



Iniciando a conversa

O sistema circulatório é um sistema de distribuição e vigilância. O oxigênio e os nutrientes obtidos nos pulmões e no intestino são levados para os tecidos, enquanto o gás carbônico e os metabólitos são transportados para os pulmões e os rins. É através do sistema circulatório que são transportados os hormônios produzidos nas glândulas endócrinas e também as moléculas de alerta e defesa, responsáveis pela reação a agentes externos. (Figura 6.1).

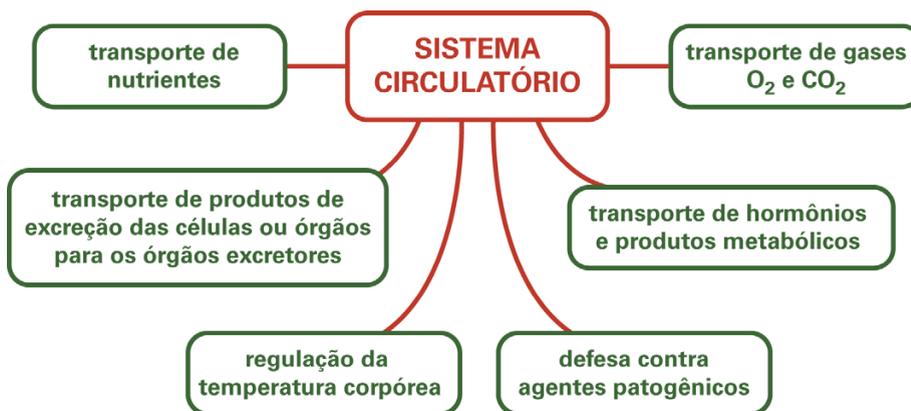


Figura 6.1 - Funções do sistema circulatório. / Fonte: CEPA

Este sistema é formado por um conjunto altamente complexo de transporte, que compreende os vasos sanguíneos e um sistema de bombeamento (coração); além disso, o sangue, que é o fluido dos vasos, é composto pelo plasma e por diversos tipos celulares, que apresentam uma série de funções fisiológicas.

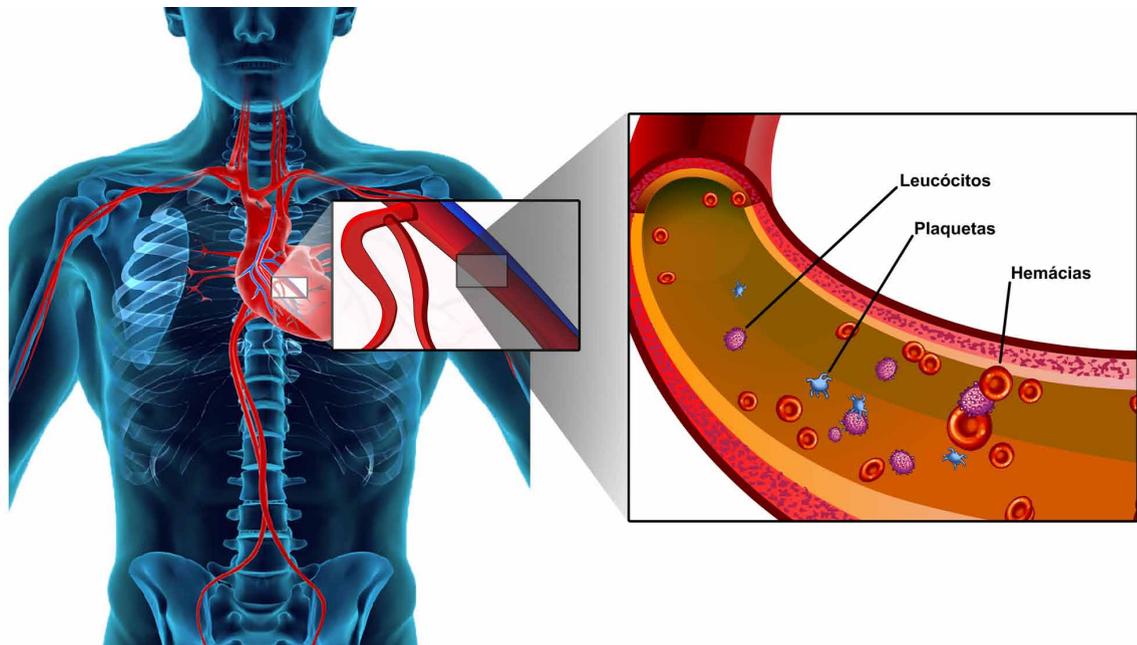


Figura 6.2: Sistema circulatório. (Animação 1). / Fonte: CEPA

O plasma é a parte líquida do sangue e contém 90% de água e 10% de substâncias como proteínas e sais minerais. As substâncias que não se dissolvem em água sempre estão ligadas a outras moléculas, formando complexos mais hidrossolúveis.

Três tipos celulares auxiliam a função de distribuição e vigilância e são eles produzidos na medula óssea a partir de células-tronco hematopoiética pluripotente (figura 6.3): as hemácias (animação 2), que transportam O_2 e CO_2 ; as plaquetas (vídeo), responsáveis pelo transporte de fatores de coagulação e moléculas que reparam lesões na parede dos vasos; e os leucócitos (animação 3), células de defesa que fazem parte da defesa do organismo.

