

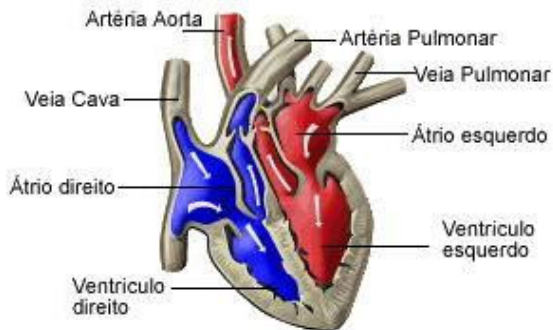
## Fisiologia - Sistema Circulatório

Nosso sistema circulatório, como o dos outros vertebrados, é fechado, isto é, o sangue circula sempre dentro dos vasos sanguíneos, bombeado por contrações rítmicas do coração.

### Anatomia do coração

O coração humano possui quatro cavidades internas, genericamente chamadas de câmaras cardíacas. As duas câmaras superiores são os átrios cardíacos (ou aurículas); as duas câmaras inferiores são os ventrículos cardíacos. Os ventrículos possuem uma parede bem mais espessa e musculosa que a dos átrios. Essa diferença pode ser explicada pela função que essas câmaras exercem na circulação sanguínea: enquanto cada átrio bombeia sangue apenas para o ventrículo imediatamente abaixo dele, o ventrículo direito bombeia sangue para os pulmões, e o esquerdo, para todas as partes do corpo.

O átrio cardíaco direito comunica-se com o ventrículo direito através de um orifício guarnecido pela valva atrioventricular direita (ou tricúspide). O átrio esquerdo comunica-se com o ventrículo esquerdo por um orifício guarnecido pela valva atrioventricular esquerda (bicúspide, ou mitral). A função dessas valvas é garantir a circulação do sangue no coração em um único sentido, sempre do átrio para o ventrículo. Em condições normais, não há nenhuma comunicação entre as metades direita e esquerda do coração.



### Circulação pulmonar e circulação sistêmica

Impulsionado pela contração do ventrículo direito, o sangue vai aos pulmões para ser oxigenado, de onde retorna ao átrio esquerdo. Impulsionado pela contração do ventrículo esquerdo, o sangue vai para todos os sistemas do corpo, de onde retorna ao átrio direito. Por isso, diz-se que nossa circulação é dupla, sendo o trajeto "coração → pulmões → coração" denominado circulação pulmonar (ou pequena circulação) e o trajeto "coração → sistemas corporais → coração" denominado circulação sistêmica (ou grande circulação).

### Artérias, veias e capilares sanguíneos

O coração conecta-se diretamente a dois tipos de vasos sanguíneos: artérias e veias. Artérias são vasos de paredes relativamente grossas, que conduzem o sangue do coração para as diversas partes do corpo. Veias são vasos de paredes mais finas que as das artérias, que trazem o sangue de volta para o coração. As veias de maior calibre têm, em seu interior, válvulas que impedem o refluxo de sangue, garantindo sua circulação em um único sentido. As artérias que se ramificam pelo coração, e cuja função é alimentar e oxigenar o miocárdio (componente fundamental do coração), recebem o nome de artérias coronárias.

O sangue sai do coração por grandes artérias, que se ramificam em artérias cada vez menores. Nos tecidos, as arteríolas, que são as artérias mais finas, se ramificam em vasos ainda mais finos, os capilares sanguíneos. Após se ramificarem intensamente nos tecidos, os capilares sanguíneos voltam a se fundir, originando finíssimas veias, as vênulas. Estas fundem-se progressivamente entre si, formando veias com calibres cada vez maiores.

### Fisiologia da circulação

O sangue que circulou pelo corpo chega ao coração por duas grandes veias – veias cavas – que desembocam no átrio direito. A veia cava superior traz o sangue que circulou pela cabeça, braços e parte superior do tronco e a veia cava inferior traz o sangue que circulou pelas pernas e pela parte inferior do tronco. O sangue que circulou pelos pulmões retorna ao coração por duas veias pulmonares que desembocam no átrio esquerdo.

