

## 2

### Medição da pressão arterial

#### 2.1.

#### O coração e o sistema circulatório

O coração humano é formado por células musculares estriadas cardíacas e apresenta quatro cavidades: dois átrios e dois ventrículos. O átrio direito se comunica com o ventrículo direito pela válvula tricúspide. A comunicação entre o átrio e o ventrículo esquerdo é feita pela válvula bicúspide ou mitral.

O átrio direito apresenta suas paredes relaxadas enquanto recebe o sangue que vem do organismo, através das veias cava superior e inferior, com pouco  $O_2$  (oxigênio) e rico em  $CO_2$  (dióxido de carbono). Em seguida, o átrio se contrai e a válvula tricúspide se abre, resultando na condução do sangue ao ventrículo direito. Depois de fechada a válvula, o ventrículo direito se contrai e envia o sangue para os pulmões através da artéria pulmonar. Nos pulmões ocorre a troca do  $CO_2$  presente no sangue pelo  $O_2$ . O átrio esquerdo recebe dos pulmões o sangue rico em  $O_2$  e pobre em  $CO_2$  pelas veias pulmonares. O mecanismo é semelhante ao que foi descrito para as cavidades do lado direito do coração: as paredes do átrio se contraem, a válvula mitral se abre e o sangue é conduzido para o ventrículo esquerdo. Em seguida, a válvula mitral se fecha e o ventrículo esquerdo bombeia o sangue rico em  $O_2$  para todas as partes do organismo através da artéria aorta [10].

O sistema circulatório humano é um sistema fechado com o volume circulatório em regime estacionário. Nesse modelo o sangue está contido em um sistema de bomba hidráulica e vasos condutores fechados, onde o volume de sangue que entra de um lado é igual ao que sai do outro (estado estacionário). A finalidade do sistema circulatório é conduzir nutrientes e oxigênio, retirando excretas e compostos tóxicos do organismo [10, 11].

As artérias são vasos que saem do coração e são ricas em musculatura lisa. As artérias de maior calibre apresentam também fibras elásticas, resultando em vasos que suportam as altas pressões do sangue bombeado pelos ventrículos contra suas paredes. As veias possuem paredes menos espessas que as artérias e são vasos que conduzem o sangue ao coração. Nas paredes internas das veias existem

dobras de tecido, em forma de meia lua que funcionam como válvulas, impedindo o refluxo do sangue [10, 11].

Veias e artérias de grande calibre ramificam-se em vasos cada vez menores para atingir a intimidade dos tecidos, formando respectivamente vênulas e arteríolas. Os capilares são vasos de diâmetro muito pequeno, que possuem apenas uma camada de células na sua parede, formando o endotélio. Por sua fina parede ocorre a difusão dos gases respiratórios, de nutrientes e outras substâncias [10, 11].

A pressão arterial sistólica e diastólica é definida em função do ciclo de contração cardíaca que passa por duas fases distintas: sístole e diástole. A sístole consiste na contração cardíaca com esvaziamento do coração. Os átrios ejetam sangue nos ventrículos, e os ventrículos ejetam sangue nas artérias aorta (lado esquerdo do coração) e artéria pulmonar (lado direito do coração). Nesta fase o sangue é subitamente acelerado em todas as artérias pela massa sanguínea que é ejetada pelos ventrículos. A pressão e velocidade do sangue atingem um nível máximo (16,0 kPa ou 120 mmHg – valor médio esperado) fazendo com que o fluxo sanguíneo possua um escoamento turbilhonar gerando ruído. A diástole é o relaxamento cardíaco com entrada de sangue nas cavidades cardíacas e fechamento das válvulas arteriais. A pressão diminui para 10,7 kPa (80 mmHg – valor médio esperado), a velocidade do sangue é reduzida e o fluxo sanguíneo nesta fase possui um escoamento laminar (silencioso) [10, 11].