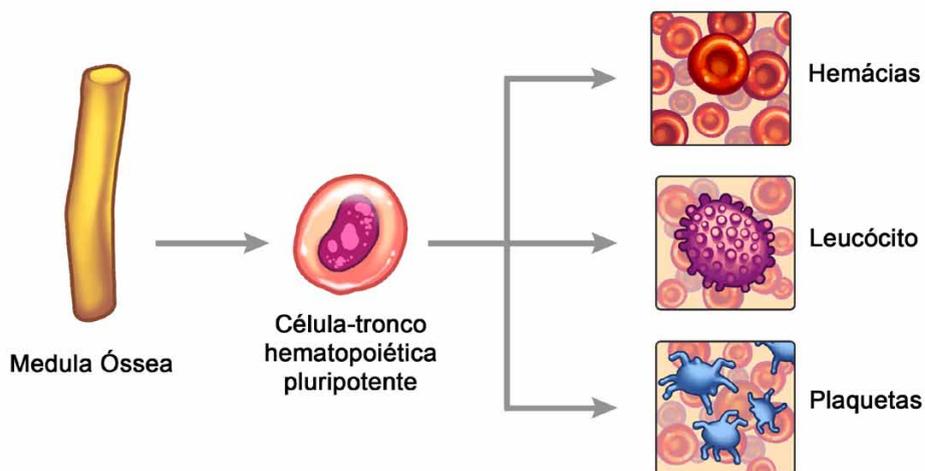


Figura 6.3: Células-tronco hematopoiéticas pluripotentes. / Fonte: CEPA

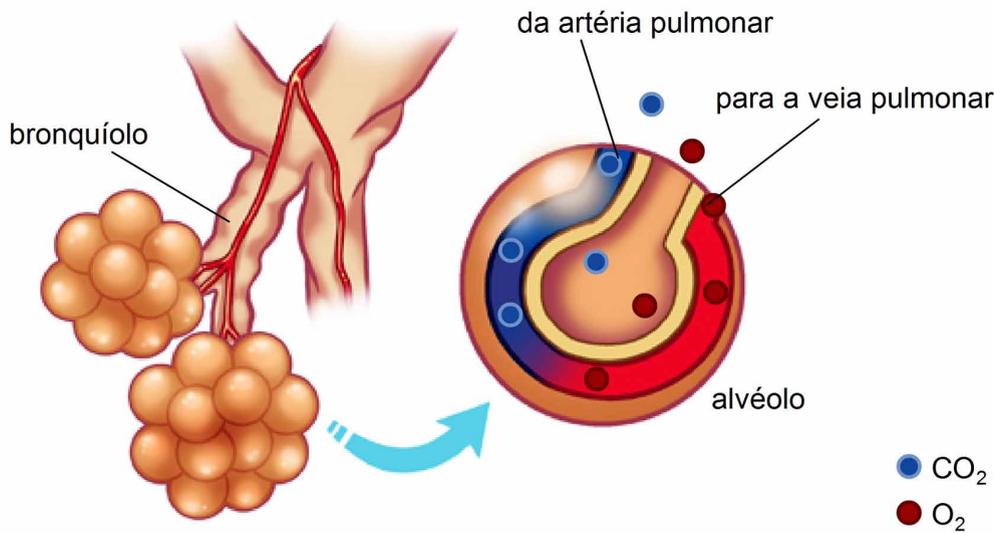
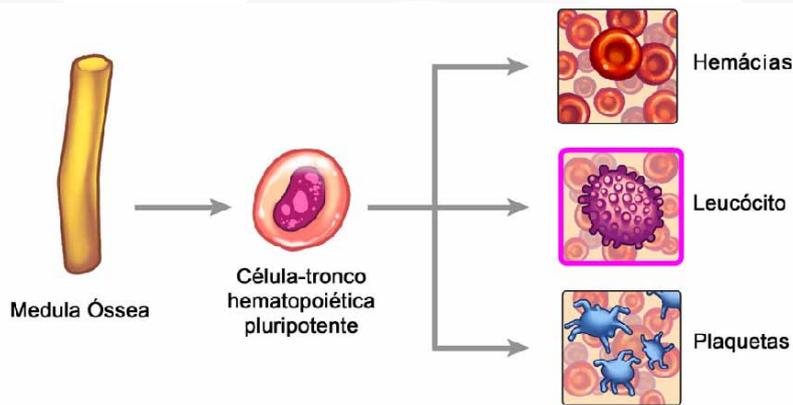


Figura 6.4: Hemácias. (Animação 2) / Fonte: CEPA



Leucócitos

Tipo	Imagem	Diagrama	% no Sangue dos Adultos
Neutrófilo			65
Eosinófilo			4
Basófilo			<1
Linfócito			25
Monócito			6

Figura 6.5: Leucócitos. (Animação 3). / Fonte: CEPA

O sangue circula por vasos conhecidos como artérias e veias. A ligação entre as artérias e as veias é feita pelos capilares. As artérias são os vasos que saem do coração, enquanto as veias são os que chegam ao coração. (Figura 6.6).

