



Interativa

Anatomia dos Sistemas

Autores: Prof. Cassio Marcos Vilicev
Prof. Helder Cravo da Costa
Colaboradoras: Profa. Vanessa Santiago
Profa. Laura Cristina Dominciano

Professores conteudistas: Cassio Marcos Vilicev e Helder Cravo da Costa

Cassio Marcos Vilicev

Doutor em Ciências pela Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade de São Paulo (2013). Mestre em Ciências pelo Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade de São Paulo (2005). Possui especialização em Educação a Distância pela Universidade Paulista – UNIP (2012) e especialização em Didática do Ensino Superior pela Universidade Sant'Anna (1999). É graduado em Educação Física pela Universidade de Mogi das Cruzes (1989) e em Fisioterapia (1998) pela Universidade Bandeirante de São Paulo.

Sua carreira profissional começou como professor de Educação Física em escolas particulares de São Paulo, onde permaneceu de 1990 a 1998. Dedicou-se à Universidade Paulista – UNIP e à Faculdade Santa Rita de Cássia, desde 2004, como professor titular dos cursos de Graduação e Pós-Graduação em Odontologia, Fisioterapia, Enfermagem, Nutrição e Educação Física. É líder das disciplinas de *Anatomia Humana*, *Cinesiologia* e *Semiologia* desde 2006. Tem vários trabalhos publicados em diversas áreas das Ciências Biomédicas.

Helder Cravo da Costa

Mestre em Ciências Morfofuncionais pelo Instituto de Ciências Biológicas da Universidade de São Paulo (2013). Possui especialização em Treinamento Esportivo pela Universidade do Norte do Paraná (1999). Graduado em Educação Física pela Faculdade de Educação Física de Sorocaba – Associação Cristã de Moços (1998) e em Biomedicina pelo Centro Universitário Nossa Senhora do Patrocínio de Ituí (2010).

Sua carreira profissional começou como professor de musculação em academias e preparador físico das equipes de base representativas da cidade de Sorocaba entre 1998 e 2002. Atuou como professor de anatomia em cursos técnicos da área da saúde, como: Enfermagem, Radiologia, Instrumentação Cirúrgica e Nutrição de 2000 a 2010. Dedicou-se à Universidade Paulista – UNIP como professor assistente dos cursos de Educação Física, Fisioterapia, Nutrição, Psicologia, Radiologia, Enfermagem e Biomedicina, desde 2008, nas disciplinas de *Anatomia Humana*, *Citologia*, *Histologia*, *Bioquímica*, *Fisiologia*, *Neurofisiologia* e *Patologia*.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

V711a Vilicev, Cassio Marcos.
Anatomia dos sistemas / Cassio Marcos Vilicev, Helder Cravo da Costa. – São Paulo: Editora Sol, 2019.
208 p., il
Nota: este volume está publicado nos Cadernos de Estudos e Pesquisas da UNIP, Série Didática, ano XXV, n. 2-002/19, ISSN 1517-9230.
1. Sistema nervoso. 2. Sistema digestório. 3. Sistemas genitais. I. Costa, Helder Cravo. II. Título.

CDU 612

U501.07 – 19

Prof. Dr. João Carlos Di Genio
Reitor

Prof. Fábio Romeu de Carvalho
Vice-Reitor de Planejamento, Administração e Finanças

Profa. Melânia Dalla Torre
Vice-Reitora de Unidades Universitárias

Prof. Dr. Yugo Okida
Vice-Reitor de Pós-Graduação e Pesquisa

Profa. Dra. Marília Ancona-Lopez
Vice-Reitora de Graduação

Unip Interativa – EaD

Profa. Elisabete Brihy
Prof. Marcelo Souza
Prof. Dr. Luiz Felipe Scabar
Prof. Ivan Daliberto Frugoli

Material Didático – EaD

Comissão editorial:

Dra. Angélica L. Carlini (UNIP)
Dra. Divane Alves da Silva (UNIP)
Dr. Ivan Dias da Motta (CESUMAR)
Dra. Kátia Mosorov Alonso (UFMT)
Dra. Valéria de Carvalho (UNIP)

Apoio:

Profa. Cláudia Regina Baptista – EaD
Profa. Betisa Malaman – Comissão de Qualificação e Avaliação de Cursos

Projeto gráfico:

Prof. Alexandre Ponzetto

Revisão:

Marcilia Brito
Vitor Andrade

Sumário

Anatomia dos Sistemas

APRESENTAÇÃO	9
INTRODUÇÃO	10

Unidade I

1 PROGRESSO DO SABER ANATOMOFISIOLÓGICO DO SISTEMA CARDIOVASCULAR DOS EGÍPCIOS À ATUALIDADE	13
1.1 Egito antigo	13
1.2 Período pré-aristotélico	15
1.3 A anatomia nos Tratados Hipocráticos	16
1.4 Período aristotélico	19
1.5 Período alexandrino	21
1.6 A concepção de Galeno sobre o sistema cardiovascular	23
1.7 Período bizantino	25
1.8 Período islâmico	25
1.9 O renascer das ciências	27
1.10 A Revolução Científica	35
1.11 A anatomia na época do capitalismo e a mentalidade anatomoclínica	36
1.12 Afinal para quê?	38
2 O CORAÇÃO E O SISTEMA VASCULAR	40
2.1 O coração	41
2.1.1 Volumes e pesos do coração	42
2.1.2 Localização do coração	42
2.1.3 Limites do coração	43
2.1.4 Configuração externa do coração	44
2.1.5 Configuração interna do coração	47
2.1.6 Tipos de circulação do sangue	53
2.1.7 Aparelho valvar do coração	58
2.1.8 Esqueleto fibroso do coração	62
2.1.9 Microanatomia	62
2.1.10 Pericárdio	63
2.1.11 Complexo estimulador do coração	64
2.1.12 Características morfofuncionais das artérias e das veias	65
2.2 Anatomia do sistema vascular	71
2.2.1 Circuito sistêmico	71
2.2.2 Aorta e os seus ramos	71
2.2.3 Ramos da parte ascendente da aorta	72

2.2.4 Ramos do arco da aorta.....	72
2.2.5 Ramos da parte torácica da aorta	73
2.2.6 Ramos da parte abdominal da aorta	73
2.2.7 Tronco pulmonar.....	77
2.2.8 Irrigação da cabeça e do pescoço.....	77
2.2.9 Irrigação dos membros superiores.....	79
2.2.10 Irrigação da região pélvica	82
2.2.11 Irrigação dos membros inferiores	82
3 SISTEMA LINFÁTICO.....	84
3.1 Vasos linfáticos, linfonodos e ductos linfáticos.....	84
4 SISTEMA RESPIRATÓRIO.....	85
4.1 Nariz.....	86
4.2 A cavidade nasal	88
4.3 Os seios paranasais	91
4.3.1 Os seios frontais	91
4.3.2 Os seios maxilares.....	92
4.3.3 Os seios esfenoidais	92
4.3.4 As células etmoidais	92
4.4 A faringe	93
4.4.1 Dimensões.....	93
4.4.2 Cavidades da faringe.....	93
4.4.3 Parte nasal da faringe.....	93
4.4.4 Parte oral da faringe.....	94
4.4.5 Parte laríngea da faringe.....	95
4.4.6 Os músculos da faringe.....	95
4.5 A laringe.....	96
4.5.1 Papéis da laringe	97
4.5.2 Esqueleto da laringe	97
4.5.3 Cartilagem tireoídea	97
4.5.4 Cartilagem epiglote	98
4.5.5 Cartilagem cricoídea.....	99
4.5.6 Cartilagens pares da laringe.....	100
4.5.7 Compartimentos da laringe.....	100
4.5.8 Músculos da laringe.....	102
4.6 A traqueia	102
4.7 Os brônquios	104
4.8 Os pulmões.....	105
4.9 A segmentação broncopulmonar	107
4.10 A pleura.....	107

Unidade II

5 SISTEMA DIGESTÓRIO.....	113
5.1 Parte supradiafragmática.....	113
5.1.1 A boca e os anexos.....	114

5.1.2 A faringe.....	123
5.1.3 O esôfago	125
5.2 Parte infradiafragmática	126
5.2.1 O estômago	126
5.2.2 O intestino delgado.....	128
5.2.3 O intestino grosso.....	131
5.2.4 O reto e o ânus	133
5.2.5 O fígado	135
5.2.6 A vesícula biliar.....	137
5.2.7 Os ductos extra-hepáticos.....	137
5.2.8 O pâncreas.....	137
5.2.9 O baço.....	138
5.2.10 O peritônio	139
6 SISTEMA ENDÓCRINO	139
6.1 Glândulas cefálicas.....	142
6.1.1 Glândula pineal.....	142
6.1.2 Órgão subcomissural	143
6.1.3 Hipófise	143
6.2 Glândulas cervicais.....	145
6.2.1 Glândula hipófise faríngea	145
6.2.2 Glândula tireoideia.....	145
6.2.3 Glândulas paratireoideas.....	147
6.3 Glândula cervicotorácica	147
6.3.1 Timo.....	147
6.4 Glândula abdominal.....	149
6.4.1 Glândulas suprarrenais.....	149
6.5 Glândula abdominopélvica.....	149
6.5.1 Placenta	149

Unidade III

7 SISTEMA URINÁRIO	154
7.1 Os rins	154
7.2 Os ureteres	157
7.3 A bexiga urinária	158
7.4 A uretra.....	159
8 SISTEMAS GENITAIS MASCULINO E FEMININO.....	161
8.1 Sistema genital masculino	161
8.1.1 Os testículos.....	161
8.1.2 Os epidídimos.....	162
8.1.3 O funículo espermático.....	162
8.1.4 Os ductos deferentes.....	163
8.1.5 O escroto	163
8.1.6 As glândulas seminais.....	164
8.1.7 Os ductos ejaculatórios.....	164

8.1.8 A próstata	164
8.1.9 As glândulas bulbouretrais.....	164
8.1.10 O sêmen.....	165
8.1.11 O pênis.....	165
8.1.12 A ereção	167
8.2 Sistema genital feminino.....	168
8.2.1 A vagina.....	168
8.2.2 O útero	170
8.2.3 As tubas uterinas	171
8.2.4 Os ovários.....	173
8.2.5 Os órgãos genitais externos	173
8.2.6 As mamas.....	174

APRESENTAÇÃO

Caro aluno,

Esta disciplina, *Anatomia dos Sistemas*, tem como objetivo servir como alicerce e recurso aos universitários que buscam profissões relacionadas à área da saúde, entre elas, Educação Física e Fisioterapia. Preparado para enriquecer cursos de Anatomia Humana, este livro-texto é uma introdução indispensável aos universitários. O enfoque de Anatomia Humana visa ampliar as informações aplicadas das estruturas anatômicas do organismo humano e as noções sobre as bases para o aproveitamento de outras disciplinas básicas. Retrataremos, aqui, experiências práticas que permitirão aos universitários da área da saúde a utilização dos conhecimentos referentes às situações fidedignas às quais eles poderão se deparar na profissão que optaram.

Estudaremos a Anatomia Humana, focando principalmente o sistema cardiovascular, o sistema respiratório, o sistema digestório, o sistema endócrino, o sistema urinário e o sistema genital.

Inicialmente, apresentaremos informações essenciais sobre a evolução histórica do sistema cardiovascular para um melhor entendimento do conteúdo que será apresentado. Depois serão expostos os aspectos anatômicos, funcionais e clínicos do sistema cardiovascular e do sistema respiratório.

Trataremos também do sistema digestório, que realiza o processamento dos alimentos para extração dos nutrientes. Esse sistema é formado por uma sequência de órgãos tubulares com uma entrada e uma saída específica, o qual será responsável por uma série de processos físicos e químicos, permitindo a absorção dos nutrientes.

Alguns órgãos que fazem parte desse processo são: a boca, a faringe, o esôfago, o estômago, o intestino delgado e o intestino grosso. Além disso, alguns outros órgãos são considerados anexos ao sistema digestório, mas desempenham papéis fundamentais para o processo digestivo, são eles: as glândulas da boca, os dentes, a língua, o pâncreas, o fígado e a vesícula biliar.

Veremos uma anatomia descritiva dos principais órgãos endócrinos, abordando suas principais relações anatômicas, vascularização e inervação, cujo intuito será prepará-los para a associação com a parte funcional desenvolvida, especialmente, em fisiologia humana.

Por fim, estudaremos o metabolismo celular, que produz uma série de metabólitos e excretas que devem ser extraídos do nosso organismo. Assim, o sistema urinário irá desempenhar esse papel fundamental na homeostasia dos líquidos corporais. A partir de um processo de filtração, os rins fazem a depuração do sangue produzindo a urina, um veículo aquoso que irá transportar os resíduos solúveis.

Após a sua formação, a urina será transportada dos rins para a bexiga urinária por meio dos ureteres, onde será temporariamente estocada até sua futura eliminação para o meio externo através da uretra.

Tanto no homem quanto na mulher, esses órgãos possuem características semelhantes, exceto a uretra, que no sexo masculino apresenta papéis e características anatômicas particulares, por exemplo, servir de passagem para a urina e para o sêmen, sendo assim uma interface entre o sistema urinário e o genital.

A respeito deste último, iremos estudar os órgãos que são responsáveis pela reprodução, destacando os genitais masculinos pelos quais serão transportados os espermatozoides até os genitais femininos, onde ocorre o encontro deles com o ovócito, promovendo a sua fertilização e o futuro desenvolvimento do embrião.

Todo o material é acompanhado de destaques visuais como Saiba Mais, Lembretes e Observações, o que facilitará a memorização dos assuntos centrais. As figuras apresentadas e ricamente legendadas esclarecem bem as características de cada tema, complementando o aprendizado.

A revisão terminológica, relevante num livro desta natureza, compreendendo a versão dos epônimos muito usados na clínica médica, está protegida tecnicamente pela Terminologia Anatômica. Há, ainda, notas explicativas com termos e expressões definidos, facilitando sobremodo a compreensão do texto, mesmo para os principiantes ainda não familiarizados com a terminologia da área.

Direciono-me aos universitários de Educação Física e Fisioterapia, lembrando que a ciência moderna traz consigo um conjunto de particularidades que pode ser muito bem figurado no conhecimento metodológico abordado pelas ciências da natureza, tais como a ideia de neutralidade científica, o afastamento radical entre o sujeito e o objeto, a ideia de objetividade e a fragmentação do saber. Alguns campos de saber concentram como alicerce para seus estudos e influências as teorias e as metodologias tanto das ciências naturais como das ciências humanas. Essa é a conjuntura atual da Educação Física e da Fisioterapia, um campo "multi" ou "inter" disciplinar do saber, que se distingue pelo estudo e pesquisa com fins de intercessão pedagógica. Portanto, a Educação Física e a Fisioterapia unem as teorias e as metodologias de diversas outras ciências que podem ser denominadas disciplinas-mãe.

INTRODUÇÃO

Os aparelhos são formados por grupos de dois ou mais sistemas com funções semelhantes. Assim, temos: o aparelho ósteo-articular, formado pelos sistemas esquelético e articular; o aparelho locomotor, constituído pelos sistemas esquelético, articular e muscular; o aparelho da nutrição, constituído pelos sistemas respiratório, digestório e endócrino; o aparelho urogenital, que compreende os sistemas urinário e genital masculino; o aparelho reprodutor formado pelos sistemas genital masculino, genital feminino e tegumentar; o aparelho neuroendócrino, constituído pelo sistema nervoso e os órgãos endócrinos; o aparelho cardiorrespiratório, constituído pelos sistemas cardiovascular e respiratório; o aparelho gastropulmonar, formado pelos sistemas digestório e respiratório; o aparelho mastigador, formado pelos músculos, língua e dentes; o aparelho lacrimal, que compreende a glândula lacrimal, saco conjuntival palpebral, papila e os canalículos lacrimais, saco lacrimal e ducto nasolacrimal; o aparelho neurosensorial, formado pelo sistema nervoso e os órgãos dos sentidos. Assim, abordaremos aspectos morfofuncionais relacionadas ao aparelho cardiorrespiratório.

Sabemos que o organismo vivo está em permanente comunicação química com o meio externo. Nutrientes são absorvidos por meio do revestimento do trato digestório, gases se propagam de lado a lado do fino epitélio dos pulmões e detritos são eliminados nas fezes e na urina, bem como na saliva, na bile, no suor e em outras excretas exócrinas. As trocas químicas acontecem em locais ou órgãos especializados porque todas as partes do corpo estão unidas ao sistema cardiovascular. O sistema cardiovascular pode ser comparado ao sistema de resfriamento de um veículo. Seus elementos fundamentais abrangem o líquido circulante (o sangue), uma bomba (o coração) e uma diversidade de tubos condutores (uma rede de vasos de sangue). De tal modo, todos os papéis do sistema cardiovascular dependem necessariamente do coração, porque é ele que conserva o sangue em movimento. Este órgão muscular bate aproximadamente 100 mil vezes por dia, impelindo o sangue por meio dos vasos de sangue. A cada ano, o coração ejeta mais de 1,5 milhão de galões de sangue, o suficiente para encher duzentos carros-tanques.

Para um esclarecimento prático da capacidade de bombeamento do coração, abra a torneira do banheiro completamente. Para alcançar uma quantia de água igual ao volume de sangue ejetado pelo coração durante o tempo médio de vida, a torneira teria de ficar aberta por pelo menos 45 anos. De modo igualmente extraordinário, o volume de sangue impulsionado pode alterar vastamente, entre 5 e 30 litros por minuto. A performance do coração é firmemente monitorada e impecavelmente regulada pelo sistema nervoso para assegurar que os níveis de gases, nutrientes e resíduos nos tecidos periféricos continuem dentro dos limites normais, quer permaneçamos dormindo serenamente, lendo um artigo científico, ou em um enérgico jogo de futebol.

Iniciaremos estudando a evolução cronológica dos conhecimentos morfofuncionais do sistema cardiovascular. Em seguida, abordaremos os aspectos estruturais que possibilitam ao coração uma atuação confiável, mesmo diante de demandas físicas largamente modificáveis. Ponderaremos, então, os mecanismos que regulam a atividade cardíaca para confrontar as permanentes variações das necessidades do corpo.

O sistema cardiovascular é um sistema fechado que faz com que o sangue circule por todo o corpo. Existem dois grupos de vasos de sangue: um provê os pulmões (a circulação pulmonar) e o outro nutre o restante do corpo (a circulação sistêmica). O sangue é ejetado a partir do coração, concomitantemente para o tronco pulmonar e para a aorta. A circulação pulmonar, relativamente pequena, origina-se na valva do tronco pulmonar (saída do ventrículo direito) e finaliza na entrada para o átrio esquerdo. As artérias pulmonares que se ramificam a partir do tronco pulmonar levam sangue aos pulmões para as trocas gasosas. A circulação sistêmica inicia na valva da aorta (saída do ventrículo esquerdo) e conclui na entrada para o átrio direito. As artérias sistêmicas ramificam-se a partir da aorta e propagam sangue a todos os outros órgãos para troca de nutrientes, gases e resíduos.

Após adentrar nos órgãos, as artérias prosseguem se ramificando, formando diversas centenas de milhões de artérias pequenas que nutrem com sangue mais de 10 bilhões de capilares, cujo diâmetro aproxima-se ao de um único eritrócito. Esses capilares constituem amplas redes de ramificações; estima-se que a extensão de todos os capilares do corpo ligados linearmente varia de aproximadamente 8.000 a 40.000 km. Isso representa que os capilares em nosso corpo podem cruzar o território dos Estados Unidos e provavelmente dar a volta ao redor da Terra. Todas as trocas químicas e gasosas entre o sangue

e o líquido intersticial são efetuadas por meio das paredes capilares. As células teciduais dependem da difusão capilar para conseguir oxigênio e nutrientes e para extrair produtos residuais. O sangue que deixa a rede de capilares adentra em uma rede de pequenas veias que pouco a pouco se juntam para compor vasos maiores, que, enfim, desembocam nas veias pulmonares (circulação pulmonar), veia cava superior ou veia cava inferior (circulação sistêmica).

Discutiremos, ainda, a organização histológica e anatômica de artérias, veias e capilares. Avançaremos, então, para o reconhecimento dos principais vasos de sangue e das vias do sistema cardiovascular.

Agora, você estará pronto para aprender o sistema linfático, cujos vasos e órgãos estão estrutural e funcionalmente ligados ao sistema cardiovascular. O planeta não é sempre adepto à conservação das condições sadias do corpo humano. Acidentes gerados pela interação com objetos do meio ambiente podem ocasionar impactos, cortes e queimaduras. As decorrências de uma lesão podem ser potencializadas por uma sequência de vírus, bactérias e outros micróbios que proliferam em nosso ambiente. Alguns desses micróbios normalmente habitam na superfície e no interior do corpo humano, contudo todos apresentam o potencial de causar grandes avarias. Ficar vivo e sadio abrange uma energia permanente que conglo mera diferentes órgãos e sistemas. Nessa batalha sucessiva, o sistema linfático adota o papel primordial.

