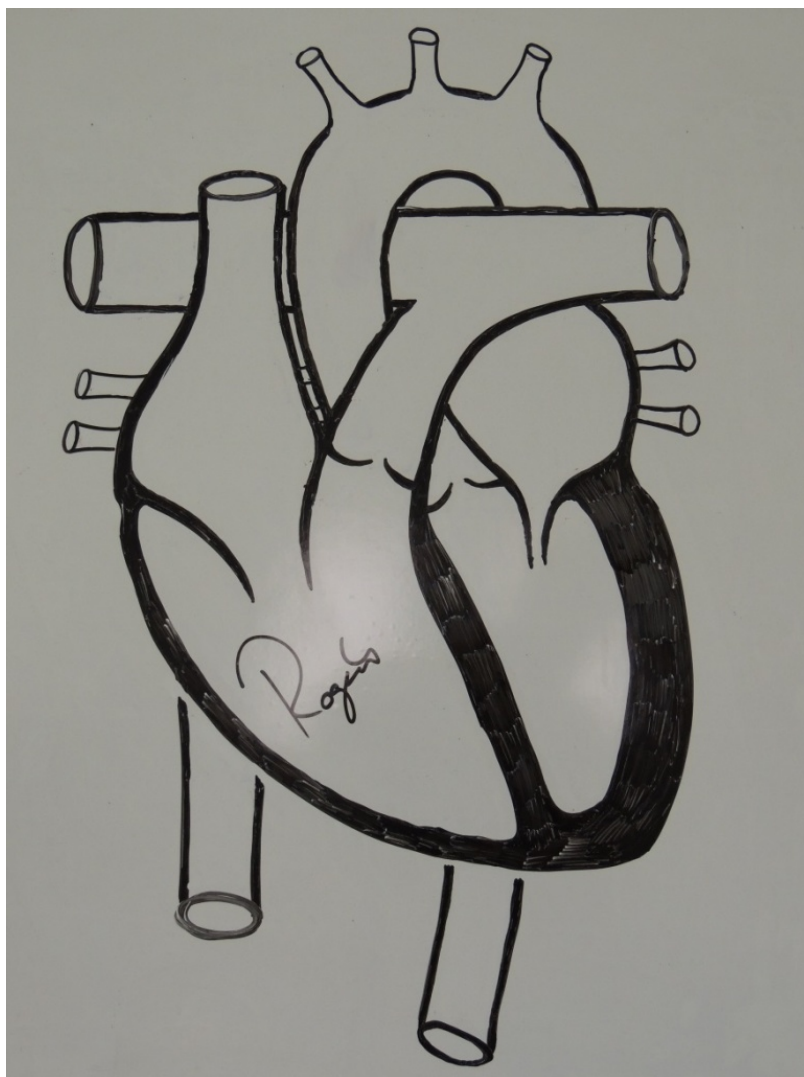


Sistema Circulatório

O sangue circula pelo corpo humano através de uma rede de tubos chamados vasos sanguíneos, e para circular por este sistema o sangue precisa ser impulsionado por uma bomba mecânica, que é o coração. Pelo fato de este sistema possuir o coração e os vasos sanguíneos para o sangue circular, ele também é conhecido como sistema cardiovascular. Todos os órgãos do corpo precisam captar os nutrientes que circulam na corrente sanguínea, assim como precisam eliminar as toxinas produzidas em seus processos metabólicos. Este processo mantém todas as suas 100 trilhões de células vivas, e para isto o coração precisa bombear continuamente o sangue através de uma rede vascular com mais de 90 mil quilômetros de extensão. O infarto do miocárdio e o AVC (acidente vascular cerebral) são as principais causas de mortes no Brasil e no mundo, e são doenças onde ocorre o colapso do sistema cardiovascular. O ramo das ciências médicas que estuda o coração é a *cardiologia* e o que estuda os vasos sanguíneos é a *angiologia*.



Organização e funções gerais do sistema circulatório

Os órgãos que compõem o sistema circulatório são o coração, as artérias, as veias e os vasos capilares. O conjunto das artérias, veias e capilares pode ser também chamado de vasos sanguíneos. Cada um destes órgãos terá uma função na condução do sangue pelo organismo e sua estrutura e funções são bastante diferentes entre si, conforme descrito abaixo:

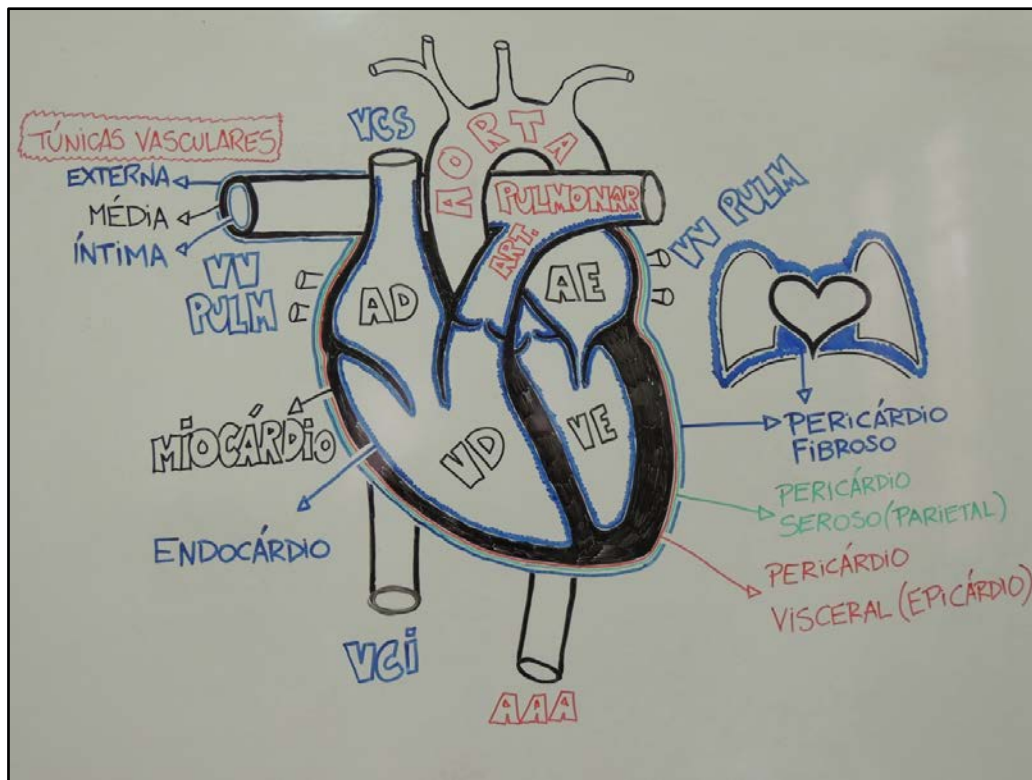
1. **Coração**: é um órgão muscular oco dividido em 4 cavidades internas (2 átrios e 2 ventrículos) que será responsável pelo bombeamento do sangue com grande pressão para que este chegue a todas as partes do corpo.
2. **Artérias**: as artérias são responsáveis por conduzir o sangue para fora do coração, portanto quando o coração bombeia o sangue, ele bombeia este sangue diretamente nas artérias com grande pressão, para que as artérias possam conduzir o sangue na direção dos tecidos.
3. **Veias**: as veias são responsáveis por conduzir o sangue de volta ao coração e removem as toxinas dos tecidos para elas sejam eliminadas. As veias têm início após os vasos capilares, pois os capilares representam a junção entre as artérias e as veias.
4. **Capilares**: são o local de junção entre as artérias e as veias e é nos capilares que ocorrem as trocas de substâncias entre as células e o sangue. Os tecidos são envolvidos por uma vasta rede capilar onde os nutrientes serão absorvidos pelas células e as toxinas serão removidas das células.

