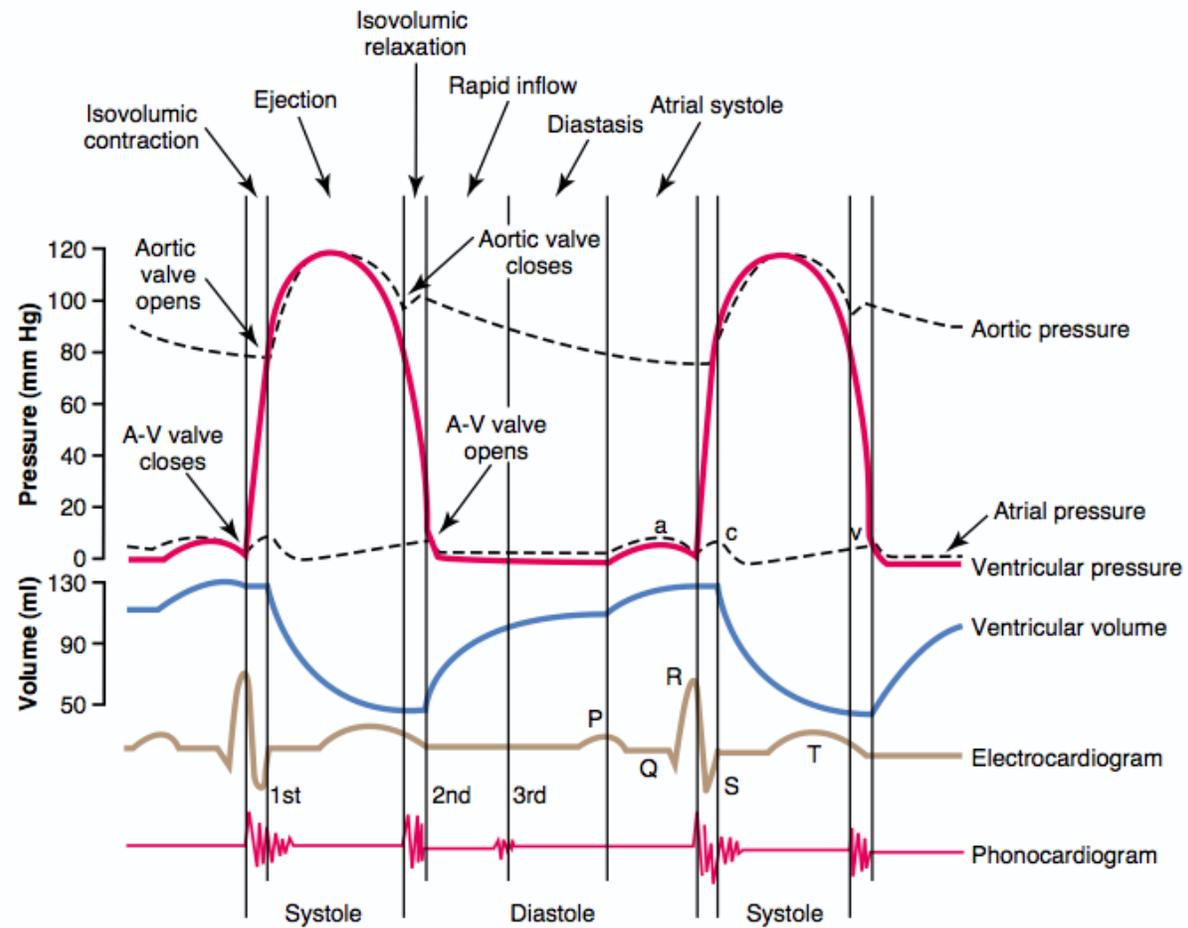
Fisiologia

- O ciclo cardíaco
- Fases da sístole
 - 1) Contração isovolumétrica: a contração se inicia, mas a pressão exercida ainda não é suficiente para abrir a válvula aórtica. A mitral permanece fechada. O volume no interior do ventrículo não varia. Isso gera aumento rápido da pressão, que forçará a abertura da válvula aórtica.
 - 2) Ejeção ventricular máxima: a válvula aórtica se abre e começa a ejeção de sangue, em ritmo acentuado. Durante essa fase a pressão no ventrículo continua se elevando.
 - 3) Ejeção ventricular reduzida: o fluxo de sangue continua, com menos velocidade e intensidade. A pressão no ventrículo cai progressivamente, atingindo valores abaixo da pressão da aorta. O fluxo de sangue continua por cinética da massa de sangue ejetada. Fecha-se a valva aórtica.