Finalmente, estudaremos o sistema respiratório. As células adquirem energia especialmente por meio de metabolismo aeróbio, um processo que necessita de oxigênio e produz dióxido de carbono. Para sobreviver, as células devem ter uma maneira de conseguir oxigênio e eliminar dióxido de carbono. O sistema cardiovascular propõe uma união entre o líquido intersticial em torno das células e as superfícies de difusão gasosa dos pulmões. O sistema respiratório promove a difusão gasosa entre o ar e o sangue. Conforme circula, o sangue carrega oxigênio dos pulmões para os tecidos do corpo, além de receber o dióxido de carbono produzido por esses tecidos e levá-lo até os pulmões para a eliminação. Nossa discussão sobre o sistema respiratório descreverá as estruturas anatômicas que conduzem o ar do meio externo até as superfícies de difusão gasosa nos pulmões.

Unidade I

1 PROGRESSO DO SABER ANATOMOFISIOLÓGICO DO SISTEMA CARDIOVASCULAR DOS EGÍPCIOS À ATUALIDADE

A história do ensino de anatomia intercedido por materiais de apoio e referências apresenta suas procedências nas primeiras manifestações humanas, tendo gradativamente se desenvolvido conforme as técnicas, ferramentas e necessidades coletivas, permeando os campos das artes, do *design* e da medicina.

Dividimos a história do ensino da anatomia em cinco períodos, chegando à seguinte estruturação cronológica:

- Pré-científico: do paleolítico até a primeira metade século XV; estudo fundamentado em observação e meditação filosófica com raras dissecações, conduzidas predominantemente em animais.
- Científico: da segunda metade do século XV até o século XIX; a anatomia se tornou uma ciência, aprimorando a exatidão e a qualidade artística das ilustrações. Dissecações permitiram mais conhecimento anatômico, concomitante ao desenvolvimento de técnicas de impressão. Esse período também pode ser dividido como antes e pós-Vesalius.
- Moderno: do século XIX ao início do XX; foco em estudos concisos de órgãos específicos, sistemas e regiões.

Assim, o conhecimento do sistema cardiovascular, que levou William Harvey à descoberta da circulação sanguínea, foi alcançado por meio de grandes esforços ao longo dos tempos. Tais descobertas iniciaram no Egito em 3500 a.C., tornando-se um pouco mais organizadas na Grécia antiga, e bem mais estruturadas em Alexandria. Esse conhecimento foi resguardado no mundo islâmico e nos mosteiros europeus e reviveu com a introdução da dissecação anatômica nas universidades europeias, abrindo o caminho para a descoberta de Harvey.

1.1 Egito antigo

No Egito antigo (1500 a.C.), o coração era considerado o elemento central de um sistema de canais distribuídos por todo o corpo, responsável pelo transporte de sangue, fezes, sêmen, espíritos malignos e benignos, e até mesmo a alma. A primeira representação hieroglífica do coração foi como um órgão com oito vasos ligados a ele:



Figura 1 – Representação hieroglífica do coração



Figura 2 – Após a terceira dinastia, o coração foi modificado para um jarro mais simples

Existia a ideia entre os egípcios antigos de que o pulso periférico se originava da frequência cardíaca, como pode ser visto no papiro de Edwin Smith (1700 a.C.), e que a avaliação do pulso podia ser efetuada usando um relógio d'água. Era aceitável que o médico confrontasse o pulso do paciente com o dele próprio. Portanto, somente grandes acréscimos ou reduções na frequência cardíaca, assim como as anormalidades de pulso, poderiam ser percebidas. O papiro de Edwin Smith revelou que irregularidade no pulso periférico poderia ser o reflexo de uma doença cardíaca subjacente.

No papiro de Eberst (1500 a.C.), a relevante relação entre o coração e o sistema de vasos também tinha sido ressaltada, bem como a avaliação da pulsação. Além disso, a presença de doença cardíaca diagnosticada por meio de anormalidades na pulsação havia sido enfatizada: [...] quando o coração está doente [...] seus vasos provavelmente tornam-se inativos, de modo que você não consegue palpá-los (BESTETTI; RESTINI; COUTO, 2014).

Apesar do conhecimento da relação entre a frequência cardíaca e o pulso periférico, a maneira pela qual os elementos da alma estariam distribuídos por todo o corpo não foi imposta à força do coração. De fato, a pulsação seria consequência do ar mantido nos canais. Além disso, cria-se que os elementos da alma fluíam por todo o corpo.



Figura 3 – Papiro de Eberst. Museo de la Universidad de Leipzig

1.2 Período pré-aristotélico

O surgimento dos filósofos na Grécia por volta do século 7 a.C., iniciando com Thales de Mileto, acendeu a trajetória necessária para o cumprimento de investigações sobre a anatomia humana. As escolas de medicina nasceram com os filósofos no século 5 a.C. Alcmeón, da escola de medicina de Crotona (520-450 a.C.), foi o primeiro a produzir o conhecimento anatômico a partir de observações experimentais. Alcmeón cria que o cérebro era o centro das emoções, conhecimento, mente e alma, por isso associou as funções dos órgãos dos sentidos ao cérebro.

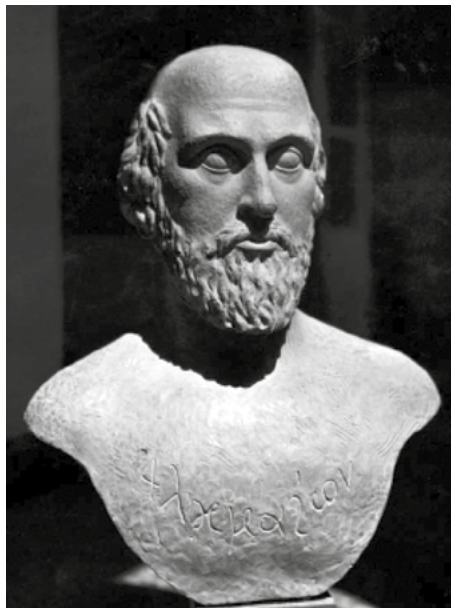


Figura 4 – O busto de Alcmaéon é um produto de cerâmica datada do século XIX, na coleção Pazzini, Museu de História da Medicina, Universidade de Roma

Além disso, Alcmeón acreditava que o sistema venoso era distinto do sistema arterial, apesar de ele não ter realizado uma distinção anatômica entre eles. De forma incorreta, o papel dos vasos foi agregado à vigília: o sangue, retirado das veias, induzia ao sono. As artérias, levando sangue ao cérebro, levava a vigília. De acordo com Alcmeón, todos os vasos originavam-se na cabeça, e seu papel era distribuir o *pneuma* (espírito) ao cérebro. Contudo, outros autores criam que o *pneuma* era distribuído ao cérebro diretamente da respiração nasal. Alcmeón não impôs nenhum papel ao coração no sistema cardiovascular.

1.3 A anatomia nos Tratados Hipocráticos

O conhecimento médico tradicional era transmitido a uma linhagem masculina familiar. Hipócrates de Cós é um bom exemplo do modo como, nesse período, a medicina foi ensinada. Além de praticá-la, ao mesmo tempo a ensinava, ou melhor, a ensinava praticando, colaborando com diversos escritos especializados. Como não existiam estabelecimentos públicos para a formação e o recrutamento de médicos, a transmissão do saber era realizada, num primeiro momento, no interior das próprias famílias.

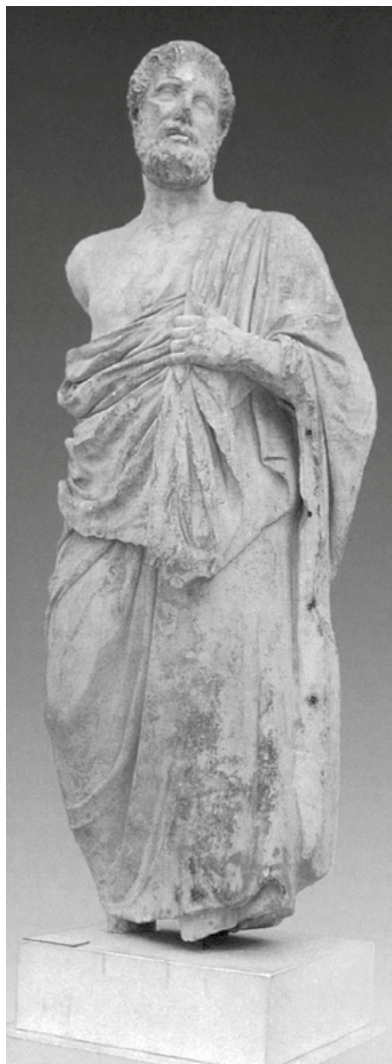


Figura 5 – Escultura de Hipócrates, o mais relevante médico da primeira Antiguidade. Nasceu em Cós em 460 a.C. e alega-se ter morrido com mais de 100 anos de idade, no mesmo ano da morte de Demócrito, 390 a.C.

O *Corpus Hippocraticum* tem seu valor pelo fato de representar o começo da medicina racional, contudo, seus principais valores são aqueles relacionados ao ideal ético do médico e da medicina.

Os autores hipocráticos tentavam explicar as origens das doenças atendo-se a generalidades, construindo doutrinas arbitrárias, pouco embasadas em conhecimentos da natureza física do homem e de sua anatomia interna. Imaginavam a fisiologia e a anatomia humanas análogas às das plantas e dos animais. Os médicos gregos observavam os sinais exteriores da patologia e procuravam explicações na natureza. Eles criam, por exemplo, que determinadas doenças fossem relacionadas com as condições climáticas. Assim, os gregos clássicos mantiveram as ideias dos gregos arcaicos, de que o corpo humano era composto de constituintes fundamentais, os "humores", que circulavam por meio de vasos, entre os órgãos internos. Se esses "humores" entrassem em desequilíbrio (devido a modificações climáticas ou ingestão descontrolada de alimentos e bebidas) a doença era estabelecida. Associando a bile amarela, a bile negra, o sangue e a fleuma, respectivamente, ao fogo, à terra, ao ar e à água, esses humores predominariam em determinada estação do ano, isto é, verão (bile amarela), outono (bile negra), primavera (sangue) e inverno (fleuma):

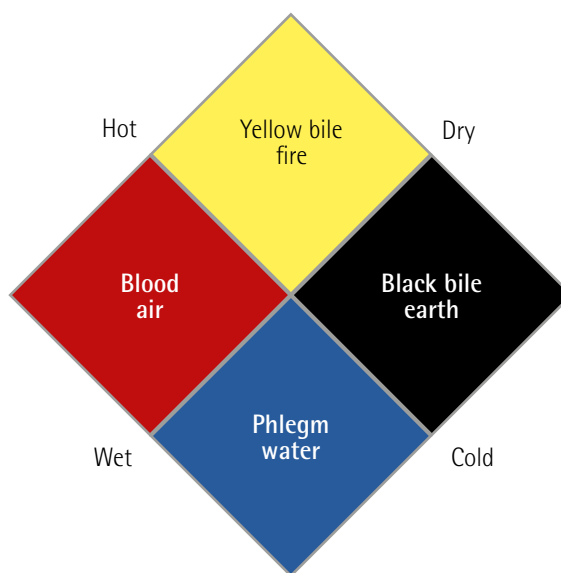


Figura 6 – A teoria dos quatro humores da medicina hipocrática. Legenda: Black bile – bile negra; earth – terra; phlegm – fleuma; water – água; blood – sangue; air – ar; yellow bile – bile amarela; fire – fogo; hot – verão; dry – outono; cold – inverno; wet – primavera



Observação

Você sabia que os quatro humores fazem parte de nossa linguagem e da clínica médica nos dias atuais? Melancolia é um termo utilizado para descrever depressão ou desânimo de um indivíduo, enquanto melano se alude a um semblante obscuro ou pálido. O prefixo melano significa preto. Cólera é uma patologia intestinal que causa diarreia e vômito. Fleuma no interior do sistema respiratório é sinal de diversas doenças pulmonares.

Assim, a escola de Cós dominava o conceito de doença como afecção geral do organismo. Seria desnecessário tentar caracterizar as "doenças", umas das outras, pelos sintomas, porque estes se alteram constantemente no transcorrer de uma mesma doença. Cada dia, o paciente teria uma "nova doença" e o número de doenças seria infinito. A doença é uma abstração e o doente é o problema real. A medicina não pode deixar de ser a arte de tratar o homem enfermo, segundo as normas determinadas pela experiência e guiadas pela observação meticolosas e elucidada.

Em relação às descrições anatômicas de Hipócrates, elas são escassas e aquelas que existem são teóricas e esquemáticas, servindo para dar suporte às suas concepções filosóficas do comportamento do sangue e dos "humores". Há, porém, um tratado denominado "Kardia", em que ele descreve a anatomia do coração, especialmente das suas estruturas internas. Esse tratado é totalmente diferente dos demais, pois, apesar de fragmentos com conceitos especulativos, como [...] "a inteligência humana reside na câmara esquerda do coração" [...] (BARBOSA; LEMOS, 2007), ele descreve com detalhes a anatomia cardíaca, tal como acontece nos seguintes fragmentos:

[...] na forma, o coração é semelhante a uma pirâmide; na cor, uma profunda cor carmim [...].

[...] ele é envolto por uma membrana lisa [...].

[...] o coração é um músculo extremamente forte – "músculo" não no sentido de "tendão", mas no sentido de uma compacta massa de carne [...].

[...] ele contém em sua circunferência duas cavidades separadas, uma aqui outra ali. Estas cavidades são bastante dissimilares: uma delas, no lado direito, repousa voltada para baixo e ajustando-se contra a outra. Além disto, essa câmara é muito espaçosa e muito mais cavitária do que a outra [...].

[...] outra cavidade repousa um pouco abaixo e se estende em direção à linha do mamilo esquerdo, a qual, de fato, está onde sua pulsação é observada [...].

[...] a superfície interior de ambas as câmaras é irregular e um tanto corroída encantadoramente [...].

[...] você pode ver o coração pulsando em sua inteireza, enquanto as orelhas têm um movimento separado, próprio delas, como se elas inflassem e colabassem [...].

[...] existem membranas nas cavidades, bem como fibras que se estendem, à semelhança de teias de aranha, através das câmaras do coração e que circundam os orifícios por todos os lados e implantam filamentos na parede sólida do coração [...] (BARBOSA; LEMOS, 2007).

Portanto, os representantes da escola de Cós descreveram outras características do coração, por exemplo, que ele apresenta dois ventrículos: direito e esquerdo, unidos pelo septo interventricular. Definiram que o ventrículo direito é maior do que o ventrículo esquerdo, embora o esquerdo seja mais espesso do que o direito, considerando que a parede ventricular esquerda tem que suportar o calor excessivo produzido por esta câmara. O ventrículo direito se comunica com o ventrículo esquerdo por meio de um poro no septo interventricular. O ventrículo esquerdo, em contraste com o direito, não tem sangue, porém tão só bile amarela e membranas, e aloja a mente e o espírito, que predominam sobre o restante da alma.



Lembrete

De fato, os ventrículos direito e esquerdo estão separados pelo septo interventricular, todavia não há poros entre eles.

Todos os vasos do sistema cardiovascular se originam no coração e se conectam a ele por meio de membranas que se estendem da parede cardíaca. Alguns vasos foram identificados (veias pulmonares), que transportariam ar ao ventrículo esquerdo. Outro grande vaso (artéria pulmonar) transportaria ar ao ventrículo direito e, ao mesmo tempo, sangue aos pulmões. Duas válvulas cardíacas foram descritas, cada uma contendo três membranas. Contudo, a estrutura anatômica da aorta não foi descrita. Eles descreveram duas estruturas semelhantes ao átrio cardíaco, que teria o objetivo de captar o ar, entretanto tais estruturas não pertenceriam ao coração. O pericárdio também foi descrito, o qual, através da absorção de água da epiglote, resfriaria o coração. Não houve citação da veia cava.



Lembrete

Hipócrates descreveu o coração com um formato piramidal, coloração vermelha e atividade elétrica intrínseca. Em contraste com o restante do corpo, que era alimentado com sangue por meio das veias, o coração nutria a si próprio a partir da substância pura criada durante a diálise do sangue. O coração é envolvido por uma membrana lisa, o pericárdio. Porém, o papel do pericárdio foi descrito erroneamente.

1.4 Período aristotélico

Aristóteles acreditava que o coração era o órgão mais relevante do corpo, a sede da alma. Ele não achava que o pneuma era inspirado pelo corpo. Para ele, o pneuma era uma parte da alma, porém a respiração continha ar, e o seu principal papel era resfriar o coração. Da mesma maneira, ele imaginou o cérebro como um mecanismo de resfriamento cardíaco. Ele efetuou centenas de dissecações em animais, entretanto claramente não teve a chance de dissecar cadáveres humanos. Portanto, ele cria que a experimentação animal era um método formidável para se conseguir conhecimento.



Figura 7 – Escola de Atenas: Platão (esquerda) e Aristóteles (direita) – Afresco de Raphael Sanzio

Mesmo que imprecisa, a grande novidade introduzida por Aristóteles na anatomia do sistema cardiovascular foi descrever três ventrículos cardíacos, em ordem decrescente de volume do lado direito ao esquerdo do corpo, porém todos eles conectados ao pulmão. Ele também descreveu a presença de vasos comunicando ambos os ventrículos ao pulmão, que transportava ar ao coração.

Aristóteles cria que a artéria pulmonar e a veia cava superior eram subdivisões de outro grande vaso, que ele nomeou de "grande veia". Além disso, ele descreveu outro vaso conectado ao ventrículo medial, que ele nomeou de aorta, e cria que o coração era a origem de todos os nervos e vasos.

Segundo Aristóteles, o ventrículo direito continha sangue mais quente e em maior quantidade em relação ao ventrículo esquerdo, que tinha ar e sangue mais puro. Provavelmente, este fato estava relacionado ao mecanismo de morte dos animais (estrangulação) antes da dissecação. Ele não citou as válvulas cardíacas, em contraste com os membros do *Corpus Hippocraticum*, nem os átrios cardíacos. Portanto, existiam dois grandes vasos no modelo cardíaco de Aristóteles: o grande vaso (veia cava e a artéria pulmonar) e a aorta (aorta e veias pulmonares). Hoje, acreditamos que o ventrículo médio seja de fato a aorta, ao passo que o ventrículo esquerdo corresponde ao átrio esquerdo, que não foi observado por Aristóteles.



Lembrete

O coração apresenta quatro cavidades: dois átrios (direito e esquerdo) e dois ventrículos (direito e esquerdo).

Praxágoras de Cós avançou um pouco mais no conhecimento anatômico do sistema cardiovascular por meio da diferença entre veias e artérias, embora sem comprovação anatômica, estas foram chamadas de vasos de sangue (flebes). De fato, Praxágoras fez esta distinção baseado na hipótese incorreta de que as veias transportavam o sangue, ao passo que as artérias transportavam o pneuma. Além disso, ele assegurou que tão só as artérias estavam associadas ao pulso cardíaco, ao contrário do que se acreditava anteriormente, e ressaltou o valor diagnóstico da medida do pulso cardíaco pela primeira vez. Entretanto, ele cometeu uma falha relevante ao afirmar que as veias transportavam sangue, enquanto as artérias transportavam o pneuma.

Na figura a seguir, note a presença de dois vasos paralelos oriundos no fígado e no baço, interligados ao coração no tórax, aos membros inferiores e à cabeça. Repare o coração com um poro no septo interventricular conectando o ventrículo direito (VD) e o ventrículo esquerdo (VE), dois vasos conectados ao VD, e um vaso conectado ao VE vindo dos pulmões. O VD é maior do que o esquerdo, ao passo que o VE é mais espesso do que o direito. O VD contém sangue, enquanto o VE é preenchido com ar e bile amarela, de acordo com o *Corpus Hippocraticum*. Entre os ventrículos há a presença do septo interventricular (SIV).