Podemos considerar que as funções gerais do sistema circulatório estão relacionadas com o transporte de substâncias pelo organismo, como hormônios, nutrientes, toxinas, gases, líquidos, eletrólitos, assim como o ganho e perda de calor através da circulação.



Anatomia do Coração

O coração é um órgão muscular que fica localizado no centro do tórax, em um local chamado *mediastino*, com seu ápice voltado para o lado esquerdo e sua base voltada para cima. Em condições normais o coração pesa cerca de 300g e tem o tamanho de sua mão fechada.



O coração por dentro

O coração é constituído em sua maior parte por músculo estriado cardíaco, um tipo de músculo que é encontrado apenas nele, e em nenhum outro órgão do corpo. O coração é um órgão oco que apresenta 4 cavidades internas: 2 átrios (1 direito e 1 esquerdo) e 2 ventrículos (1 direito e 1 esquerdo). Os átrios são as cavidades superiores e os ventrículos são as cavidades inferiores do coração. Desta forma temos 1 átrio direito, 1 átrio esquerdo (cavidades superiores), 1 ventrículo direito e 1 ventrículo esquerdo (cavidades inferiores).

O sangue circula dentro do coração sempre DOS ÁTRIOS PARA OS VENTRÍCULOS e nunca no sentido contrário. NÃO existe comunicação entre os átrios e NEM entre os ventrículos. Os átrios estão separados por uma parede muscular denominada *septo interatrial* e os ventrículos pelo *septo interventricular*. Isso ocorre porque o sangue do lado direito não pode misturar com o sangue do lado esquerdo do coração. Do lado direito temos sangue venoso (rico em CO_2) que será direcionado aos pulmões e do lado esquerdo temos sangue arterial (rico em O_2) que será direcionado a todos os órgãos do corpo.

Valvas Cardíacas

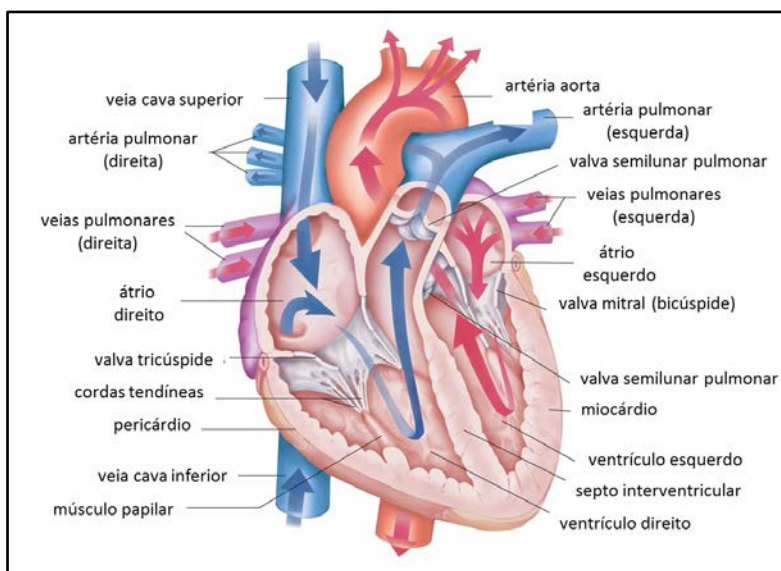
Para permitir que o sangue flua dentro do coração dos átrios para os ventrículos e dos ventrículos para as artérias, sem haver refluxo, nosso coração possui quatro valvas (que têm função de válvulas): duas átrioventriculares (a tricúspide e a mitral) e duas semilunares (a aórtica e a pulmonar). As valvas átrioventriculares impedem o refluxo de sangue dos ventrículos para os átrios e as valvas semilunares impedem o refluxo de sangue das artérias para os ventrículos.

A valva tricúspide evita o refluxo de sangue do ventrículo direito para o átrio direito e possui três folhetos, daí vem o nome tricúspide. A valva mitral, evita o refluxo de sangue do ventrículo esquerdo para o átrio esquerdo e possui dois folhetos, e por este motivo é também chamada de valva bicúspide.

