

## **2**

### **Revisão bibliográfica**

#### **2.1.**

##### **Aneurismas**

Apesar do grande número de publicações sobre como operar a aorta, poucas informações valiosas estão disponíveis a respeito da mecânica dos aneurismas.

De acordo com pesquisas realizadas na Universidade Yale, verificou-se que a maioria dos aneurismas cresce inexorável e surpreendentemente devagar: apenas 0,12 cm por ano. Portanto, um aneurisma levará uma década para crescer 1 cm. Essa descoberta sugere que, quando diagnosticado em pessoas de meia-idade, ele provavelmente começou a crescer quando os pacientes eram jovens, ou até antes.

Crê-se que a probabilidade de ruptura ou dissecação eleva-se vertiginosamente quando um aneurisma na aorta ascendente atinge diâmetro de cerca de 6 cm. Na aorta descendente, o risco aumenta acentuadamente quando o diâmetro atinge cerca de 7 cm. Com esses dados não é possível determinar exatamente quando o aneurisma pode sofrer uma ruptura ou dissecação. Todavia, os pacientes estão interessados em saber se o aneurisma pode prejudicá-los em um futuro próximo.

Os aneurismas localizados no segmento da aorta que passa pelo abdômen tendem a ocorrer em uma mesma família. Muitas vezes, esses aneurismas desenvolvem-se em pessoas com hipertensão arterial.

#### **2.2.**

##### **Lei da circulação**

- Velocidade: quanto menor o diâmetro do vaso, maior a velocidade do sangue.
- Pressão: o sangue vai do local de maior pressão para o de menor pressão.
- Caudal: a quantidade de sangue que flui pela circulação deve ser igual em qualquer ponto do circuito. Caudal = fluxo.

### 2.3. Fluxo sangüíneo

Fluxo sangüíneo é a quantidade de sangue que passa por um vaso em um determinado período de tempo. Fatores que interferem no fluxo:

- Diferença de pressão: quanto maior a diferença de pressão entre as duas extremidades do vaso, maior o fluxo.
- Raio: quanto maior o raio do vaso, maior o fluxo.
- Viscosidade: quanto maior a viscosidade do sangue, menor o fluxo.
- Comprimento: quanto maior o comprimento do vaso, menor o fluxo.

A função mais importante da circulação arterial é a manutenção e o controle da pressão arterial (PA), que é a pressão, que o sangue exerce sobre a parede da artéria. A pressão arterial depende do débito cardíaco (DC) e da resistência periférica total (RPT).

$$PA = DC + RPT \quad (2.1)$$

### 2.4. Artérias

O sangue é ejetado do coração de maneira intermitente, em pulsos (ou seja, ocorre ejeção durante a sístole, mas não durante a diástole). As artérias têm a função geral de uniformizar estes pulsos, permitindo que o sangue chegue de forma contínua aos capilares. As artérias são subdivididas em:

- **Artérias elásticas:** são as artérias próximas ao coração (aorta e pulmonares). Contêm elastina e colágeno em grande quantidade, o que permite que se distendam durante a sístole e retornem à posição normal durante a diástole. Sua principal função é manter o fluxo de sangue durante a diástole.
- **Artérias musculares ou condutoras:** contêm espessa camada de músculo liso, suprido por fibras vasoconstritoras do sistema simpático. São as principais responsáveis pela resistência periférica total (RPT), visto que

quanto maior a vasoconstrição, maior será a resistência ao fluxo sanguíneo.

- **Arteriolas:** são artérias de pequeno calibre, com características e funções semelhantes às artérias musculares. Também são capazes de potente vasoconstrição, contribuindo para a resistência periférica total. Próximo à extremidade capilar, o músculo liso circular das arteriolas forma anéis, chamados de esfíncteres pré-capilares, que controlam o fluxo de sangue para os capilares.

## 2.5. Tipos de aneurismas

Os aneurismas são de dois tipos:

- A) Aneurismas que provocam uma dilatação pura da parede arterial. A expansão pode ser fatal se o tecido arterial sofrer ruptura.



