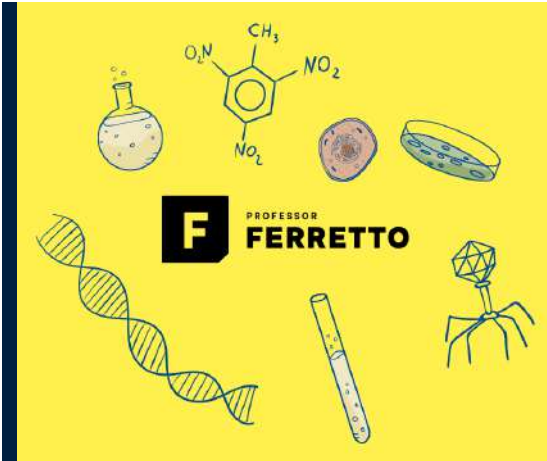


# Biologia

PROFESSOR FLÁVIO LANDIM



## ASSUNTOS DA AULA.

Clique no assunto desejado e seja direcionado para o tema.

- [Componentes dos sistemas circulatórios](#)
- [Coração humano](#)
- [Circulação linfática](#)
- [Distúrbios e doenças do aparelho respiratório](#)

## SISTEMA CIRCULATÓRIO PARTE 2

## COMPONENTES DOS SISTEMAS CIRCULATÓRIOS

### SANGUE

O **sangue circulante** pode ser dito **venoso** ou **arterial**, conforme seu **teor de oxigênio e gás carbônico** (é importante notar que os termos **sangue venoso** e **sangue arterial** não estão obrigatoriamente relacionados às artérias e veias, sendo que as **artérias podem conduzir sangue venoso ou arterial, acontecendo o mesmo com as veias**). As principais características destes tipos de sangue são:

- O **sangue venoso é pobre em oxigênio e rico em gás carbônico**, sendo conduzido dos tecidos corporais para os órgãos respiratórios, onde é oxigenado. O sangue venoso tem uma **cor azulada**, devido ao alto teor de dióxido de carbono.
- O **sangue arterial é rico em oxigênio e pobre em gás carbônico**, sendo conduzido dos órgãos respiratórios para os tecidos corporais, distribuindo oxigênio pelo organismo. O sangue arterial tem uma **cor vermelha bem viva**, devido ao alto teor de oxigênio.

### VASOS SANGUÍNEOS

Os vasos sanguíneos encontram-se divididos em cinco categorias: **artérias, arteríolas, capilares, vênulas** e **veias**.

Os seres vivos são dotados de características como o metabolismo e a homeostase que requerem uma constante troca de substâncias com o meio ambiente. Através do metabolismo, nutrientes e oxigênio são consumidos para a produção de energia e vários subprodutos, muitas vezes tóxicos, como o gás carbônico, são liberados nesses processos. Assim, as trocas que ocorrem em organismos vivos têm como objetivos suprir os mesmos de mais nutrientes e oxigênio, a fim de manter a atividade metabólica, bem como eliminar substâncias tóxicas provenientes do metabolismo, a fim de manter a constância do meio interno, o que corresponde exatamente à **homeostase**. Como os nutrientes e o oxigênio são obtidos no meio ambiente e captados a partir das superfícies corporais (ou celulares), bem como a eliminação de subprodutos tóxicos também ocorre nessas mesmas superfícies, deve haver um constante fluxo de nutrientes, gases respiratórios e excretas das partes do organismo responsáveis pelas funções metabólicas até essas superfícies, para permitir a ocorrência de tais trocas.

A aquisição de nutrientes e gases respiratórios por organismos unicelulares dá-se, normalmente, simplesmente por difusão a partir de qualquer ponto da superfície celular. Como as dimensões desses organismos são reduzidas, não há distâncias grandes da superfície da célula para qualquer ponto em seu interior. Desta maneira, o transporte interno de substâncias se dá também por difusão.

Em **organismos pluricelulares simples**, como **poríferos**, **cnidários** e **platelmintos**, as trocas de substâncias ocorrem diretamente entre o meio ambiente e qualquer ponto da superfície corporal, também por simples difusão. Isso é possível porque tais organismos possuem dimensões bastante reduzidas, além do que todas as células do corpo estão relativamente próximas da superfície corporal externa, onde ocorrem as trocas gasosas, e da superfície corporal interna (átrio, cavidade gastrovascular ou cavidade digestiva), onde ocorre a entrada de nutrientes. O transporte interno de substâncias também é favorecido pelas pequenas dimensões, ocorrendo por difusão de célula a célula.

Em organismos pluricelulares mais complexos, como os vertebrados, por exemplo, a coisa muda de figura. Sendo dotados de trilhões de células e tendo superfícies teciduais especializadas para a nutrição, a respiração e a excreção, a entrada de substâncias nutrientes e gases por difusão ocorre apenas em determinados pontos do organismo, devendo a partir destes pontos serem distribuídos para o resto do corpo. Esta distribuição de substâncias no organismo não pode ocorrer mais por simples difusão, uma vez que, em organismo deste porte, há distâncias consideráveis de um grupo de células para outro. Para se ter uma ideia, no organismo humano, se o transporte de oxigênio a partir do pulmão para o pé se desse por difusão célula a célula, ele demoraria alguns anos para percorrer toda a distância pulmão-pé. Torna-se claro, então, que os organismos pluricelulares devem possuir mecanismos mais eficientes de transporte de substâncias em seu interior, aparecendo o sistema circulatório para desempenhar este papel com grande eficiência.

As **funções** gerais do sistema circulatório em organismos animais superiores são:

## 1. ARTÉRIAS

**As artérias são vasos que conduzem o sangue do coração para os demais tecidos corporais.** Pelo fato delas “saírem” do coração, são chamadas **vasos eferentes**.

As artérias possuem uma organização tecidual em **três camadas** (também chamadas **túnicas**), sendo as mais espessas dentre os vasos sanguíneos.

- A camada mais interna, chamada **túnica íntima**, é formada pelo **endotélio**, que é um **tecido epitelial** formado por um único estrato de células achatadas, e pela lâmina própria do endotélio (tecido conjuntivo que sustenta e nutre o endotélio).
- A camada média, chamada **túnica média**, é constituída por **tecido muscular liso** e é a mais espessa das três.
- A camada mais externa, chamada de **túnica adventícia ou serosa**, é constituída por **tecido conjuntivo**, rico em **fibras elásticas**.

A musculatura da artéria é involuntária, sendo controlada pelo sistema nervoso autônomo. Quando ocorre contração da musculatura lisa da artéria, o diâmetro do vaso é reduzido, aumentando a pressão do sangue em seu interior. Ao contrário, quando ocorre relaxamento da musculatura lisa da artéria, o diâmetro do vaso aumenta, reduzindo a pressão do sangue em seu interior. **Este mecanismo, além de outros que serão vistos a seguir, controlam a pressão sanguínea no organismo.**

Uma outra função da camada muscular lisa espessa de artérias diz respeito a fornecer-lhes grande elasticidade. Isto é muito importante, pois as artérias encontram-se situadas logo após o coração, sendo submetidas diretamente à enorme força de bombeamento do mesmo. Não fosse esta elasticidade, as artérias “estourariam” pela pressão interna transmitida ao sangue pelo coração. Uma prova desta elasticidade é que as artérias pulsam ritmicamente com o coração: a cada contração cardíaca elas se dilatam. Pode-se, pois, **analisar a frequência de batimentos cardíacos contando-se o número de pulsações nas artérias**, o que é facilmente obtido na **artéria carótida** (no pescoço) e nas **artérias radial e ulnar** (no punho).

## 2. ARTERÍOLAS

Das artérias, o sangue passa para as **arteríolas**, que têm um diâmetro bem menor. A organização tecidual das arteríolas é idêntica à das artérias, com as mesmas propriedades e características.

## 3. CAPILARES

Os **capilares** são vasos sanguíneos muito finos, microscópicos (para se ter uma noção, o diâmetro dos mesmos é equivalente ao de uma única hemácia: as hemácias do sangue têm que passar em fila indiana, uma atrás da outra quando no interior dos capilares).