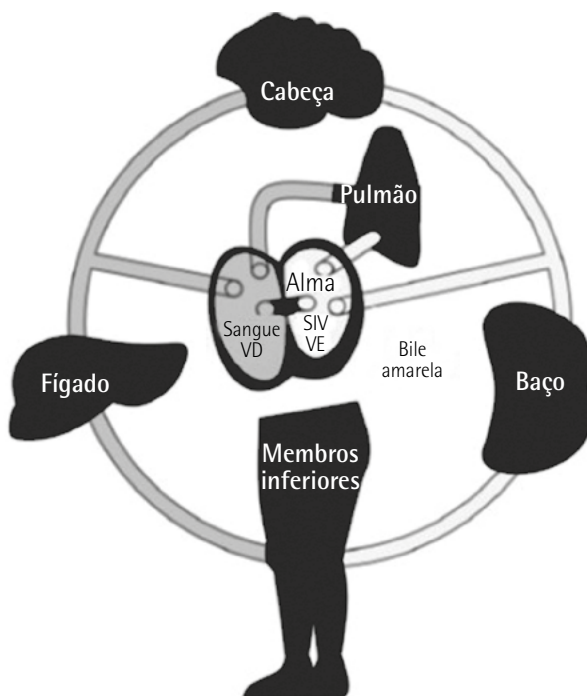


Figura 8 – Esquema do sistema cardiovascular de acordo com os gregos antigos

1.5 Período alexandrino

Quando Atenas desmereceu sua liberdade, o centro científico passou para Alexandria, no Egito, onde, pela primeira vez, a anatomia tornou-se uma disciplina. Os dois primeiros e maiores professores foram Herófilo da Calcedônia e Erasístrato de Cós, que começaram o chamado período alexandrino da anatomia. Antes deste período, dissecações de cadáveres não eram efetuadas e quase todo o conhecimento anatômico era oriundo da dissecação de animais. Em contraste, na célebre escola de Alexandria, dissecações do corpo humano eram executadas habitualmente, possivelmente entusiasmadas pelos faraós ptolomaicos.

A colaboração principal de Herófilo para o conhecimento do sistema cardiovascular estava agregada à diferenciação da espessura das artérias em relação às veias, sendo que as artérias eram seis vezes mais espessas do que as veias. O vaso conectado ao ventrículo direito foi chamado veia arterial, notando-se que as artérias eram menos espessas do que as veias nos pulmões. Herófilo cria que tão só as artérias estavam agregadas à frequência cardíaca devido aos movimentos de contração e relaxamento dependentes do coração, e reconheceu que os nervos se originavam no cérebro e na medula espinal, não no coração. Ele também negou a participação do coração no processo de respiração.



Lembrete

O vaso que está conectado ao ventrículo direito é o tronco pulmonar.



Figura 9 – Herófilo, a primeira dissecação. Entrada principal da Nouvelle Faculté de Médecine Paris

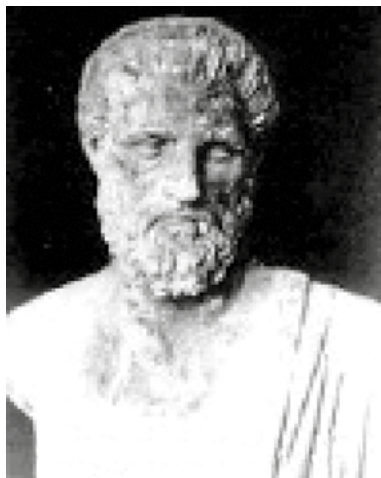


Figura 10 – Erasístrato

Além disso, Herófilo incluiu os átrios como parte da anatomia do coração. Provavelmente, ele foi o primeiro a efetuar dissecações anatômicas publicamente. Herófilo descreveu as artérias carótidas, a veia subclávia, os vasos mesentéricos, os vasos do aparelho reprodutor e os vasos linfáticos. Ele

identificou as terminações nervosas dos pequenos vasos e notou o sangue dentro das artérias. Para ele as artérias se originavam no coração, contudo não especificou o seu local de origem.

Erasístrato reconheceu a atividade do coração como uma bomba impulsora, que contrai devido à sua força intrínseca. Ao contrário de Herófilo, Erasístrato ressaltou que as artérias não possuíam movimento ativo de contração e relaxamento, porém eram passivamente preenchidas devido à contração do coração. Ele descreveu as valvas atrioventriculares, de maneira que a valva cardíaca direita foi chamada tricúspide e a esquerda foi chamada bicúspide. Além disso, ele observou uma subdivisão progressiva das veias e artérias ao ponto em que, devido ao seu calibre extremamente pequeno, não seria mais possível caracterizá-las anatomicamente, realçando que esses vasos estavam sempre cheios de sangue. Ele chamou esses pequenos vasos de sinanastomoses, que, mais tarde, foram chamados de capilares. Alguns autores criam que Erasístrato foi o primeiro a descrever a presença de válvulas nas veias.

Observação

Entre o átrio direito e o ventrículo direito no óstio atrioventricular direito há a presença da valva atrioventricular direita ou tricúspide, enquanto entre o átrio esquerdo e o ventrículo esquerdo no óstio atrioventricular esquerdo há a presença da valva atrioventricular esquerda ou bicúspide.

1.6 A concepção de Galeno sobre o sistema cardiovascular

No ano 2 d.C., Galeno, um médico de gladiadores no templo de Asclépio, em Pérgamo, demonstrou que as artérias continham sangue, e não ar, como se cria até então. Além disso, Galeno assegurou que o coração era um músculo com diferentes planos de orientação, o que possibilitava a sua atividade forte e incessante.



Figura 11 – Estátua em honra a Galeno na cidade de Bérgama, Turquia.
Ao fundo vê-se a acrópole da antiga cidade de Pérgamo



Observação

Durante o período romano Rufus de Éfeso, contemporâneo de Jesus Cristo, cria que os átrios faziam parte do coração, pois pulsavam em harmonia.

Galeno se contrapôs a alguns de seus precursores, por exemplo, a Aristóteles, ao defender que os vasos partiam do fígado, e não do coração; a Herófilo e a Erasítrato, ao considerar a existência de três pneumas (princípio vital incorporado do mundo exterior no ato da respiração), e não de quatro ou dois, como pensavam, respectivamente, esses dois pensadores; a Erasítrato, que assegurava haver ar nas artérias quando para Galeno elas continham sangue.

Baseando-se em Erasítrato, Galeno ponderava que o pneuma chegava aos pulmões através da traqueia e ao coração por meio da artéria venosa, atualmente a veia pulmonar, alojando-se no lado esquerdo desse órgão. Esse pneuma, chamado vital, comandava os movimentos involuntários, gerava a alegria, a dor, os prazeres, as paixões e era distribuído com o sangue por meio das artérias.

Para Galeno, o sangue originava-se a partir dos alimentos, que, absorvidos pelo intestino, eram conduzidos ao fígado, onde eram transformados em sangue. Neste mesmo órgão, o sangue se carregava com o pneuma inato ou natural, o qual norteava os papéis de nutrição, e dava origem às substâncias que cabiam a cada órgão produzir. O fígado era o centro do sistema venoso e deste órgão partiam os vasos. Ao deixar o fígado por meio de um grosso vaso, a veia cava inferior, o sangue era direcionado para a cavidade direita do coração, o átrio direito, onde as impurezas, em forma de vapor, eram levadas por meio da veia arterial, atualmente chamada de artéria pulmonar, para os pulmões, a fim de serem exaladas durante a expiração. A maior parte do sangue purificado voltava para o sistema de vasos e a outra parte passava, gota a gota, para a cavidade esquerda do coração, o ventrículo esquerdo, atravessando invisíveis poros existentes no septo interventricular.

No lado esquerdo do coração, o sangue se misturava com o pneuma do mundo exterior, incorporado por meio da traqueia e da artéria venosa, atualmente, veia pulmonar. Este se transformava no pneuma vital, que as artérias distribuíam por todo o corpo. Sobrava, duvidoso, na concepção de Galeno, o papel dos átrios.

A explicação para a presença de sangue na cavidade esquerda do coração constituiu, posteriormente, uma das complicações no modelo de Galeno, que, ao ser enfrentada por pesquisadores, fez emergir um outro modelo. Já a explicação para a purificação do sangue e o transporte do pneuma pode ser interpretada como uma das pré-ideias do que hoje conhecemos como transporte de gases pelo sangue e das trocas gasosas realizadas nos pulmões, a hematose.



Observação

Galeno defendia que o fígado era o primeiro órgão a surgir no embrião, contradizendo a ideia aristotélica, segundo a qual o coração se formava em primeiro lugar.

1.7 Período bizantino

Com a queda progressiva do Império Romano Ocidental, não houve mais melhorias no conhecimento médico. Uma exceção foi o trabalho de Oribasio de Pérgamo, durante o Império Romano Oriental. Trabalhando com lentes de aumento, este autor comprovou a descrição de Erasítrato a respeito da anastomose entre veias e artérias, especialmente nos rins. Oribasio chamou as anastomoses de capilares. Além disso, ele descreveu corretamente a circulação renal: perfusão por meio da artéria renal, que era uma ramificação da aorta, e o retorno venoso através da veia renal, que era uma ramificação da veia cava inferior.

1.8 Período islâmico

Durante esse período, as dissecações do corpo humano eram proibidas por motivos religiosos, apenas dissecações de animais eram autorizadas e, por este motivo, não ocorreu um avanço científico relevante em relação ao sistema cardiovascular. Rhazes colaborou de maneira significativa ao divergir de Galeno em relação à presença de osso na base cardíaca. Ele descreveu o coração como um órgão composto de dois ventrículos (direito esquerdo) e dois apêndices proeminentes, as aurículas, na terminologia anatômica atual. Entretanto, ele acreditava na presença de poros dentro do septo interventricular.



Figura 12 – Pavilhão dos Estudiosos Persas no Centro Internacional de Viena (doado pelo Irã em 2009). Este Pavilhão abriga as estátuas de quatro grandes figuras persas: Rhazes (mostrado na figura), Avicena, Omar Khayyám e AbūRayhān al-Bīrūnī

Haly Abbas progrediu um pouco mais na caracterização morfológica da artéria pulmonar por meio da identificação de duas camadas musculares, ao descrever a aorta, mais precisamente, e as artérias coronárias; ele propôs uma comunicação funcional entre as ramificações terminais de veias e artérias. Contudo, é controverso se ele havia aceitado a comunicação entre os dois ventrículos ou não.

Ainda no século X, Al-Bukhari Akhawayni fez relevantes colaborações para o desenvolvimento do conhecimento da anatomofisiologia do sistema cardiovascular, e isso pode ter sido consequência de que ele era apto a efetuar dissecações no corpo humano na Pérsia antiga. Ele garantiu que o coração tem quatro cavidades, vasos pulmonares e aorta, todos eles com valvas para dificultar o refluxo sanguíneo. Ele descreveu o pericárdio com precisão anatômica e apesar de ter reconhecido dois poros no septo interventricular, o que possibilitava a comunicação entre os dois ventrículos, destacou que a maior parte do sangue recebido pelo ventrículo direito era transportado aos pulmões. A partir dos pulmões, o sangue seria transportado ao ventrículo esquerdo, a partir daí até a aorta e da aorta seria distribuído por todo o corpo. Al-Akhawayni descreveu uma circulação simples do pulmão, realçando que o papel do coração era bombear o sangue e que os vasos de sangue transportavam tão só sangue, e não pneuma. Ele também descreveu com precisão as artérias coronárias, mais ou menos na mesma época que Hally Abbas.

Contudo, coube a Avicena voltar no tempo. Ainda que ele tenha reconhecido abertamente a sístole e diástole cardíaca, Avicena adotou o modelo cardiocentrismo de Aristóteles e admitiu a presença de poros no septo interventricular. O ventrículo esquerdo era a câmara cardíaca que alojaria o pneuma e a sede das emoções.



Figura 13 - Avicena, o "Príncipe da Medicina"

Em 1260, Ibn-Nafis, interpretando as obras de Avicena, praticamente descreveu a circulação pulmonar. É possível que Ibn-Nafis tenha ocasionalmente efetuado dissecações em humanos, no entanto, a descrição de Ibn-Nafis parece ser mais teórica do que fundamentada em dissecações. Porém, a convicção ética com a qual ele descreveu as características anatômicas do septo interventricular é um indício de que ele possivelmente as tenha executado. Ele negou a presença de poros no septo interventricular, ou qualquer comunicação entre os dois ventrículos, assim como a presença de três ventrículos. Ele destacou que o sangue seria transportado ao ventrículo direito, e dessa cavidade atingiria pulmões através do tronco pulmonar. A partir dos pulmões, o sangue retornaria ao coração por meio de veias pulmonares, e a partir do coração, através da aorta, o sangue seria distribuído por todo o corpo.

Ainda sob a influência de Galeno, ele cria que a transformação do espírito vital acontecia no ventrículo esquerdo e seria distribuído com o sangue. No seu conceito, o restante da circulação aconteceria conforme a ideia de Galeno. Ibn Nafis também acreditava que a nutrição cardíaca era realizada por vasos que permeavam o corpo do coração, as artérias coronárias.



Lembrete

A circulação pulmonar é também chamada de pequena circulação.

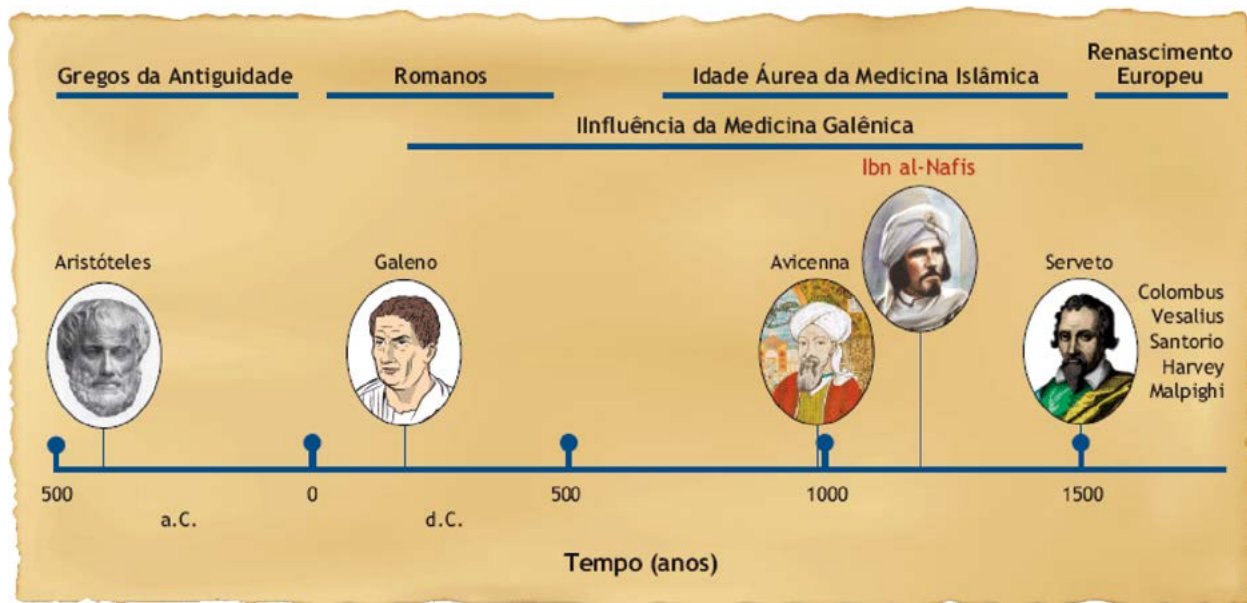


Figura 14 – Linha do tempo da influência da medicina galênica e da Idade Áurea da Medicina Islâmica: evolução cronológica de anatomistas relevantes nos estudos do sistema cardiovascular

1.9 O renascer das ciências

No Renascimento, relevantes inovações se verificaram na ciência, na arte, na política, sobrevivendo a valorização do trabalho manual, especialmente, aquele dos artesãos e artistas. A produção de obras de arte consumida pelos senhores feudais e pela Igreja passou a interessar, também, à nascente burguesia, que solicitava maior realismo nos retratos. A movimentação no campo das artes, no início do século XV, desempenhou intensa inspiração sobre o avanço da anatomia.

A impressão de figuras em madeira e as gravações em chapas de cobre puseram novos utensílios à disposição dos anatomistas. Os diagramas e os desenhos podiam ser reproduzidos e multiplicados, o que, unido com a imprensa propriamente dita, tornou mais fácil a interação de dados científicos.

Mondino de Liuzzi foi chamado de "Restaurador da Anatomia" e é uma das grandes figuras da história da anatomia antes de Vesalius. Ele reiniciou dissecações anatômicas sistemáticas em seres humanos, com o objetivo de conhecer a anatomia humana. Contudo, tais disseções eram efetuadas por um "cirurgião-barbeiro". O principal resultado dessa prática incorreta foi a ausência de avanço no conhecimento anatômico. De tal modo, Mondino da Luzzi acreditava na presença de três ventrículos cardíacos. Pior ainda, além da presença do terceiro ventrículo, Mondino da Luzzi realçou a presença de poros no septo interventricular. Este autor não identificou os átrios.

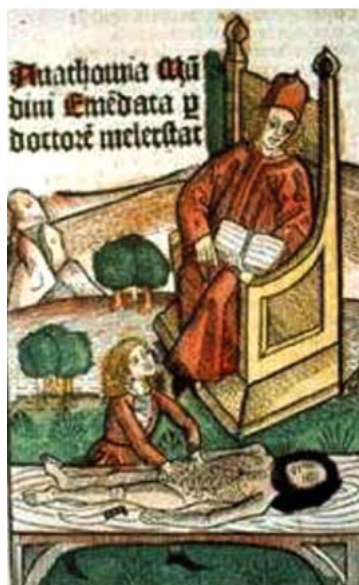


Figura 15 – Mondino de Liuzzi

Berengario de Carpi foi o médico italiano que modificou o prestígio da anatomia. Ele colocou-se à mesa cirúrgica e dissecou diversos cadáveres. Sendo assim, em 1521, ele exibiu com nitidez a existência de dois ventrículos, dois átrios, valvas semilunares e atrioventriculares e a presença de músculos papilares como estruturas anatômicas do aparelho valvar. Dessa maneira, esse anatomista recuperou o conhecimento adquirido na Grécia antiga e na escola de Alexandria.

Leonardo da Vinci, que possivelmente dissecou cadáveres humanos, conferiu um significado funcional aos átrios, propondo que eles contraem quando os ventrículos se dilatam. Ele realçou que o coração é um simples músculo, e não um lugar de espíritos ou ar. Do mesmo modo, ele forneceu uma imagem detalhada das valvas cardíacas e descreveu a banda moderadora do ventrículo direito, a "corda de da Vinci", atualmente, pela terminologia anatômica, a trabécula septomarginal. Contudo, Leonardo ainda cria na existência de poros no septo interventricular e seguia o modelo de Galeno sobre a distribuição do sangue por todo o corpo.