Figura 2.1 – Representação da ruptura do aneurisma

- B) Aneurismas causados por dissecção. A dissecção (separação das camadas internas e externas da parede do vaso) ocorre quando o sangue vasa para o meio da parede através de uma laceração no seu revestimento interno.

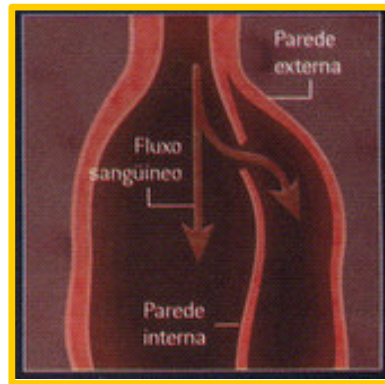


Figura 2.2 – Representação da dissecção dos aneurismas

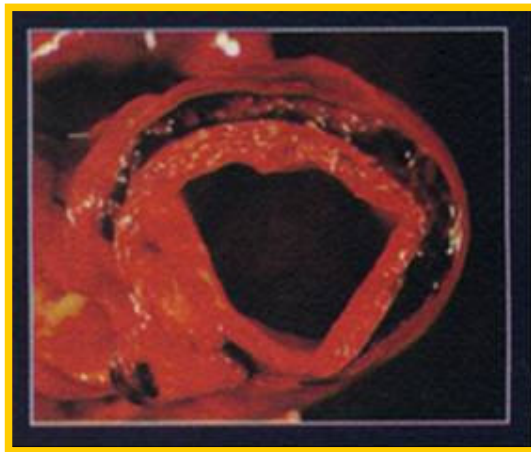


Figura 2.3 – Corte transversal do aneurisma de dissecção

## 2.6. Causas dos aneurismas

A formação dos aneurismas pode decorrer de defeitos congênitos (ou seja, de nascença) na camada muscular da artéria, que quando submetida à pressão sanguínea, produz um balão (aneurisma sacular). Esse tipo de aneurisma geralmente ocorre nas artérias do encéfalo. Os aneurismas da aorta não são congênitos, mas sim adquiridos (os indivíduos os adquirem no decorrer da vida). Porém parece haver uma tendência hereditária para adquiri-los. Entre os irmãos de pacientes com aneurisma, 25% em média também apresentam o problema.

Quase todos os aneurismas da aorta estão relacionados a uma doença conhecida como arteriosclerose, que causa endurecimento, espessamento e enfraquecimento da parede das artérias. A causa da arteriosclerose não é bem

conhecida, mas sabemos que ela aparece com mais frequência nas pessoas que têm pressão alta, fumam, têm níveis muito altos de colesterol no sangue, são diabéticos, vivem em stress, ou têm antecedentes familiares com esta moléstia.

Geralmente, os aneurismas formados por degeneração da parede da artéria (arteriosclerose) apresentam forma de fuso (aneurisma fusiforme) e limitam-se em um determinado trajeto da artéria. A presença de hipertensão arterial grave ou doença de Marfan pode produzir a separação das camadas da artéria (dissecção), o que faz o sangue circular entre elas e gera, desse modo, um aneurisma dissecante, doença de acentuada gravidade e elevada mortalidade, com indicação cirúrgica de urgência.

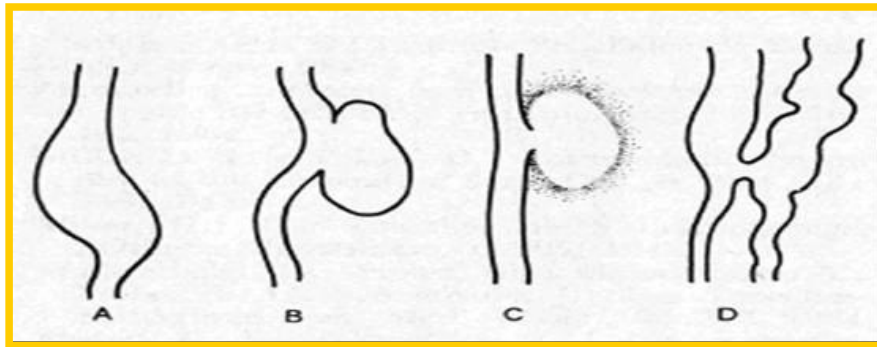


Figura 2.4 – Exemplo de aneurismas

A - aneurisma fusiforme B/C- aneurisma dissecante D- aneurisma arteriovenoso

## 2.7. Aorta

A aorta é a maior artéria do corpo humano. Ela nasce no coração, e distribui o sangue por todos os tecidos e órgãos. Na figura 2.5 a aorta foi representada em um vermelho mais forte para facilitar a observação.