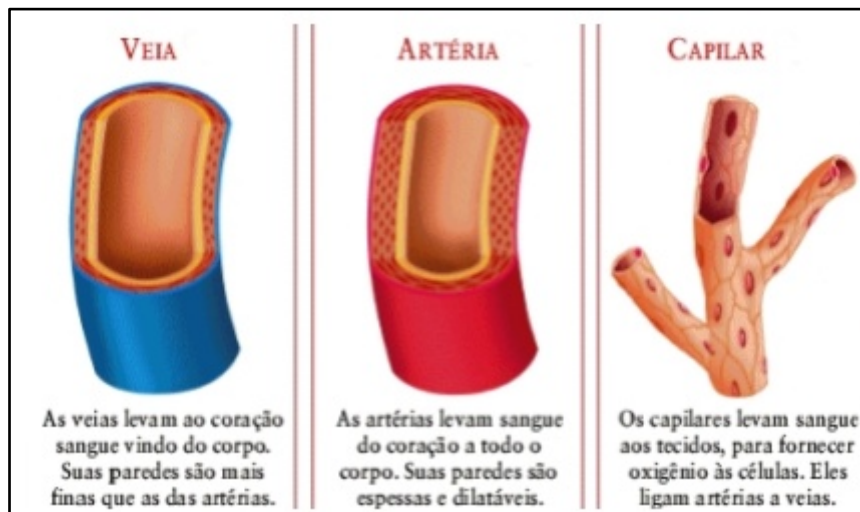
A valva semilunar pulmonar evita o refluxo de sangue da artéria pulmonar para o ventrículo direito e a valva semilunar aórtica evita o refluxo de sangue da artéria aorta para o ventrículo esquerdo.

Envoltórios do Coração

A maior parte do coração é feita de músculo estriado cardíaco denominado MIOCÁRDIO, e ele é revestido por membranas, tanto do lado interno quanto do lado externo. Internamente o coração é revestido por uma membrana de tecido epitelial denominada ENDOCÁRDIO, e ela é contínua à túnica íntima das artérias e das veias. Externamente o coração é revestido pelo PERICÁRDIO, que é dividido em três camadas: uma superficial denominada pericárdio fibroso, uma intermediária denominada pericárdio seroso e uma colada no coração denominada pericárdio visceral. O pericárdio visceral é também chamado de EPICÁRDIO. Entre o pericárdio seroso e o visceral existe um pequeno espaço denominado cavidade pericárdica, e essa cavidade possui o líquido pericárdico que facilita o deslizamento do coração sobre o tórax durante o ciclo cardíaco.



Diferenças entre as artérias, veias e capilares

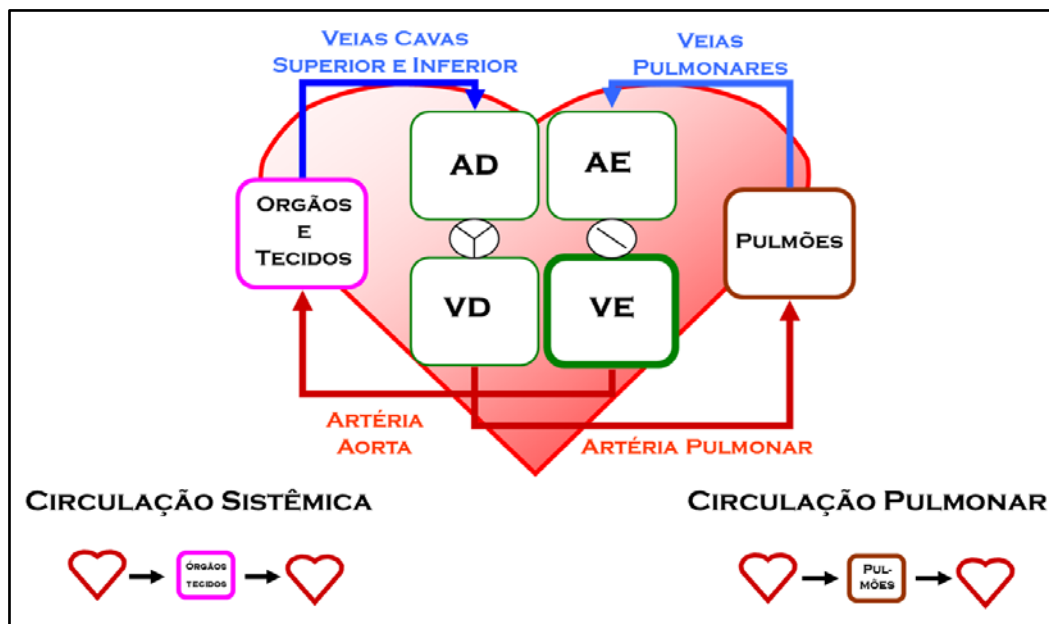


As artérias e as veias são revestidas por camadas denominadas túnicas e a sua cavidade interna por onde o sangue circula é chamada de luz ou *lúmen*. A camada mais interna é chamada túnica íntima que é revestida pelo endotélio vascular, que tem contato com o sangue. A camada intermediária é chamada túnica média e é feita de músculo liso, e a camada mais externa é denominada túnica externa ou adventícia e é feita de tecido conjuntivo e fibras elásticas. Veja na tabela abaixo as características anatômicas e funcionais dos vasos sanguíneos:

	Artérias	Veias	Capilares
Túnica Intima	Lâmina elástica interna bem definida	Sem lâmina elástica; contém válvulas em seu interior	Endotélio e membrana basal
Túnica Média	Possui paredes espessas para suportar a pressão do sangue. Podem ser musculares ou elásticas	Suas paredes são mais finas se comparadas às artérias	Não possui
Túnica Externa	Mais fina do que a túnica média	Mais espessa do que a túnica média	Não possui
Lúmen	Estreito	Amplo	Muito estreito, a ponto de as células sanguíneas passarem em fila indiana

Circulação Pulmonar e Circulação Sistêmica

Para entender como o sangue circula por todo o corpo você precisa lembrar que o coração é uma bomba dividida em dois lados: o direito e o esquerdo. O lado direito do coração possui sangue venoso (rico em CO_2) proveniente dos tecidos que será bombeado aos pulmões para ser purificado. O lado esquerdo do coração possui sangue arterial (rico em O_2) proveniente dos pulmões que será bombeado para todo o corpo para fornecer nutrientes e O_2 para todas as células do corpo. Portanto a primeira lição é: o sangue do lado direito e o sangue do lado esquerdo do coração não podem misturar, por isso o coração possui paredes (septos) separando os dois lados. O lado direito do coração irá bombear o sangue para a circulação pulmonar (ou pequena circulação) e o lado esquerdo do coração irá bombear o sangue na circulação sistêmica (ou grande circulação).