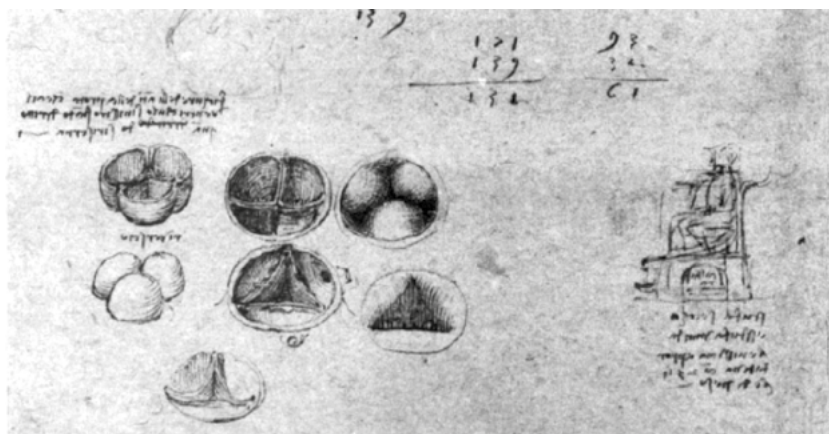


Figura 16 – Detalhe de um dos primeiros desenhos de Leonardo da válvula da aorta

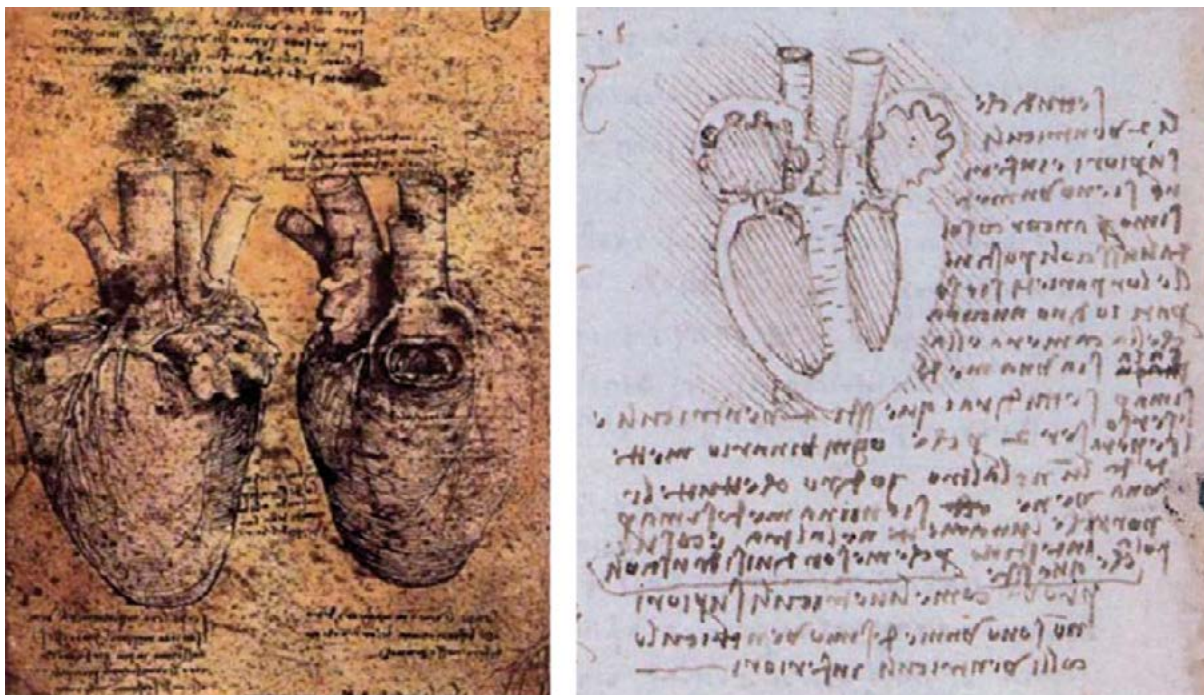


Figura 17 – Na figura a esquerda, um esboço de Leonardo do coração de boi. Muitos dos desenhos do coração de Leonardo foram feitos a partir de estudos dos órgãos de porcos e bois. Tão só mais tarde em sua vida ele teve acesso a órgãos humanos. Na imagem à direita, um esboço do coração humano de Leonardo, onde os poros interventriculares são claramente representados de acordo com a anatomia de Galeno

Significativas inovações na maneira de representar o corpo humano foram implementadas por Andreas Vesalius. Ele dizia que a arte exigia o estudo da anatomia, para desvendar o engenho subjacente aos gestos e às expressões. O corpo humano era dissecado, especulado, medido, desenhado e interpretado como uma máquina.

Vesalius foi o primeiro médico que juntou a dissecação com a exposição e o primeiro a usar desenhos artisticamente efetuados. Antes de Vesalius, o trabalho mecânico de dissecar, executado em grandes auditórios pelos "demonstradores" ou "cirurgiões-barbeiros", tinha a finalidade de ajudar os "expositores" a inculcar nos estudantes as verdades encarceradas nas obras de Galeno. Houve o crescente uso de desenhos em textos de anatomia.

Miguel de Servet, médico e teólogo, não concordava com as ideias de Galeno sobre o caminho do sangue, pois tinha a convicção da modificação qualitativa no sangue por ocasião de sua passagem pelos pulmões. Esta foi a primeira referência do que atualmente aceitamos como a pequena circulação do sangue ou circulação pulmonar. Servet teve seu futuro marcado pelo extremismo da concepção de mundo do período e assim, por ter publicado obras que provocaram certos dogmas teológicos, que aborreceram tanto a Igreja romana quanto aos reformistas, foi condenado à fogueira.



Figura 18 – Miguel de Servet

Realdo Colombo repete as sugestões de Servet sobre a circulação do sangue, recusando a comunicação entre o lado direito e esquerdo do coração e percebendo a passagem do sangue pelos pulmões, porém ainda impunha ao fígado o mesmo papel descrito por Galeno. Contudo, a teoria de Colombo não determinou nenhuma grave iminência para a doutrina galênica.

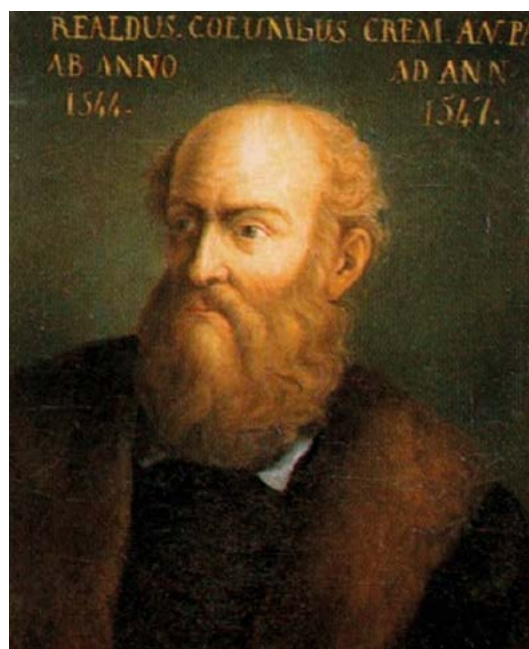


Figura 19 – Realdo Colombo, professor de anatomia na Universidade de Pádua, descreveu a circulação pulmonar ao mesmo tempo que Servet

Girolamo Fabricius de Acquapendente descreveu minuciosamente as válvulas das veias, quiçá por inspiração de Galeno, decifrou mal o verdadeiro papel das válvulas venosas, crendo que elas dificultavam a saída do sangue do coração, e não o seu fluxo em direção a ele.



Figura 20 – Girolamo Fabricius de Acquapendente, professor de anatomia na Universidade de Pádua

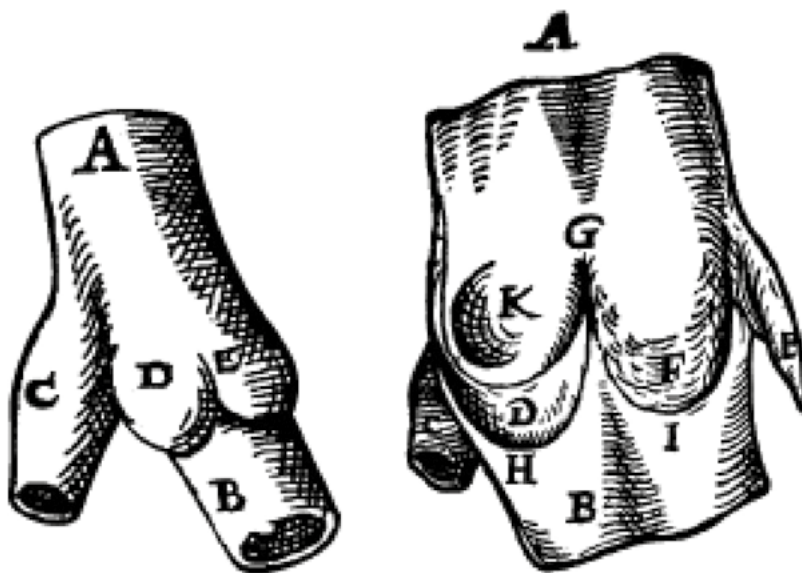


Figura 21 – Os primeiros desenhos de uma válvula venosa, publicado em 1585

Andrea Cesalpino tinha conhecimentos limitados em fisiologia. Ele teorizou a circulação pulmonar sem conhecer o trabalho de Realdo Colombo. Cesalpino cunhou formalmente o termo **circulação** para descrever a fisiologia do sangue. No entanto, seus conceitos sobre a circulação eram mais químicos do que físicos, envolvendo a contínua evaporação e condensação do sangue.



Figura 22 – Andrea Cesalpino

Contudo, é com o médico William Harvey, formado pela Universidade de Pádua, que temos a ruptura completa do processo de transformação. Harvey fez ressurgir o pensamento teleológico de Aristóteles de que cada órgão tem um papel passível de ser descoberto, em seu funcionamento e em suas relações com os demais órgãos do organismo. Ele cria no encanto do movimento circular, convicção que, agregada à confiança do paralelismo entre o macrocosmo e o microcosmo, o levou a considerar o movimento do sangue como num círculo.



Figura 23 – William Harvey e Charles I. Robert Hannan, 1848

No período de Harvey, alguns saberes sobre o sistema sanguíneo já estavam disponíveis, tais como: a estrutura do coração, que era bem aceita desde os tempos de Vesalius; e a ação das válvulas na aorta e no tronco pulmonar na prevenção do retorno do sangue, que havia sido descrita por Galeno e reconhecida por muitos outros. A pequena circulação já tinha sido descrita por Servet e Colombo, ainda que sua relevância não tenha sido devidamente reconhecida.

As válvulas nas veias haviam sido sistematicamente descobertas por Fabricius de Acquapendente, que não tinha ideia de seu verdadeiro papel. Contudo, ainda se aceitava a presença de poros no septo interventricular, que possibilitavam a passagem do sangue do ventrículo direito para o ventrículo esquerdo do coração. Tal interpretação não era bem recebida por Vesalius, que tentou, sem notoriedade, passar cerdas por meio dos poros, porém não tinha escolha para contrapor-se a Galeno.

Harvey expandiu os saberes disponíveis na medida em que chamou a atenção para a relação entre os átrios e os ventrículos e a relação destes com as artérias; e para a contração dos átrios, seguida pela contração dos ventrículos, o que possibilita que o mesmo sangue, impulsionado para dentro do ventrículo, pela contração do átrio, seja subsequentemente conduzido para dentro da artéria.

Quanto ao papel das válvulas, ele introduziu, ao saber já existente, um novo aspecto, uma vez que insistiu que o fluxo de sangue, além de seguir em uma única direção, o faz de modo contínuo.

A confiança no requinte do movimento circular levou-o ao entendimento ininterrupto do movimento do sangue ao reconhecer o papel ativo dos átrios na produção dos movimentos que começam o ciclo cardíaco. Ele retificou comentários de seus antigos precursores, ao assegurar que é a sístole, e não a diástole, como se pensava, a fase ativa do coração.

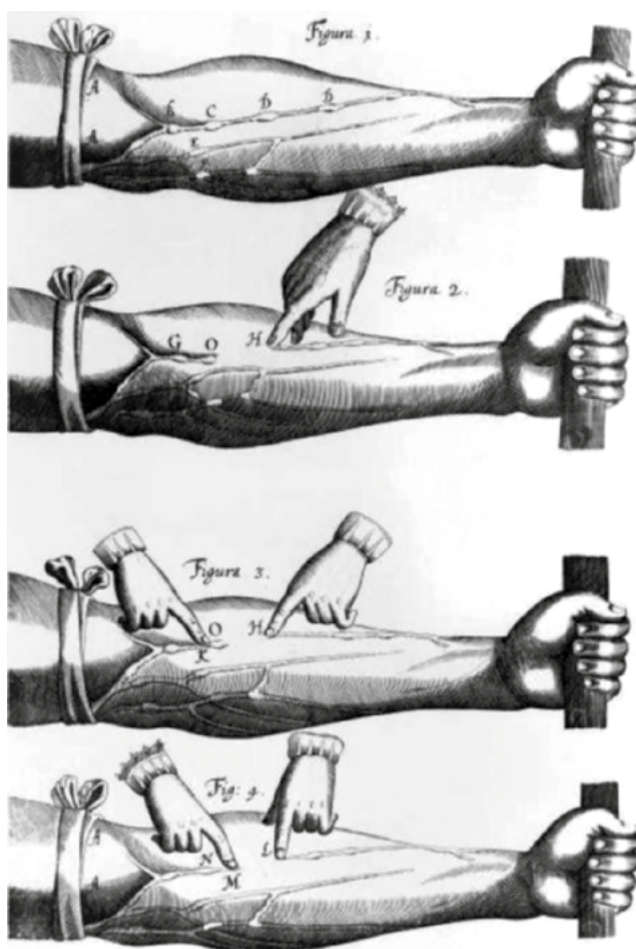


Figura 24 – Demonstração prática sobre as válvulas venosas. O papel das válvulas nas veias

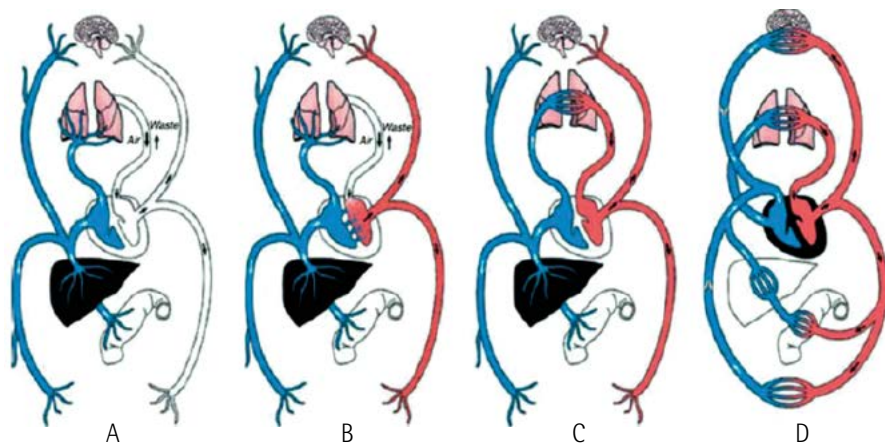


Figura 25 – (A) Modelo de Erasístrato, sistema vascular aberto-fechado, com presença de ar nas artérias; (B) Modelo de Galeno, sistema vascular aberto-fechado, com ar e sangue nas artérias e a presença de poros no septo interventricular; (C) Modelo de Colombo, sistema vascular aberto e fechado, descrição da circulação pulmonar; (D) Modelo de Harvey, sistema cardiovascular fechado, com sangue nas artérias



Saiba mais

Para aprofundar seu conhecimentos sobre esses temas, leia:

CASTILHO, N.; DELIZOICOV, D. Trajeto do sangue no corpo humano: instauração-extensão-transformação de um estilo de pensamento. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 2., 1999, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: Abrapec, 1999. Disponível em: <<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/iienpec/Dados/trabalhos/A43.pdf>>. Acesso em: 9 set. 2018.

Marcello Malpighi, um médico italiano que trabalhou em Pisa e em Bolonha, foi um dos pioneiros da anatomia microscópica. Com o auxílio do microscópio recém-inventado, Malpighi solidificou os conceitos de Harvey, descrevendo os capilares e os alvéolos pulmonares.



Figura 26 – Malpighi

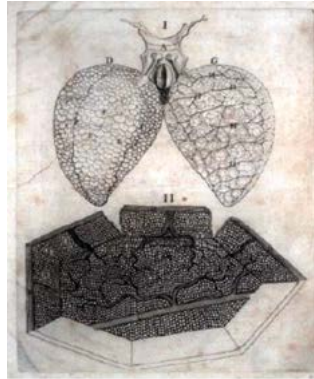


Figura 27 – Microscopia

1.10 A Revolução Científica

Na história da ciência, chama-se Revolução Científica o período que começou no século XVI e avançou até o século XVIII. A partir desse período, a Ciência, que até então estava conectada à Teologia, separa-se desta e passa a ser um saber mais estruturado e prático. O notável anatomista Frederik Rusch inventou um novo método de injeção dos vasos de sangue e com o seu uso expandiu os saberes sobre a anatomia do sistema cardiovascular. Ele teve um papel relevante nos esclarecimentos das vias anatômicas da circulação do sangue. Rusch ponderava que os vasos de sangue, infiltrando-se em todos os órgãos, compunham a base do organismo. Elaborou a sua técnica de embalsamento e criou o maior museu anatômico da sua época, a "oitava maravilha do mundo".

Graças às injeções intravasculares utilizadas nas artérias carótidas internas e nas artérias vertebrais, Thomas Willis descobriu o círculo arterial do cérebro, conhecido como Polígono de Willis.

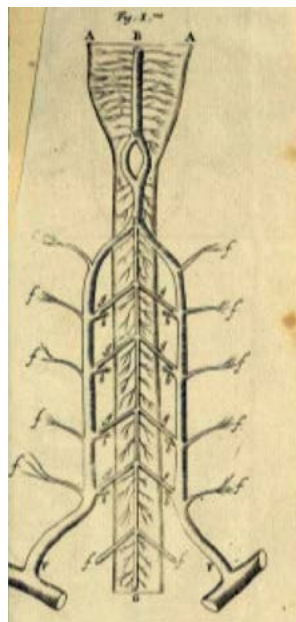


Figura 28 – Polígono de Willis

1.11 A anatomia na época do capitalismo e a mentalidade anatomoclínica

No século XVIII, tivemos na França a revolução burguesa, momento em se que rompeu com as cadeias do feudalismo, constituindo o regime capitalista. Essa mudança política viu-se precedida pela revolução na filosofia, que deu resultado à formação do materialismo francês do século XVIII.

As percepções vitalistas entusiasmaram a visão doutrinal-médica europeia no trânsito do século XVIII para o século XIX. Todavia, enquanto as ciências físico-químicas se afirmavam na visão das disciplinas científicas, em razão da aspereza quantitativa laboratorial, a medicina não encontrava alegações científicas credíveis para a interpretação de várias patologias.

Na anatomia microscópica, o histologista checo J. Purkinje aprimorou, respeitosamente, a técnica microscópica. Ele descobriu a estrutura microscópica de uma série de tecidos e órgãos, descrevendo as células ósseas, fibras especiais no coração, chamadas de fibras de Purkinje, e células particulares no cérebro, chamadas de células de Purkinje.

Raymond Vieussens, respeitável anatomista de Montpellier, descreveu a estrutura do ventrículo esquerdo e o trajeto das artérias coronárias. Além disso, fez a primeira descrição da estenose mitral e da insuficiência aórtica. Dois anos mais tarde, Thebesio descreveu o *vaso vasorum*.

Observação

O *vaso vasorum* corresponde ao vaso dos vasos.

Giovanni Maria Lancisi, um dos mais relevantes médicos de tradição italiana, foi nomeado arquiatra pelos papas Inocêncio XI e Inocêncio XII e depois confirmado por Clemente XI. Por esse motivo foi membro laico da família pontífice.



Figura 29 – Giovanni Maria Lancisi

Lancisi afirmou a possibilidade da transmissão da malária por meio do mosquito, encorajando combatê-lo. Descreveu vários trabalhos de epidemiologia, sendo considerado o precursor de higiene moderna. Lancisi publicou trabalhos de anatomia macroscópica e patológica, especialmente das doenças cardiovasculares.



Figura 30 – Vista anterior do coração com abertura do pericárdio

Giovanni Battista Morgagni foi um anatomista italiano, comumente considerado o "pai da moderna patologia anatômica". Reuniu uma vida inteira de experiência em dissecação e observação anatômica e instituiu o preceito essencial de que a maioria das doenças não é indefinidamente dispersa pelo corpo, porém se origina em órgãos e tecidos específicos.

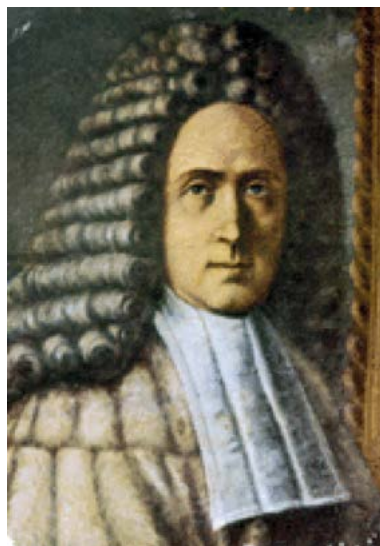


Figura 31 – Giovanni Battista Morgagni

1.12 Afinal para quê?

Depois de organizado o padrão da dinâmica circulatória, a próxima etapa natural foi começar a revelar seu propósito. As observações de Frank estabelecem a união entre o trabalho do músculo esquelético e o do miocárdio. Depois de descrever suas experiências, checkou mudanças no comprimento do músculo esquelético com alterações no volume ventricular e modificações na tensão com variações na pressão intraventricular. Frank desvendou essas relações também para os átrios. Ao determinar a velocidade de aumento da pressão intraventricular, relacionado com a maior tensão da fibra, lançou os alicerces do estudo da contratilidade miocárdica. Além dessas colaborações essenciais, teve uma magnífica obra em fisiologia cardiovascular por toda a sua vida, também cooperando com estudos sobre dinâmica do aparelho valvar e com a compreensão das etapas do ciclo cardíaco.

Patterson, Piper e Starling utilizaram uma preparação coração-pulmão de cachorro para estudar a influência do papel cardíaco e as variações no retorno venoso, na resistência da aorta e na frequência cardíaca.

Houve a perspicácia de Wilhelm Konrad Röntgen, patenteando as aplicações dos raios-X na medicina no fim do século XIX, o arrojo de Werner Forssmann em 1929, pondo em si mesmo pelo braço até o átrio direito uma sonda de urologia, e principiando o cateterismo cardíaco no homem.