## **2.2.**

### **Breve histórico da medição da pressão arterial**

Os antigos egípcios já tinham conhecimento sobre a origem da pulsação e da função de bombeamento do coração. O pulso foi mencionado pelos egípcios no papiro de Edwin Smith em 1600 aC, no papiro terapêutico de Thebes em 1552 aC e no papiro de Ebers em 1550 aC. A interpretação do papiro de Smith é ilustrada na Figura 1. Neste hieróglifo, o símbolo mais à direita representa um contador de tempo à base de sementes [12].

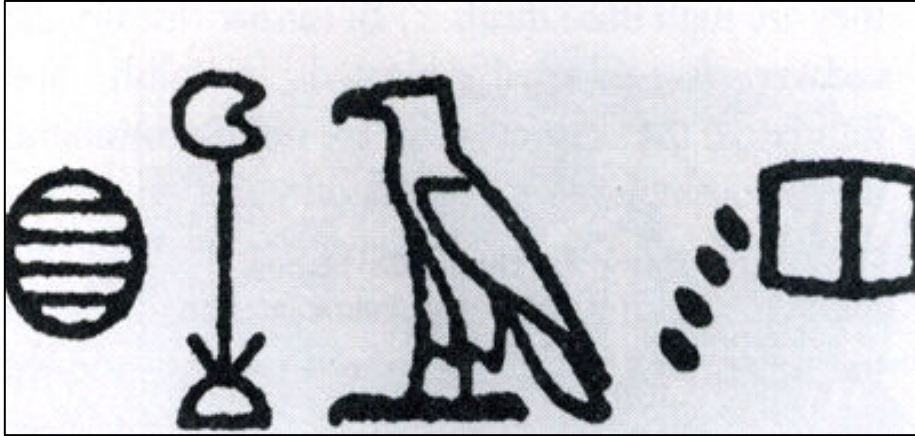


Figura 1– Ilustração da medição do pulso (papiro de Smith) [16].

É atribuído ao médico veneziano Santorio (1561-1636) a primeira tentativa para se registrar o pulso, por meio de seu invento, o pulsilogium, utilizado para medir a frequência do pulso (também atribuído a Galileo Galilei (1571-1630)) [13].

William Harvey (1578-1657), o "descobridor da circulação", publicou seus estudos sobre a circulação, mas somente um século depois a primeira medição da pressão arterial (de um animal), foi realizada pelo reverendo Stephen Hales (1677-1761) como ilustrado na Figura 2 [13].



Figura 2 – Ilustração da primeira medição da pressão arterial [17].

Johannes Peter Müller (1801-1858), um dos maiores fisiologistas do século 19, afirmou que a “descoberta da pressão sangüínea foi mais importante que a descoberta do sangue” [13].

Jean Léonard Marie Poiseuille (1799-1869), o “médico físico”, considerado o pioneiro da hemodinâmica, melhorou o manômetro de Hales, substituindo o longo e frágil tubo de vidro por um tubo em U, parcialmente cheio de mercúrio (Hg)[13].

No ano de 1834 foi realizada a primeira tentativa de se quantificar numericamente o pulso arterial, de maneira não-invasiva, pelos franceses, J. Hérrison (médico) e P. Gernier (engenheiro). Tratava-se de um aparelho similar a um termômetro, com um reservatório de mercúrio (Hg) na sua parte inferior, e de uma coluna graduada em milímetro. Colocado sobre o pulso, o peso do mercúrio (Hg) comprimia a artéria, cuja pulsação movimentava a coluna de mercúrio (Hg). Este instrumento foi o primeiro a receber o nome de esfigmomanômetro [13].