Circulação pulmonar ou pequena circulação

O átrio direito recebe sangue venoso (rico em CO_2) proveniente dos membros inferiores e abdômen pela veia cava inferior, e dos membros superiores e cabeça pela veia cava superior. Este sangue venoso será bombeado ao ventrículo direito e daí para o tronco pulmonar. O tronco pulmonar se divide, formando as artérias pulmonares direita e esquerda que irão conduzir este sangue para os dois pulmões. Os pulmões têm a função de eliminar este excesso de CO_2 do sangue através da expiração e captar novo O_2 através da inspiração. Ao captar novo O_2 este sangue continua seu caminho de volta ao coração através das veias pulmonares onde irá entrar no átrio esquerdo, terminando aí a chamada circulação pulmonar. Portanto a circulação pulmonar tem início no ventrículo direito e término no átrio esquerdo, passando pelos pulmões.

Circulação sistêmica ou grande circulação

O átrio esquerdo recebe sangue arterial (rico em O_2) provenientes dos pulmões pelas veias pulmonares. Este sangue arterial será bombeado ao ventrículo esquerdo e daí para artéria aorta, que irá sofrer diversas ramificações para levar o sangue a todas as partes do corpo (cabeça, membros superiores, abdômen e membros inferiores). Os tecidos de todas as partes do corpo irão consumir O_2 do sangue arterial e produzir CO_2 , que será conduzido às veias para ser devolvido ao coração, onde entrará pelo átrio direito. Portanto a circulação sistêmica tem início no ventrículo esquerdo e término no átrio direito, passando por todos os tecidos do corpo.

Ciclo Cardíaco

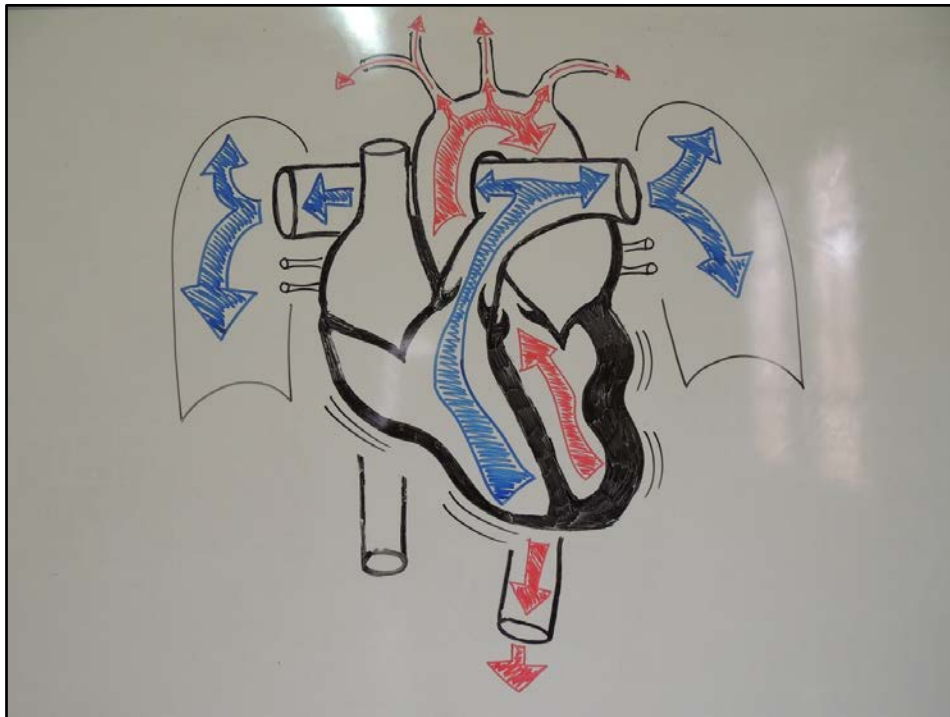
Ciclo cardíaco é o nome dado aos movimentos feitos pelo coração para conseguir bombear o sangue na circulação e estes movimentos são chamados de SÍSTOLE e DIÁSTOLE. Para que isto ocorra é necessário que tenhamos o volume sanguíneo (volemia) e a pressão arterial equilibrados para que não ocorra sobrecarga do coração e colapso no sistema. Como o ciclo cardíaco é marcado por sons chamados de bulhas e estes sons ocorrem pelo fechamento das valvas durante a sístole/diástole ventricular, a referência para o estudo desse ciclo são os VENTRÍCULOS.