A parede do capilar é constituída por **uma única camada de células**, correspondente ao endotélio das artérias e arteríolas, ou seja, formado por um único estrato de células epiteliais achatadas. **Entre** as células capilares, existem espaços bastante pequenos, os **poros capilares**, incapazes de permitir

a saída de células ou proteínas sanguíneas, mas suficiente para permitir a saída de líquido do sangue para os tecidos que circundam o capilar.

O líquido sanguíneo extravasado, denominado **fluido tissular**, banha as células próximas aos capilares, fornecendo-lhes nutrientes e oxigênio. As células, por sua vez, eliminam o gás carbônico e outras excreções no fluido tissular.

A maior parte do líquido que banhou os tecidos é reabsorvida pelos próprios capilares, reincorporando-se ao sangue. Assim, ao passar pelos capilares dos tecidos, o sangue torna-se pobre em nutrientes e em gás oxigênio, e mais rico em gás carbônico e em excreções. Desta maneira, é ao nível dos capilares que ocorre as trocas gasosas e de nutrientes entre sangue e tecidos, **o que faz com que o sangue deixe de ser arterial e passe a ser venoso.**

**As trocas de substâncias entre capilares e tecidos ocorre pela passagem do fluido tissular, que transporta os gases respiratórios, as substâncias nutrientes e as excretas. Esta passagem é regulada pela diferença de pressões entre o capilar e os tecidos.**

Assim, existe uma série de forças atuando para **retirar fluido tissular do capilar para o tecido**, promovendo então a oxigenação e nutrição do mesmo. Estas forças são causadas pela:

I. **A pressão hidrostática sanguínea no capilar (de 17 mmHg);**

II. **A pressão osmótica das proteínas dos tecidos** (lembre que o espaço entre as células do endotélio deixa passar líquido, mas não proteínas, funcionando como uma membrana semipermeável; esta é de 5mmHg);

III. **A pressão de vácuo do tecido** (promovida pela constante retirada de líquidos dos tecidos pelos vasos linfáticos, o que cria uma espécie de força de sucção puxando líquido para fora do capilar; esta é de **6 mmHg**).

Existem também forças que atuam no sentido de provocar o **retorno do fluido tissular** do tecido para o capilar, para remover do tecido o gás carbônico e as excretas. Esta força resulta principalmente

da **pressão osmótica das proteínas do plasma sanguíneo, principalmente da albumina (de 28 mmHg)**, que puxa o líquido intersticial de volta.

**Observe que as pressões de retirada de líquido intersticial do capilar (I, II e III), somadas, equivalem a uma pressão de 28 mmHg, aproximadamente, e a pressão de retirada de líquido intersticial do tecido (pressão osmótica das proteínas do plasma) é também de 28 mmHg. Em outras palavras, a pressão que impulsiona o líquido intersticial do capilar para o tecido é idêntica à que puxa o líquido de volta do tecido para o capilar. Desta maneira, todo líquido que sai do capilar retorna a ele logo depois.**

Existe, entretanto, uma pequena diferença de pressão no sentido do capilar para o tecido (neste sentido ela é um pouquinho maior que 28 mmHg). Isto provocaria, com o tempo, a permanência de líquido intersticial nos tecidos circundantes ao capilar. Isso não ocorre porque os **vasos linfáticos drenam este pequeno excesso**, impedindo que ele se acumule no tecido e promovendo seu retorno ao sangue.

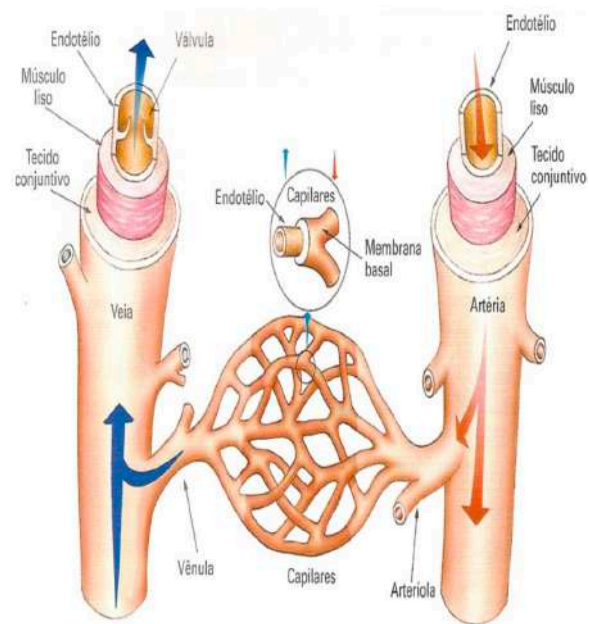
Em algumas ocasiões, entretanto, os vasos linfáticos podem estar obstruídos (como na **filariose**), impedindo a drenagem deste pequeno excesso de líquido no tecido. Com o tempo, esta pequena diferença de pressão provoca o acúmulo de líquido nos tecidos, que acaba inchando, em uma situação conhecida como edema (na filariose, o **edema**, que ocorre nos membros inferiores, causa a elefantíase).

No *kwarshiorkor*, devido à falta de proteínas na dieta, a albumina do plasma é consumida como fonte de aminoácidos, diminuindo assim a pressão coloidosmótica do sangue em relação aos tecidos, que passam então a atrair água por osmose, o que por sua vez ocasiona também edemas.

Somando todos os capilares do organismo humano, por exemplo, têm-se aproximadamente **90.000 km de capilares sanguíneos. Isto ocorre porque eles são microscópicos e espalham-se por todo o corpo para promover as já citadas trocas. Além de serem em grande número, seus diâmetros somados são muito maiores do que o das artérias e o das arteríolas. Isso significa que a pressão sanguínea nos capilares é muito baixa (quanto maior o diâmetro do vaso, menor a pressão do sangue em seu interior), e a velocidade do sangue nos**

**capilares também é muito baixa. Esta lentidão do sangue nos capilares é perfeita para garantir que as trocas nesta região ocorram de maneira adequada.**

A conexão entre as arteríolas e as vênulas não se dá diretamente através dos capilares, e sim de **metarteríolas**, como no esquema a seguir.



Entre a arteríola e a metarteríola, existe um anel muscular, denominado esfíncter pré-capilar. Ele controla a passagem do sangue das arteríolas para os capilares e vênulas. Isso significa que, a cada momento, nem todo capilar está transportando sangue, pois a grande maioria está com o esfíncter pré-capilar fechado. Assim, a cada momento, apenas 6% dos capilares do corpo estão carregando sangue (o que ocorre devido ao fato de que todo o volume de sangue do corpo somado só preenche cerca de 6% de todos os capilares do corpo, que têm, em conjunto, um volume muito grande).

O organismo controla os capilares que estão ativos através do controle dos esfíncteres pré-capilares. Esse controle se dá por dois processos: a falta de oxigênio e o acúmulo de gás carbônico no tecido, devido à atividade metabólica tecidual, impedem a produção de energia pelo músculo do esfíncter pré-capilar, que não consegue manter a contração e relaxa, permitindo a passagem de sangue para a metarteríola e para os capilares; e a liberação de

substâncias locais vasodilatadoras, como o óxido nítrico que também provocam a abertura do esfíncter.

#### 4. VÊNULAS

Da metarteríola e dos capilares, o sangue passa para as **vênulas**, que têm a mesma estrutura organizacional das veias, embora de menor diâmetro.

#### 5. VEIAS

**As veias são vasos que conduzem o sangue dos tecidos corporais para o coração. Pelo fato de elas “chegarem” ao coração, são chamadas vasos aferentes.**

A parede das veias é formada também por três camadas, equivalentes às das artérias. **Entretanto, a veia é bem menos espessa que a artéria, principalmente devido à menor espessura da camada muscular e mediana e da conjuntiva externa.** As veias não necessitam de camada muscular espessa porque elas não precisam de elasticidade, uma vez que o sangue sai dos tecidos para ser transportado pelas veias com uma pressão sanguínea muito baixa, não havendo a possibilidade de a veia “estourar”. Pelo mesmo motivo (pressão sanguínea muito baixa), as veias não pulsam como as artérias.

