



COMPONENTES CIRCULATORIOS E SUAS FUNÇÕES

curso • Fisiologia Cardiovascular

INTRODUÇÃO

O Sistema circulatório é um sistema capaz de comunicar todas as células do corpo entre si e estas com o meio externo através de um músculo cardíaco, que bombeia o sangue dentro de um sistema de tubos fechados, que são os vasos. O sistema se organiza em duas circulações, a circulação pulmonar e a circulação sistêmica, que se ligam entre si em série.

A circulação sistêmica é aquela que parte do ventrículo esquerdo e ganha a artéria aorta e suas ramificações para levar sangue arterial, rico em oxigênio e nutrientes, aos diversos tecidos do corpo através das estruturas terminais de troca chamadas de capilares.

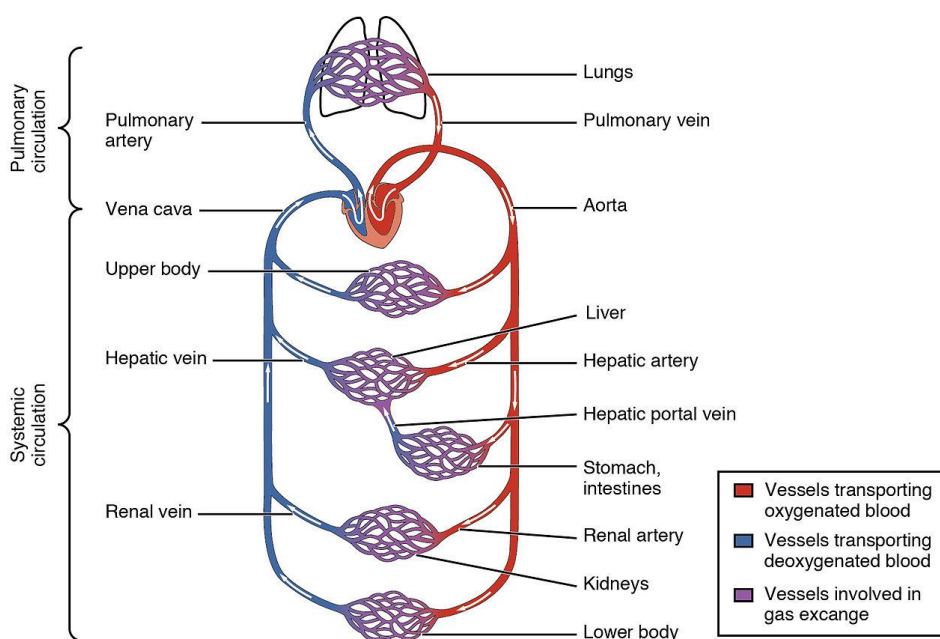
Diversos são os sistemas capilares que distribuem o oxigênio e nutrientes, são eles os capilares cerebrais, hepáticos, intestinais, renais, etc. Cada um desses sistemas capilares se ramifica a partir da aorta e se ligam entre si em paralelo, como mostrado na imagem abaixo. Como a circulação do lado esquerdo do coração precisa alcançar diversos tecidos, em diferentes alturas do corpo, é necessário que as pressões geradas pelo ventrículo esquerdo sejam altas para que haja perfusão para os sistemas. O sangue venoso que deixa os capilares, ganha as veias cavas e chega ao átrio direito, encerrando assim a circulação sistêmica.

O sangue venoso que deixa o ventrículo direito ganha as artérias pulmonares em direção aos pulmões para ser oxigenado nos capilares pulmonares. Como o ventrículo direito bombeia sangue apenas para a circulação pulmonar, a pressão gerada pelo coração direito é baixa, menor que aquelas da circulação sistêmica. É importante ressaltar que a artéria pulmonar, diferentemente das outras artérias transporta sangue venoso, rico em gás carbônico. Após deixar os capilares pulmonares, o sangue arterial retornam ao átrio esquerdo através das veias pulmonares, completando o circuito cardiovascular.



Fique Ligado!

O termo sangue arterial não quer dizer que este circula em artérias, mas sim que é rico em oxigênio, este circula nas artérias da circulação sistêmica e nas veias pulmonares. O sangue venoso é aquele que circula nas artérias pulmonares e nas veias da circulação sistêmica. Este é pobre em oxigênio e rico em gás carbônico.