A inovação de Poiseuille, no ano de 1847, capacitou Karl Ludwig (1816-1895) a desenvolver o quimógrafo (gr. *kyma*= onda). Aproveitando o hemodinamômetro, colocou sobre a coluna de mercúrio (Hg) um flutuador, conectado a uma agulha de inscrição, que deslizava sobre um cilindro giratório esfumado. Ludwig foi o primeiro a inscrever as ondas da pressão arterial, mas seu maior feito foi a invenção do “quimógrafo”, de grande aplicação nos estudos de fisiologia [13].

O esfigmomanômetro mecânico não-invasivo atualmente utilizado para medir a pressão arterial, é uma evolução de dois aparelhos construídos entre 1886 e 1896. O nome Esfigmomanômetro vem do grego *Sphygmos* que significa pulso, *Manó* que indica pouco denso (pressão) e *Métron* que indica medida. O primeiro aparelho foi o de Samuel Sigfried Ritter Von Basch (1837-1905). Este apresentou três modelos dos quais o terceiro foi o mais representativo (ilustrado na Figura 3), era do tipo aneróide e possibilitou identificar que a pressão sistólica era mais elevada em pessoas idosas do que em pessoas mais jovens, o que ele chamou de “ate-

rosclerose latente”, dando início à conceituação de hipertensão arterial essencial [13].

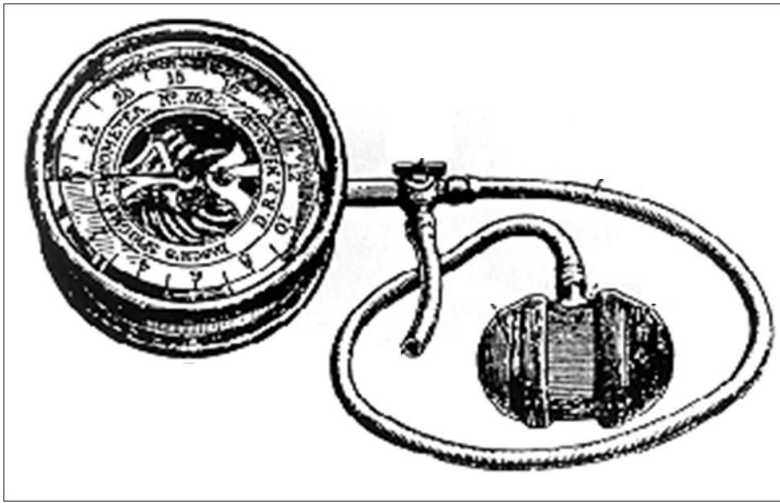


Figura 3 – Ilustração do esfigmomanômetro aneróide de Von Basch [17].

O segundo aparelho antecessor ao esfigmomanômetro foi o de Scipione Riva-Rocci (1863-1937), chamado de “angioparatlibometro”. Sua técnica consistia de um manguito, de 4 cm a 5 cm de largura, que cobria o braço em toda a sua circunferência, e que era inflado por uma dupla bola, entre as quais estava interposto um manômetro de coluna de mercúrio (Hg) [13]. Inflando-se o manguito, até total desaparecimento do pulso radial, seguindo-se a desinflação, até o seu reaparecimento, quando então era medida a pressão sistólica, no manômetro. Este instrumento ficou universalmente conhecido como “Esfigmomanômetro de Riva-Rocci”, ilustrado na Figura 4. Este invento marcou o fim da era das pesquisas de um método clínico simples para a avaliação da pressão arterial [13].

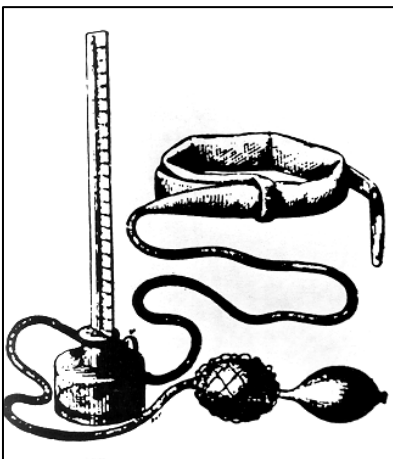


Figura 4 – Ilustração do Esfigmomanômetro de Riva-Rocci [13].