Entretanto, devido a esta pressão sanguínea baixa nas veias, o sangue não tem força suficiente para retornar diretamente ao coração (as veias, situam-se antes do coração, não recebendo aquele “impulso” que as artérias recebem). Enquanto as artérias transportam sangue de maneira pulsátil, as veias transportam o sangue de maneira contínua, sem pulsação.

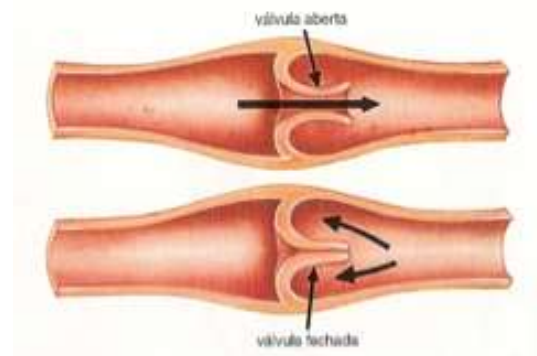
A movimentação de sangue nas veias de volta ao coração é chamada **retorno venoso**. Este processo se dá por dois fatores: **a própria pressão do coração que é transmitida ao sangue** (apesar de ser bastante baixa), e **a atividade contrátil dos músculos esqueléticos**.

A atividade contrátil contribui para o movimento do sangue na veia desta maneira: ao andar, por exemplo, a musculatura da perna contrai-se, comprimindo as veias e impulsionando o sangue em seu interior (como a pasta de dentes em uma bisnaga) para frente. Este sangue só pode ser conduzido em

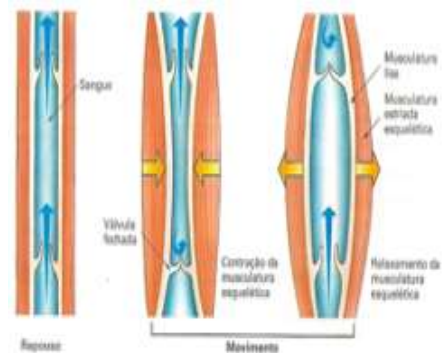
um sentido: dos tecidos para o coração devido à existência de válvulas nas veias.

Estas **válvulas venosas** só permitem a passagem do sangue em um sentido, não possibilitando o refluxo. Elas se assemelham a paraquedas, abrindo-se quando o sangue tenta voltar. Desta maneira, as válvulas direcionam o sangue sempre no sentido dos tecidos para o coração.

É importante entender que as válvulas venosas apenas impedem o refluxo de sangue. Quem impulsiona o sangue efetivamente é a atividade da musculatura esquelética.



Funcionamento das válvulas venosas no impedimento do refluxo de sangue.



A contração dos músculos esqueléticos contribui para promover a circulação venosa humana. Quando os músculos esqueléticos se contraem, comprimem as veias e forçam o sangue em direção ao coração. A válvula inferior se fecha e impede o refluxo do sangue. Quando os músculos esqueléticos relaxam, as veias se expandem e se enchem de sangue que vem da região inferior do corpo. A válvula superior se fecha e impede o refluxo do sangue.



Danos às válvulas venosas podem levar ao aparecimento das **varizes**, também chamadas **veias varicosas**.

A falta de retorno venoso pode gerar alguns problemas em curto prazo, como **desmaios**. Quando uma pessoa fica muito tempo em pé e imóvel, não há atividade muscular para remover o sangue venoso acumulado nas veias dos membros inferiores. Desta maneira, o volume de sangue circulante no resto do corpo diminui, no início não havendo problemas. Com o tempo, o acúmulo de sangue nas pernas é tão grande que começa a faltar sangue para ser distribuído adequadamente para o resto do corpo. O coração deixa de bombear com eficiência e começa a faltar sangue para o cérebro (a condução de sangue para o cérebro exige uma pressão sanguínea muito alta, para vencer a força da gravidade; com a quantidade de sangue circulante diminuída, diminui também a pressão sanguínea, dificultando a oxigenação do cérebro). Sem sangue e sem oxigênio, o cérebro “desliga” temporariamente e o indivíduo desmaia. Com o indivíduo desmaiado, o corpo fica na posição horizontal, facilitando o bombeamento de sangue para o cérebro, pois não mais é preciso vencer a força gravitacional para isso. Além disso, o corpo estando deitado facilita o retorno daquele sangue acumulado nos membros inferiores. A presença de sol facilita o desmaio: com a sudorese intensa, o indivíduo se desidrata, o que diminui a quantidade de água no sangue e consequentemente a pressão sanguínea. O resultado é que, com a pressão diminuída, há aquela maior dificuldade de bombear sangue para o coração.

Em longas viagens de ônibus ou avião, os passageiros cujas pernas permanecem imóveis também sofrem com a falta de retorno venoso. O problema pode atingir sérias proporções no caso de uma **trombose venosa profunda**: o sangue represado coagula no interior das veias e assim pode causar déficit circulatório. As mesmas recomendações para evitar desmaios devem ser seguidas.

### Importante!

**Como já dito anteriormente, artérias não são vasos que transportam sangue arterial e veias não são vasos que transportam sangue venoso.** O melhor conceito para estes dois tipos de vaso está relacionado à sua atividade em relação ao coração. Assim, a **artéria é um vaso que retira sangue do coração**, conduzindo-o aos tecidos corporais e a **veia é um vaso que leva sangue ao coração**, proveniente dos tecidos corporais. Na grande maioria das vezes, as artérias transportam sangue arterial e as veias transportam sangue venoso.

Pode haver, entretanto, uma **atividade inversa**. O principal exemplo disso são as **artérias e veias pulmonares**. As artérias pulmonares saem do coração e conduzem sangue venoso para o pulmão, onde acontecem as trocas respiratórias e o sangue passa a ser arterial. As veias pulmonares saem do pulmão e levam este sangue arterial ao coração, para que ele possa distribuí-lo para todo o organismo. Um outro exemplo são as **artérias e a veia umbilical** (existem duas artérias e uma veia umbilical). As artérias umbilicais retiram sangue venoso do coração do bebê e o conduzem à mãe, que promove as trocas respiratórias. A mãe envia sangue arterial para o filho através da veia umbilical, que leva este sangue até o coração do feto, para que este sangue seja distribuído pelos tecidos fetais.

## CORAÇÃO HUMANO

O **coração** é um órgão musculoso, do tamanho aproximado de um punho fechado e com peso aproximado de 400 g. Ele se localiza no meio do peito, sob o osso esterno, ligeiramente deslocado para a esquerda, entre os dois pulmões, em um espaço chamado **mediastino**.

O coração humano, como o dos demais mamíferos e o das aves apresenta **quatro câmaras**

**cardíacas:** as duas mais superiores são os **átrios** (direito e esquerdo) e as duas mais inferiores são os **ventrículos** (direito e esquerdo). Como já mencionado anteriormente na explicação da pequena e da grande circulação, pelo lado direito do coração (coração direito) só passa sangue venoso e pelo lado esquerdo (coração esquerdo), só passa sangue arterial.

O coração é um vaso sanguíneo modificado, possuindo as mesmas três camadas das artérias e veias.

- A camada mais **interna** (equivalente ao **endotélio**) recebe o nome de **endocárdio**;
- A camada **média (muscular)** recebe o nome de **miocárdio**;
- A camada mais **externa (conjuntiva)** recebe o nome de **pericárdio**.

O músculo cardíaco, denominado miocárdio é formado por um tipo especial de tecido muscular, só encontrado no coração: o **músculo estriado cardíaco**. Este músculo é de **contração involuntária** e além de ser capaz de se contrair, pode gerar impulsos nervosos de maneira semelhante ao tecido nervoso.

## SÍSTOLES E DIÁSTOLES E FREQUÊNCIA CARDÍACA

**É muito comum se pensar que o coração funciona como uma bomba aspirante-premente, isto é, que “suga” o sangue e o “expulsa” posteriormente. Isso, entretanto, não ocorre. O coração é uma bomba simplesmente premente.**

Em outras palavras, ele apenas “expulsa” o sangue, sem “sugá-lo”. O que ocorre é que o músculo cardíaco é altamente poderoso. Sua força de contração é tal que, ao impulsionar o sangue, este adquire força suficiente para percorrer todo o organismo e retornar ao coração.