Assista ao vídeo 1 - Plaquetas e coagulação.

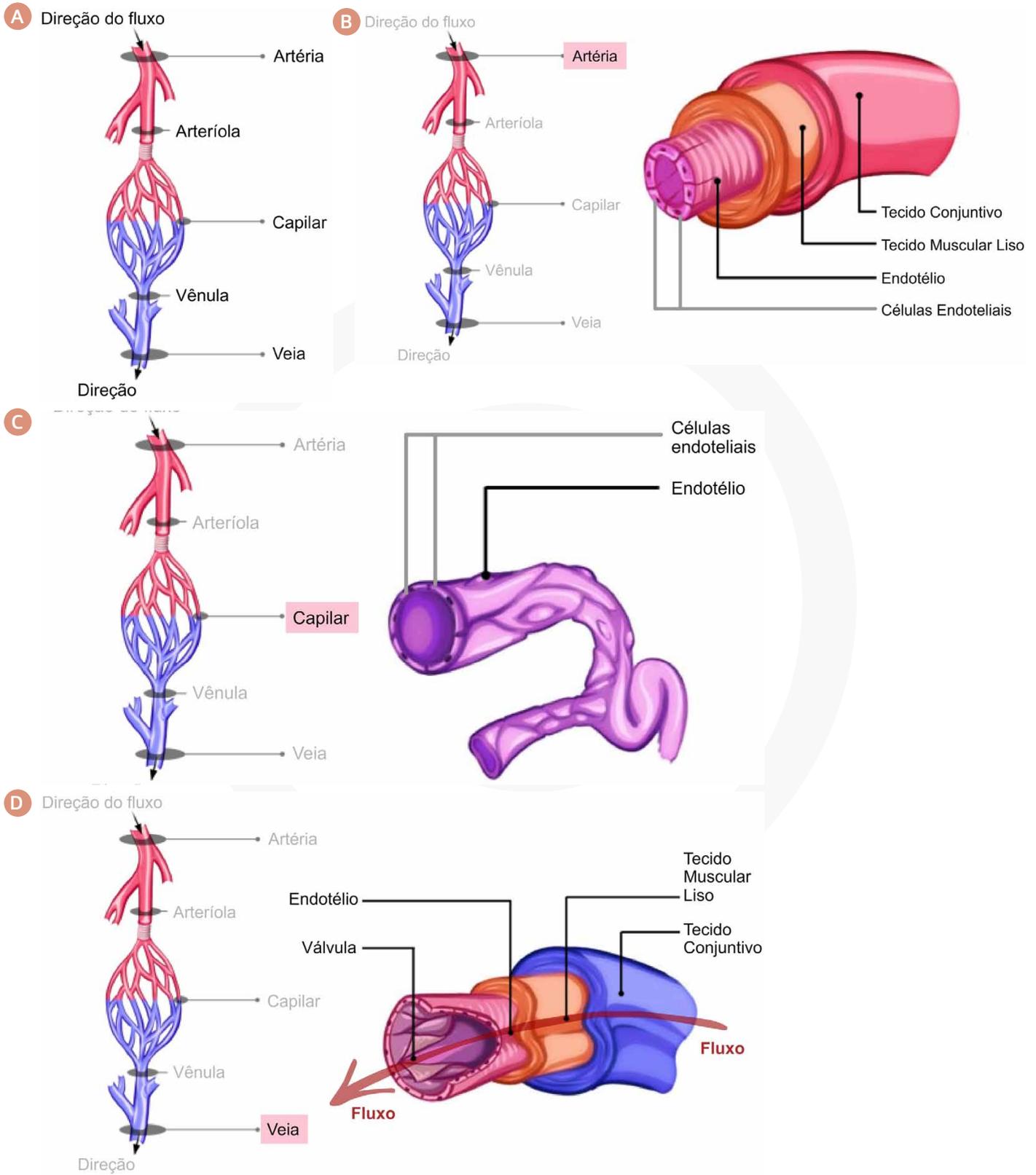


Figura 6.6: Vasos sanguíneos. (Animação 4). / Fonte: CEPA

O sistema circulatório está dividido em sistêmico e pulmonar, sendo que a circulação sistêmica também é conhecida como grande ou periférica, e a pulmonar é também denominada pequena circulação. As artérias pulmonares saem do ventrículo direito para os pulmões, carregando sangue não oxigenado (também chamado sangue venoso). Este sangue recebe oxigênio nos pulmões e volta para o coração, através de veias pulmonares para o átrio esquerdo (circulação pulmonar). O sangue passa, então, para o ventrículo esquerdo, sendo distribuído para todo o organismo através da rede arterial. As artérias de maior calibre dividem-se em vasos de calibre cada vez menor, até chegar às arteríolas e capilares. Nos capilares, o oxigênio e outros nutrientes são passados para os tecidos, e é neste mesmo local que são recolhidos o gás carbônico e os metabólitos. O sangue continua fluindo dos capilares para as veias de pequeno calibre, conhecidas como vênulas, e estas se juntam a veias de calibre maior até chegarem às veias cava superior e inferior, que desembocam no átrio direito, carregando sangue com baixa taxa de oxigênio.