O esfigmomanômetro mecânico utilizado atualmente (Figura 5) é um instrumento não-invasivo composto de: pêra infladora para gerar pressão; válvula de escape para aliviar a pressão; manômetro aneróide para medir a pressão; manguito e bolsa selada ou braçadeira para manter a pressão constante. Como complemento, o esfigmomanômetro é usado em conjunto com um estetoscópio para a detecção dos pontos de pressão de interesse por ausculta.



Figura 5 - Esfigmomanômetro atual.

### 2.3. Medição da pressão arterial e diagnóstico de hipertensão

A medição da pressão sanguínea tem por objetivo identificar os níveis da pressão arterial sistólica e diastólica. A detecção definitiva da pressão arterial diastólica foi feita por Nicolai Segeivich Korotkoff (1874-1920). Baseado na experiência adquirida como cirurgião vascular, nas guerras “Rebelião dos Boxer”, na China (1900), e na Rússia-Japão (1904), e nos estudos de Nikolai Ivanovich Pirogoff (1810-1881) sobre ausculta de fístulas arterio-venosas e tumores vasculares, Korotkoff apresentou, na Academia Imperial Médica Militar de São Petersburgo (dezembro de 1904) sua descoberta do método auscultatório do pulso. “Baseado nas observações de que, sob completa constrição, a artéria não emite sons, colocasse aparelho de Riva Rocci no braço e sua pressão é rapidamente aumentada até bloquear completamente a circulação abaixo do manguito, quando não se ouve nenhum som no estetoscópio de criança (mono auricular). Deixando a pressão do

manômetro de mercúrio (Hg) se reduzir até certo valor, um som curto e fraco é ouvido, o que indica a passagem de parte da onda de pulso sob o manguito, caracterizando a pressão máxima”. “Deixando a pressão do manômetro se reduzir ainda mais, progressivamente ouve-se o sopro da compressão sistólica, que pode ser ouvido. Finalmente, todos os sons desaparecem, o que indica livre passagem do fluxo sanguíneo ou, em outras palavras, o valor da pressão exercida pelo manguito é inferior à pressão arterial mínima da imposta pela parede do vaso sanguíneo [13].

As experiências mostraram também que o som correspondente à pressão máxima, aparece, quando os níveis de pressão se situam de 1,3 kPa a 1,6 kPa (10 mmHg a 12 mmHg) antes do surgimento da palpação do pulso radial”. O próprio Korotkoff adotou, em seguida, o estetoscópio bi-auricular, por tornar a ausculta dos sons da artéria mais fácil e mais nítida. A partir de então, passaram a coexistir os dois métodos, medição da pressão arterial por palpação e ausculta, inclusive com discussões de qual deles seria melhor [13].

Em 1907, W. Ettinger acrescentou um 4º som aos três descritos por Korotkoff, ou seja, a fase em que há uma nítida e brusca atenuação do som, “o som abafado”. Isto trouxe confusão na definição da pressão arterial diastólica, uns considerando-a corresponder ao 4º som, alguns ao desaparecimento total dos sons, e outros a que se devesse registrar a pressão diastólica em ambas as fases (a descrição dos sons de Korotkoff são ilustrados na Figura 6 [13].