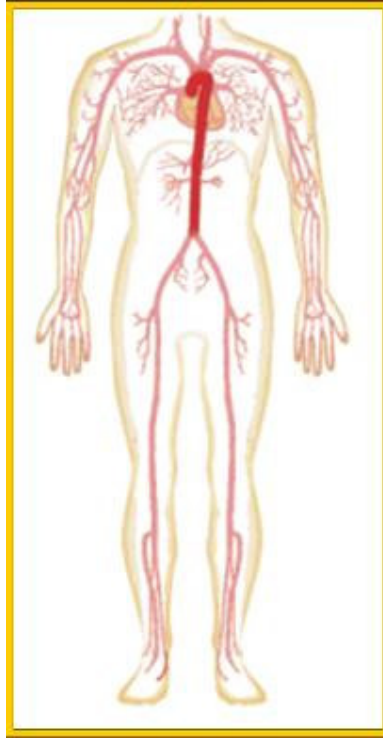


Figura 2.5 – Representação da aorta

Depois de sua origem no coração, a aorta faz uma curva dentro do tórax (dessa curva surgem os vasos que vão levar o sangue para a cabeça e para os membros superiores) e continua para baixo, em direção ao abdome.

Descendo ela atravessa o diafragma, entra no abdome (originando os ramos que vão levar o sangue para os órgãos abdominais) até que, na altura do umbigo, ela termina se dividindo em duas outras artérias que se dirigem para a pelve e para cada um dos membros inferiores.

A aorta é uma só. Mas para melhor se comunicarem os médicos dividiram a aorta em partes, dando nomes a cada uma delas, como podemos ver na figura 2.6.

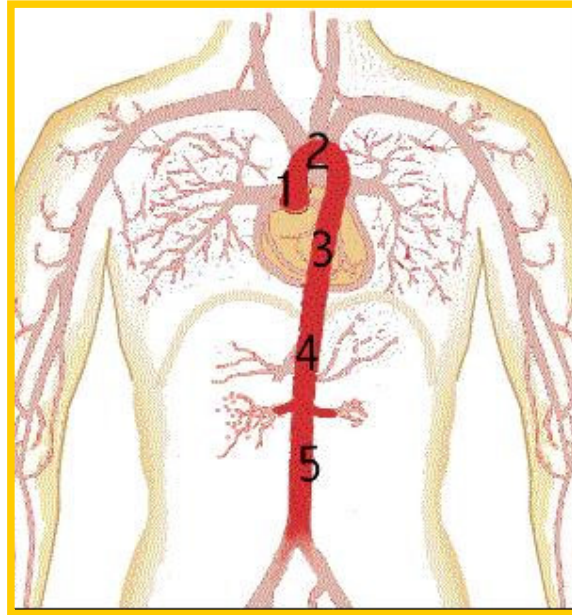


Figura 2.6 – Representação da divisão da aorta

A porção inicial, que se dirige para cima, é chamada **aorta ascendente**, (representada pelo número 1). A porção curva, de **crossa da aorta** ou de **arco aórico** (representado pelo número 2). Depois do arco, a parte que se dirige para baixo, dentro do tórax, é chamada de **aorta descendente** (número 3). Todas essas porções, que estão dentro do tórax, formam o que chamamos de **aorta torácica**.

A partir do ponto em que ela atravessa o diafragma e, portanto, entra no abdome, passa a ser chamada de **aorta abdominal**. Em um determinado ponto dessa porção abdominal nascem duas artérias (uma de cada lado), que vão levar sangue aos rins; esses ramos são chamados de artérias renais. Como eles são muito importantes para os cirurgiões, eles dividem a aorta abdominal em três regiões: a **aorta supra-renal**, acima das artérias renais (número 4), a **justa-renal** ao nível da saída e **infra-renal** abaixo dessa saída (número 5).