De OpenStax College – Anatomy & Physiology, Connexions Web site.
<http://cnx.org/content/col11496/1.6/>, Jun 19, 2013., Dominio público,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=30148241>

COMPONENTES FUNCIONAIS DA CIRCULAÇÃO

Os vasos são os componentes anatômicos funcionais da circulação, os vasos são divididos em diferentes tipos de acordo com sua funcionalidade e morfologia, são eles:

- **Artérias:** Transportam sangue sob alta pressão. Possuem fortes paredes musculares e elásticas, o que permite a elasticidade característica das artérias, possibilitando maior resistência à pressão.
- **Arteriolas:** Regulam a quantidade de sangue que passa para os capilares. Possuem parede muscular capaz de ocluir completamente o vaso ou dilatar-se para aumentar o fluxo (sistemas de esfíncteres). É um principal ponto de resistência periférica ao fluxo sanguíneo.
- **Capilares:** São responsáveis pela troca de substâncias entre o sangue e os tecidos corporais.
- **Vênulas:** Coletam o sangue dos capilares, e se juntam formando veias.
- **Veias:** funcionam como o grande reservatório de sangue do corpo, devido a sua alta complacência, permitida por suas paredes finas e pouco musculares. Elas contêm a maior parte do volume sanguíneo corporal.

São conceitos importantes para entender a dinâmica das estruturas arteriais e venosas:

- **Elasticidade:** Capacidade do vaso de retornar ao seu calibre normal mesmo quando submetido à pressão. Capacidade expressiva nas estruturas arteriais.
- **Complacência:** Capacidade do vaso de variar volume quando submetido à pressão. Capacidade expressiva nas estruturas venosas.



CARACTERÍSTICAS FÍSICA DA CIRCULAÇÃO

O fluxo sanguíneo é variável ao longo de todo o sistema vascular, isso porque este depende da complacência e elasticidade dos vasos, bem como da velocidade gerada pelo coração e da área de secção transversa de cada componente da circulação, incluindo variações dinâmicas dessa área por vasoconstrição ou vasodilatação. Por esses motivos o fluxo sanguíneo é tão variável ao longo dos vasos.

Apesar de circulação sistêmica iniciar-se com um único vaso calibroso (aorta), esta se ramifica em vasos menores com menor área de secção transversa quando analisados de forma individual, entretanto, se forem somadas as áreas dos vasos semelhantes entre si, percebemos um aumento progressivo das áreas de secção transversal vasculares:

Vaso	Área de secção transversa (cm ²)
Aorta	2,5
Pequenas artérias	20
Arteríolas	40
Capilares	2500
Vênulas	250
Pequenas veias	80
Veias cava	8

Observa-se que a área de secção transversal das veias é quatro vezes maior que das artérias. Sendo o fluxo sanguíneo igual a velocidade do sangue multiplicada pela área de secção transversal. E considerando que o volume sanguíneo é constante, então temos que a velocidade do sangue será menor, quanto maior for a área de secção transversal dos vasos:



$$Vel = \frac{F}{A}$$

(Vel – velocidade; F – fluxo sanguíneo; A – área de secção transversal)

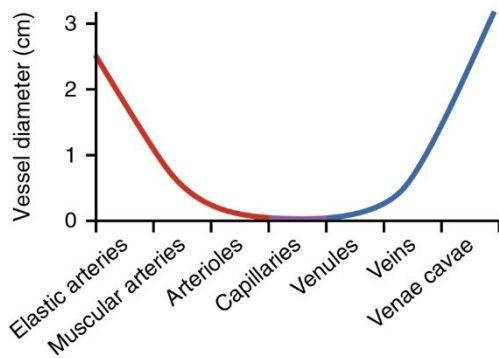
As baixas velocidades do sangue, quando atingindo a circulação capilar são importantes devido a necessidade de realização de trocas por estes componentes e o tecido, possibilitando oxigenação e nutrição dos órgãos.