Fisiologia

- Fases da diástole
 - 1) Relaxamento isovolumétrico: o ventrículo se relaxa progressivamente, com todas as válvulas fechadas. A pressão no interior do VE ainda é muito alta para permitir a abertura da mitral. O volume não se altera, mas a pressão cai, atingindo valores próximos de zero.
 - 2) Enchimento diastólico rápido: A mitral se abre e o sangue flui rapidamente do átrio, elevando a pressão no interior do ventrículo (5 mmHg).
 - 3) Enchimento diastólico lento: o aumento da pressão no interior do ventrículo leva a diminuição do enchimento.
 - 4) Contração atrial: o átrio contrai-se, terminando por completar o enchimento ventricular antes da próxima sístole.

Fisiologia



Fisiologia

- Bulhas cardíacas
- São os sons produzidos pela atividade cardíaca.
 - Fechamento das válvulas atrioventriculares – B1.
 - Fechamento das válvulas aórtica e pulmonar – B2.
- Pulso: permite observar a frequência e a energia proveniente da contração cardíaca.

Ausculta

- Bulhas Cardíacas

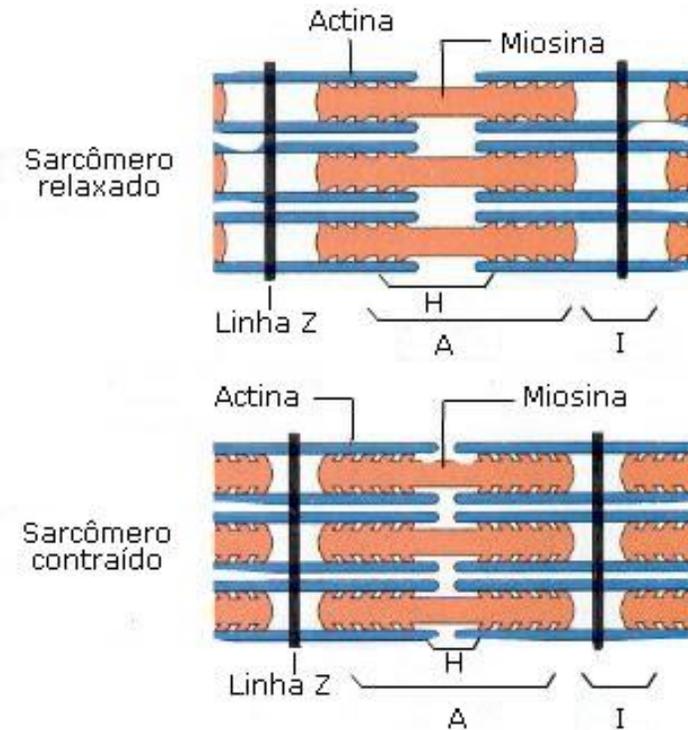
B1	B2	B1	B2
tum	ta	tum	ta

B1	B2	B3	B1	B2	B3
tum	ta	tu	tum	ta	tu

B4	B1	B2	B4	B1	B2
tu	tum	ta	tu	tum	ta

Fisiologia

- Mecanismo de Frank-Starling
 - “Quanto maior o comprimento da fibra no fim da diástole, maior será o volume sistólico”.
 - “Quanto maior o tamanho da fibra em repouso, maior será sua força de contração subsequente”.
- O mecanismo define que o coração possui uma capacidade intrínseca de se adaptar a volumes crescentes de afluxo sanguíneo, ou seja, quando mais o miocárdio for distendido durante o enchimento, maior será a força de contração e maior será a quantidade de sangue bombeada para a aorta.



Fisiologia

- Pré-carga
 - É a força/pressão ou carga exercida no ventrículo esquerdo no final da diástole.
 - Refere-se a quantidade de sangue presente no ventrículo ao final da diástole.
 - Determinante no trabalho desenvolvido pelo coração
- Pós-carga
 - Se refere a força ou pressão que os ventrículos tem que exercer para vencer a resistência da circulação sistêmica e ejetar seu volume sanguíneo.
 - É determinada pelo volume e massa do sangue ejetado, tamanho e espessura da parede dos ventrículos e impedância dos vasos.

Fisiologia

- Volume diastólico final
- Volume sistólico final
- Volume sistólico: é a diferença entre o VDF e o VSF, representa o volume ejetado pelo coração em cada sístole.
- Fração de ejeção: é a relação entre o VS e o VDF (VS/VDF). É representado na forma de porcentagem e deve ser maior do que 55% num coração normal.

REFERÊNCIAS

- Gray's, anatomia / Susan Standring ; [tradução Denise Costa Rodrigues... et al.]. - Rio de Janeiro : Elsevier, 2010.
- Anatomia humana sistêmica e segmentar / José Geraldo Dângelo, Carlos Américo Fattini - 3ª ed: Editora Atheneu, 2007.
- Fisiologia Básica/ Rui Curi, Joaquim procopia- 1ª ed: Guanabara Koogan
- Tratado de fisiologia médica/ Guyton & Hall - 11ª ed: Elsevier
- Berne & Levy Fisiologia/ Bruce M. Koeppen- 6ª ed: Elsevier