A aorta é uma artéria elástica, de túnica média espessa e constituída, em grande parte, por lâminas de tecido elástico.

O vaso é admiravelmente constituído para resistir à pressão sistólica e presidir a retração elástica. Sua elasticidade diminui com a idade.

## 2.8. Composição da aorta

A artéria aorta é composta por três camadas: *Intima*, *Media* e *Adventitia*.

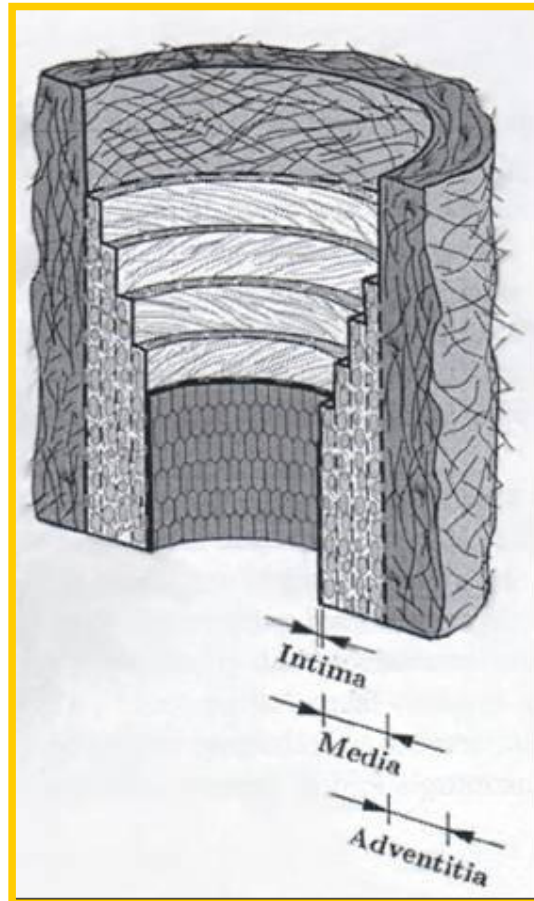


Figura 2.7 – Camadas arteriais

### A) *Intima*.

A *intima* é a camada mais interna da artéria. A espessura da *intima* varia com a topografia da artéria e com a idade da pessoa. Em indivíduos jovens e saudáveis, a *intima* é muito fina e tem uma contribuição insignificante para as propriedades mecânicas da parede arterial. No entanto, sabe-se que a espessura e a rigidez da íntima variam quando o paciente sofre de arteriosclerose, e com isso a contribuição mecânica pode mudar significativamente.

Arteriosclerose é a doença mais comum nas artérias. A arteriosclerose envolve o depósito na parede arterial de substâncias gordurosas, cálcio e fibras de colágeno. O resultado é chamado de placa arteriosclerótica. A composição desta



placa é muito complexa, tanto em termos de geometria quanto em termos químicos. Em alguns casos a *media* também é afetada. Essas mudanças patológicas são associadas com alterações significantes nas propriedades mecânicas da parede arterial. Assim, o comportamento mecânico de artérias com arteriosclerose difere significativamente do comportamento de artérias saudáveis.

#### B) *Media*.

A *media* é a camada intermediária da artéria. Ela é constituída por uma cadeia tridimensional complexa de células musculares lisas, fibras de elastina e colágeno. O número de lâminas de elastina decresce em direção a periferia da camada.

A média é separada da íntima e da adventitia por lâminas de elastina. As fibras na média são orientadas circunferencialmente. Este arranjo estrutural fornece a camada média da aorta grande resistência e capacidade para resistir a carregamentos na direção longitudinal e circunferencial.

A capacidade de resistir a esforços mecânicos é atribuída predominantemente a média por se tratar da camada mais grossa e mais organizada da seção transversal da artéria.

#### C) *Adventitia*.

A *adventitia* é a camada mais externa da artéria. É constituída basicamente por células que produzem elastina e colágeno. A espessura da *adventitia* depende do tipo de artéria e da função fisiológica. Nos vasos sanguíneos cerebrais, por exemplo, a *adventitia* é virtualmente não existente.