PRESSÕES NAS DIFERENTES PARTES DA CIRCULAÇÃO

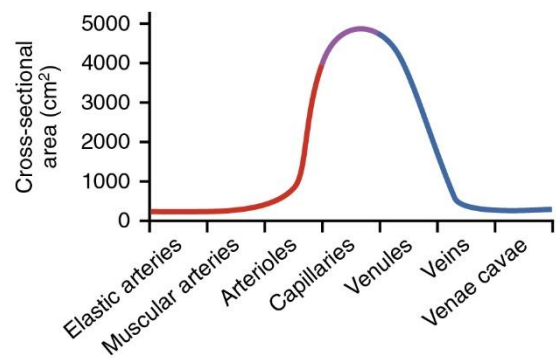
O sangue é bombeado diretamente na aorta, que é uma artéria elástica importante, comportando e absorvendo a pressão sanguínea gerada pelo coração. Na ejeção sanguínea, os níveis de pressão chegam a 120 mmHg, e na diástole ventricular a pressão cai para 80 mmHg, essa variação é conhecida como pressão de pulso e ocorre nas artérias da circulação sistêmica.

A pressão se reduz chegando a medida que o sangue se afasta do coração, chegando na circulação capilar a 35 mmHg e retorna ao atrio direito com pressões próximas a zero. Apesar das baixas pressões ao fim da circulação, o retorno venoso ocorre por alguns motivos, o primeiro é que a menor área de secção transversal das veias em relação aos capilares aumenta a velocidade do sangue no sistema venoso. Além disso, a musculatura esquelética adjacente aos vasos contribui com o retorno venoso quando há contração de algum grupo muscular, propulcionando extrinsecamente o sangue de volta para o coração direito, semelhante ao que ocorre quando se aperta um balão de água que não está amarrado.

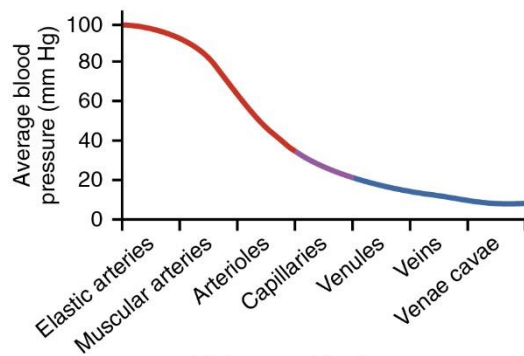




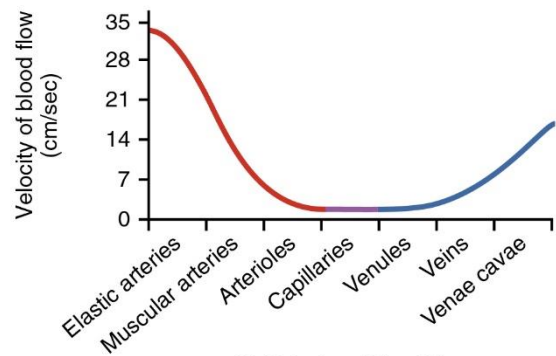
(a) Vessel diameter



(b) Total cross-sectional area of vessels



(c) Average blood pressure



(d) Velocity of blood flow

By OpenStax College - Anatomy & Physiology, Connexions Web site.
<http://cnx.org/content/col11496/1.6/>, Jun 19, 2013., CC BY 3.0,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=30148261>

O FLUXO SANGUÍNEO

Entende-se por fluxo sanguíneo a quantidade de sangue que passa por determinado ponto da circulação durante certo intervalo de tempo. O fluxo sanguíneo por um vaso é determinado por dois fatores: a diferença de pressão, gerada pelo coração e a resistência vascular, que causa impedimento ao fluxo. Pela lei de Ohm:

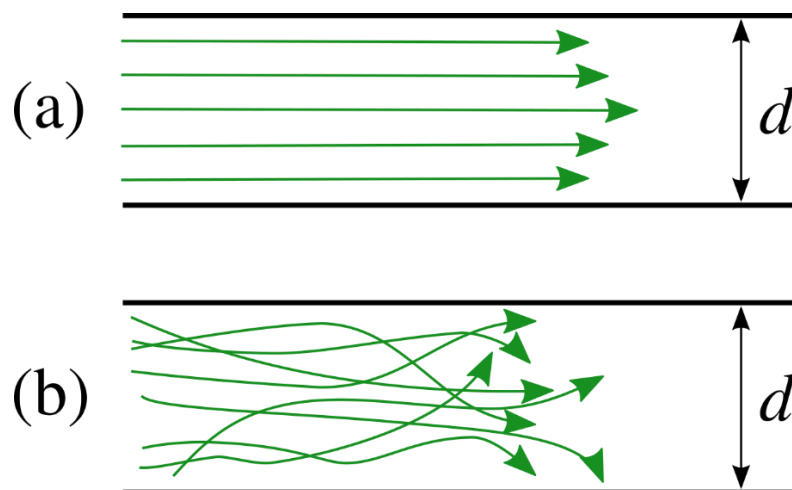


$$F = \frac{\Delta P}{R}$$

(F – fluxo; R – resistência vascular; ΔP – variação de pressão)

O fluxo sanguíneo normal é laminar, em linhas de corrente paralelas. As linhas do fluxo equidistantes do centro do vaso exibem mesma velocidade, que diminui proporcionalmente em relação as camadas mais centrais, assumindo um perfil parabólico, como mostram na **imagem (a)** abaixo. Isso se dá pois os componentes sanguíneos que tocam a parede vascular tem sua velocidade reduzida, em virtude da aderência com o endotélio vascular. A seguinte camada de moléculas desliza sobre a primeira, a terceira desliza sobre a segunda, e assim sucessivamente, apresentando velocidades crescentes de fluxo da periferia para o centro.

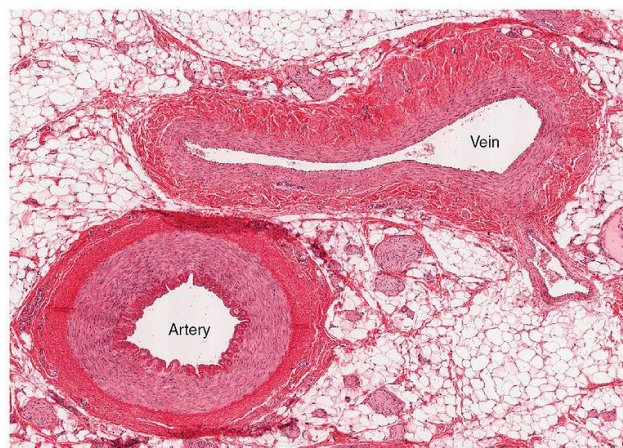
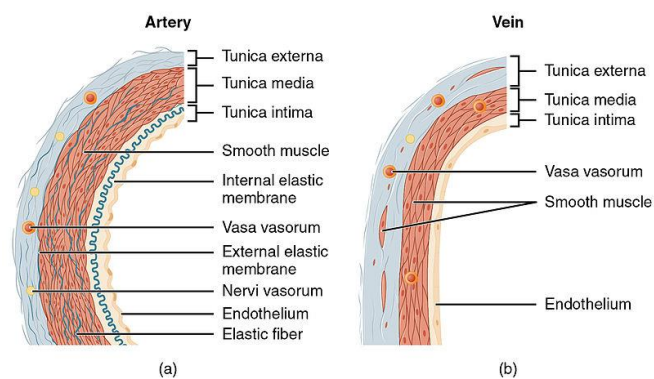
O fluxo turbulento, mostrado na **imagem (b)** consiste em um fluxo de elementos sanguíneos em padrão desordenado, causado por uma intensidade de fluxo muito elevada, ou quando o sangue passa por uma obstrução no vaso, por um ângulo fechado ou por uma superfície áspera.



By Dubaj, vectorized by Guillaume Paumier (user:guillom) - Toky.png, Public Domain, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=5100439>

DIFERENÇAS MORFOLÓGICAS DO SISTEMA VENOSOS E ARTERIAL

As artérias são responsáveis por carregar o sangue para fora do coração em sentido aos demais órgãos, já as veias levam o sangue de volta ao coração. As artérias apresentam uma camada muscular mais expressiva, são vasos que apresentam maior elasticidade, conseqüentemente, toleram pressões mais altas e comportam volumes menores que as veias, que apresentam maior complacência, e comportam grandes volumes, porém, sob baixas pressões. As veias ainda apresentam em sua estrutura valvas semilunares apontadas para o lúmen que garantem sentido unidirecional ao sangue que circula, impedindo o refluxo pela ação da gravidade.