A **contração** do coração é **ativa**, ou seja, é promovida pela ação muscular do miocárdio e impulsiona o sangue por todo o organismo. Este movimento de contração é denominado **sístole**. Já a **dilatação** do coração é **passiva**: após a contração o coração passa um tempo relaxado; este tempo é suficiente para permitir que o sangue passe por todo o corpo e ainda chegue ao coração de volta com força suficiente para dilatá-lo, isto é, enchê-lo. Este movimento de relaxamento e seu consequente enchimento é denominado **diástole**.

Este movimento de sístole e diástole acontece de maneira rítmica, **aproximadamente 72 vezes por minuto**. Esta frequência de batimentos é denominada frequência cardíaca, e varia de acordo com a necessidade e o estado do organismo. No espaço de tempo de 1 minuto, estes 72 batimentos permitem que passe pelo coração cerca de **5**

**litros de sangue** (equivalente a todo o volume de sangue de uma pessoa de 70 kg; cerca de 7% do peso corporal é de sangue). Esta quantidade de sangue que circula no coração a cada ciclo cardíaco é denominada **débito cardíaco**. Todo o sangue que chega ao coração em condições normais é bombeado efetivamente pelo músculo cardíaco.

Quanto maior a necessidade de oxigênio e nutrientes nos órgãos (maior atividade), maior deverá ser a frequência de batimentos. Em estados de alta atividade metabólica por exemplo, a frequência cardíaca pode atingir os 180 batimentos por minuto (podendo circular no coração neste 1 minuto cerca de 15 a 20 litros de sangue em pessoas normais, e até 40 litros em um atleta bem treinado). Em estados de baixa atividade metabólica, como no descanso promovido pelo sono, como a necessidade energética dos tecidos não é alta, a frequência cardíaca pode diminuir, atingindo entre 35 e 50 batimentos por minuto.

Experimente contar sua frequência cardíaca a partir da pulsação de uma artéria qualquer, como as já citadas carótidas (no pescoço), ulnar e radial (no punho). No entanto, cuidado: o polegar tem uma artéria de razoável calibre, de modo que ao tentar tomar a pulsação com ele, pode-se sentir o próprio pulso, confundindo com a pulsação de quem se quer medir. Assim, deve-se usar o dedo indicador (normalmente, o médio junto ao indicador).

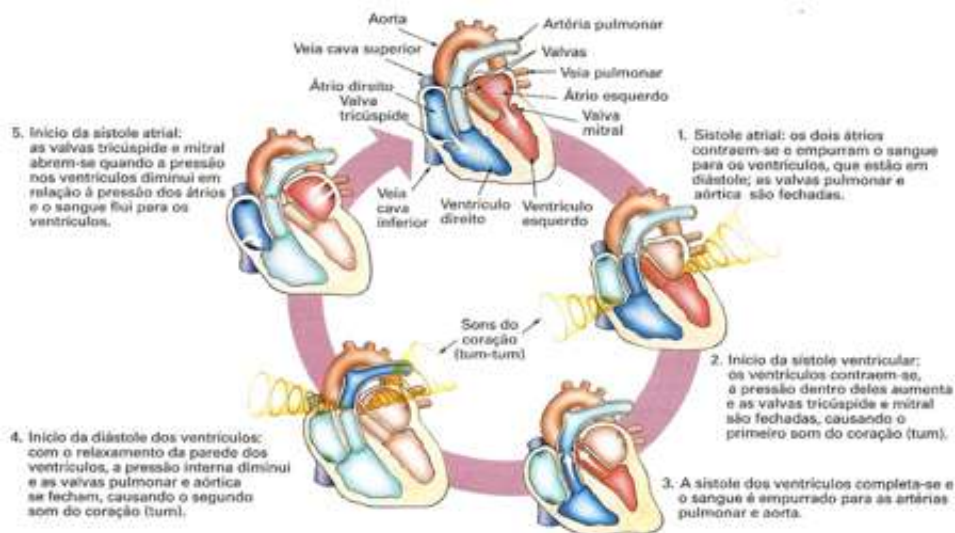
## CICLO CARDÍACO

**Ciclo cardíaco** é uma sequência completa de sístoles e diástoles das câmaras do coração e dura **cerca de 0,8 s**.

O início do ciclo cardíaco é marcado pela sístole dos átrios, que bombeiam o sangue para o interior dos ventrículos; estes, nesse momento, estão em diástole. Passados cerca de 0,3 s do início do ciclo, tempo suficiente para encher por completo os ventrículos, estes entram em sístole, bombeando sangue, para a artéria pulmonar (ventrículo direito) e aorta (ventrículo esquerdo).

O fato de a sístole atrial ocorrer cerca de 0,3 s antes da ventricular permite que o ventrículo se encha de sangue proveniente do átrio antes de entrar em sístole. Assim, a eficiência de bombeamento do coração torna-se máxima.

Enquanto a sístole ventricular progride, os átrios entram em diástole, enchendo-se novamente de sangue. Ao ocorrer a sístole atrial, terá início um novo ciclo cardíaco.



Coração humano: o ciclo cardíaco compreende a contração dos dois átrios acompanhada pela contração dos dois ventrículos.

## SISTEMAS VALVULARES DO CORAÇÃO

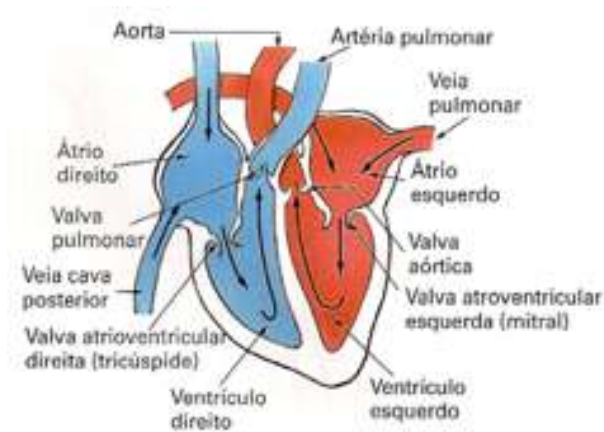
O átrio direito se comunica com o ventrículo **direito** através da **válvula tricúspide**, enquanto o átrio esquerdo se comunica com o **ventrículo esquerdo** por meio da **válvula bicúspide ou mitral**. A primeira delas possui três valvas (pequenas bolsas membranosas que permitem a passagem de sangue apenas em um sentido), ao passo que a segunda possui somente duas valvas (essa é a razão dos nomes tricúspide e bicúspide, que em conjunto são chamadas **válvulas atrioventriculares**).

Durante a sístole dos átrios, as válvulas se achatam, consentindo o fluxo de sangue para os ventrículos. Ocorre, então, a diástole ventricular.

Mas, logo em seguida, os ventrículos entram em sístole. As válvulas tricúspide e mitral abrem suas valvas como paraquedas, fechando-se e impedindo o refluxo do sangue para os átrios. Com a sístole ventricular, o sangue é projetado para os grandes vasos que partem dos ventrículos, ou seja, a aorta (do lado esquerdo) e a artéria pulmonar (do lado direito).

Na origem desses vasos, junto aos ventrículos, também existem válvulas, as **válvulas semilunares** (válvula aórtica, do lado esquerdo, e **válvula pulmonar**, do lado direito). Assim, o sangue não pode mais retornar aos ventrículos depois que deles sai.





Coração de mamífero.

Os sons produzidos pelo coração, denominados **bulhas cardíacas**, são causados pelo fechamento rápido das válvulas atrioventriculares e semilunares. Durante o ciclo cardíaco, podem-se identificar duas “batidas” subsequentes: a primeira, de tom mais baixo e menos audível, é causada pelo fechamento das válvulas tricúspide e bicúspide e marca o início da sístole ventricular. A segunda, mais aguda e alta, é causada pelo fechamento das válvulas semilunares e marca o início da diástole ventricular.

## CONTROLE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA

Como já dito anteriormente, as fibras musculares cardíacas são capazes de gerar impulsos nervosos, controlando seu próprio batimento cardíaco. Entretanto, não é qualquer parte do coração que tem a capacidade de controlar os batimentos cardíacos.