Sístole

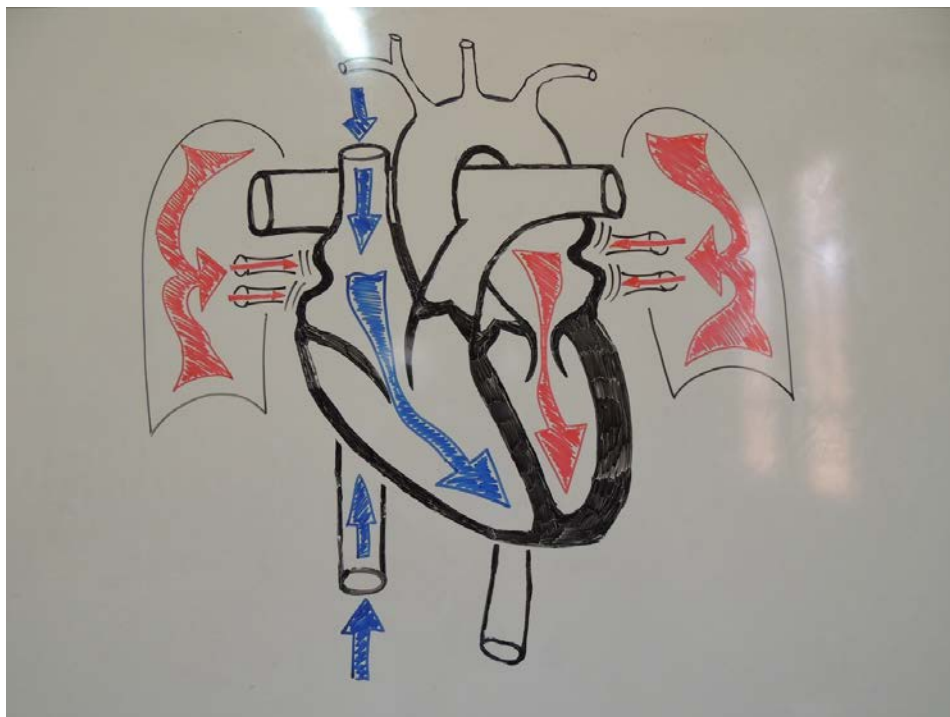
Sístole é o nome dado à CONTRAÇÃO do miocárdio e nesta etapa do ciclo cardíaco ocorre a EJEÇÃO do sangue para fora das câmaras cardíacas. Essa contração do miocárdio permite que o coração possa bombear o sangue que está dentro dele com pressão para o interior das artérias. Durante a sístole ventricular as valvas atrioventriculares (AV) estão fechadas e as semilunares (SL) abertas, determinando a primeira bulha cardíaca (B1).

Diástole

Diástole é o nome dado ao RELAXAMENTO do miocárdio e nesta etapa do ciclo cardíaco ocorre o ENCHIMENTO de sangue nas câmaras cardíacas. Esse relaxamento do miocárdio permite que o coração possa encher de sangue para posteriormente ser bombeado na circulação. Durante a diástole ventricular as valvas AV estão abertas e as SL fechadas, determinando a segunda bulha cardíaca (B2).



Sístole Ventricular



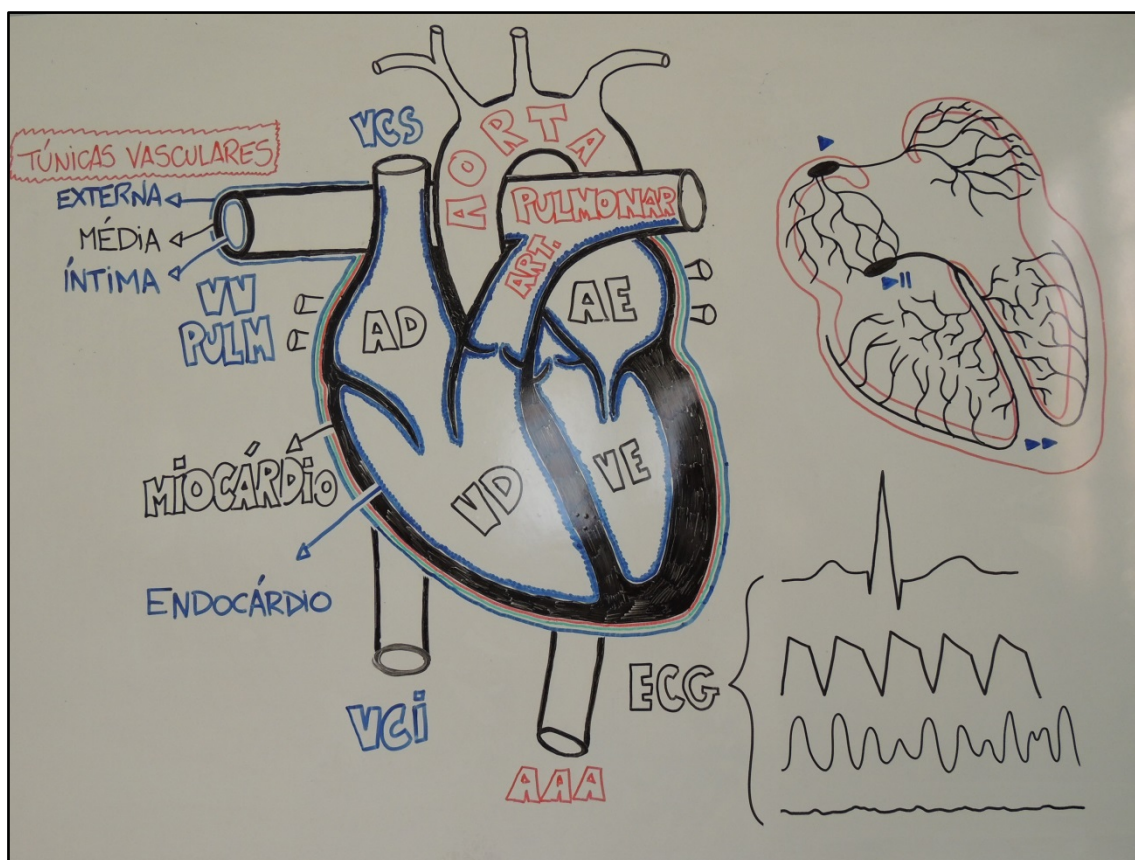
Diástole Ventricular

Bulhas cardíacas

As bulhas cardíacas são aqueles sons característicos do coração (tum-tá), que são ouvidos na ausculta com estetoscópio ou quando encosta-se o ouvido sobre o tórax, e ocorrem pelo fechamento das valvas cardíacas. A primeira bulha (B1) ocorre pelo fechamento das valvas AV durante a sístole ventricular e seu som é o *tum*. A segunda bulha (B2) ocorre pelo fechamento das valvas SL durante a diástole ventricular e seu som é o *tac*.