### Sístoles e diástoles

Quando os átrios estão cheios, suas paredes contraem-se simultaneamente (sístole), bombeando o sangue para os ventrículos abaixo deles através das valvas atrioventriculares. Para receber o sangue dos átrios, os ventrículos devem estar relaxados, isto é, em diástole. Portanto, a sístole atrial ocorre simultaneamente à diástole ventricular.

Uma vez cheios, os ventrículos se contraem (sístole ventricular), o que faz as valvas atrioventriculares se fecharem, impedindo que o sangue retorne para os átrios. O sangue sai, então, através de grandes vasos ligados aos ventrículos. Do ventrículo direito parte o tronco pulmonar, que se ramifica nas artérias pulmonares, as quais conduzem sangue para os pulmões; do ventrículo esquerdo parte a artéria aorta, que conduz sangue para todas as demais partes do corpo. A seqüência completa de diástoles e sístoles das câmaras cardíacas constitui o ciclo cardíaco. O número de ciclos cardíacos que ocorrem em determinado intervalo de tempo, ou seja, a frequência cardíaca, varia de acordo com o grau de atividade física da pessoa, dentre outras coisas. Em média, a frequência cardíaca oscila em torno de 70 a 80 ciclos, ou batimentos por minuto.

### Pressão Arterial

Quando o sangue é bombeado pelos ventrículos, ele penetra nas artérias sob pressão. As paredes arteriais relaxam e aumentam de volume, o que faz diminuir a pressão em seu interior. Se as artérias não relaxarem o suficiente, a pressão do sangue em seu interior pode subir a níveis perigosos, até mesmo com risco de ruptura de vasos.

O relaxamento das paredes arteriais é causado por impulsos nervosos que são produzidos a cada sístole ventricular e se propagam desde o coração até as extremidades das artérias mais finas. Após a passagem do impulso, a artéria volta a se contrair. Desse modo, durante a diástole ventricular a artéria já está contraída o suficiente para manter uma pressão sanguínea capaz de continuar impulsionando o sangue.

A pressão sanguínea nas extremidades das artérias faz com que a água e diversas substâncias do sangue saiam dos capilares e banhem as células próximas, nutrindo-as e oxigenando-as. As células, por sua vez, eliminam gás carbônico e outras excreções no fluido proveniente dos capilares, reincorporando-se ao sangue. Assim, ao passar pelos capilares dos tecidos, o sangue torna-se mais pobre em nutrientes e em gás oxigênio, pois estes foram absorvidos pelas células, e mais rico em gás carbônico e em excreções, substâncias que as células eliminaram. O mecanismo de retorno do sangue ao coração ocorre de outra forma. Enquanto estamos em atividade, nossos músculos se contraem e comprimem as veias, causando deslocamento de sangue em seu interior. Dentro das veias há válvulas que permitem que o sangue se desloque somente em direção ao coração.

### Os componentes do sangue

O sangue humano é constituído por um líquido amarelado, o plasma sanguíneo, e por três tipos de células: hemácias (glóbulos vermelhos), leucócitos (glóbulos brancos) e plaquetas.

### Sistema Linfático

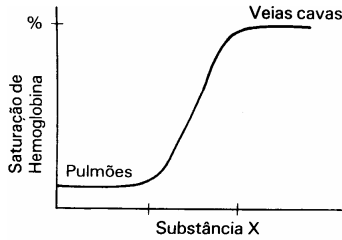
O sistema linfático é constituído por uma ampla rede de vasos linfáticos distribuídos por todo o corpo. Estes vasos diferem dos capilares sanguíneos por terminarem em fundo cego, isto é, com extremidade fechada. Os capilares linfáticos estão mergulhados entre as células dos tecidos, de onde captam o excesso de líquido que saiu dos capilares sanguíneos e banham as células. Se, por algum motivo, o sistema linfático deixar de cumprir sua função de drenagem do excesso de líquido extravasado dos capilares sanguíneos, este se acumula no local, causando um inchaço conhecido como edema linfático. A confluência dos capilares linfáticos origina vasos com calibres progressivamente maiores, que convergem para a região torácica, onde formam dois grossos ductos linfáticos, que se unem às veias provenientes dos braços. Aí o líquido que circula pelos vasos linfáticos, a linfa, é lançado no sangue e com ele se mistura.