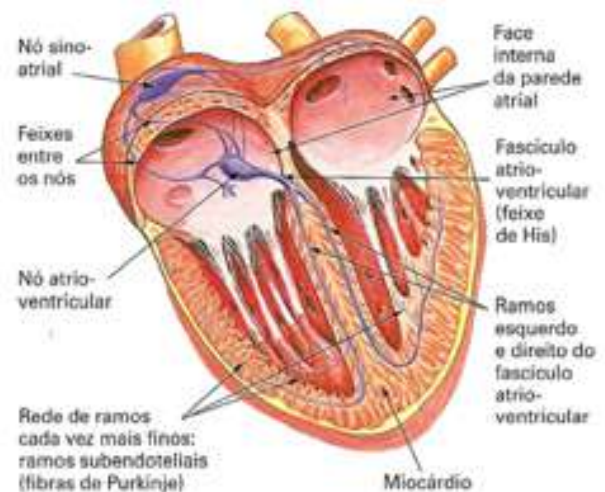
A frequência de batimentos cardíacos é controlada por uma região especial do coração denominada nódulo sinoatrial (equivalente ao seio venoso de vertebrados inferiores como peixes). O nódulo sinoatrial (SA) é um aglomerado de células musculares especializadas, localizado perto da junção entre o átrio direito e a veia cava superior. O nódulo SA emite impulsos 72 vezes por minuto, controlando a frequência cardíaca de sístoles, sendo também chamado **marca-passo** do coração.

O impulso do nódulo SA é transmitido para os dois átrios e para uma segunda região especial do coração, denominada **nódulo atrioventricular (AV)**. Este atua como um redistribuidor do sinal gerado pelo nódulo SA, estimulando a musculatura

dos ventrículos a entrar em sístole.

Quando o nódulo AV recebe o impulso do nódulo SA, o impulso é retardado de 0,3 segundos. Assim, o nódulo SA provoca a sístole atrial e apenas 0,3 segundos depois ocorrerá a sístole ventricular provocada pelo nódulo AV. Isto dá tempo para o ventrículo se encher após a sístole atrial, e depois fazer sua sístole, impulsionando o sangue com máxima eficiência.

Na parede dos ventrículos existe uma rede de células musculares geradoras de impulso, denominada **rede de Purkinje**. Esta rede se estende para o septo interventricular com o nome de **feixe de His**. Estas duas estruturas provocam uma rápida condução do impulso gerado pelos nódulos, permitindo uma contração a mais uniforme possível do ventrículo, contribuindo para aumentar sua eficiência.



Sistema de condução cardíaco.

Uma outra característica das fibras musculares cardíacas que permite uma rápida condução dos impulsos ao longo do miocárdio é a existência de ligações entre as células musculares. Estas ligações ocorrem por **junções tipo gap**, que permitem uma passagem de íons e conseqüentemente de impulsos nervosos de maneira extremamente rápida entre as várias partes do coração. Estas ligações entre as células são denominadas anastomoses e fazem com que todas as partes do átrio se contraíam simultaneamente, aumentando a força de contração. Isto ocorre também no ventrículo.

### Marca-passo

Em caso de destruição do nódulo AV, por um infarto do miocárdio, por exemplo, a condução do impulso do nódulo SA para o ventrículo é bloqueada, condição conhecida como bloqueio atrioventricular. Neste caso, o nódulo SA continua com seus 72 batimentos/min no átrio, mas este impulso não passa para o ventrículo. A rede de *Purkinje* assume o papel de marca-passo ventricular, embora com frequência menor, de apenas 40 batimentos/min. Se o nódulo SA for lesado, entretanto, é preciso um novo marca-passo atrial artificial, que consiste em um aparelho que é um dispositivo elétrico implantado abaixo da pele, no abdome, e do qual parte um condutor elétrico até o coração, controlando então a frequência cardíaca.

### Influência nervosa e hormonal na atividade cardíaca

Apesar do controle da atividade cardíaca ser basicamente intrínseco, estando relacionado ao **nódulo sinoatrial (controle miogênico)**, principalmente, a atividade nervosa e hormonal pode alterar esta atividade. A influência nervosa sobre o coração se dá pela ação do **sistema nervoso autônomo ou SNA (controle neurogênico)**.

O **SNA simpático** tem a propriedade de aumentar toda a atividade do sistema circulatório. Este aumento diz respeito ao aumento na força de contração cardíaca, na frequência de contração cardíaca e na promoção de vasoconstrição (contração dos vasos sanguíneos, o que provoca uma diminuição no seu diâmetro e conseqüentemente um aumento na pressão sanguínea). Em situações de *stress* ou medo, pode-se notar a ação do SNA simpático: **taquicardia** (aumento da frequência cardíaca: o coração “dispara”) e palidez (pela contração dos vasos sanguíneos da pele: o sangue, de cor vermelha, deixa de circular pela pele, que fica pálida), por exemplo.

O **SNA parassimpático**, atuando principalmente através do nervo pneumogástrico ou vago, tem atividade antagônica à do SNAS, inibindo as atividades do sistema circulatório. Esta inibição provoca diminuição na força de contração, diminuindo na frequência cardíaca e vasodilatação (que por aumentar o diâmetro do vaso leva a uma diminuição na pressão sanguínea). No indivíduo relaxado, o SNA está bem ativo, provocando uma **bradicardia** (diminuição na frequência cardíaca) para permitir que o coração descanse.

A atividade hormonal também influencia a atividade cardíaca. Os hormônios ou neurormônios **adrenalina e noradrenalina** têm efeito idêntico ao do **SNAS** e a **acetilcolina** tem efeito idêntico ao do **SNAP**.

## PRESSÃO SANGUÍNEA

A pressão exercida pelo sangue contra a parede das artérias é denominada pressão arterial. Em uma pessoa jovem e com boa saúde, a pressão nas artérias durante a sístole ventricular, chamada **pressão sistólica ou máxima**, é de cerca de **120 mmHg**. Durante a diástole ventricular, a pressão diminui, sendo chamada **pressão diastólica ou mínima**, que é de cerca de **80 mmHg**. Normalmente, a pressão arterial é expressa na forma de uma razão, onde o primeiro termo corresponde à pressão sistólica e o segundo termo à pressão diastólica. Assim, costuma-se dizer, por exemplo, que a pressão de um indivíduo é de **12:8**.

A análise da pressão arterial é muito importante para saber se ela é suficientemente forte para dis-

tribuir o sangue por todo o organismo e suficientemente moderada para impedir que uma força excessiva lese a parede dos vasos. A pressão arterial baixa é denominada **hipotensão** e a alta é denominada **hipertensão**.

A pressão venosa é muito pequena, e não tem importância prática, devendo ser suficiente apenas para devolver o sangue ao coração. Muitas vezes ela chega a próximo de zero, devendo as válvulas venosas atuarem para promover o adequado retorno venoso.

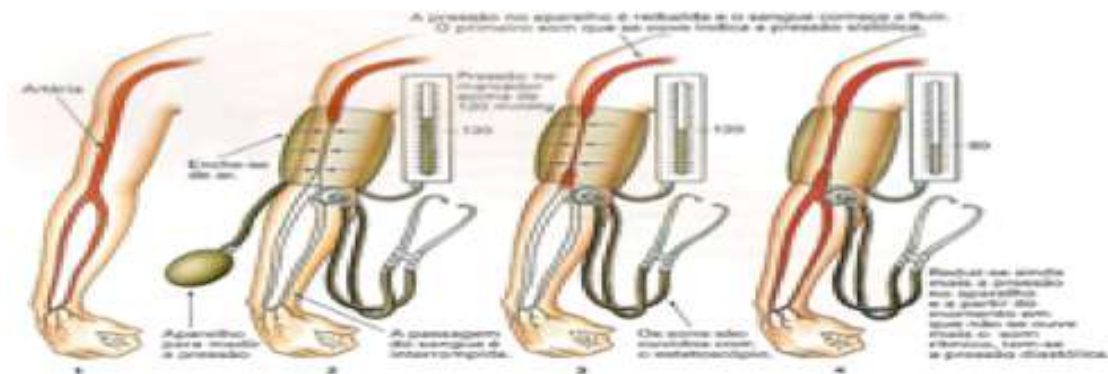
### Aferição da pressão arterial

A medida da pressão arterial é feita através de dois aparelhos, o **tensiômetro (esfingmo-**

**manômetro**) e o **estetoscópio**. O tensiômetro é uma bolsa inflável posicionada no braço, próximo ao cotovelo. Além do dispositivo para inflá-lo, ele possui um medidor de pressão que calcula a pressão exercida pela bolsa quando cheia de ar. O estetoscópio é um aparelho que serve para ampliar os sons produzidos pelo organismo, facilitando a audição por parte do profissional de saúde dos batimentos cardíacos. O estetoscópio é posicionado sobre a face interna do braço, entre o braço e o antebraço, na chamada artéria braquial.