Eletrocardiograma e o sistema de condução cardíaco

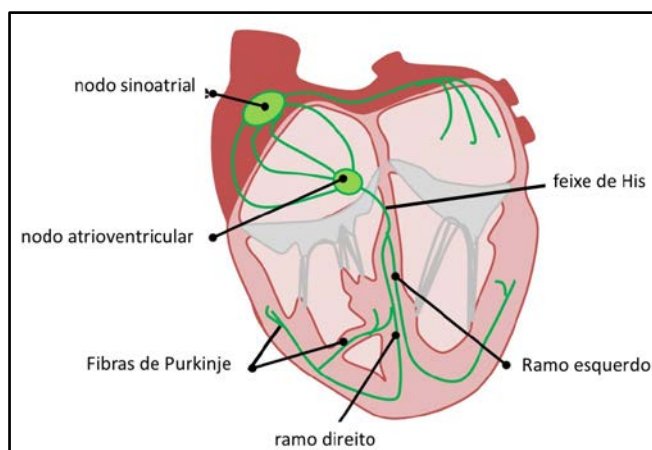
O eletrocardiograma, como o próprio nome diz, é a representação elétrica da atividade cardíaca. O coração possui um sistema de condução elétrico próprio que mantém o coração batendo em seu ritmo normal (ritmo sinusal) e o eletrocardiograma consegue detectar desde pequenas alterações, até grandes falhas neste sistema de condução, dando um diagnóstico preciso da região do coração afetada por algum tipo de arritmia.



Sistema de condução cardíaco

O sistema de condução elétrico do coração possui 4 estruturas importantes: o nó sinoatrial (ou nodo sinusal), o nó atrioventricular (ou nodo AV), o feixe de His e as fibras de Purkinje – estes dois últimos em conjunto são chamados de sistema His-Purkinje. Cada uma dessas estruturas será responsável por conduzir a energia elétrica para todas as partes do coração, pois a contração do músculo cardíaco depende deste sistema e respeita a *lei do tudo ou nada*, ou seja, o coração precisa contrair como um todo, pois contrair apenas uma parte dele não garante o fluxo sanguíneo pelo corpo.

1. **Nó Sinoatrial (nodo sinusal):** é o marcapassocardiaco, pois iniciará toda a atividade elétrica que percorrerá o coração. Fica localizado no teto do átrio direito anteriormente à entrada da veia cava superior e sua função é **promover adespolarização atrial**, o que permitirá a sístole atrial.
2. **Nó atrioventricular (nodo AV):** após a despolarização atrial promovida pelo nodo sinusal, o nodo AV faz uma pequena pausa neste estímulo retardando a contração dos ventrículos. Isso é importante para dar tempo para os ventrículos encherem de sangue e evitar que ele ejete uma quantidade de sangue insuficiente para exercer pressão no sistema e chegar a todas as partes do corpo. Portanto o nodo AV **retarda a despolarização ventricular** e está localizado no assoalho do átrio direito.
3. **Feixe de His:** quando o nodo AV soltar o estímulo, ele vai passar ao feixe de His que irá se dividir dando origem aos ramos direito e esquerdo que conduzirão estímulos aos ventrículos. O ramo direito ao ventrículo direito e o ramo esquerdo ao ventrículo esquerdo.
4. **Fibras de Purkinje:** irão penetrar superficial e profundamente na parede ventricular e conduzem o estímulo muito rapidamente a todas as partes dos ventrículos, pois são continuação dos ramos direito e esquerdo. O sistema His-Purkinje, que é muito rápido, **promove a despolarização ventricular**, que permitirá a sístole ventricular.

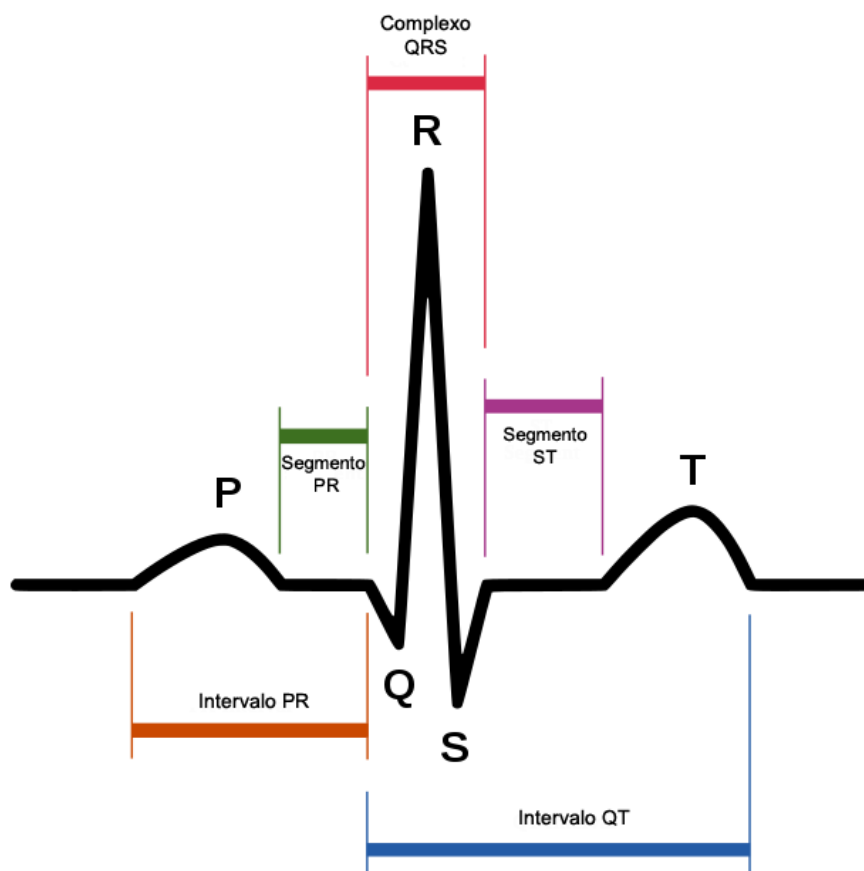


Eletrocardiograma

Como dito anteriormente o eletrocardiograma é a representação gráfica da atividade elétrica do coração, e é representado por 5 ondas: P, Q, R, S e T. Essas ondas representam a variação de potencial elétrico que percorre o coração durante a sua atividade e as dividiremos em onda P, complexo QRS e onda T. Veja abaixo o que significa cada onda do eletrocardiograma:

1. **Onda P**: representa a **despolarização atrial**, portanto tem relação com a atividade do nodo sinusal
2. **Complexo QRS**: representa a **despolarização ventricular**, tendo relação com o sistema His-Purkinje. Entre a onda P e o complexo QRS existe um intervalo isoeletrico que determina a atividade do nodo AV retardando o estímulo que irá aos ventrículos.
3. **Onda T**: representa a **repolarização ventricular**.