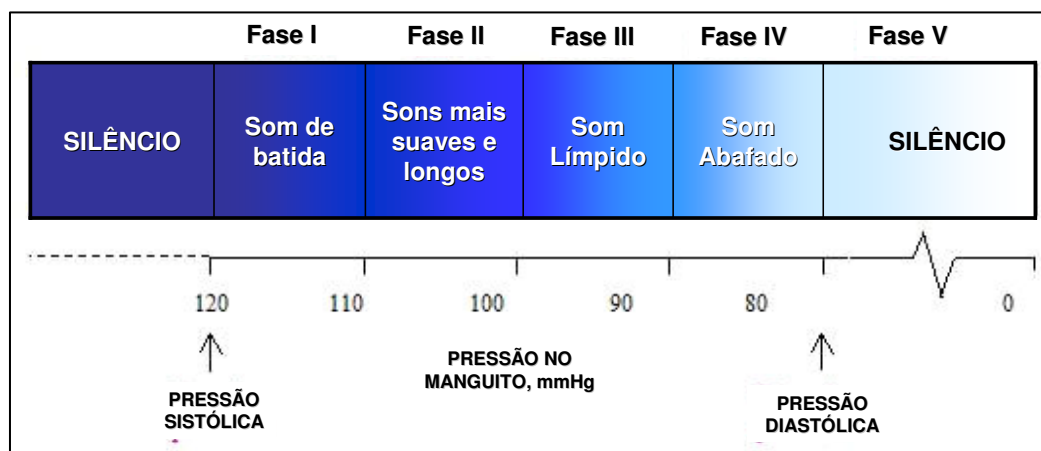


Figura 6 – Ilustração descrevendo os sons de Korotkoff [14].

## 2.4. Técnica para medição da pressão arterial

A medição da pressão arterial tem sua técnica padronizada e publicada em diversas diretrizes internacionais. No Brasil, foi publicada como parte do III Consenso Brasileiro de Hipertensão Arterial. A seguir, descreve-se a sequência de passos a serem executados para uma medição adequada da pressão arterial [15].

A técnica consiste em:

- Explicar o procedimento ao paciente;
- Certificar-se de que o paciente: não está com a bexiga cheia; não praticou exercícios físicos; não ingeriu bebidas alcoólicas, café, alimentos, ou fumou até 30 min antes da medição;
- Deixar o paciente descansar por 5 min a 10 min em ambiente calmo, com temperatura agradável;
- Localizar a artéria braquial por palpação;
- Colocar o manguito firmemente cerca de 2 cm a 3 cm acima da fossa ante cubital, centralizando a bolsa de borracha sobre a artéria braquial. A largura da bolsa de borracha do manguito deve corresponder a 40 % da circunferência do braço, e seu comprimento deve envolver, pelo menos, 80 % do braço. Assim, a largura do manguito a ser utilizado estará na dependência da circunferência do braço do paciente;
- Manter o braço do paciente na altura do coração;
- Posicionar os olhos no mesmo nível da coluna de mercúrio ou do mostrador do manômetro aneróide;
- Palpar o pulso radial e inflar o manguito até seu desaparecimento, para a estimativa do nível da pressão sistólica, desinflar rapidamente e aguardar de 15 s a 30 s antes de inflar novamente;
- Colocar o estetoscópio nos ouvidos, com a curvatura voltada para frente;
- Posicionar a campânula do estetoscópio, suavemente, sobre a artéria braquial, na fossa ante cubital, evitando compressão excessiva;
- Solicitar ao paciente que não fale durante o procedimento de medição;
- Inflar rapidamente de 1,3 kPa (10 mmHg) em 1,3 kPa (10 mmHg), até 1,3 kPa (10 mmHg) a 2,7 kPa (20 mmHg) acima do nível estimado da pressão arterial;