Carl Wiggers na década de 1920, especificando registros e organizando as várias etapas do ciclo cardíaco, e o pragmatismo de Cournand e Richards na década de 1940, inteirando a fusão sólida entre a fisiologia e a aplicação diagnóstica dos saberes pelo campo novo que se acendia, a cateterização cardíaca, possibilitaram que o enorme acúmulo de preceitos morfofuncionais represados até então pudesse ser colocado a serviço da cardiologia prática.

A primeira medida do débito cardíaco no homem aconteceu em 1930 por Baumann e Grollman, por meio de punção arterial e do ventrículo direito, não sem interpretar didaticamente que a punção cardíaca deveria anteceder à arterial, uma vez que a dor desta era ainda menos tolerável, o que poderia elevar artificialmente o débito cardíaco. No mesmo ano, Klein, de uma forma mais polida, dessa vez obtendo sangue do átrio direito por meio de um cateter via veia basilica, também ratificou as previsões teóricas de Fick.

Finalizamos a parte introdutória e cronológica dos estudos referentes ao sistema cardiovascular, por meio de epônimos anatômicos atuais, utilizados em cardiologia, conforme o quadro a seguir:

Quadro 1

Epônimos	Estrutura anatômica
Corpos de Arâncio	Nódulos das válvulas semilunares
Ligamento de Arâncio	Ligamento venoso
Nó de Aschoff-Tawara	Nó atrioventricular
Ducto, ligamento de Botal	Ligamento arterial (ducto arterial)
Forame de Botal	Forame oval do coração
Artéria marginal de Drummond	Arco justacólico
Valva de Eustáquio	Válvula da veia cava inferior
Ligamento de Harvey	Ligamento arterial (ducto arterial)
Feixe de His	Fascículo atrioventricular
Nó de Keith-Flack	Nó sinoatrial
Fascículo de Kent	Fascículo atrioventricular
Nó de Koch	Nó sinoatrial
Corda de Leonardo (da Vinci)	Trabécula septomarginal
Tubérculo de Lower	Tubérculo intervenoso
Prega de Marshall	Prega da veia cava
Veia de Marshall	Veia oblíqua do átrio esquerdo
Fibras de Purkinje	Ramos subendocárdicos
Nó de Tawara	Nó atrioventricular
Forame de Tebésio	Forames das veias mínimas
Valva de Tebésio	Válvula do seio coronário
Nódulos de Valsava	Nódulos das válvulas semilunares
Seio de Valsava	Seio da aorta
Gânglios de Wrisberg	Gânglios cardíacos (parte torácica)
Corpos de Zuckerkandl	Glomos para aórticos

Vários anatomistas imortalizaram seus nomes criando uma série de epônimos, ou seja, diversas estruturas anatômicas receberam denominações em homenagem dos primeiros anatomistas que as descreveram. Assim, nós temos, como exemplos, o polígono de Willis, e a trompa de Eustáquio. Quando os ginecologistas comentarem sobre as glândulas de Bartholin, o fundo de saco de Douglas e as trompas de Falópio, nada mais significarão do que as seguintes estruturas anatômicas: as glândulas vestibulares, a escavação retouterina e as tubas uterinas, respectivamente.



Lembrete

Epônimo: é o termo anatômico gerado a partir do nome de uma pessoa. O epônimo visava homenagear o cientista que descobrisse ou primeiro descrevesse determinada estrutura anatômica.

2 O CORAÇÃO E O SISTEMA VASCULAR

O sistema cardiovascular é a designação oficial da terminologia anatômica que substituiu o termo aparelho circulatório ou sistema circulatório. A mudança fez-se indispensável, pois aparelho indica um conjunto de dois ou mais sistemas, e circulatório lembra tão somente "o local em que algo se movimenta e que retorna ao ponto de origem", sem carecer de estruturas nem de morfologia. Compete assinalar, de passagem, que *circulator*, em latim, tem a definição de charlatão, uma conduta ou propriedade não estimável para um digno e essencial sistema orgânico. A palavra circulação era utilizada pelos detratores do anatomista e médico William Harvey (1628) para recusar a relevância de sua descoberta.

Através do sangue são carregados, além de nutrientes, como a glicose, O_2 e CO_2 , os hormônios produzidos pelos órgãos endócrinos, localizados em regiões diversas do organismo. Já o sangue tem células especializadas na defesa do organismo, por exemplo, contra as substâncias estranhas e os micro-organismos, além de ser responsável pela manutenção da temperatura do corpo.

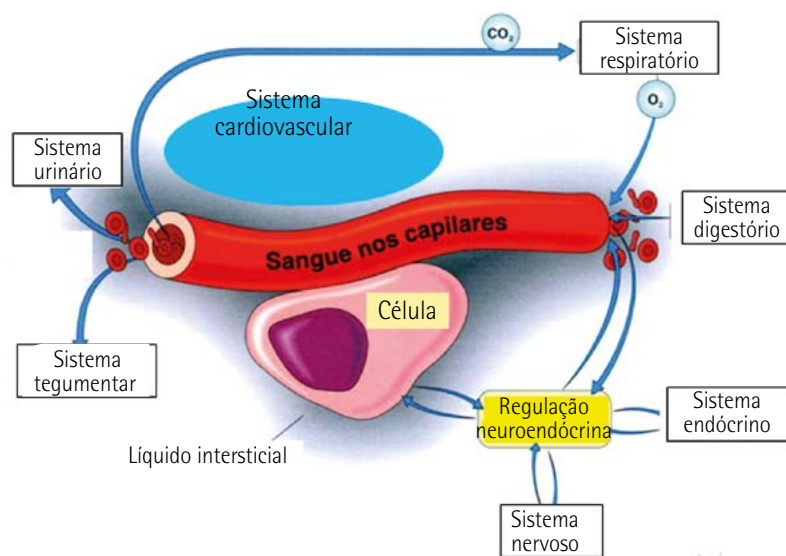


Figura 32 - Relação do sistema cardiovascular com outros sistemas do organismo na manutenção da homeostasia

Esse conjunto de órgãos consiste um sistema fechado, sem comunicação com o exterior, formado por tubos, no interior dos quais circulam humores. Os tubos são denominados vasos e os humores são o sangue e a linfa. O organismo de um indivíduo adulto apresenta, em média, cinco litros de sangue circulando ininterruptamente. Essa abundância equivale a aproximadamente 1/12 da massa corporal de um adulto.

Observação

As patologias do sistema cardiovascular estão entre as patologias mais relevantes que atingem os seres humanos.

2.1 O coração

O coração era considerado a sede da alma, do amor e das emoções, possivelmente porque estas são seguidas de palpitações, taquicardia e dor precordial. As atividades temperamentais estão mais relacionadas ao encéfalo do que com o coração. Os batimentos cardíacos já foram o sinal de vida, tanto que era aceitável a sua interrupção para admitir o diagnóstico de morte. Presentemente, entretanto, o indivíduo é considerado morto quando não existe atividade eletroencefalográfica, mesmo que haja atividade cardíaca. Em outras palavras, coração batendo não é sinal condicional de vida.

Órgão central do sistema cardiovascular, o coração é um músculo quadricavitário com a configuração de um cone truncado, do tamanho aproximado do punho do mesmo indivíduo. Em relação ao sangue, o coração exerce o papel de uma bomba aspirante e premente.

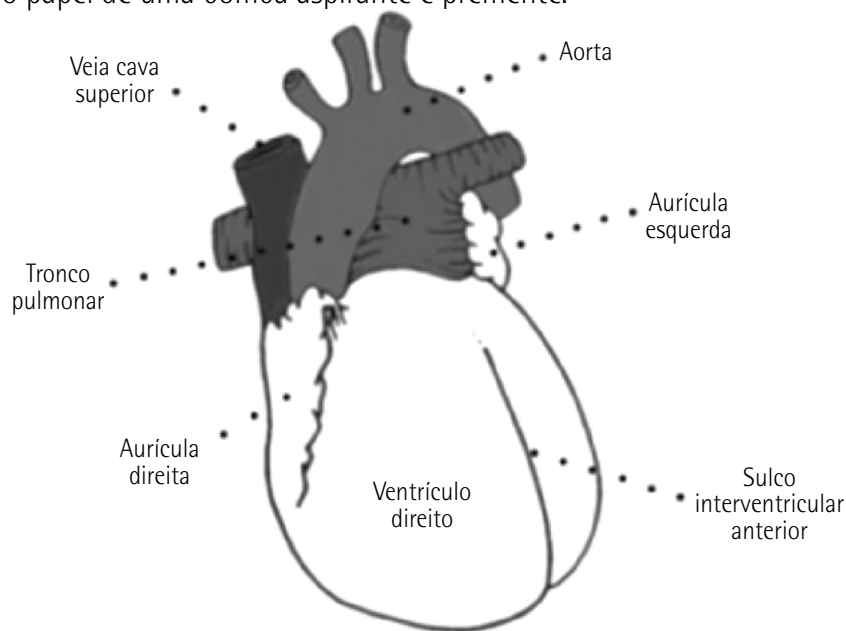


Figura 33 – Aspectos externos do coração

O efeito de bomba muscular do coração baseia-se na contração e no relaxamento do músculo estriado cardíaco. A fase de contração é denominada sístole, e a fase de relaxamento, diástole. Essas terminologias se relacionam normalmente à contração e ao relaxamento do ventrículo direito e do ventrículo esquerdo, ainda que os átrios também contraíam e relaxem. A contração do átrio direito e do átrio esquerdo antecede a contração dos ventrículos e colabora para o enchimento máximo dos ventrículos (volume diastólico final). A contração do átrio direito e do átrio esquerdo acontece simultaneamente, bem como a contração dos dois ventrículos.

Atualmente, é reconhecido também como órgão endócrino. No coração, as cavidades atriais apresentam estruturas designadas grânulos atriais; estes são encontrados nas células cardíacas chamadas de cardiomiócitos. Os grânulos atriais são responsáveis pela produção de hormônios, designados fator natriurético atrial ou hormônio do coração. O fator natriurético atrial é secretado no sangue devido à distensão do átrio direito, por exemplo, na insuficiência cardíaca ou na ativação do sistema nervoso autônomo simpático, promovendo, nos rins, uma diminuição na

reabsorção de cloreto de sódio e, por conseguinte, de água. O resultado é a elevação da excreção de urina, ou seja, a diurese aumentada. Além de seu efeito diurético, o fator natriurético atrial gera relaxamento da musculatura lisa vascular e, com isso, vasodilatação. Por meio desses dois mecanismos, a diminuição do volume de sangue e a redução da resistência vascular periférica induzem a uma diminuição do esforço do coração.

2.1.1 Volumes e pesos do coração

O volume do coração, que corresponde ao seu volume médio, é de aproximadamente 785 mililitros, e é alterado conforme os fatores de variação anatômica, por exemplo, a idade e o sexo. Seu peso em um adulto é de cinco gramas por quilograma de peso, ou seja, em um indivíduo de 60 quilogramas, o coração pesa aproximadamente 300 gramas.

Em primeiro lugar, prevalece o fator idade, de tal maneira que o coração de um recém-nascido é proporcionalmente maior do que de um adulto, sete gramas, devido à resistência da circulação placentária que precisa vencer durante a vida fetal. Após o nascimento, o peso reduz proporcionalmente, atingindo, depois dos 5 anos de idade, a proporção de 5 gramas por quilograma de peso. A partir dessa idade, desenvolvem-se as desigualdades nos volumes do coração relacionadas à diferença entre os sexos; o coração da mulher é menor do que o do homem. Além disso, o coração do adulto mede, aproximadamente, 12 centímetros de comprimento por 8 a 9 centímetros de largura em sua parte mais larga, e 6 centímetros de espessura. Seu peso, no homem, varia de 280 a 340 gramas; na mulher, de 230 a 280 gramas. À medida que o indivíduo envelhece, o coração diminui, pois existe uma diminuição na força de contração do músculo estriado esquelético. As valvas do coração tornam-se menos flexíveis e o fechamento incompleto pode gerar um "sopro" audível. Em torno dos 70 anos de idade, o débito cardíaco, ou seja, a quantidade de sangue que sai do ventrículo esquerdo a cada minuto, pode reduzir em até 35%. O prejuízo do complexo estimulante do coração pode gerar ritmos cardíacos anormais, incluindo os batimentos cardíacos extras, os batimentos dos átrios acelerados e a redução do ritmo dos ventrículos. A insuficiência temporária do complexo estimulante do coração ou bloqueio cardíaco pode gerar perda periódica da consciência. Devido à redução na reserva de força do coração, os indivíduos senis são comumente limitados na sua capacidade de responder ao estresse físico ou emocional.

Também há relação entre o peso do coração com o aumento da musculatura estriada esquelética, de tal forma que em indivíduos atletas seu peso é proporcionalmente maior. Em indivíduos atletas, esses parâmetros podem elevar para 500 gramas de peso e 1.440 mililitros de volume médio. Na hipertrofia cardíaca, o volume do coração está alargado, contudo, todo ele é mais espesso, as suas paredes são mais fortes, seguindo um processo geral de aumento muscular de todo o corpo. Porém, a dilatação do coração pode ser patológica e revela insuficiência cardíaca. Na dilatação, o coração está expandido, mas as suas paredes são delgadas, como se constituísse uma bola de borracha que contém mais ar.

2.1.2 Localização do coração

O coração está contido em uma membrana especial, o pericárdio, preenchendo a região topográfica do tórax conhecida como mediastino médio. O mediastino é o espaço visceral da linha mediana ou cavidade torácica.

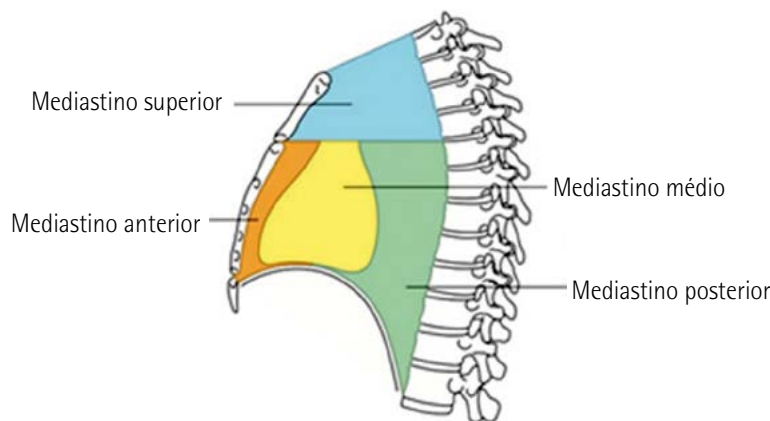


Figura 34 – Subdivisões do mediastino e o seu conteúdo

O mediastino está dividido, pela presença do pericárdio, em mediastino superior e mediastino inferior. O mediastino superior não apresenta subdivisões, abrange o esôfago e a traqueia posteriormente, o timo anteriormente e, entre eles, os grandes vasos da base do coração. O mediastino inferior está subdividido em mediastino anterior, mediastino médio e mediastino posterior. As estruturas anatômicas encontradas dentro do mediastino anterior abrangem os ligamentos esternopericárdicos e diversos linfonodos. O mediastino médio situa-se ao nível de T4-T8 no corpo do esterno e nas cartilagens costais e está localizado entre o mediastino posterior e o mediastino anterior. O mediastino médio abrange o coração e o pericárdio, junto do nervo frênico que corre no pericárdio fibroso, além dos brônquios principais e as estruturas das raízes dos pulmões. O mediastino posterior abrange, entre outras estruturas anatômicas, o esôfago e a parte torácica da aorta, que o atingem vindos do mediastino superior.

Portanto, o coração, localizado no mediastino médio, apresenta a sua maior parte à esquerda do plano mediano, permanecendo 1/3 à direita e 2/3 à esquerda deste plano, e não inteiramente do lado esquerdo da cavidade torácica, como usualmente se crê. Ainda que esta seja a posição mais comum, denominada levocárdica, há variações na posição do coração em relação à cavidade torácica. O coração pode ostentar a posição mesocárdica, quando a maior parte do seu volume se depara na parte mediana do tórax. O desdobramento anormal do coração embrionário pode causar inversão completa da posição do coração, designada posição dextrocárdica, quando grande parte de seu volume se encontra no hemitórax direito. Essa anomalia congênita é a anormalidade mais comum de posição do coração, embora ainda não seja relativamente frequente.

2.1.3 Limites do coração

Na cavidade torácica, o coração está situado entre os dois pulmões, sendo este o seu limite lateral. O coração está por trás do osso esterno, sendo este o seu limite anterior, e repousando sobre o diafragma, ficando este como o seu limite inferior. Ele ainda está junto da coluna vertebral, mais precisamente entre a 4ª e a 8ª vértebras torácicas, também chamadas vértebras cardíacas de Giacomini, sendo este o seu limite posterior. E, por fim, o coração está limitado pela abertura torácica superior, sendo este o seu limite superior.

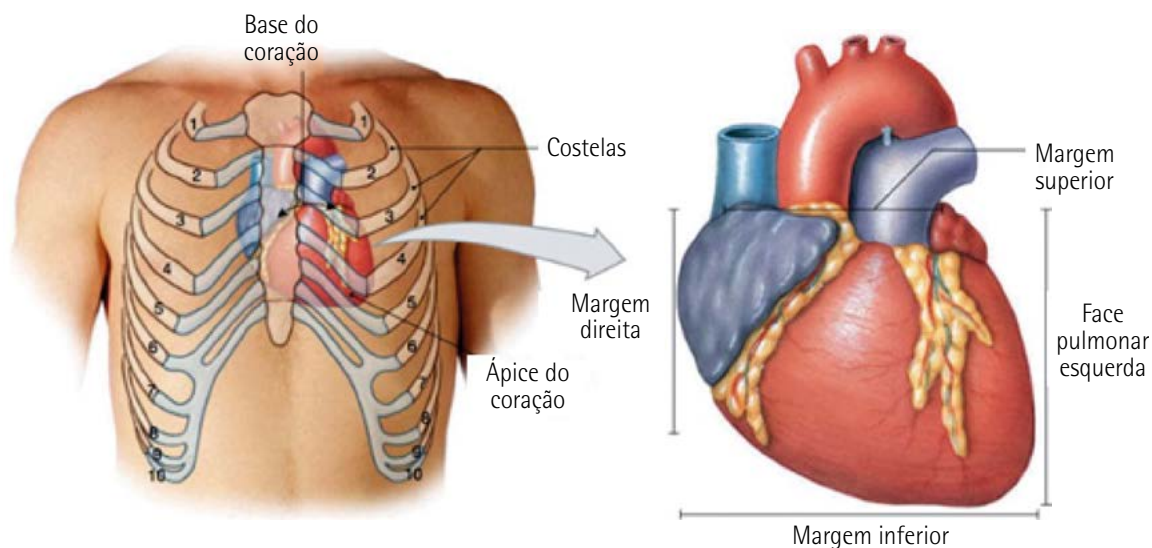


Figura 35 – Posição e orientação do coração

2.1.4 Configuração externa do coração

O coração está disposto obliquamente, de tal maneira que a sua base é medial e o seu ápice é lateral. O maior eixo do coração, eixo longitudinal, da base ao ápice é, pois, oblíquo e desenha um ângulo de aproximadamente 40° com o plano horizontal e também com o plano mediano do corpo.

O coração é composto de quatro cavidades, os átrios direito e esquerdo e os ventrículos direito e esquerdo. As duas cavidades superiores são os átrios, e as duas cavidades inferiores são os ventrículos. Os ventrículos, com paredes musculares encorpadas, compõem a parte volumosa do órgão, enquanto os átrios têm paredes musculares finas.

Laranja – Aurícula direita
Rosa – Aurícula esquerda
Branco – Ventrículo direito
Amarelo – Ventrículo esquerdo



Figura 36 – Morfologia externa do coração

A base do coração é constituída, sobretudo, pelo átrio esquerdo, com um menor reforço do átrio direito. A base corresponde à parte superior do coração, cuja área é preenchida pelas raízes dos grandes vasos da base do coração, isto é, vasos de sangue por meio dos quais o sangue entra ou sai do coração. No átrio direito chegam a veia cava superior e a veia cava inferior.