Obs.: Em um eletrocardiograma normal, não temos a representação elétrica da repolarização atrial, pois ela possui baixa amplitude e fica escondida dentro do complexo QRS. A grande variação elétrica do complexo QRS não permite a visualização de uma onda referente à repolarização atrial.



Componentes do sangue: Plasma e elementos figurados

O sangue circula dentro do sistema circulatório através do coração e dos vasos sanguíneos, que é um sistema fechado. Se o sangue sair deste sistema por alguma ruptura destas estruturas teremos uma *hemorragia*. Um ser humano de tamanho médio apresenta cerca de 5 litros de sangue circulando, e a perda de mais de 20% deste volume por uma hemorragia poderá levar o indivíduo a morte por *choque hipovolêmico*, onde a diminuição do volume sanguíneo leva a uma queda abrupta da pressão arterial levando a uma parada cardíaca. O ramo das ciências médicas que estuda o sangue e seus componentes é a *hematologia*. O sangue é o único tecido líquido do corpo, ou seja, possui sua matriz extracelular líquida, que é o plasma sanguíneo.

Características físicas do sangue

Temperatura	38°C (1 grau a mais do que a temperatura retal)
pH	Entre 7,35 e 7,45 (levemente alcalino)
Cor	Vermelho vivo (sangue arterial) ou arroxeado (sangue venoso). Sua coloração pode variar também em alguns processos patológicos
Volume	Em média 5 litros, mas pode variar dependendo do peso do indivíduo

Funções do Sangue

1. Transporte de substâncias como água, gases, nutrientes, eletrólitos e hormônios
2. Regulação do pH e da temperatura corporal
3. Proteção contra doenças (imunidade)
4. Fechamento rápido de pequenas lesões abertas (coagulação)

Plasma Sanguíneo

É a parte líquida do sangue, representa 55% do volume sanguíneo total e é onde todas as substâncias estão circulando.

A água será importante no transporte de todas as substâncias pela corrente sanguínea. As proteínas plasmáticas são importantes na manutenção da pressão capilar (albumina), na produção de anticorpos (globulinas) e na coagulação sanguínea (fibrinogênio). Os outros solutos são

importantes no controle do equilíbrio da polaridade das membranas celulares (eletrólitos) e da nutrição celular (nutrientes e O_2), dentre outras funções.

A maior parte do plasma é composta por água e uma menor fração corresponde aos solutos que nele estão suspensos, conforme a tabela abaixo:

Plasma (55% do volume de sangue total)	
Água (91,5% do volume total do plasma)	
Solutos (8,5% do volume total do plasma):	
Proteínas plasmáticas (albumina, globulinas e fibrinogênio)	7% do total de solutos
Outros solutos (eletrólitos, nutrientes e gases)	1,5% do total de solutos

Elementos figurados do sangue

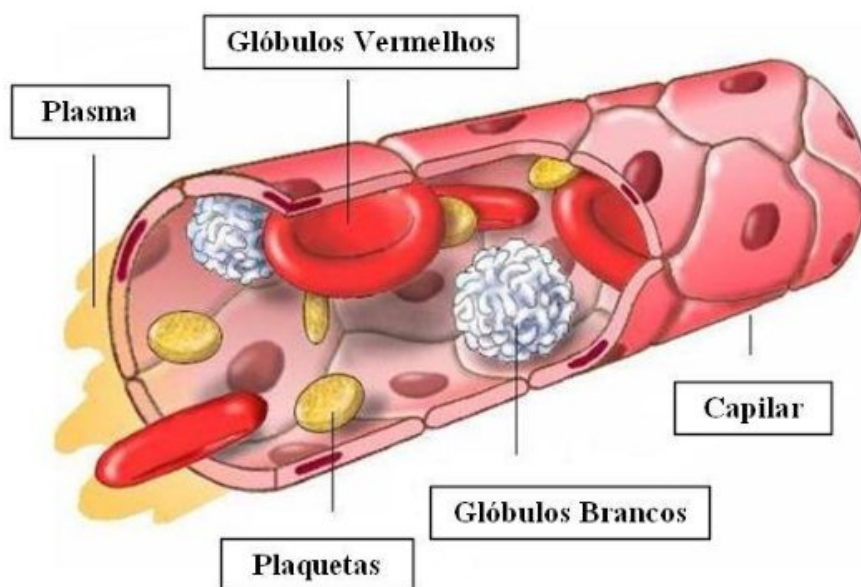
Os elementos figurados do sangue correspondem a 45% do volume sanguíneo total e correspondem às células que ficam suspensas no plasma, que são as hemácias (glóbulos vermelhos ou eritrócitos), os leucócitos (glóbulos brancos) e as plaquetas (trombócitos). Todas estas células são produzidas por células tronco pluripotentes da medula óssea vermelha. Por isso que quando uma pessoa apresenta leucemia ("câncer no sangue") é necessário o transplante da medula óssea, pois as células sanguíneas não são produzidas adequadamente levando o indivíduo a um quadro de anemia, queda de imunidade e sangramentos.