Com os dois aparelhos devidamente posicionados, começa-se a inflar a bolsa de ar, até pressões bastante altas, cerca de 200 mmHg. (Cuidado para não bombear demais senão você vai cortar o fluxo sanguíneo no braço do seu paciente e aí o braço vai cair... Tá bom, eu exagerei, mas que pode causar um quadro de isquemia, pode...) A partir daí se solta o ar, lentamente. Enquanto a pressão da bolsa for maior que a da artéria braquial, esta fica obstruída, e o sangue não passa. Entretanto,

quando a pressão da bolsa diminuir e for pouco menor que a da artéria, esta se abre e começa a passagem de sangue. Neste instante, começa-se a escutar os batimentos cardíacos, pois a artéria desobstruída pulsa em concordância com o coração. Este primeiro som escutado corresponde à pressão máxima da artéria, ou seja, à pressão sistólica (normalmente neste momento o marcador de pressão está marcando 120 mmHg). Continua-se soltando o ar da bolsa e a pressão diminui ainda mais. Quando a pressão da bolsa é menor do que a mínima pressão da artéria, esta passa a ficar permanentemente aberta para a passagem do sangue. A artéria não mais pulsa e o sangue flui constantemente. Neste momento, cessa o som dos batimentos cardíacos, pois a artéria aberta não mais pulsa. A parada do som no estetoscópio indica que a pressão mínima, ou seja, a pressão diastólica, foi atingida (neste momento em que o som dos batimentos para, normalmente o marcador de pressão está marcando 80 mmHg).



Aferição da pressão arterial.

### Controle da pressão arterial

A regulação da pressão arterial pode se dar através de vários mecanismos.

No **bulbo do tronco cerebral** fica localizado o **centro vasomotor**, que controla o grau de vasoconstrição dos vasos sanguíneos e a frequência cardíaca. Este centro vasomotor regula a circulação, e a pressão arterial através do SNA simpático. Esse provoca o aumento da força de contração e da frequência cardíaca e promove uma vasoconstrição dos vasos de menor calibre. Estes três efeitos promovem a elevação da pressão arterial. O SNA parassimpático não atua diretamente sobre o sistema circulatório. Entretanto a ativação do SNAP inibe o SNAS, promovendo redução da força de contração e da frequência cardíaca e vasodilatação, o que promove redução na pressão arterial.

Ainda para controlar a pressão arterial, existem na **crossa da aorta e nas paredes da artéria carótida interna**, próxima a sua origem (em uma região denominada seio carotídeo) estruturas denominadas barorreceptores ou pressorreceptores. Estes captam o grau de estiramento das artérias, percebendo o nível da pressão arterial no organismo (se as artérias estão dilatadas, a pressão está baixa, se as artérias estão contraídas, a pressão está alta). Assim, os barorreceptores captam a pressão e informam o centro vasomotor de

seu nível. O centro vasomotor age então para adequar a pressão caso ela esteja alta ou baixa demais.

Há ainda um controle hormonal da pressão arterial determinado pela ação hormonal, através do **sistema renina-angiotensina-aldosterona**, mas ele atua em longo prazo e será discutido apenas posteriormente, nas aulas sobre sistema excretor.

Tome nota:

## CIRCULAÇÃO LINFÁTICA

Além da circulação sanguínea, o corpo é irrigado também pela **circulação linfática**.

A circulação linfática inicia-se nos capilares linfáticos, condutos que nascem ao nível dos tecidos, em fundo cego, reúnem-se uns com os outros, formando vasos linfáticos mais grossos, e acabam-se abrindo em determinados vasos sanguíneos.

Os capilares linfáticos estão mergulhados entre as células dos tecidos, de onde captam o excesso de líquido tissular, originalmente extravasado dos capilares sanguíneos e, reconduzindo-os à circulação. Como já mencionado anteriormente, a obstrução do sistema linfático provoca acúmulo de líquido tissular nos tecidos, causando um inchamento, o **edema linfático**.

Os vasos linfáticos formados pela confluência dos capilares linfáticos reúnem-se para formar dois grandes canais linfáticos, o **canal torácico**, que se abre na junção entre as **veias jugular esquerda e subclávia esquerda** e a **grande veia linfática**, que se abre na junção entre as **veias jugular direita e subclávia direita**. A partir daí o líquido conduzido pelos vasos linfáticos, denominado linfa, integra-se ao sangue.

Outras funções do sistema linfático estão relacionadas à própria constituição da linfa, como a **defesa** e o **transporte de nutrientes derivados de lipídios**.

### Linfa

No interior dos vasos linfáticos circula a linfa, cuja constituição é muito semelhante à do sangue, possuindo, da mesma maneira que o sangue, a parte líquida (plasma) e a parte particulada (elementos figurados). Entretanto, não há hemácias nos elementos figurados do plasma. A ausência de hemácias faz com que a linfa não tenha a cor vermelha típica do sangue, sendo um líquido incolor. Os elementos figurados da linfa correspondem aos glóbulos brancos. Cerca de 99% dos leucócitos presentes na linfa são do tipo linfócito (no sangue, a percentagem de linfócitos em relação ao total de leucócitos é de cerca de 15 a 30% apenas).

O plasma linfático varia bastante em composição, mas normalmente, possui um teor bastante alto de lipídios. Isso ocorre porque, em nível de vilosidades intestinais, são os vasos linfáticos quilíferos que assimilam os lipídios, para só depois lançá-los na circulação sanguínea para haver sua distribuição.

### Gânglios ou nódulos linfáticos

Em diversos pontos da rede linfática existem gânglios ou nódulos linfáticos, pequenos órgãos perfurados por canais. A linfa, em seu caminho para o coração, circula pelo interior desses gânglios, onde é filtrada. Partículas como vírus, bactérias e resíduos celulares presentes na linfa são eliminados pela grande quantidade de linfócitos existentes nos gânglios linfáticos. Além disso, é nos gânglios linfáticos que os linfócitos se multiplicam para gerar populações de células de defesa para o sangue e que os linfócitos originam os plasmócitos, que são as células que produzem anticorpos para o organismo.

Os gânglios linfáticos são órgãos de defesa para o organismo. Quando este é invadido por microorganismo, por exemplo, os glóbulos brancos próximos da invasão começam a se multiplicar, como já mencionado, para dar combate aos invasores. Com isso, os gânglios incham, formando nódulos dolorosos chamados **ínguas**. É possível muitas vezes detectar um processo infeccioso pela existência de gânglios linfáticos inchados.

## DISTÚRBIOS E DOENÇAS DO APARELHO CIRCULATORIO

Mais da metade das mortes em países industrializados é causada pelas doenças cardiovasculares, como são chamadas genericamente as doenças do coração e dos vasos sanguíneos.

As doenças cardiovasculares mais sérias são causadas pela obstrução de artérias importantes, como as que irrigam o coração (coronárias) ou o cérebro (várias).

A constituição genética predispõe certas pessoas a desenvolverem doenças cardiovasculares. Os genes, entretanto, atuam em conjunto com fatores ambientais que comprovadamente desencadeiam doenças, e estes fatores, denominados fatores de risco, podem ser controlados de modo a promover a saúde.

Fumo, dieta rica em gorduras e colesterol, falta de exercícios e vida estressante são alguns fatores que predispõem a doenças cardiovasculares.