O coração (1)

Estrutura e funcionamento do coração

O coração é um órgão oco, formado por quatro câmaras e é responsável pelo bombeamento do sangue para todo o organismo. As câmaras atriais ou superiores recebem o sangue e, por isso, são chamadas átrio. As câmaras inferiores são os ventrículos, portas de saída do coração. O sangue venoso circula pelo lado direito do coração, enquanto o sangue arterial circula pelo lado esquerdo. (Figura 6.7).

O coração é um órgão muscular e o fato de todos os músculos que formam uma câmara se contraírem simultaneamente é muito importante para que o sangue possa circular. O ventrículo esquerdo, de onde o sangue arterial é bombeado para todo o organismo, é a câmara que tem a maior densidade muscular e, portanto, bombeia com grande força.

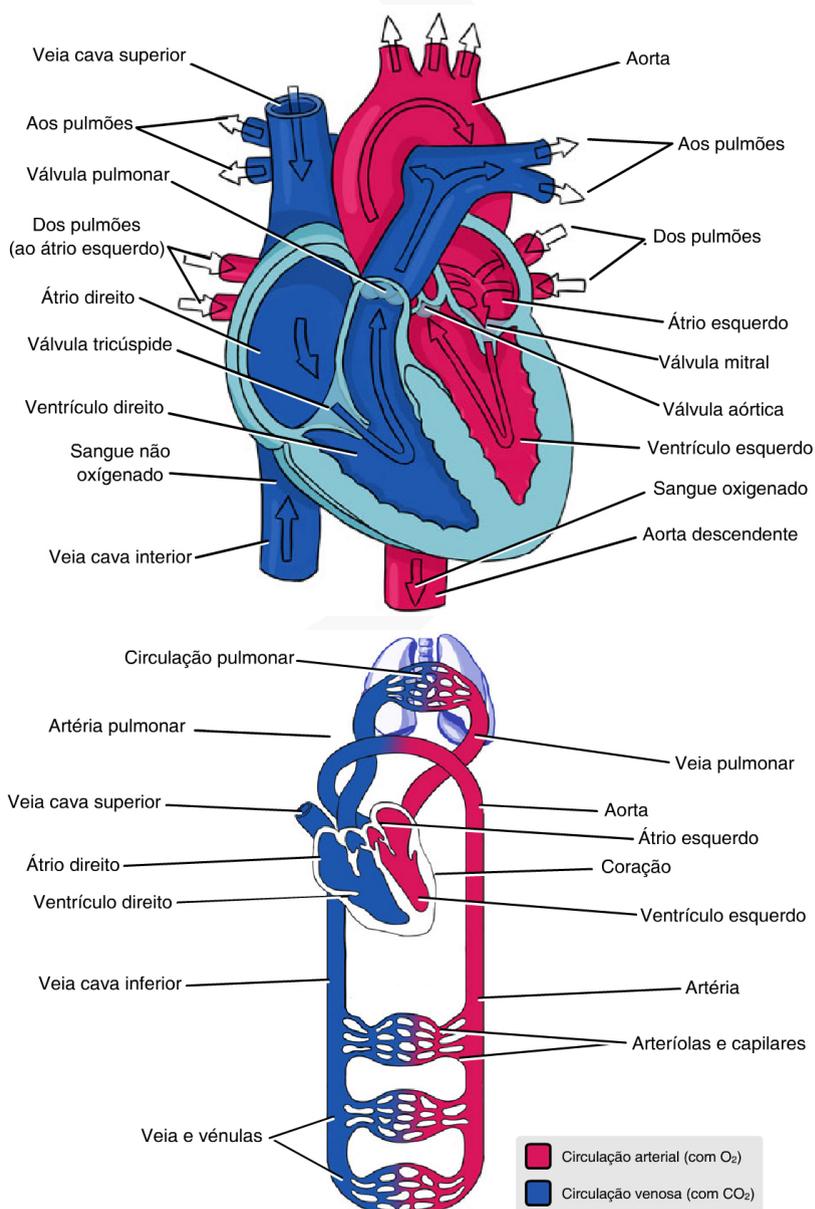


Figura 6.7: Circulação sanguínea. (Animação 5). / Fonte: CEPA

O músculo cardíaco é formado por células individuais, que se comunicam e se unem através dos discos intercalares. Estas regiões têm baixa resistência e facilitam a comunicação elétrica entre as células. O coração é formado por dois sincícios, o atrial e o ventricular. A comunicação entre ambos é feita através do nodo atrioventricular.

A contração do coração é regulada de forma muito eficiente. A cada contração (sístole) é seguido um período de relaxamento (diástole). Durante a sístole, o sangue sai dos ventrículos, sendo ejetado para todo o organismo. Durante a diástole, ocorre o enchimento dos átrios e dos ventrículos. O sangue nunca volta para a câmara anterior, porque existem válvulas que se fecham após o sangue passar para o compartimento seguinte. O ciclo integral é conhecido como batimento cardíaco e a sua força é tão grande que pode ser sentida em todo o organismo.