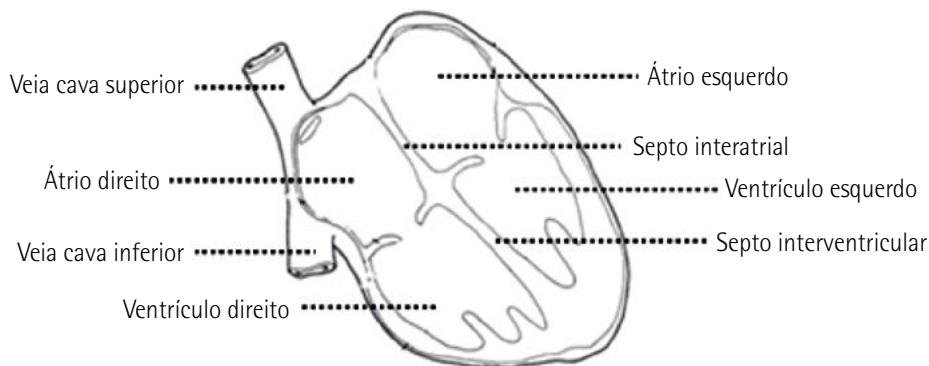


Figura 37 – Esquema das cavidades do coração

No átrio esquerdo chegam as veias pulmonares, em número de quatro, sendo duas veias para cada pulmão. As veias são distribuídas perpendicularmente umas às outras; por um lado, a veia cava superior e a veia cava inferior, e, por outro, as veias pulmonares formam a cruz venosa, como é possível observar na figura a seguir.

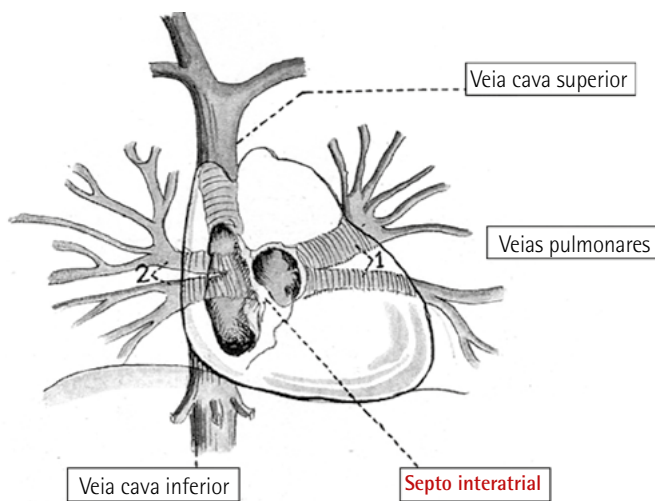


Figura 38 – Cruz venosa

Do ventrículo direito emerge o tronco pulmonar, que, após pequeno percurso, bifurca-se em artérias pulmonares: a artéria pulmonar direita e a artéria pulmonar esquerda para os referentes pulmões. Do ventrículo esquerdo nasce a aorta, que é conduzida primeiramente para cima e depois para trás e para a esquerda, concebendo, assim, o arco da aorta. O ápice do coração é constituído pela parte inferolateral do ventrículo esquerdo.

Laranja – Artéria subclávia esquerda
 Rosa – Veia cava superior
 Branco – Tronco branquiocefálico
 Verde – Artéria carótida comum esquerda
 Azul – Arco da aorta
 Vermelho – Tronco pulmonar



Figura 39 – Vasos da base

As quatro faces do coração são: a face esternocostal (anterior), a face diafragmática (inferior), a face pulmonar direita e a face pulmonar esquerda. A face esternocostal é constituída especialmente pelo ventrículo direito. A face diafragmática, achatada, é formada, sobretudo, pelo ventrículo esquerdo e parte do ventrículo direito, estando relacionada principalmente ao tendão central do diafragma. A face pulmonar direita é integrada especialmente pelo átrio direito. A face pulmonar esquerda é formada principalmente pelo ventrículo esquerdo, compondo a incisura cardíaca do pulmão esquerdo.

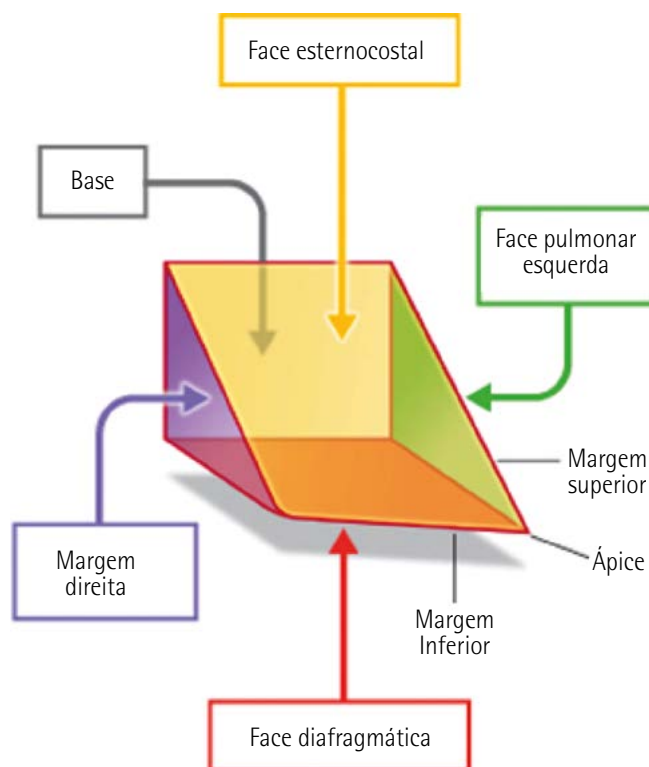


Figura 40 – Faces do coração

O coração parece trapezoide nas vistas anterior e posterior. A margem direita, ligeiramente convexa, é formada pelo átrio direito e expande-se entre a veia cava superior e a veia cava inferior. A margem inferior, oblíqua, quase vertical, é formada especialmente pelo ventrículo direito e por uma pequena parte do ventrículo esquerdo. A margem superior é integrada pelo átrio direito, pelo átrio esquerdo, pela aurícula direita e pela aurícula esquerda em vista anterior; a aorta ascendente e o tronco pulmonar surgem dessa margem, e a veia cava superior penetra no seu lado direito. À esquerda não há margem, pois existe a face pulmonar formada especialmente pelo ventrículo esquerdo.

2.1.5 Configuração interna do coração

Cada átrio tem um apêndice que é verificado na superfície externa do coração; o apêndice se assemelha à orelha de um animal e recebe, por isso, o nome de aurícula (*L. auris*, orelha). Quando as paredes do coração estão abertas, observa-se que a cavidade cardíaca possui septos subdivididos em quatro cavidades. Um septo horizontal, designado septo atrioventricular, divide o coração em duas partes: superior e inferior.

A parte superior possui um septo sagital, o septo interatrial, fino e muscular, que a divide em duas cavidades: o átrio direito e o átrio esquerdo. Uma anomalia congênita do septo interatrial, comumente pelo fechamento incompleto do forame oval, leva à comunicação interatrial.

Entretanto, há uma abertura do tamanho de uma sonda na parte superior da fossa oval em 15 a 25% dos indivíduos adultos. Essas pequenas aberturas, sozinhas, não geram anormalidades hemodinâmicas, logo, não apresentam relevância clínica e não devem ser classificadas como formas de comunicação interatrial. A comunicação interatrial clinicamente relevante modifica muito o tamanho e a localização do coração e pode acontecer como parte de uma cardiopatia congênita mais complexa. Uma comunicação interatrial exacerbada permite que o sangue oxigenado oriundo dos pulmões seja desviado do átrio esquerdo através da comunicação interatrial para o átrio direito, gerando aumento do átrio direito e do ventrículo direito e dilatação do tronco pulmonar. A passagem de sangue do coração esquerdo para o coração direito sobrecarrega o sistema vascular pulmonar, resultando em hipertrofia do átrio direito, do ventrículo direito e das artérias pulmonares.

A parte inferior também apresenta um septo sagital forte, o septo interventricular, composto da parte membranácea e da parte muscular, que divide a parte inferior em duas cavidades: o ventrículo direito e o ventrículo esquerdo.



Branco – Músculo papilar (ventrículo esquerdo)
Laranja – Músculo papilar (ventrículo direito)
Azul – Miocárdio do ventrículo direito
Verde – Miocárdio do ventrículo esquerdo
Rosa – Septo interventricular

Figura 41 – Morfologia interna do coração

Nota clínica

Um defeito no septo interventricular é uma comunicação anormal de procedência congênita, relativamente comum, entre o ventrículo direito e o ventrículo esquerdo. A parte membranácea é comprometida com maior assiduidade em 70% dos casos, sendo, portanto, a parte muscular menos afetada. Nessa condição, o sangue oxigenado do ventrículo esquerdo não é enviado apenas para a aorta, mas, também, é desviado para o ventrículo direito, designado desvio ou *shunt* esquerda-direita, através do defeito do septo interventricular. O ventrículo esquerdo deve tentar contrabalançar essa "falha no transporte" por meio de elevação na força de contração, favorecendo, assim, uma sobrecarga do ventrículo esquerdo, com consequente hipertrofia do coração esquerdo. Para que isso seja impedido, grandes defeitos do septo interventricular devem ser retificados cirurgicamente.

Características morfofuncionais do átrio direito:

- apresenta um formato triangular;
- é maior do que o átrio esquerdo;
- a sua parede é um pouco mais fina do que a do átrio esquerdo, com aproximadamente dois milímetros de espessura;
- suas paredes finas são tonificadas na parte lateral por feixes musculares, dispostos em cristas paralelas, designados músculos pectíneos;
- capacidade de 57 mililitros de sangue;
- recebe sangue venoso da circulação sistêmica; a veia cava superior adentra na parte superior do átrio direito, e a veia cava inferior na parte inferior;
- entre a veia cava superior e a veia cava inferior, mais próximo da veia cava inferior, encontra-se uma saliência, designada tubérculo intervenoso, que se reserva a nortear os jatos de sangue que nascem da veia cava superior e da veia cava inferior para que não se encontrem frontalmente;
- anteriormente ao átrio direito, há uma expansão piramidal designada aurícula direita, que serve para suavizar o impulso do sangue ao adentrar no átrio;
- o óstio do seio coronário, que drena o sangue do coração, está localizado próximo da veia cava inferior;
- o septo interatrial forma a parede dorsal do átrio direito. Contém estruturas elementares que tiveram grande valor no feto, a fossa oval, contornada por um relevo, e o limbo da fossa oval. A fossa oval é uma depressão oval na parede septal, correspondendo ao forame oval do coração fetal. O forame oval do coração começa a fechar-se no fim da vida fetal, e o fechamento se completa após o nascimento graças a uma prega, a válvula do forame oval, que se solda ao limbo da fossa oval. O forame oval pode persistir aberto e estabelecer uma anomalia cardíaca;
- o seio das veias cavas, *Sinus venarum*, está localizado na parte posterior da cavidade do átrio direito, onde a veia cava superior e a veia cava inferior terminam seu trajeto. O seio das veias cavas possui

paredes internas lisas e é derivado do seio venoso do embrião. Por dentro do átrio direito, o seio das veias cavas é limitado à direita pela crista terminal, uma estrutura muscular lisa que corresponde externamente ao sulco terminal do coração. Anterior ao seio das veias cavas, portanto dele separado pelo sulco terminal, encontra-se o átrio direito propriamente dito, uma parte enrugada oriunda do próprio átrio do embrião e segue, anteriormente, com a aurícula direita. Por consequência, o átrio direito e a aurícula direita são separados do seio das veias cavas pela crista terminal, especialmente na parede lateral da base do coração. No embrião, o sulco terminal sinaliza a união do átrio direito com o seio venoso. Superiormente, a crista terminal amolda o nó sinoatrial; seu remanescente inclui a direção do trato internodal posterior. Ainda no interior do átrio direito, encontramos estruturas anatômicas designadas seios das veias cavas, nas quais diversos vasos de sangue, por exemplo, a veia cava superior, a veia cava inferior e o seio coronário, chegam até o átrio direito. Os vasos se abrem em orifícios chamados de óstios, por exemplo, o óstio da veia cava inferior e o óstio atrioventricular. Os óstios são protegidos por uma fina válvula do seio coronário, semicircular, designada valva de Tebésio, que dificulta a volta de sangue para dentro do seio durante a contração do átrio direito e também para os forames das veias cardíacas mínimas, que drenam uma pequena porção do sangue intramiocárdico diretamente para o seio das veias cavas;

- o trigono do nó sinoatrial, o Triângulo de Koch, consiste em uma zona triangular na parte inferior da parede septal da cavidade do átrio direito, entre a base da cúspide septal da valva atrioventricular esquerda, o óstio do seio coronário e o tendão da válvula da veia cava inferior, o tendão de Todaro. Esse último consiste em uma corda curva, colagenosa, redonda e palpável a partir do lado direito do esqueleto fibroso do coração até o extremo esquerdo do óstio da veia cava inferior. O trigono é uma estrutura de relevância cirúrgica, indicando o local onde se localiza o nó atrioventricular e o começo do fascículo atrioventricular, que são estruturas do complexo estimulante do coração.

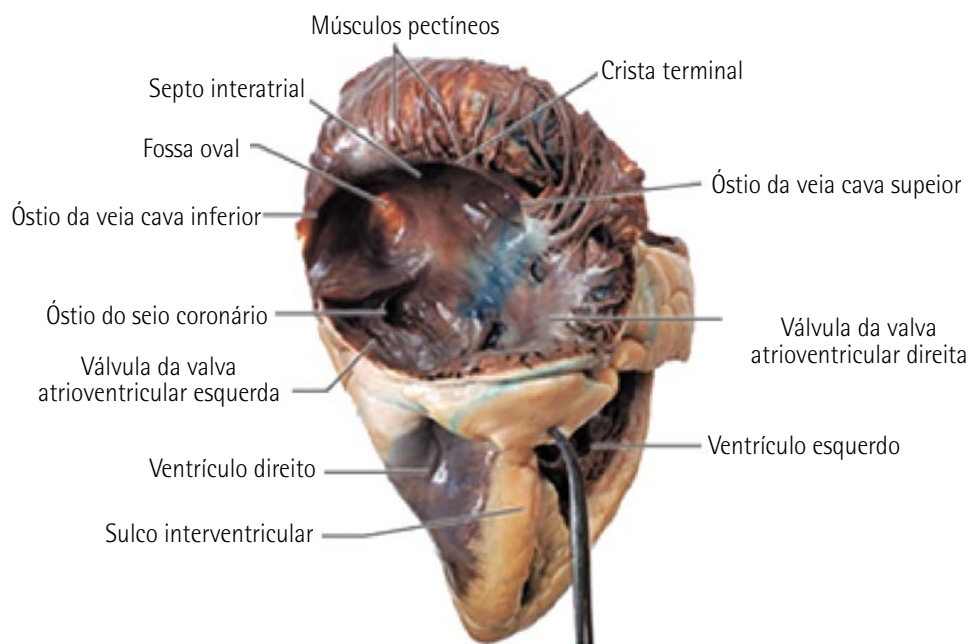


Figura 42 – Vista anterior direita da superfície interna do átrio direito.
A parede anterior do átrio foi aberta e dobrada superiormente

Características morfofuncionais do átrio esquerdo:

- apresenta forma quadrilátera;
- é menor do que o átrio direito;
- possui parede mais grossa do que a do átrio direito, aproximadamente três milímetros de espessura;
- a maior parte encontra-se atrás da aorta ascendente e do tronco pulmonar;
- o septo interatrial possui, no local da fossa oval, uma pequena elevação, a válvula do forame oval, derivada do septo primário;
- o átrio esquerdo, como o átrio direito, tem uma expansão piramidal que se aponta para diante, que é a aurícula esquerda;
- os músculos pectíneos, poucos e menores do que no átrio direito, estão limitados à aurícula esquerda;
- o átrio esquerdo apresenta cinco orifícios por meio dos quais estão em comunicação com as veias pulmonares, os quatro óstios das veias pulmonares, e com o ventrículo esquerdo através do óstio atrioventricular esquerdo.



Amarelo – Aurícula direita
Branco – Aurícula esquerda
Laranja – Parte ascendente da aorta

Figura 43 – Aurículas e parte ascendente da aorta

Características morfofuncionais do ventrículo direito:

- capacidade de 85 mililitros de sangue;
- em corte transversal exibe o aspecto de meia-lua, sugerindo uma letra C;
- os três músculos papilares no ventrículo direito correspondem às válvulas da valva atrioventricular direita, sendo eles: o músculo papilar anterior, o músculo papilar posterior e o músculo papilar septal;

- a valva do tronco pulmonar é formada por três pequenas lâminas designadas válvula semilunar anterior, válvula semilunar direita e válvula semilunar esquerda;
- a trabécula septomarginal incide em uma estrutura anatômica em forma de coluna que se projeta por meio da cavidade da parede ventricular para o septo interventricular. Trata-se da **corda de Leonardo da Vinci**, também admitida como fita moderadora, assim designada porque preveniria a distensão excessiva do ventrículo direito;
- dois orifícios, ou óstios, estão localizados no ventrículo direito logo em sua entrada, por exemplo, o óstio atrioventricular direito, que apresenta uma valva, designada valva atrioventricular direita, por meio do qual o ventrículo direito recebe sangue do átrio direito. Outro óstio encontrado no ventrículo direito é o óstio do tronco pulmonar, que transporta o sangue ao tronco pulmonar;
- a crista supraventricular consiste em uma estrutura anatômica em forma de arco muscular compacta entre o óstio atrioventricular direito e o óstio do tronco pulmonar, é oblíqua, curvando-se para frente e direita desde o septo interventricular até a parede anterolateral do ventrículo direito. O átrio direito se contrai quando o ventrículo direito está vazio e relaxado; assim, o sangue é forçado a passar através do aparelho valvar do coração para o ventrículo direito, espaçando como "cortinas" a valva atrioventricular direita. A entrada de sangue no ventrículo direito, ou trato de influxo, acontece posteriormente; quando o ventrículo se contrai, a saída de sangue para o tronco pulmonar, ou trato de saída, acontece superiormente e para a esquerda. Logo, o sangue realiza um percurso em formato de U no ventrículo direito, alterando de direção em cerca de 140°. Essa mudança de direção é ajustada pela crista supraventricular, que direciona o fluxo de entrada para a cavidade principal do ventrículo direito e o fluxo de saída para o cone arterial em direção ao óstio do tronco pulmonar. O óstio de entrada, o óstio atrioventricular direito, o óstio de saída e o óstio do tronco pulmonar estão afastados aproximadamente 2 centímetros;
- a via de entrada apresenta paredes enrugadas pelas trabéculas cárneas, que são as cristas, as colunas, as faixas, ou as protrusões musculares irregulares, revestidas por endocárdio, que se desenham na cavidade do ventrículo direito;
- a via de saída, o cone arterial ou infundíbulo, continua-se com o tronco pulmonar após a valva do tronco pulmonar;
- o ventrículo direito produz cerca de 20 milímetros de pressão.

Características morfofuncionais do ventrículo esquerdo:

- capacidade de 85 mililitros de sangue;
- maior e mais cônico do que o ventrículo direito;
- em corte transversal, aparece como um círculo, sugerindo uma letra O;
- a valva da aorta é composta de três válvulas semilunares, designadas: válvula semilunar direita, válvula semilunar esquerda e válvula semilunar posterior, análogas às da valva do tronco pulmonar, todavia maiores e mais densas;

- por estar incluída na circulação sistêmica, necessitando impulsionar o sangue para todo o corpo, sua parede muscular é três vezes mais grossa do que a do ventrículo direito, cuja ação se confina a incitar o sangue aos pulmões, que se encontram à pequena distância do coração. Como o ventrículo esquerdo está diretamente ligado ao bombeamento do sangue para a circulação sistêmica, as modificações no seu funcionamento podem acarretar muitos problemas clínicos, por exemplo, a falta de ar e o cansaço quando ocorrem esforços e a incapacidade para o trabalho. O infarto do miocárdio é o exemplo clássico, com a oclusão de um vaso coronário, levando à perda de músculo do ventrículo esquerdo da área correspondente, com coerente redução da capacidade ventricular;
- o ventrículo esquerdo apresenta tão somente dois músculos papilares: o músculo papilar anterior e o músculo papilar posterior, no entanto, são maiores que aqueles encontrados no ventrículo direito;
- dois orifícios, ou óstios, estão localizados no ventrículo esquerdo, por exemplo, o óstio atrioventricular esquerdo, pelo qual o sangue chega ao ventrículo esquerdo procedente do átrio esquerdo, e o óstio da aorta, pelo qual o sangue é transportado à aorta ascendente;
- a valva atrioventricular esquerda é formada por duas cúspides: a válvula anterior e a válvula posterior;
- as trabéculas cárneas são maiores e mais emaranhadas do que no ventrículo direito, compondo um labirinto muito denso;
- o trato eferente do ventrículo esquerdo, ou vestibulo da aorta, é liso e se encontra logo abaixo da valva da aorta, cujas margens se inserem na raiz da aorta. Bem mais forte, a valva da aorta equipara-se à valva do tronco pulmonar, incidindo em um complexo anel fibroso com três válvulas semilunares inseridas em três dilatações da parede da aorta, designados de seios da aorta, um correspondente para cada cúspide ou válvula;
- os seios da aorta são mais relevantes do que os seios do tronco pulmonar. O limite superior de cada seio é envolvido de forma considerável através de uma crista designada crista supra-avulvar da aorta;
- o ventrículo esquerdo produz cerca de 120 milímetros de pressão.