A pessoa que quer precaver-se de doenças cardiovasculares deve evitar o fumo, os alimentos gordurosos, sobretudo os de origem animal, manter o peso corporal compatível com sua altura e idade, fazer exercícios e evitar situações de stress. Deve também medir a pressão arterial e fazer exames médicos periodicamente, especialmente se houver história de algum caso destes tipos de doença na família.

### VARIZES

As **varizes**, ou **veias varicosas**, aparecem devido à **destruição das válvulas venosas** em algumas regiões. Assim, quando as válvulas venosas são destruídas, o sangue não consegue ser impulsionado para frente, acumulando-se na veia. Como o sangue nas veias comuns é venoso, possui a cor azulada. O acúmulo de sangue venoso na veia com a válvula danificada aparece como um fio azulado na pele da pessoa.

As varizes são mais comuns nos membros inferiores que nos superiores. Isso porque, mesmo que as válvulas venosas dos braços tenham sido danifi-



cadaver por algum processo, ao levantar os membros a gravidade remove este sangue venoso da veia, reconduzindo-o à circulação. Em membros inferiores, o sangue está contra a gravidade, não havendo facilidade de retorno, formando as varizes.

As varizes também são mais comuns em mulheres que em homens, por dois motivos. O primeiro é que os homens têm massa muscular mais avantajada, o que facilita o retorno venoso. O segundo fator é hormonal: a presença dos hormônios femininos fragiliza os vasos sanguíneos, predispondo-os a problemas.

## ATEROSCLEROSE E ARTERIOSCLEROSE

Diante de reações inflamatórias nas paredes dos vasos sanguíneos (como as reações causadas pelo aminoácido tóxico **homocisteína**), o edema relacionado ao processo inflamatório leva à ruptura da camada interna do vaso sanguíneo (endotélio). Deste modo, as lipoproteínas de baixa densidade (VLDL e LDL) podem se infiltrar na **camada média muscular**, sendo fagocitados por macrófagos. Ao acumular colesterol, os macrófagos passam a constituir células espumosas. Essas se acumulam formando placas de colesterol, constituindo os **ateromas**.

A ocorrência de ateromas caracteriza a **aterosclerose**, levando a uma diminuição na luz do vaso e consequente **hipertensão** (aumento de pressão arterial). Pelos padrões atuais, a pressão arterial adequada para adultos jovens é de 12:8, sendo valores acima de 13:8,5 considerados elevados.

**Arteriosclerose** é um processo de perda gradual na elasticidade das artérias, causado principalmente pela deposição de placas de colesterol (**ateromas**) na camada média da artéria. O acúmulo destas placas é denominado arteriosclerose. A arteriosclerose provoca a diminuição do calibre interno das artérias, e, em alguns casos, os ateromas se impregnam de cálcio e ficam rígidos, diminuindo significativamente a elasticidade da parede arterial.

Uma das consequências da arteriosclerose é o aumento da pressão arterial sistólica, uma vez que as artérias endurecidas perdem a capacidade de se relaxar durante a sístole do coração. Além disso, os ateromas tornam áspera a superfície interna das artérias, favorecendo a formação de coágulos, que podem causar obstruções: ateromas que se desprendem, por sua vez, também podem causar obstruções arteriais, com prejuízos à circulação do sangue.

Esta é a doença mais comum nos países industrializados. Todos aqueles fatores de risco agem diretamente para predispor a esta doença, ou seja, não apresentam estar diretamente relacionados à causa da arteriosclerose, mas aumentam bastante o risco dessa doença ocorrer. Entre eles, **taxa elevada de colesterol no sangue, falta de exercícios físicos regulares (sedentarismo), tabagismo, distúrbios hormonais (como a diabetes), estresse crônico, excesso de sal na alimentação e propensão genética**.

## ANGINA PECTORIS OU ANGINA DO PEITO

**Angina do peito** é uma enfermidade em que a pessoa sente fortes dores no peito ao menor esforço cardíaco. A angina do peito é consequência do estreitamento de uma ou mais artérias coronárias, o que causa isquemia, ou seja, redução da circulação do sangue em certas regiões da musculatura do coração (miocárdio), diminuindo sua nutrição e oxigenação. A diminuição da circulação das coronárias não chega a comprometer a atividade normal do coração, mas se houver aumento

da atividade cardíaca devido a um exercício físico ou a uma grande emoção, surge a dor característica da angina.

## INFARTO DO MIOCÁRDIO

O **infarto do miocárdio**, ou ataque do coração, é causado pela brusca isquemia do músculo cardíaco, provocado pela obstrução de uma ou mais artérias coronárias. As células musculares da região isquêmica, privadas do oxigênio, morrem

em poucos minutos, originando o infarto.

Se uma grande região do coração for afetada pelo infarto, a condução do impulso elétrico produzida pelo marca-passo é interrompida e o coração deixa de bater, sobrevivendo a morte.

Se apenas uma pequena região é afetada, o coração continua em atividade e a lesão cicatriza, com substituição das células musculares mortas por tecido conjuntivo. Caso esta pequena região morta abrigue o nódulo SA (que controla a frequência cardíaca), por exemplo, destruindo-o, é necessária a colocação de um marca-passo artificial.

Um dos possíveis efeitos da morte de partes do coração relacionadas à geração e transmissão dos impulsos controladores da frequência cardíaca no infarto é a fibrilação ventricular. Nesse caso, diferentes partes do ventrículo passam a se contrair em tempos diferentes, sem ritmo, perdendo a capacidade de bombear sangue. Em alguns casos, a administração de choques elétricos no peito pode fazer com que o impulso se regularize, fazendo com que as fibras de *Purkinje* “organizem” a contração das várias partes do ventrículo.

Caso algum vaso importante tenha sido envolvido pela arteriosclerose ou o infarto, impedindo a irrigação de uma parte do miocárdio situada mais à frente, é necessária a colocação de uma “ponte”, ou seja, uma cirurgia substitui o vaso obstruído por um não obstruído, permitindo a irrigação adequada da área. Antigamente, o vaso utilizado na “ponte” era retirado da veia safena, localizada na perna (daí o termo ponte de safena), mas atualmente o principal vaso usado é artéria braquial, ou ainda artérias como a mamária.

O coração enfraquecido após um infarto pode não bombear sangue de maneira eficiente, situação denominada insuficiência cardíaca.

## TROMBOSE E ACIDENTES VASCULARES CEREBRAIS

Quando um vaso sanguíneo que leva sangue para uma parte importante do cérebro é subitamente bloqueado (normalmente por formação de coágulos, situação denominada trombose, devido a traumatismos, ou à existência de ateromas) ou

rompido (também por acidente), diz-se que o paciente teve um acidente vascular cerebral ou AVC. Este bloqueio ou rompimento interrompe o fluxo sanguíneo para determinada área do cérebro, causando uma isquemia cerebral que leva por sua vez à morte de neurônios da área afetada.

Os efeitos do AVC, bem como as chances de a pessoa sobreviver dependem da extensão e da localização da lesão. A isquemia cerebral pode causar paralisia total ou parcial do corpo, perda total ou parcial da fala, perda da coordenação motora e diversas alterações no comportamento.

O uso de substâncias como a estreptoquinase permite a dissolução de coágulos, evitando consequências mais sérias diante de um quadro de trombose.

## HIPERTENSÃO E HIPOTENSÃO

**Hipertensão** é sinônimo de pressão sanguínea elevada, conhecida popularmente como “pressão alta”. A hipertensão aumenta os riscos de ataques cardíacos e derrames de sangue no tecido cerebral (AVC).

As causas mais comuns da hipertensão são o **estresse emocional**, a **alimentação inadequada** (rica em gordura e sal) e a **vida sedentária**.