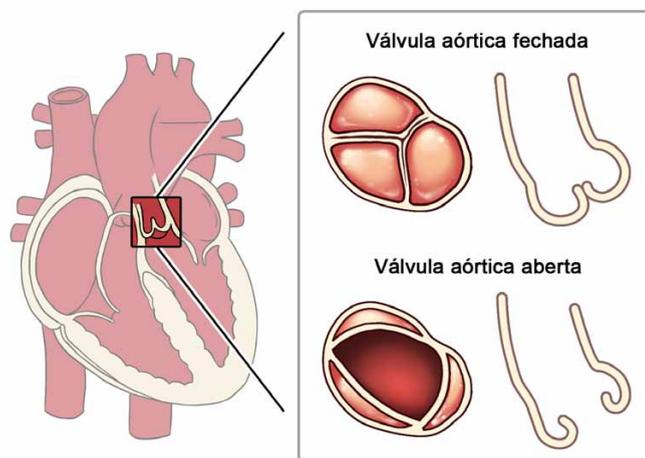


Figura 6.8: Esquema de válvulas do coração. / Fonte: CEPA

As válvulas (ou valvas) atrioventriculares, como o próprio nome diz, fazem a interface entre o átrio e o ventrículo impedindo o refluxo de sangue do ventrículo para o átrio durante a sístole. A válvula tricúspide (possui três folhetos) está localizada entre o átrio e o ventrículo direito e válvula mitral (ou bicúspide, por possuir dois folhetos) entre o átrio e o ventrículo esquerdo.

O coração também apresenta as chamadas válvulas semilunares, aórtica e pulmonar, a primeira está localizada entre o ventrículo esquerdo e a aorta e o segundo entre o ventrículo direito e a artéria pulmonar, e são responsáveis por impedir o refluxo de sangue das artérias para o coração durante a diástole, onde com o relaxamento dos ventrículos ocorre uma pressão negativa fazendo com que o sangue tente voltar para o coração.



Assista aos vídeos 2 ("Funcionamento das válvulas cardíacas") e 3 ("Sístole e diástole").

O coração tem um sistema de geração de potenciais elétricos altamente especializado, fazendo com que os impulsos sejam rítmicos e alcancem todo o coração rapidamente.

Na realidade, esse sistema é formado por células musculares que não desenvolveram a capacidade de se contrair, mas que geram potenciais elétricos. Essas células estão localizadas no nodo sinoatrial (NSA), nodo atrioventricular (NAV) e nas fibras de Hiss-Purkinje (figura 6.9). O potencial de membrana dessas células é muito instável e elas começam a se despolarizar assim que atingem o potencial diastólico máximo. Quando essa despolarização atinge o potencial limiar, é gerado o potencial de ação, que é transmitido para as células musculares comuns localizadas na vizinhança. Como todas as células cardíacas se comunicam, esse potencial elétrico propaga-se rapidamente.

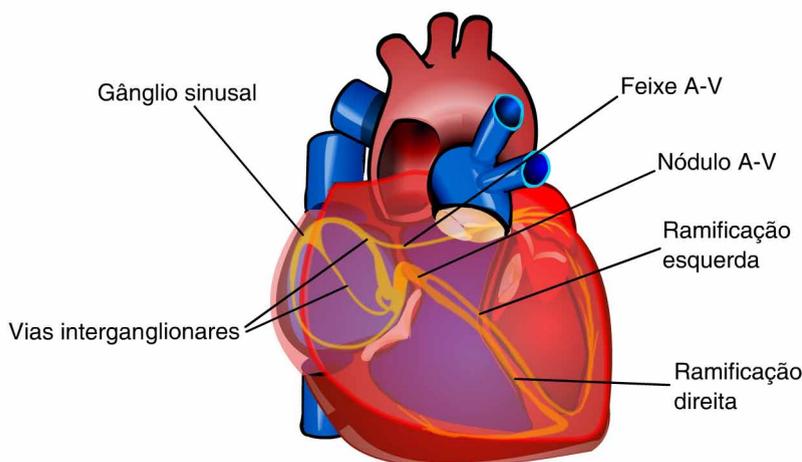


Figura 6.9: Transmissão do impulso cardíaco. (Animação 6). / Fonte: CEPA

Existem dois fatos importantes para que o coração seja uma bomba sincronizada com tanta maestria. O primeiro fato diz respeito ao nodo sinoatrial, que é localizado na parede do átrio direito e tem uma frequência de disparo maior que todos os demais componentes do sistema excitatório cardíaco. Dessa forma, o estímulo que chega do NSA alcança o NAV e o feixe de Hiss-Purkinje antes que as células destes possam disparar o potencial de ação. Portanto, o NSA é o comandante e ele é chamado marca-passo.

O outro fato muito importante é a ocorrência de um retardo na condução do potencial de ação do átrio para o ventrículo, que permite que o átrio se contraia 0,04 segundos antes do ventrículo e, com isto, há tempo suficiente para que todo o sangue do átrio passe para o ventrículo. O retardo atrioventricular ocorre porque as células do NAV são menores que as demais células cardíacas, além de terem uma baixa quantidade de junções comunicantes.