Em diversos pontos da rede linfática existem linfonodos, pequenos órgãos perfurados por canais. Em seu caminho para o coração, a linfa circula pelo interior dos linfonodos, onde é filtrada. Partículas como vírus, bactérias e resíduos celulares são fagocitadas pelos linfócitos presentes nos linfonodos.

Os linfonodos atuam na defesa do organismo. Quando nosso corpo é invadido por microorganismos, os glóbulos brancos presentes nos linfonodos próximos ao local da invasão começam a se multiplicar ativamente, para dar combate à infecção.

## Exercícios

1 ) (UFBA) O gráfico abaixo representa a saturação de hemoglobina em relação à substância X, em diferentes regiões do sistema circulatório.



A substância X é:

- a) o gás carbônico
- b) o monóxido de carbono
- c) o oxigênio
- d) o carbonato
- e) o açúcar

2 ) (UERJ 2004) Artérias são vasos sanguíneos que transportam o sangue do coração para os tecidos, enquanto veias trazem o sangue para o coração. Admita, no entanto, que as artérias fossem definidas como vasos que transportassem sangue oxigenado e as veias, vasos que transportassem sangue desoxigenado. Neste caso, a artéria e a veia que deveriam inverter suas denominações, no ser humano, seriam, respectivamente, as conhecidas como:

- a) renal e renal
- b) aorta e cava
- c) coronária e porta
- d) pulmonar e pulmonar

3 ) As afirmações a seguir encontram-se em um folheto para agentes de saúde responsáveis por medir a pressão sanguínea de pacientes que chegam a um centro médico. Você foi chamado a revisá-lo, usando seus conhecimentos sobre o sistema circulatório.

- I – A pressão máxima medida é obtida quando o ventrículo esquerdo se contrai e a mínima, quando ele relaxa.
- II – A pressão sanguínea pode ser medida em qualquer parte do corpo, já que ela é igual em todo o sistema circulatório.
- III – O paciente deve evitar esforços físicos antes do exame, pois isso alteraria os resultados.
- IV – Os resultados serão alterados caso o paciente tenha ingerido alimentos excessivamente salgados antes do exame.
- V – A pressão sanguínea é maior no coração e nas veias e menor nas grandes artérias.

As informações CORRETAS são:

- a) I, II e III.
- b) I, III e IV.
- c) I, IV e V.
- d) II, III e V.
- e) III, IV e V.

4 ) (UFRRJ 2004) A pressão sanguínea nos capilares é imprescindível para a saída de água para os tecidos. Essa saída leva gases e substâncias para as células adjacentes. No final do capilar, a pressão é baixa, mas a pressão osmótica do sangue é alta, e parte do sangue retorna aos capilares e à circulação sistêmica.

Sabendo que nem todo o líquido que extravasa para os tecidos retorna ao capilar, podemos afirmar que o acúmulo de líquido nos tecidos é evitado pela:

- a) ação de válvulas venosas, que impulsionam o sangue para o coração.
- b) drenagem dos líquidos intersticiais pelo sistema linfático.
- c) pressão hidrostática dos vasos, que é restabelecida no final do capilar.
- d) pressão osmótica dos tecidos, que expulsa a água para o sangue.
- e) utilização da água no metabolismo celular.

5 ) (UFRJ - Modificada) Os seres humanos apresentam a circulação dupla, isto é, o sangue bombeado pelo ventrículo direito vai aos pulmões, onde é oxigenado, e volta ao coração; do coração, bombeado pelo ventrículo esquerdo, ele é enviado para o corpo, retornando pela segunda vez ao coração.

Qual a vantagem dessa dupla circulação em relação à circulação simples?

6 ) (UFRJ 2000) Atualmente uma das estratégias mais promissoras no combate ao câncer é a injeção de inibidores de angiogênese (formação de vasos sanguíneos) no local do tumor.

Considerando as funções do sangue, qual é o princípio dessa estratégia?

7 ) (UFRJ 2007) O miocárdio (músculo cardíaco) dos mamíferos não entra em contato direto com o sangue contido nas cavidades do coração. Nesses animais, o miocárdio é irrigado por artérias denominadas coronárias. Em muitas doenças cardíacas, ocorre o bloqueio (entupimento) das artérias coronárias, o que pode levar a lesões no miocárdio.