Elementos figurados (45% do volume de sangue total)
Hemácias (99% do total dos elementos figurados)
Leucócitos e Plaquetas (1% do total dos elementos figurados)

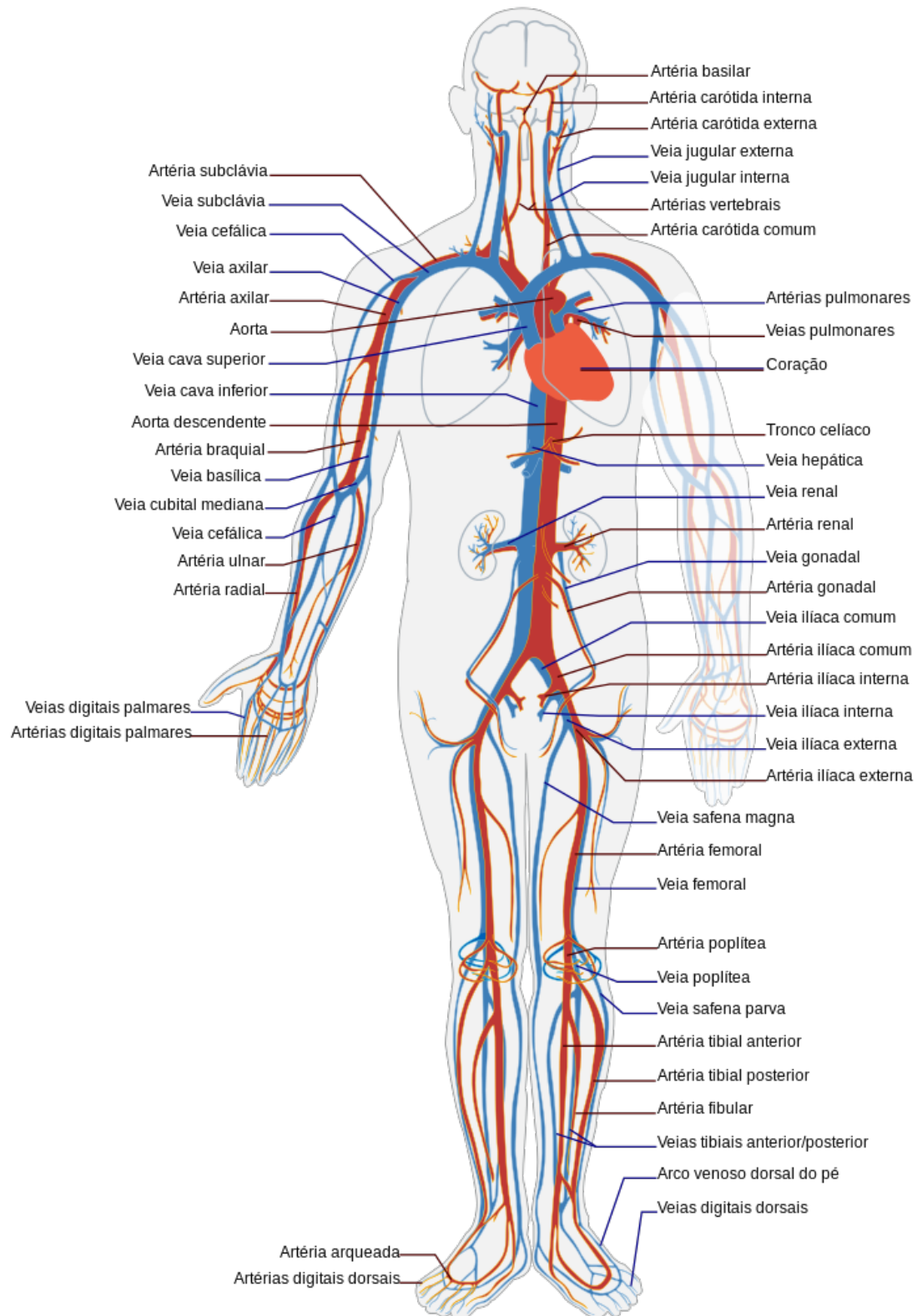
1. **Hemácias:** células discoides anucleadas que possuem uma proteína avermelhada denominada hemoglobina, que determina a coloração vermelha do sangue. Esta hemoglobina possui Fe^{+} que tem afinidade com o O_2 , o que facilita o seu transporte pelas hemácias através da corrente sanguínea. Cada hemácia possui cerca de 280 milhões de hemoglobinas em seu interior, o que determina sua alta capacidade de **transporte de O_2** , e cada hemoglobina pode carregar até 4 moléculas de O_2 . Portanto uma hemácia tem a capacidade de carregar mais de 1 bilhão de moléculas de O_2 . A ausência do núcleo libera

espaço para que as hemácias carreguem o máximo de moléculas de O_2 possíveis em seu interior. As hemácias são também chamadas de eritrócitos ou glóbulos vermelhos.

2. **Leucócitos:** estas células correspondem à série branca do sangue, que possui células granulares e agranulares. Os leucócitos granulares correspondem aos neutrófilos, eosinófilos e basófilos. Os leucócitos agranulares correspondem aos linfócitos (T e B) e aos monócitos. Portanto os linfócitos são leucócitos que se concentram mais no sistema linfático do que na corrente sanguínea. Todas estas células são responsáveis pela **defesa do nosso organismo**, reconhecendo agressores externos (linfócito T), produzindo anticorpos contra eles (linfócito B), englobando-os e destruindo-os pelo processo de fagocitose (monócitos, neutrófilos e eosinófilos).
3. **Plaquetas:** são fragmentos de megacariócitos (células tronco pluripotentes do tecido medular mieloide). As plaquetas formam tampões em um processo chamado *hemostasia* (não confunda com homeostase, o estado de equilíbrio), onde teremos a **coagulação sanguínea** através da formação de um trombo (o coágulo propriamente dito). Quando ativadas, as plaquetas promovem espasmo vascular, tampão plaquetário (ou agregação plaquetária) e coagulação sanguínea, facilitando o fechamento de lesões abertas onde a pessoa corra o risco de ter uma hemorragia que possa levá-la a óbito por choque hipovolêmico.



Principais artérias e veias do corpo humano



Bibliografia

- Tortora&Derrickson – Princípios de Anatomia e Fisiologia
- Guyton – Fisiologia Humana
- Ângelo Machado – Neuroanatomia Funcional
- Fox – Fisiologia Humana
- Hoppenfeld - Propedêutica Ortopédica: Coluna e Extremidades
- Kapit - Anatomia: Manual para Colorir
- Netter - Atlas de Anatomia Humana
- Rohen/Yokochi - Anatomia Humana: Atlas Fotográfico
- Sobotta - Atlas de Anatomia Humana
- Spence - Anatomia Humana Básica
- Tixa - Atlas de Anatomia Palpatória do Pescoço e do Tronco Superior
- Tixa - Atlas de Anatomia Palpatória do Membro Inferior
- Wolf-Heideger - Atlas de Anatomia Humana