Quando o potencial de ação passa o NAV e atinge as fibras de Hiss-Purkinje, ele é rapidamente distribuído para as duas câmaras ventriculares, fazendo com que o músculo bata de forma única e exerça a força necessária para expulsar o sangue do coração.

Portanto, o coração pode bater de forma independente de qualquer estímulo externo. O sistema nervoso autonômico regula a função cardíaca, mas não é capaz de iniciar os batimentos do coração.

O sistema nervoso parassimpático, através do nervo vago, projeta-se diretamente sobre os nodos, enquanto o sistema nervoso simpático inerva todo o coração. A acetilcolina liberada pelo vago promove a desaceleração cardíaca por reduzir a frequência do marca-passo. Essa desaceleração, quando é muito acentuada, pode resultar em uma diminuição da força de contração.

Por outro lado, a noradrenalina, que é o neurotransmissor do sistema nervoso simpático, ou a adrenalina, que é o hormônio circulante liberado pela medula da adrenal, induz a aceleração do coração e o aumento da força de contração.

O coração (2)

O papel do sistema Nervoso

Esse balanço entre simpático e parassimpático não pode ser considerado uma soma algébrica, porque o parassimpático inerva principalmente os nodos. Assim, uma estimulação simpática ou uma injeção de adrenalina seguida a uma estimulação parassimpática pode fazer com que o marca-passo perca a sua função e apareçam vários focos de geração de potencial de ação nas fibras de Hiss-Purkinge. Essa arritmia leva à contração dessincronizada do músculo cardíaco e dificulta ou, mesmo, impede a ejeção de sangue. Essa arritmia é conhecida como síncope branca.

Outro ponto importante a considerar é o fato de que podemos controlar o nosso coração através de reflexos muito comuns. Muitas vezes, vemos pessoas colocarem os pulsos sobre os olhos e fazerem uma pequena pressão. Isto é feito em situações de estresse e nervosismo. Essa manobra é apenas um reflexo para aquietar o coração. Por trás do globo ocular corre o nervo vago, que, ao ser pressionado, é estimulado e leva a uma redução da frequência cardíaca.

O trabalho cardíaco é ejetar o sangue para o organismo e a eficiência cardíaca pode ser medida pela relação entre o sangue ejetado e a energia consumida. O ventrículo direito consome cerca de seis vezes menos energia que o ventrículo esquerdo, porque ejeta seis vezes menos sangue por batida. A energia cardíaca vem através do ATP, molécula produzida durante o processo de respiração celular. O coração é alimentado através da circulação coronariana e, quando uma pessoa está em repouso, consome cerca de 96% do oxigênio que entra pela artéria coronariana. Então, para que haja aumento da quantidade de energia disponível para a vida normal e para os exercícios, há necessidade de aumentar o fluxo de sangue pelo coração. Portanto, o entupimento das coronárias leva a uma perda da função cardíaca.

Um fator essencial

A PRESSÃO ARTERIAL

A pressão arterial é uma função do débito cardíaco, contração das arteríolas e volemia. É a diferença entre a pressão máxima (sistólica) e a pressão mínima (diastólica) que assegura que o sangue flua dos vasos para os tecidos. Costuma-se dizer que, em um adulto normal, a pressão é de 120/80 mm Hg, mas este é um valor médio, que apresenta variação entre as diferentes pessoas e, no mesmo indivíduo, varia ao longo das 24 horas. O pico pressórico ocorre ao acordar e a menor pressão é observada à noite.

A pressão sanguínea normal varia ao longo dos diferentes segmentos do sistema circulatório. A pressão na aorta, artéria que sai do coração, é máxima e o principal diferencial ocorre entre as pequenas artérias e os capilares (figura 6.10). Portanto, é a contração das arteríolas que pode aumentar a dificuldade de o sangue atingir os capilares. Quando o

diferencial entre a pressão máxima e a pressão mínima é muito reduzido, há dificuldade na troca de substâncias através dos capilares.

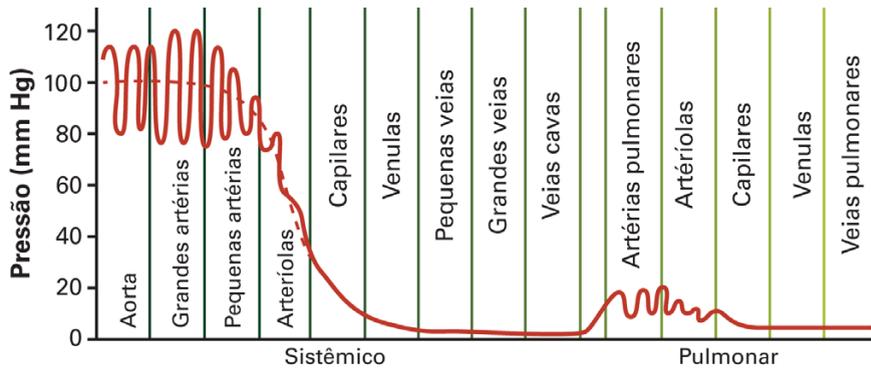


Figura 6.10: Pressão arterial em diversas porções do sistema circulatório com a pessoa na posição horizontal. / Fonte: CEPA