Observação

Em cortes do coração, é fácil observar o ventrículo esquerdo, pois a sua parede é três vezes mais espessa que a do ventrículo direito.



Figura 44 – Vista inferior da secção transversa mostrando as diferenças de espessura das paredes do ventrículo

Quanto mais espessa a parede da cavidade cardíaca, maior a força que ela pode gerar para expulsar o sangue. Como o ventrículo esquerdo deve ejetar sangue para todo o corpo contra uma pressão arterial mais elevada, e, dessa forma, exercendo maior resistência ao fluxo do que aquela realizada pelo ventrículo direito, que ejeta sangue para a circulação pulmonar, o ventrículo esquerdo tem maior espessura de parede. Durante a atividade física, especialmente contra alta resistência, ou seja, força, a pressão arterial sistêmica se eleva. Com o passar do tempo, quiçá semanas, a execução regular de treinamento físico gera espessamento da parede do ventrículo esquerdo, possibilitando que ele extrapole com facilidade esse aumento da pressão arterial visto durante a atividade. Se bem que nem todos os estudos sustentem que a atividade física gere elevação da espessura da parede ventricular esquerda, essa é uma coroação provável do treinamento de arrancada, de peso e até de *endurance*. A espessura da parede ventricular esquerda também aumenta com a hipertensão crônica. Ainda que acréscimos na espessura da parede ventricular esquerda em razão de treinamento físico não extrapolem o limite máximo do que é avaliado como normal, aproximadamente 13 mm, o acréscimo da espessura da parede em virtude da hipertensão crônica pode elevar a espessura normal da parede. De tal modo, mesmo que tanto o treinamento físico quanto a hipertensão crônica gerem acréscimos da espessura da parede ventricular esquerda, há uma discrepância na grandeza dessa resposta.

2.1.6 Tipos de circulação do sangue

Conquanto a circulação do sangue seja contínua durante a vida através de todos os sistemas do corpo, ela apresenta diferenças entre os períodos intrauterino ou circulação fetal, e o extrauterino, que abrange a circulação da criança, do jovem, do adulto e do velho. Do ponto de vista didático, divide-se a circulação do indivíduo na vida extrauterina em quatro tipos principais de circulação: a sistêmica, a pulmonar, a portal e a cardíaca.

2.1.6.1 A circulação sistêmica e pulmonar

Podemos considerar o coração dividido em duas partes: um coração direito, que possui sangue venoso, e um coração esquerdo, que apresenta sangue arterial. Na circulação sistêmica, o coração esquerdo é formado pelo átrio esquerdo, pelo ventrículo esquerdo, pela aorta e pelas veias pulmonares, que são as estruturas anatômicas por meio das quais o sangue passa para todos os tecidos do corpo, com a possível exceção das partes respiratórias dos pulmões.

Durante a contração dos ventrículos, ou seja, durante a sístole ventricular, os ventrículos se esvaziam impulsionando o sangue para o tronco pulmonar e para a aorta. Nesse momento, as valvas atrioventriculares estão fechadas, impedindo o refluxo de sangue para os átrios. Em seguida, ao finalizar a contração, os ventrículos se relaxam, e tanto a valva da aorta como a valva do tronco pulmonar se fecham; a valva atrioventricular direita e a valva atrioventricular esquerda se abrem para a passagem do sangue dos átrios para os ventrículos. A esse fenômeno dá-se o nome de diástole ventricular. A veia cava superior e a veia cava inferior conduzem o sangue venoso para o átrio direito. A veia cava superior drena o sangue da cabeça, do pescoço, do membro superior e do tórax. A veia cava inferior drena o sangue dos membros inferiores, da pelve e do abdome. Após passar para o ventrículo direito, o sangue é mandado ao tronco pulmonar; este se divide em artéria pulmonar direita e artéria pulmonar esquerda, que se encaminham para os respectivos pulmões. Lá se dividem continuamente até se

capilarizarem para possibilitar a oxigenação do sangue. No prosseguimento, as vênulas e as pequenas veias vão se transformando em vasos de sangue maiores até deixarem cada pulmão por meio de duas veias pulmonares. As quatro veias pulmonares ejetam o sangue arterial no átrio esquerdo, que oferece ingresso ao ventrículo esquerdo, de onde é impulsionado para a aorta, e daí para todos os órgãos e os tecidos do corpo humano, por meio de seus abundantes ramos.

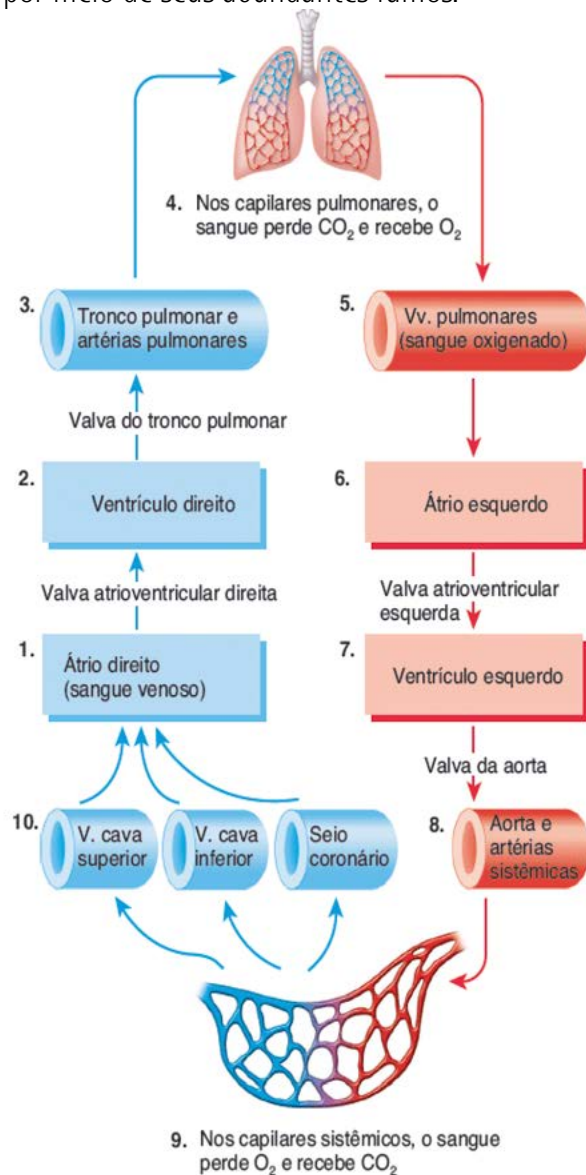


Figura 45 – Percurso do fluxo sanguíneo ao longo das circulações sistêmica e pulmonar



Lembrete

Pequena circulação – circulação pulmonar = coração – pulmão – coração.

Grande circulação – circulação sistêmica = coração – tecidos – coração.

2.1.6.2 A circulação portal

Na circulação portal, o sangue passa da rede capilar sanguínea da porção aboral ou distal do esôfago, do estômago, dos intestinos, do baço e do pâncreas para a veia porta, que acaba numa segunda rede capilar do fígado. Depois de ser sujeitado à ação do fígado, o sangue passa para a circulação sistêmica.

2.1.6.3 A circulação cardíaca

Na circulação cardíaca, ou circulação coronária, devido à necessidade de "alimentação" do músculo cardíaco, ou miocárdio, suas paredes possuem o seu próprio suprimento de vasos de sangue sistêmicos com a finalidade de satisfazer as suas necessidades vitais. O miocárdio é suprido com sangue da artéria coronária direita e da artéria coronária esquerda. Essas duas artérias coronárias originam-se da aorta ascendente, ao nível das válvulas semilunares da valva da aorta. As artérias coronárias, logo que emergem da aorta ascendente, descrevem um trajeto pelo coração, mais precisamente no interior do sulco coronário, sendo este sulco uma reentrância entre os átrios e os ventrículos. Dois ramos principais se derivam da artéria coronária direita e da artéria coronária esquerda para se difundirem pelas paredes dos átrios e dos ventrículos.

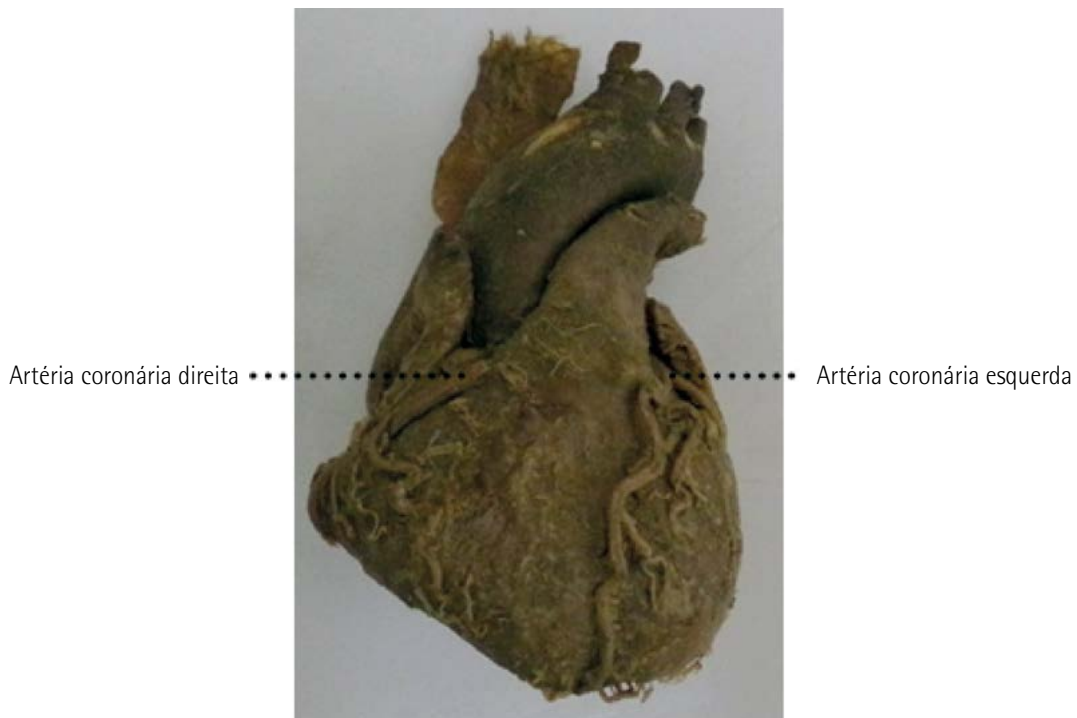


Figura 46 – Artérias coronárias

A artéria coronária esquerda fornece o ramo interventricular anterior, que se situa no sulco interventricular anterior, para nutrir ambos os ventrículos e o ramo circunflexo, que supre com sangue oxigenado as paredes do átrio esquerdo e do ventrículo esquerdo. A artéria coronária direita dá o ramo marginal, que nutre as paredes do átrio direito e do ventrículo direito, e o ramo interventricular posterior, que se situa ao longo do sulco interventricular posterior para atender aos dois ventrículos.

Dos capilares no miocárdio, o sangue entra nas veias cardíacas. As veias cardíacas, contudo, apresentam paredes mais finas e são mais superficiais do que as artérias. As duas principais veias cardíacas são a veia interventricular anterior, que recolhe o sangue da parte anterior do coração, e a veia interventricular posterior, que drena a parte posterior do coração. Essas veias convergem para formar o seio coronário na superfície posterior do coração. O sangue venoso coronário, em seguida, entra no átrio direito por meio do óstio do seio coronário.

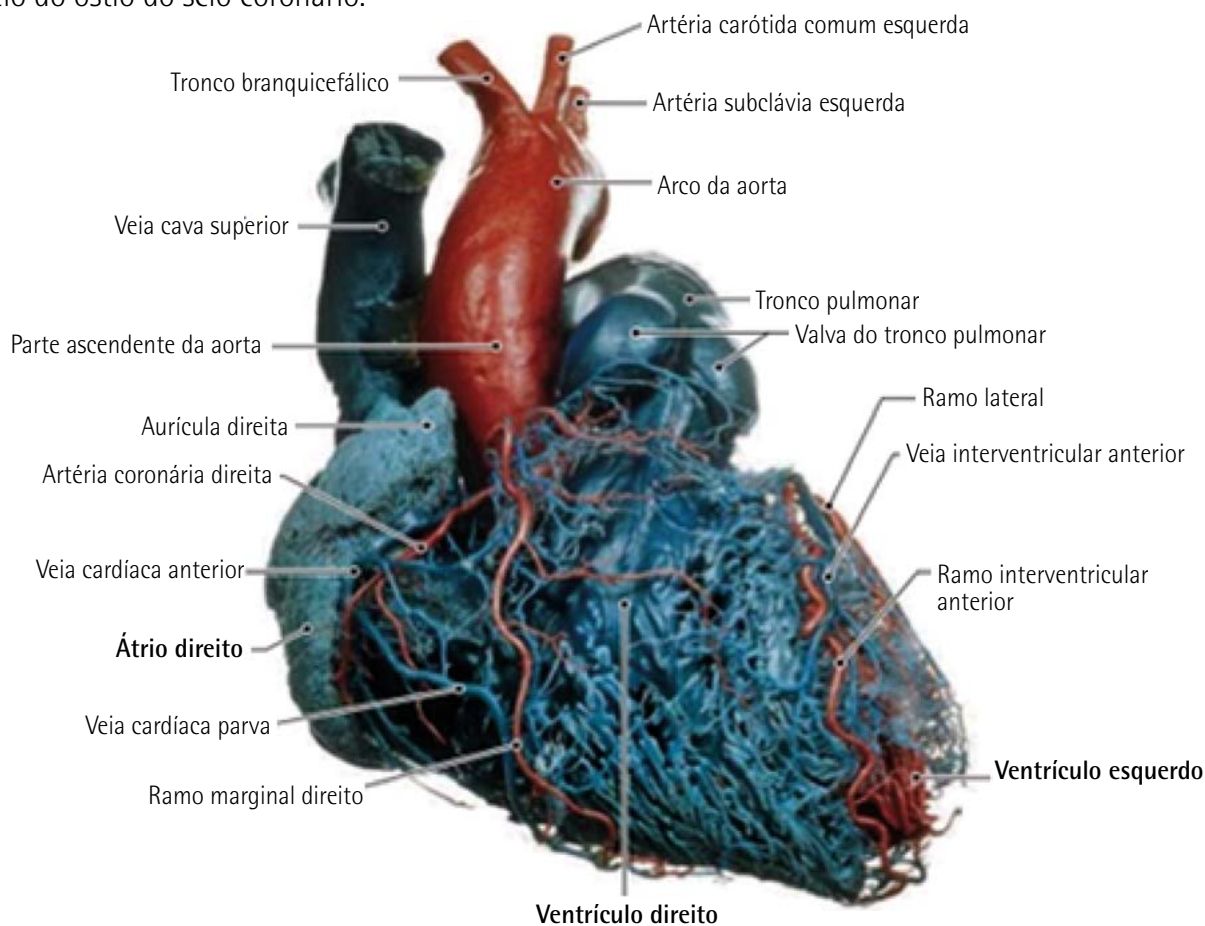


Figura 47 – Circulação coronária e grandes vasos

Nota clínica

Oclusão de uma artéria coronária ou de um de seus ramos por uma placa de ateroma ocasiona o infarto do miocárdio, também chamado de ataque cardíaco ou coronário, em que o miocárdio fica sem nutrição e degenera.

2.1.6.4 A circulação fetal

A circulação fetal ocorre na placenta, local onde se processam as trocas nutritivas materno-fetais. Ela está ligada ao feto por meio de uma veia umbilical e de duas artérias umbilicais que fazem parte do cordão umbilical. Pela veia umbilical provém a placenta e o sangue com O_2 , que é lançado na veia cava inferior, quer indiretamente através do fígado, quer diretamente através do ducto venoso, comunicação direta entre veia porta e veia cava inferior. A veia cava inferior desemboca no átrio direito do coração,

conduzindo sangue com O_2 da placenta e sangue venoso da circulação de retorno. No átrio direito desemboca também a veia cava superior, conduzindo sangue venoso do seu território; esse sangue venoso, com o sangue venoso proveniente da veia cava inferior, passa em parte ao ventrículo direito e em parte por meio do amplo forame oval ao átrio esquerdo, onde chega também sangue venoso da circulação pulmonar. Do átrio esquerdo, o sangue é lançado no ventrículo esquerdo, de onde passa para a aorta. O sangue do ventrículo direito sai pelo tronco pulmonar e, em sua maior parte, segue para a aorta, pelo ducto arterioso, curto vaso que comunica diretamente essas duas artérias no feto. O restante do sangue das artérias pulmonares atinge os pulmões, de onde volta ao coração pelas veias pulmonares para se misturar no átrio esquerdo com o sangue chegado pelo forame oval. Pela aorta, o sangue é distribuído à circulação geral, retorna à placenta pelas artérias umbilicais, ramos das artérias ilíacas internas. Durante a vida fetal, a oxigenação é feita na placenta, função que, por ocasião do nascimento, quando se processam os primeiros movimentos respiratórios, é transferida aos pulmões. Por conseguinte, os canais de comunicação, o ducto venoso (ligamento venoso), o ducto arterioso (ligamento arterioso), a veia umbilical (ligamento redondo do fígado), as artérias umbilicais (ligamentos umbilicais medianos) e o amplo forame oval (fossa oval) deixam de ter suas funções e sofrem um processo de oclusão lenta e gradual que termina normalmente meses após o nascimento.

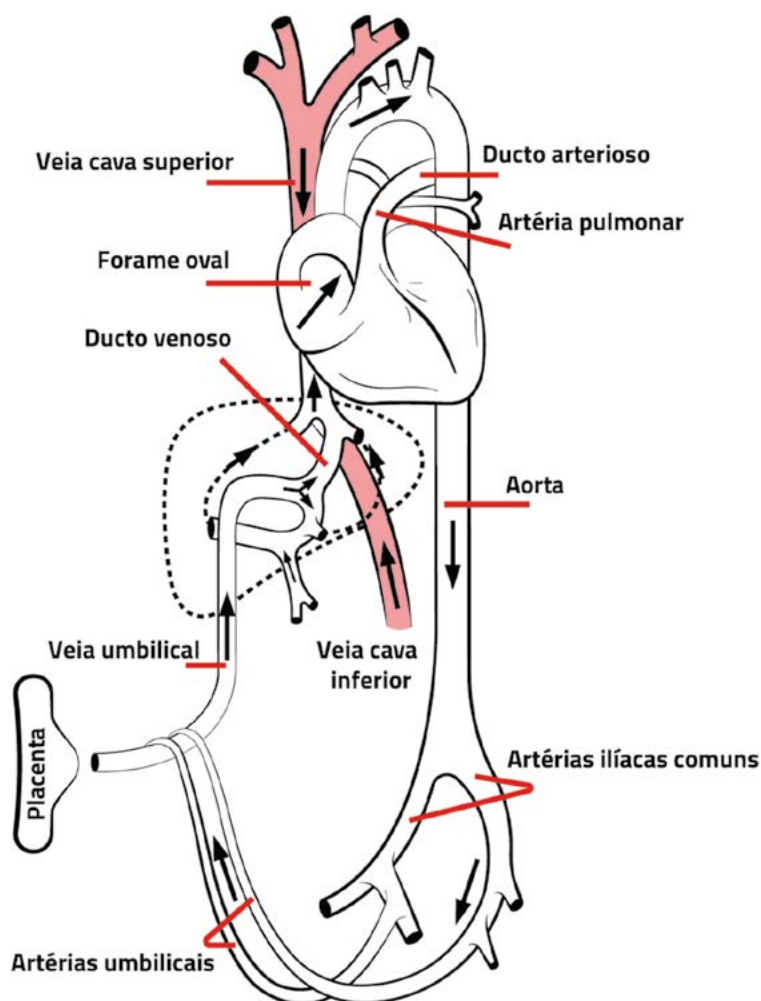


Figura 48 – Circulação fetal

2.1.6.5 A circulação colateral

A maior parte dos órgãos do corpo tem mais de uma fonte de irrigação sanguínea: a fonte de vasos sanguíneos principais e a fonte de vasos sanguíneos acessórios ou vasos sanguíneos colaterais. A circulação acessória ou circulação colateral é um suprimento sanguíneo alternativo de grande relevância funcional quando a fonte do suprimento principal está obstruída.