(c)

By OpenStax College - Anatomy & Physiology, Connexions Web site.

<http://cnx.org/content/col11496/1.6/>, Jun 19, 2013., CC BY 3.0,

<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=30148242>



A túnica íntima de todos os vasos são formadas pelas células endoteliais que contém um glicocálice que se projeta para o lúmen vascular. O glicocálice tem diversas funções na fisiologia circulatória, as principais são:

- Síntese de óxido nítrico endotelial
- Barreira contra exposição direta ao fluxo sanguíneo
- Inibidor da agregação plaquetária
- Regula diapedese de leucócitos

A lesão endotelial pode resultar na perda do equilíbrio homeostático dessas funções. A túnica íntima das artérias apresenta uma camada elástica interna, composta por elastina.

A túnica média dos vasos é composta por músculo liso de organização helicoidal, circundando o vaso. As artérias apresentam uma camada muscular mais espessa e uma camada elástica externa composta por elastina, que garante maior complacência a esses vasos, absorvendo as altas pressões geradas pelo sangue ejetado. Os capilares e vênulas pós-capilares não possuem túnica média. Essa parede foi substituída por pericitos, que são semelhantes a células musculares lisas modificadas.

A túnica externa ou adventícia é uma camada de tecido conectivo que envolve os vasos, trata-se de uma estrutura de suporte que pode conter pequenos vasos necessários para a irrigação das porções mais externas do vaso em si (vasa vasorum), como também apresenta nervos.

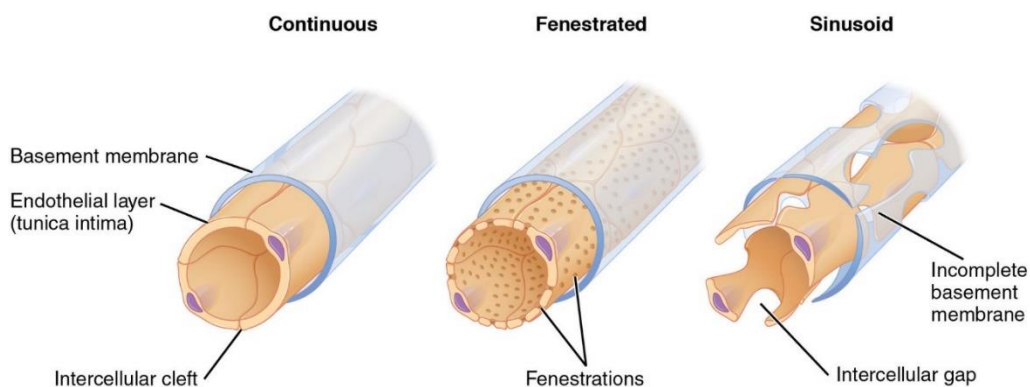
Os capilares são os vasos responsáveis pelas trocas de nutrientes, gases e íons a nível tecidual. Existem três tipos diferentes de capilares, que ocorrem em sítios diferentes, de acordo com a função fisiológica do órgão a ser irrigado:

- Capilares contínuos: formados por endotélio pavimentoso completo e lâmina basal contínua, as células endoteliais são unidas por junções de oclusão. São encontrados no cérebro, pele, pulmão, músculo



esquelético. Sítios em que a permeabilidade vascular elevada poderia ser danosa.

- Capilares fenestrados: o endotélio apresenta fenestrações ou poros com ou sem diafragma e uma lâmina basal contínua. São encontrados nos glomérulos renais, glândulas endócrinas, mucosa intestinal. Sítios em que a permeabilidade vascular garante função de troca.
- Capilares descontínuos: apresentam endotélio e lâmina basal incompletos. Está presente no fígado, baço e medula óssea, onde é importante a passagem de componentes celulares pela estrutura.



By OpenStax College - Anatomy & Physiology, Connexions Web site.
<http://cnx.org/content/col11496/1.6/>, Jun 19, 2013., Public Domain,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=30148246>