O estresse tem efeito sobre a pressão uma vez que provoca a liberação de razoáveis quantidades de adrenalina na circulação sanguínea. Esta promove uma vasoconstrição periférica (nos vasos mais superficiais) generalizada (reduzindo o diâmetro dos vasos, há o aumento de pressão) e uma taquicardia (que, bombeando mais sangue para a circulação, promove também um aumento de pressão). A presença de gordura na dieta e a falta de exercícios favorecem a arteriosclerose e a consequente redução do calibre dos vasos por efeito das placas de ateroma, com efeitos óbvios sobre a pressão sanguínea. Por fim, o excesso de sal ingerido promove uma intensa absorção de água pelo sangue por osmose, aumentando o volume de sangue (o volume de sangue de um indivíduo é normalmente chamado volemia) e consequentemente a pressão arterial.

Chamada às vezes de “matadora silenciosa” pois muitas pessoas hipertensas não apresentam sin-

tomas da doença, a hipertensão pode ser controlada com medicamentos, dieta, exercícios físicos e relaxamento. Embora a pressão arterial tenda a se elevar com o aumento da idade, deve-se procurar orientação médica caso a pressão diastólica atinja mais de 90 ou 100 mmHg e a sistólica, mais que 150 mmHg.

**Hipotensão** é sinônimo de pressão arterial baixa. A pressão baixa se expressa com tonturas ou desmaio, intensa sudorese e pele pálida e fria.

A hipotensão, entretanto, não aparece como uma doença crônica, acontecendo em algumas ocasiões, como nervosismo ou medo (provocando desmaios) ou mudança brusca na posição do corpo (quando alguém está deitado por muito tempo e se levanta rapidamente, às vezes o coração, acostumado à facilidade de bombear sangue sem enfrentar a gravidade no indivíduo deitado, tem dificuldade momentânea de bombear sangue para a cabeça, fazendo com que o indivíduo sinta tontura passageira; esta situação denominada hipotensão postural, é normal, não estando relacionada a doenças). O principal causador da hipotensão, entretanto, é o choque circulatório.

## CHOQUE CIRCULATÓRIO

O **choque circulatório** é a condição resultante da redução extrema a quantidade de sangue que circula no coração (**débito cardíaco**), quando os tecidos de todo o corpo deixam de receber suprimento adequado de sangue. Como resultado, os tecidos sofrem de nutrição e oxigenação inadequadas e da remoção, também inadequada, dos produtos de excreção celular, devido ao fluxo sanguíneo diminuído. Há uma queda de pressão arterial e o paciente desmaia em consequência do mesmo.

Qualquer condição que diminua o débito cardíaco até valor muito baixo pode causar choque circulatório. Portanto, o choque pode ser o resultado de um coração enfraquecido, ou de um retorno venoso baixo, motivo que permite sua classificação em dois grandes tipos: o choque cardiogênico e o choque por deficiência de retorno venoso.

- O **choque cardiogênico** é provocado pela insuficiência cardíaca do débito, causada pela eficiência

muito diminuída do coração em bombear sangue. Ele pode ocorrer após um ataque cardíaco (infarto) e morte de parte do miocárdio. O paciente, na maioria das vezes, morre pelo suprimento diminuído de sangue antes que o coração tenha tempo de se recuperar.

- O **choque por deficiência de retorno venoso** aparece por qualquer situação em que o sangue não consiga retornar ao coração para ser bombeado. Este pode ser hipovolêmico ou por estagnação venosa.

- O **choque hipovolêmico** é causado pela perda de sangue devido a um ferimento com hemorragia (tiro, úlcera gástrica etc), desidratação excessiva ou queimaduras extensas, o que diminui consideravelmente a quantidade (volume) de sangue circulante (volemia).

- O **choque por estagnação venosa** ocorre quando os vasos perdem seu tônus, aumentando tanto em diâmetro que a pressão sanguínea cai a níveis muito baixos, resultando em sangue “estagnado” nos vasos, principalmente as veias. Ele pode ser neurogênico ou alérgico.

Quando uma pessoa tem uma emoção muito forte, por exemplo, cessa a ação nervosa simpática, o que provoca uma perda do tônus dos vasos e queda de pressão em todos os setores do sistema circulatório, levando a um **choque neurogênico**. O resultado neste caso é um desmaio.

Algumas reações alérgicas extremas podem causar choque por estagnação venosa. Esse tipo de choque é definido como **choque alérgico ou anafilático**. Quando uma pessoa é alérgica a determinada substância e entra em contato com grandes quantidades da mesma num momento, a reação entre a substância alérgica e os anticorpos contra esta substância produzidos anteriormente provoca a liberação de substâncias como a histamina. A histamina promove uma vasodilatação generalizada, especialmente venosa, o que provoca uma brusca queda de pressão e dificuldade de circulação sanguínea, o resultado é um choque por estagnação venosa.

O choque deve ser tratado de acordo com sua causa. No caso do choque cardiogênico, o melhor a se fazer é tentar aumentar a eficácia do bombeamento do coração. Se o choque é hipovolêmico,

transfusões de sangue (perda severa) ou simplesmente a ingestão de água (perda pequena, como na desidratação por sudorese excessiva) podem restabelecer a volemia e tirar o paciente do choque. Tanto no choque neurogênico como no anafilático deve-se administrar medicamentos que atuam estimulando o sistema nervoso simpático, como a adrenalina ou noradrenalina, o que provoca um aumento de pressão generalizado e consequente constricção dos vasos sanguíneos, comprimindo o sangue em direção ao coração, que passa a distribuí-lo adequadamente pelo organismo, tirando a pessoa do choque. No caso específico do anafilático, deve-se fazer uso também de anti-histamínicos, para neutralizar a histamina que está provocando o choque.

## DOENÇAS VALVULARES

A causa mais frequente da doença valvular cardíaca é a **febre reumática**, resultante de uma reação imunológica às toxinas liberadas pelas bactérias estreptococos. Geralmente, após dor de garganta, escarlatina ou qualquer outra infecção estreptocócica, o organismo produz anticorpos contra as toxinas bacterianas. Estas toxinas, entretanto, são muito semelhantes às proteínas existentes nas válvulas cardíacas, que também são afetadas pelos anticorpos produzidos pelo organismo. Estes anticorpos agindo nas válvulas produzem reações inflamatórias, que podem ter efeitos diversos sobre as válvulas cardíacas.

Em algumas outras ocasiões, os problemas valvulares têm origem em más-formações congênitas, ou seja, a criança já nasce com ela.

Algumas vezes, na febre reumática ou má-formação congênita, os orifícios valvulares ficam tão estreitados por tecido cicatricial que o sangue só pode fluir por ele com grande dificuldade. Essa condição é denominada estenose. Se a estenose acontecer na válvula aórtica, o sangue é represado no ventrículo esquerdo; se acontecer na válvula mitral, o sangue é represado no átrio esquerdo e nos pulmões; se acontecer nas válvulas pulmonares, o sangue é represado no ventrículo direito; e se acontecer na tricúspide, o sangue fica represado

na circulação sistêmica.

Na maioria das vezes, as válvulas não ficam estenosadas. Ao contrário, ficam tão destruídas que não podem mais fechar. As válvulas que deveriam impedir o refluxo de sangue agora não agem, permitindo a regurgitação (refluxo) do sangue. Esta condição é a insuficiência valvular. Por exemplo, na insuficiência aórtica, a maior parte do sangue que é bombeado para a aorta pelo ventrículo esquerdo reflui para este ventrículo após a contração cardíaca, ao invés de fluir para a circulação sistêmica.

Uma das consequências mais sérias da estenose ou insuficiência valvular é quando ela ocorre na válvula mitral ou na aórtica. No primeiro caso, o sangue fica nos pulmões, e no segundo caso, no átrio esquerdo e nos pulmões. O resultado é um acúmulo de líquido sanguíneo nos pulmões. Esse excesso de líquido extravasa pelos capilares sanguíneos pulmonares, passando aos alvéolos, que acabam ficando encharcados. O indivíduo “se afoga” nesse seu próprio líquido, no que é chamado de **edema pulmonar**.

Com o uso de estetoscópio e a ausculta do coração, podem-se detectar problemas valvulares pela alteração nos sons dos batimentos cardíacos. Isso porque quando o sangue flui com dificuldade pela válvula estenosada ou reflui pela válvula insuficiente, o som produzido é característico, sibilante. Esta situação é conhecida como sopro cardíaco. A correção dos problemas valvulares pode ser feita através de próteses valvulares cardíacas.

**Tome nota:**