A pressão arterial é ainda mais importante se levarmos em conta que o fluxo sanguíneo para diferentes partes do corpo tem de atender as demandas do organismo, conforme a necessidade de cada tecido; por exemplo, durante uma corrida, o organismo tem de promover um grande aumento no fluxo sanguíneo para regiões musculares que estão altamente ativas, como os músculos da perna neste caso. Portanto, não é possível somente aumentar o fluxo geral neste caso; para tanto, os microvasos de cada tecido monitoram continuamente as necessidades teciduais locais e, assim, regulam a quantidade necessária para manter o funcionamento adequado do tecido.

A regulação da pressão arterial é um sistema altamente complexo, que envolve respostas diretas do coração (aumento ou diminuição do bombeamento de sangue) e das artérias (vasoconstrição ou vasodilatação) mediadas pelo sistema nervoso autônomo.

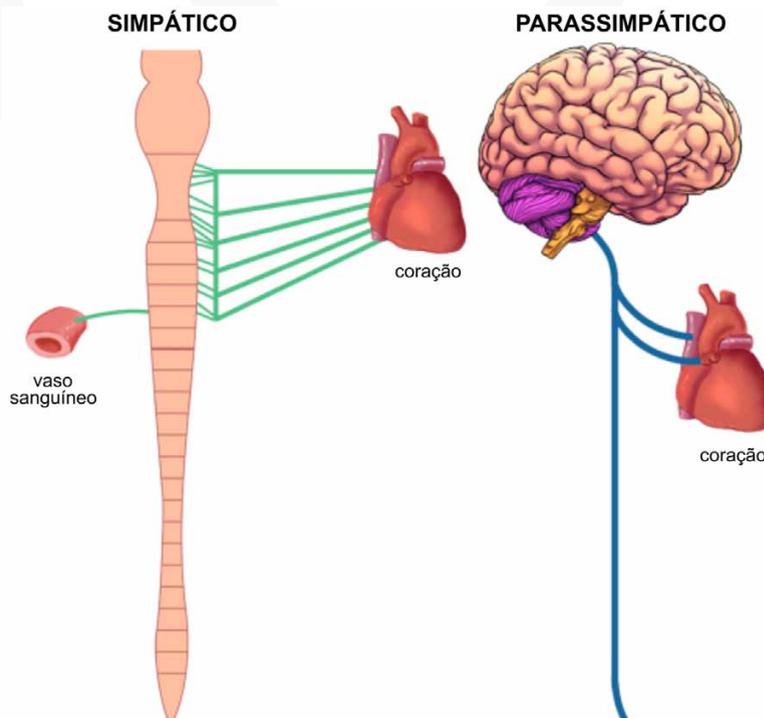


Figura 6.11: Sistema nervoso autônomo. (Animação 7). / Fonte: CEPA

O controle do volume de líquido que é contido pelo sistema circulatório também é muito importante para a manutenção da pressão arterial. Hemorragias ou perdas de líquido para os tecidos podem levar à diminuição da pressão arterial. Em condições normais, o controle da perda de líquidos pelo rim é de extrema importância. Isso explica por que os diuréticos (medicamentos que levam a um aumento da excreção renal) são anti-hipertensivos de grande importância.

O sistema linfático

A LIMPEZA DO ORGANISMO

O sistema linfático é um sistema de limpeza do organismo, responsável pela retirada do excesso de líquido, proteínas, detritos celulares e outros materiais dos espaços teciduais. Os capilares são capazes de reabsorver a maior parte das substâncias que extravasam para os tecidos. Apenas 10% destas é captado pelos vasos linfáticos. A quantidade de linfa formada por dia é de 2 a 3 litros.

Uma vez dentro dos vasos, o líquido resultante é denominado linfa. Praticamente todas as partes do corpo contêm vasos linfáticos e mesmo os vasos linfáticos inferiores mais periféricos levam a sua linfa, passando pelo canal torácico, até a veia subclávia e a jugular interna na região próxima ao pescoço, liberando a linfa no sangue venoso.