As fibras de colágeno são arranjas em estruturas helicoidais que servem para reforçar a parede arterial. A *adventitia* contribui significativamente para a estabilidade e resistência da parede arterial.

## 2.9. Maior incidência dos aneurismas

Todos os segmentos da aorta podem sofrer dilatação e formação de aneurismas, isoladamente ou em conjunto.

O local mais freqüente é a aorta abdominal infra-renal; e é ali que são encontrados a maioria dos aneurismas.

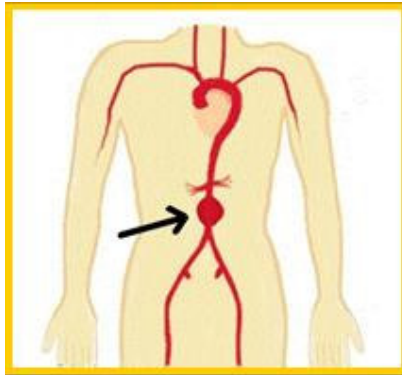


Figura 2.8 – Local da maior incidência dos aneurismas

Quando a aorta atinge um diâmetro de aproximadamente três centímetros nesta porção ela é considerada simplesmente como uma aorta um pouco dilatada, acima de três centímetros é considerada como aneurisma.

## 2.10. Modificações na espessura da parede arterial

Sabemos que a espessura da parede arterial é variável ao longo do comprimento da artéria, sendo mais espessa na região da aorta descendente e mais delgada na região da aorta abdominal.

Observamos através da figura abaixo que a parede arterial torna-se muito fina quando ocorre a formação de um aneurisma, em função da dilatação que este provoca na artéria e pelo fato da camada arterial sofrer degeneração.

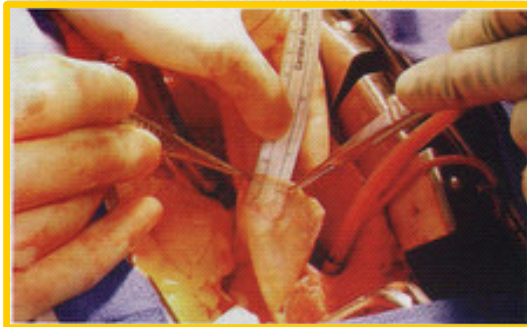


Figura 2.9 – Espessura da parede arterial após a formação do aneurisma

## 2.11. Tratamento de aneurismas

Nem todos os aneurismas precisam ser tratados, os aneurismas pequenos têm apenas seu crescimento monitorado.

Porém, aqueles que precisam ser tratados só podem ser através de intervenção cirúrgica. Isto significa que não existem medicamentos que façam os aneurismas regredirem.

O tratamento do aneurisma da aorta consiste, sempre, em reforçar a parede interna com a implantação de um tubo de material sintético, como pode ser observado na figura abaixo.

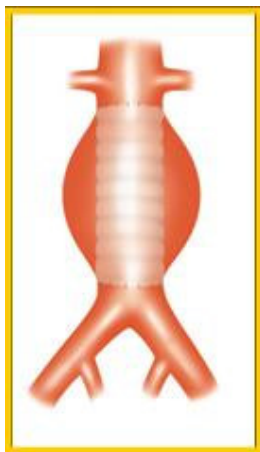


Figura 2.10 – Reforço da parede arterial

O objetivo é fazer com que a pressão do sangue seja suportada pelo tubo sintético (que é muito resistente) e não mais pela parede arterial que está enfraquecida. O aneurisma, portanto, não é retirado, mas deixado com a inclusão do tubo sintético (prótese).

## **2.12. Geometria e propriedades**

Para a realização deste trabalho foi encontrada grande dificuldade na obtenção das características do material.

A geometria da aorta utilizada neste trabalho foi a de um homem de 1,70m de altura, obtida através de um exame de ultra-som. Nos trabalhos futuros será necessário a obtenção de dados mais precisos.

As propriedades do material também não são bem descritas em termos numéricos, dificultando muito nossa análise.