- Proceder à deflação, com velocidade constante inicial de 0,27 kPa (2 mmHg) a 0,53 kPa (4 mmHg) por segundo, evitando congestão venosa e desconforto para o paciente;
- Determinar a pressão sistólica no momento do aparecimento do primeiro som (fase I de Korotkoff), que se intensifica com o aumento da velocidade de deflação;
- Determinar a pressão diastólica no desaparecimento do som (fase V de Korotkoff), exceto em condições especiais. Auscultar até cerca de 2,7 kPa (20 mmHg) a 4,0 kPa (30 mmHg) abaixo do último som, para confirmar seu desaparecimento e, depois, proceder à deflação rápida e completa. Quando os batimentos persistirem até o nível zero, determinar a pressão diastólica no abafamento dos sons (fase IV de Korotkoff) e anotar o valor final de zero, por exemplo, 136/78/0;
- Registrar os valores das pressões sistólica e diastólica, complementando com a posição do paciente, o tamanho do manguito e o braço em que foi feita a mensuração. Deverá ser registrado sempre o valor da pressão, obtido na escala do manômetro, com resolução de 0,27 kPa (2 mmHg), evitando-se arredondamentos e valores de pressão terminados em 0,5;
- Esperar de 1 min a 2 min antes de realizar novas medições;
- O paciente deve ser informado sobre os valores da pressão arterial e a possível necessidade de acompanhamento. Em caso de dificuldade para auscultar os sons de Korotkoff, pode-se lançar mão de uma manobra simples: fechar e abrir a mão do membro em que a pressão está sendo medida, durante alguns segundos.

## 2.5.

### **Avaliação do resultado da medição da pressão arterial**

A medição da pressão arterial em um indivíduo varia a cada período de tempo. Existem duas causas para esta variação: variação em função de características biológicas e variação em função do erro de medição. Mais de 30 fontes potenciais de erros de medição já foram observadas e a maioria das fontes de erro é relacionada a três grupos: ao paciente, como exemplo, devido a reações físicas, ansiedade e cansaço; ao profissional clínico, com relação à técnica de medição da pressão arterial usada; e ao esfigmomanômetro devido, aos erros que lhe são intrínsecos [16].

A verificação destes três grupos de fontes de erro de medição reduz a probabilidade de erros no diagnóstico da hipertensão (pressão acima dos valores médios esperados), independente da variação biológica da pressão arterial. A hiper-

tensão é classificada através de dois parâmetros fisiológicos, a pressão arterial sistólica e a pressão arterial diastólica [16].

## 2.6. Classificação da pressão arterial

A pressão arterial é classificada para indivíduos maiores de 18 anos conforme a Tabela 3, seus valores foram definidos no VII JNC Americano (*The Seventh Report of The Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation, and treatment of High Blood Pressure*) publicado em 21 de maio de 2003 [17].

Tabela 1 – Classificação da pressão arterial (PA).

Classificação	PA Sistólica, kPa (mmHg)		PA Diastólica, kPa (mmHg)
Normal	< 16,0 (120)	e	< 10,7 (80)
Pré-hipertensão	16,0 (120) a 18,5 (139)	ou	10,7 (80) a 11,9 (89)
Hipertensão - estágio 1	18,7 (140) a 21,2 (159)	ou	12,0 (90) a 13,2 (99)
Hipertensão - estágio 2	≥ 21,3 (160)	ou	≥ 13,3 (100)

De acordo com as faixas definidas na tabela 3, observa-se que um diferencial tão diminuto de 1,3 kPa (1 mmHg) é o suficiente para classificar um indivíduo como hipertenso.

## 2.7. Hipertensão Arterial

A Hipertensão Arterial é conceituada como síndrome caracterizada pela presença de níveis tensionais elevados dos vasos sanguíneos, associados a alterações metabólicas e hormonais e a fenômenos tróficos (hipertrofia cardíaca e vascular). Embora predomine na fase adulta, sua prevalência em crianças e adolescentes não é desprezível [15].

Existem vários tipos de hipertensão (pressão acima dos valores médios esperados). O vaso sanguíneo normal exige apenas 16,0 kPa (120 mmHg - valor médio esperado para a pressão sistólica) para fornecer um fluxo normal satisfató-

rio, e na volta, devolve os 10,7 kPa (80 mmHg - valor médio esperado para a pressão diastólica) adequados às condições normais. O vaso sanguíneo esclerosado (níveis tensionais elevados) necessita de uma pressão maior para ser dilatado em diâmetro equivalente ao vaso normal [10, 11].