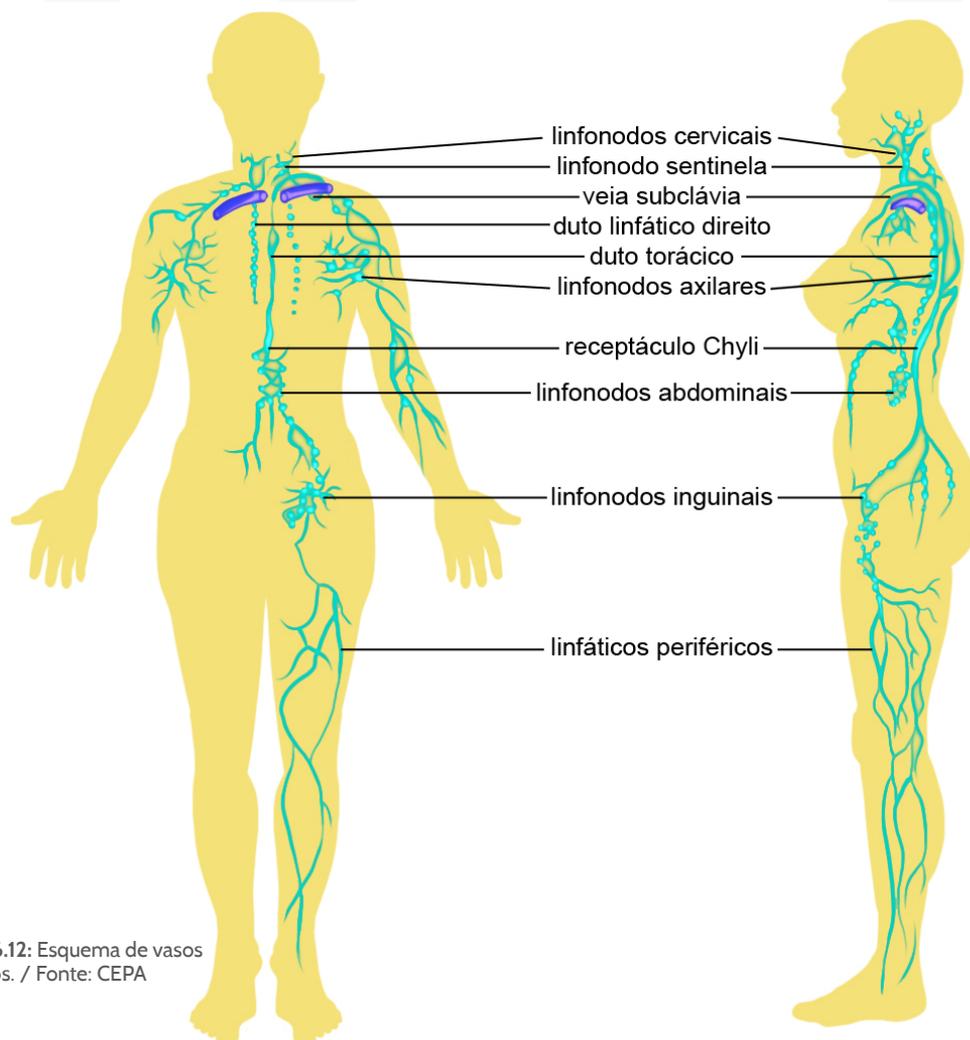
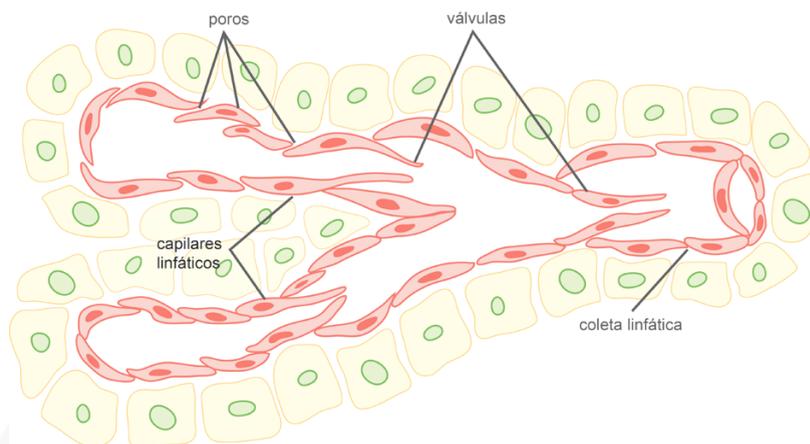


Figura 6.12: Esquema de vasos linfáticos. / Fonte: CEPA

Os vasos linfáticos têm uma estrutura anatômica especial, o que permite que as moléculas de alto peso molecular possam ser captadas do líquido intersticial, e esta é a única maneira de retirar essas moléculas que, devido ao seu grande tamanho, são impedidas de passar pelos capilares sanguíneos.



Devido à sua disposição, as células endoteliais que formam os vasos linfáticos também formam válvulas em todos os vasos. Essas válvulas, além de impedir o refluxo da linfa, também auxiliam contraindo o vaso e impulsionando a linfa para a direção correta.

Figura 6.13: Vasos linfáticos. / Fonte: CEPA

O sistema linfático também é um dos responsáveis pela absorção dos nutrientes oriundos do sistema digestório, sendo a principal via para a captação de gordura.



Vídeo 4 - Sistema circulatório. Para visualizá-lo, acesse o [Ambiente Virtual](#) ou faça o download [aqui](#).



Atividades

Acesse o ambiente virtual e realize a atividade proposta. Esta semana teremos:

Texto Online

Ao entrar em uma sala de aula antes de uma prova, podemos ver alguns alunos com a parte interna do pulso pressionando os dois olhos. A mesma cena pode ser vista em velórios, em salas de espera etc. O que será que esse movimento faz? Pressionar os olhos faz com que o globo ocular estimule o nervo vago e induz a liberação de acetilcolina no coração.

Comente o que ocorrerá com a atividade cardíaca.

Bom trabalho!