Uma abordagem experimental para o tratamento de bloqueios coronarianos, testada com sucesso em animais, consiste em fazer minúsculos furos nas paredes internas do ventrículo esquerdo.

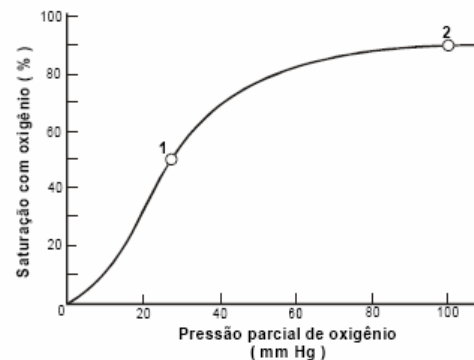
Por que esse tratamento é eficaz no caso do ventrículo esquerdo mas não no caso do ventrículo direito?

8 ) (UFF 2007) Noel Rosa, um dos maiores compositores da música brasileira, chegou a iniciar os estudos de Medicina, abandonando-os meses depois. Naquele período, escreveu os primeiros versos da música *Coração*. Depois que ele gravou a música, os colegas da Faculdade chamaram a atenção para as descrições equivocadas sobre as funções do coração. (adaptado do site do Conselho Regional de Medicina do Estado de São Paulo, 2006)

*Coração,  
Grande órgão propulsor,  
Transformador do sangue  
Venoso em arterial;  
Coração,  
Não és sentimental,  
Mas, entretanto, dizem  
Que és o cofre da paixão.*

- a) Identifique o erro conceitual contido na primeira estrofe dessa música.
- b) Relacione o sangue venoso e o arterial com cada um dos compartimentos do coração humano.
- c) Especifique onde e como ocorre o processo de hematose no organismo humano.

9 ) (UFRJ 1999) O gráfico abaixo representa a saturação da hemoglobina com oxigênio em função da pressão parcial de oxigênio no ambiente. Os dois pontos assinalados na curva representam os níveis de saturação da hemoglobina em função das pressões parciais de oxigênio no sangue arterial e no sangue venoso de um homem.



Identifique qual ponto corresponde à saturação venosa e qual corresponde à saturação arterial. Justifique sua resposta.

## GABARITO

1) A

2) D

3) B

4) B

5) A circulação dupla completa garante uma eficiente oxigenação dos tecidos, contribuindo para o alto metabolismo celular dos mamíferos. Ela é vantajosa em relação à circulação simples, uma vez que o sangue oxigenado, retornando ao coração, pode ser bombeado para as demais regiões do organismo com uma pressão relativamente maior.

6) Em geral as células de um tumor multiplicam-se rapidamente, o que exige nutrição abundante e constante, pela irrigação sangüínea. Assim, a falta de circulação local produzida pelo inibidor de angiogênese faz com que as células tumorais morram por inanição.

7) Os furos nas paredes do ventrículo esquerdo colocam o miocárdio em contato com o sangue, rico em oxigênio, proveniente da circulação pulmonar. O sangue do ventrículo direito é proveniente da circulação sistêmica e, portanto, pobre em oxigênio, e por isso não supre as demandas do miocárdio.

8) a) O coração não transforma o sangue venoso em arterial, apenas o propuliona em direção aos órgãos. Essa transformação é feita pelos pulmões. Mais especificamente, por seus alvéolos, devido ao aumento de pressão de O<sub>2</sub> e a saída do CO<sub>2</sub> do sangue.

b) No átrio e ventrículo direito passa o sangue venoso, enquanto no átrio e ventrículo esquerdo o sangue arterial.

c) A hematose acontece nos alvéolos pulmonares. Este processo ocorre através da difusão dos gases CO<sub>2</sub> e O<sub>2</sub>. O O<sub>2</sub> passa do interior dos alvéolos, onde se encontra em maior concentração, para o sangue. O CO<sub>2</sub> sai do sangue venoso em direção ao interior dos alvéolos.

9) O ponto 1 é o nível de saturação do sangue venoso. Essa pressão é baixa pois grande parte do O<sub>2</sub> foi consumida pelos vários tecidos. O ponto 2 é o nível de saturação do sangue arterial. Essa diferença deve-se à hematose que ocorre ao nível dos alvéolos pulmonares.