2.1.7 Aparelho valvar do coração

William Harvey, em seu tratado *Exercitatio de Motu Cordis et Sanguinis in Animalibus* (*Ensaio sobre o Movimento do Coração e do Sangue nos Animais*), publicado em 1628, descreve pela primeira vez a circulação contínua do sangue. Ele faz referência especial à maneira pela qual a disposição das valvas do coração permitia o fluxo de sangue através desse órgão, desempenhando o papel de manter o fluxo de sangue em apenas um único sentido, ou seja, unidirecional e, por isso, agindo como "valvas de mão única".

As valvas do coração são, fundamentalmente, especializações do endocárdio que se organizam, durante o desenvolvimento, como regiões endocárdicas encorpadas; designadas "coxins endocárdicos", na região da futura valva atrioventricular direita e da valva atrioventricular esquerda e, ainda, como "cristas valvares", ou "coxins endocárdicos", na região das futuras valvas semilunares.

Podem ser distinguidos dois diferentes tipos de valvas do coração, as valvas atrioventriculares e as valvas semilunares. As valvas atrioventriculares dificultam o refluxo de sangue dos ventrículos para os átrios no momento da sístole ventricular. Já as valvas semilunares evitam o refluxo de sangue da aorta e do tronco pulmonar para os ventrículos. Em sua superfície, as valvas do coração são envolvidas por endotélio, abaixo do qual se encontra uma camada de tecido conjuntivo. Esse "endocárdio valvular" tem uma estrutura análoga ao "endocárdio parietal", que se arranja diretamente sobre o miocárdio.

Patologias podem afetar as valvas do coração e, conseqüentemente, alterar suas funções. Causas comuns de endocardites são caracterizadas pela infecção bacteriana de uma valva, em geral, já antecipadamente lesionada ou com seqüela de uma patologia de causa imunológica, por exemplo, a febre reumática, que, após uma infecção estreptocócica do anel faríngeo, leva a complicações no aparelho valvar do coração. Uma endocardite bacteriana pode afetar a valva atrioventricular direita, especialmente devido à introdução de cateteres intravenosos contaminados ou após o uso de drogas injetáveis com materiais infectados, ou seja, a entrada de micro-organismos no sistema venoso tem comprometimento preferencial das valvas do coração direito. Em outras situações, na colonização de bactérias, pode existir predileção pelas valvas do coração esquerdo.

As valvas atrioventriculares impedem a volta do sangue dos ventrículos para os átrios durante a sístole, e as valvas semilunares dificultam o retorno do sangue da aorta e do tronco pulmonar para os ventrículos durante a diástole. Todas essas valvas fecham-se e abrem-se passivamente, ou seja, fecham-se quando o gradiente retrógrado de pressão empurra o sangue de volta, e

abrem-se quando um gradiente de pressão, conduzido para diante, força o sangue para frente. As membranas finas das valvas atrioventriculares precisam de um fluxo retrógrado muito pequeno para se fechar, enquanto as válvulas semilunares, bem mais densas, carecem de um fluxo retrógrado mais forte e veloz.

Observação

A valva atrioventricular direita, por possuir três válvulas, é designada tricúspide; a esquerda é bicúspide, também chamada de mitral.

As valvas semilunares funcionam de maneira desigual em relação às valvas atrioventriculares. Primeiro, as altas pressões diastólicas causam o fechamento íngreme das valvas semilunares, quando comparadas com o fechamento bem mais leve das valvas atrioventriculares na sístole. Segundo, em virtude de seus óstios menores, a velocidade de ejeção do sangue pelas valvas semilunares é maior. Terceiro, devido ao acelerado fechamento e à veloz ejeção, as margens da valva da aorta e da valva do tronco pulmonar estão submetidas à corrosão mecânica mais intensificada. Finalmente, as valvas atrioventriculares são amparadas pelas cordas tendíneas, o que não acontece com as valvas semilunares. É evidente, pela anatomia das valvas da aorta e da valva do tronco pulmonar, que elas são bem ajustadas para combater estresses físicos extras.

As valvas semilunares contrabalançam funcionalmente a falta de cordas tendíneas e de músculos papilares pela presença de membranas valvulares mais espessas. Ambos os óstios atrioventriculares suportam grandes alterações na forma, na posição e na área durante um ciclo de contração. A valva atrioventricular esquerda, por exemplo, diminui 40% do seu diâmetro durante a sístole.

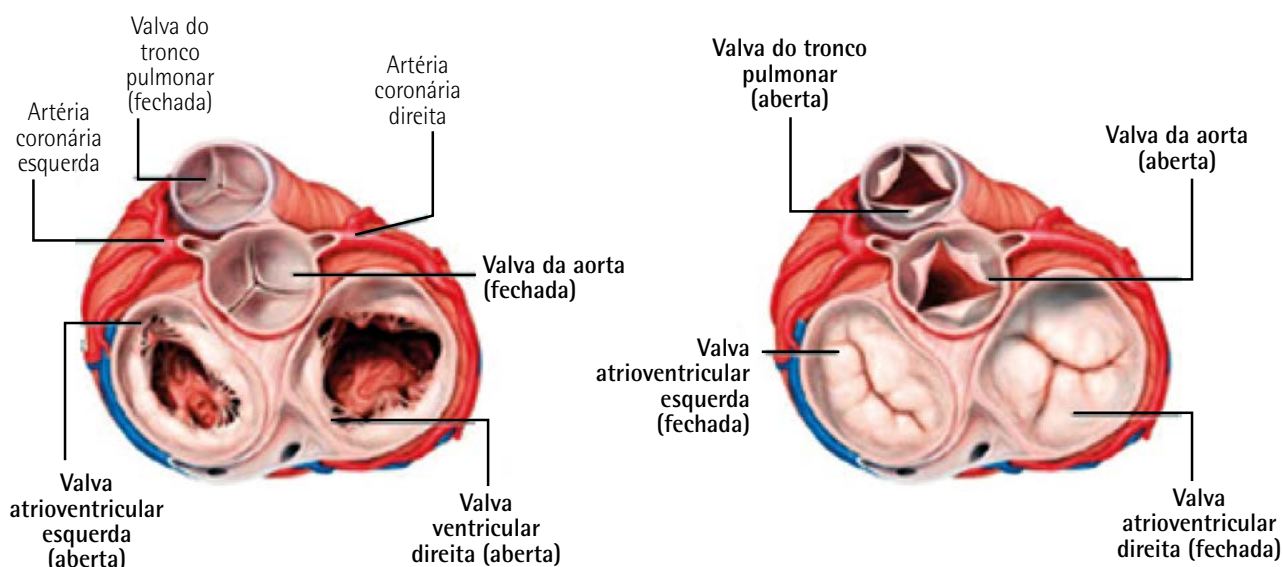


Figura 49 – As valvas do coração

O conhecimento das valvas do coração auxiliará na parte clínica quando você realizar as auscultações cardíacas.

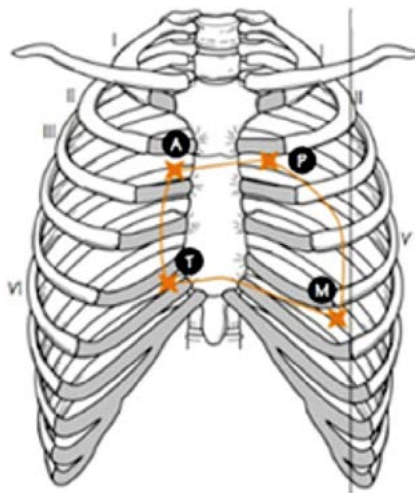


Figura 50 – Anatomia de superfície do coração. Os focos de ausculta para as valvas da aorta, do tronco pulmonar, atrioventricular esquerda (mitral) e atrioventricular direita (tricúspide) estão indicados pelas letras

Por si só, as valvas atrioventriculares não conseguem aguentar toda a carga da sístole sem se inverter. Por isso, são avigoradas pelos músculos papilares e pelas cordas tendíneas. Os músculos papilares, portanto, são grupos musculares de sustentação valvular; assim, destacam-se como projeções cônicas ou arredondadas de músculos cujos ápices se inserem nas cordas tendíneas.

As cordas tendíneas são estruturas anatômicas fibrosas e delicadas, mas fortes. São no total em vinte, têm tamanhos e espessuras desiguais. A maioria depara-se presa aos músculos papilares. Fixam-se, por um lado, nas valvas e, por outro, nos músculos papilares.

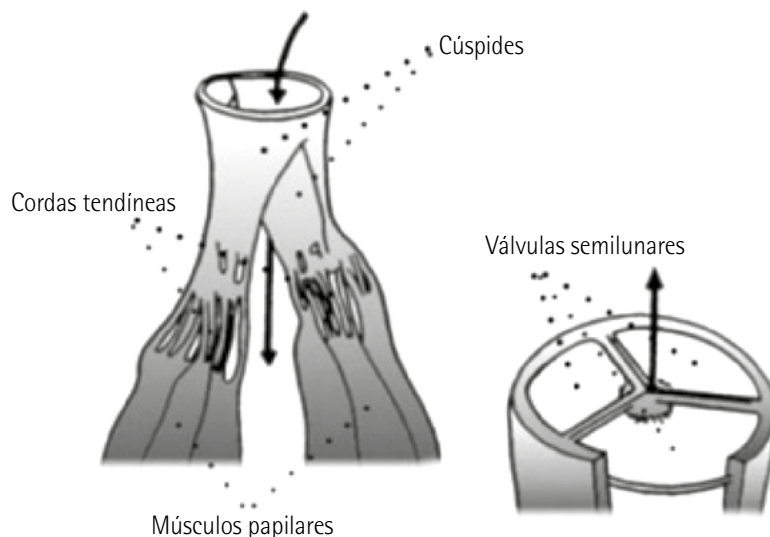


Figura 51 – Complexo valvar (A) e arterioventricular (B)

Os músculos papilares, ao se contraírem com o miocárdio, reduzem a cavidade ventricular, apertam os óstios atrioventriculares e puxam as válvulas para baixo, prevenindo a inversão dessas válvulas e o natural refluxo de sangue. Caso as cordas tendíneas sejam rompidas, ou caso um dos músculos papilares permaneça inativo, a valva atrioventricular se abaíla muito e o sangue reflui profusamente. Isso acarreta na regurgitação de sangue para os átrios durante a sístole e, comumente, na sobrecarga e na falta de capacidade do coração de bombear toda a quantidade de sangue refluído.

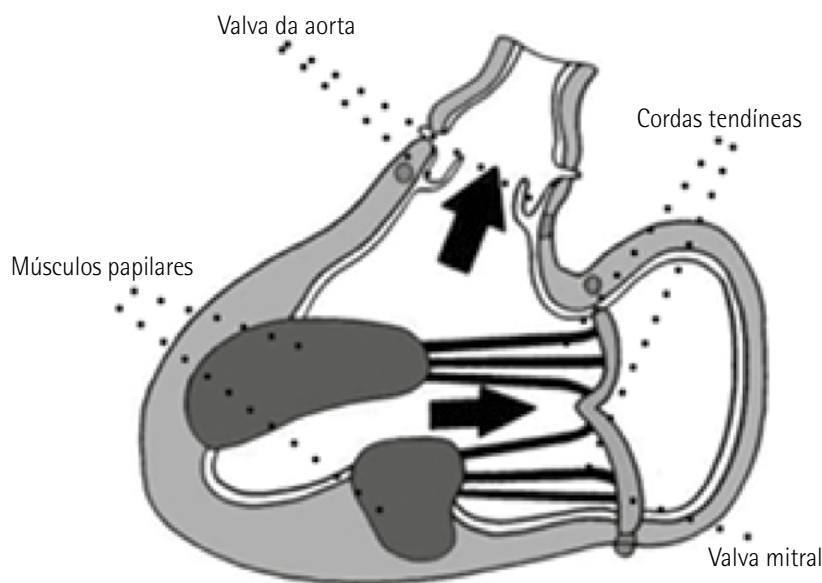


Figura 52 – Sistema antirrefluxo

Nota clínica

Se a função de uma valva do coração sofre alguma modificação, seja ela congênita ou, por exemplo, ocasionada por um processo de reestruturação após uma inflamação na valva, isso se distingue como uma deficiência da valva do coração ou valvulopatia. No início, a patologia em uma valva do coração pode se traduzir como estenose ou insuficiência e produzir modificações em cada um de seus respectivos espaços internos conectados em sequências.

Caso tenham algum defeito irreparável, as valvas podem ser trocadas por valvas mecânicas ou por "biovalvas", geralmente valvas de coração de porco.



Observação

Algumas patologias atingem as cúspides das valvas atrioventriculares, modificando a sua forma. Em algumas situações acontece a dificuldade de passagem do sangue dos átrios para os ventrículos. Em outras situações, acontece o refluxo de sangue para os átrios.

2.1.8 Esqueleto fibroso do coração

Os anéis fibrosos horizontais circundam os óstios arteriais e os óstios atrioventriculares e são associados entre si por tecido fibroso adicional chamado de trígono fibroso. No conjunto, esses apoios são designados como o esqueleto fibroso do coração, cuja função não é apenas servir de ponto de ancoragem para o miocárdio e as valvas do coração, mas também para colaborar na formação dos septos que separam os átrios dos ventrículos.

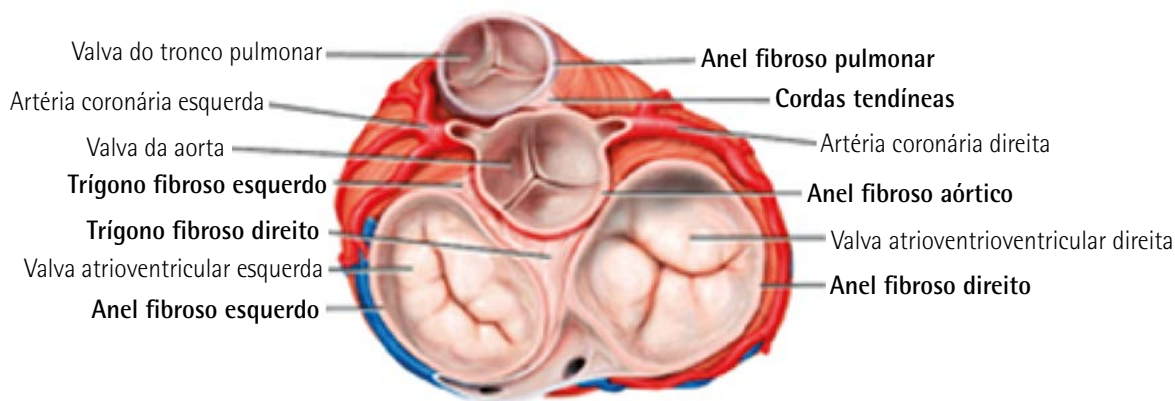


Figura 53 – Esqueleto fibroso do coração

2.1.9 Microanatomia

As camadas principais que constituem o coração são o epicárdio, a túnica serosa e externa; o miocárdio, a túnica muscular e média; e o endocárdio, a túnica íntima e interna. O endocárdio é a túnica de revestimento mais interna da parede do coração; é formado por um epitélio simples pavimentoso, o endotélio, e um tecido conjuntivo subjacente, com uma camada subendotelial e uma camada mioelástica. A tela subendocárdica, localizada abaixo do tecido subendotelial, abrange fibras do complexo estimulante do coração. O epicárdio corresponde à lâmina visceral do pericárdio seroso. Ele é constituído por um epitélio de revestimento simples pavimentoso, que forma sua superfície lisa, livre de atrito, por tecido conjuntivo frouxo subjacente e, em seguida, por uma tela subserosa.

O miocárdio é a túnica mais grossa formada pelo músculo estriado cardíaco. O miocárdio dos átrios é mais fino do que o miocárdio dos ventrículos por causa de sua menor atividade de contração na função de bombear o sangue. Os feixes de fibras musculares são arranjados de maneira a resultar em um movimento de torção, ejetando eficazmente o sangue do coração durante a contração muscular.

No miocárdio há, especialmente, dois diferentes tipos de fibras musculares cardíacas: as fibras da musculatura de trabalho e as fibras do complexo estimulante do coração. As fibras da musculatura de trabalho localizadas nos ventrículos adotam um percurso espiralado com uma organização em três camadas: uma camada longitudinal externa, uma camada circular média e uma camada longitudinal interna.

A camada longitudinal externa se origina no esqueleto fibroso do coração, em sua maior parte no trígono fibroso direito e no trígono fibroso esquerdo, e continua, em feixes espiralados, em sentido

longitudinal até o vórtice do coração, que corresponde ao anel mais estreito da espiral e em cujas proximidades se arranjam o ápice do coração. As fibras circulares se inserem na camada circular.

A camada circular é individualmente consistente no ventrículo esquerdo e é caracterizada como "motor do coração", enquanto no ventrículo direito ela se depara bem menos desenvolvida e, portanto, mais fina.

Da camada circular surgem fibras que continuam na camada interna do miocárdio em sentido longitudinal. A camada longitudinal induz a formação das trabéculas cárneas e dos músculos papilares.

2.1.10 Pericárdio

O coração está envolvido por um saco de parede dupla designado pericárdio. A parte superficial frouxamente acomodada desse saco é o pericárdio fibroso. Essa forte camada de tecido conjuntivo denso tem como papéis: proteger o coração, ancorá-lo às estruturas que o rodeiam e impedir o enchimento excessivo do coração com sangue.

Abaixo do pericárdio fibroso está o pericárdio seroso, uma membrana de duas camadas, fina, escorregadia e serosa. Sua lâmina parietal cobre a superfície interna do pericárdio fibroso. Na margem superior do coração, a lâmina parietal se une aos grandes vasos da base que saem dele e se dobra inferiormente, prosseguindo até a superfície externa do coração como a lâmina visceral.

Entre as camadas parietal e visceral está a cavidade do pericárdio em forma de fenda, que abrange uma película de líquido seroso. As membranas serosas, lubrificadas pelo líquido do pericárdio, deslizam delicadamente umas sobre as outras durante os movimentos do coração, possibilitando que ele funcione em um meio relativamente livre de atrito.

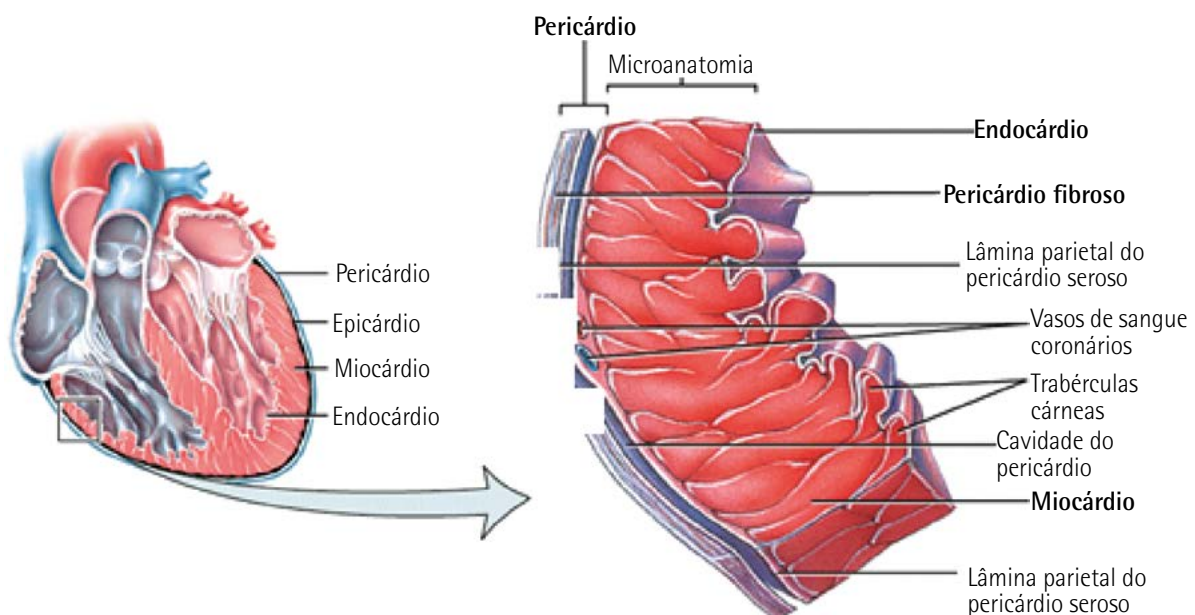


Figura 54 – Pericárdio

Nota clínica

Pericardite é um processo inflamatório do pericárdio. Esse processo pode intervir na produção de líquido pericárdico, que lubrifica as superfícies das lâminas parietal e visceral do pericárdio. Aderências dolorosas podem interferir na contração do miocárdio.

2.1.11 Complexo estimulador do coração

A contração do coração ocorre como resultado de seu complexo estimulante, o que faz o sangue se mover por todo o organismo.

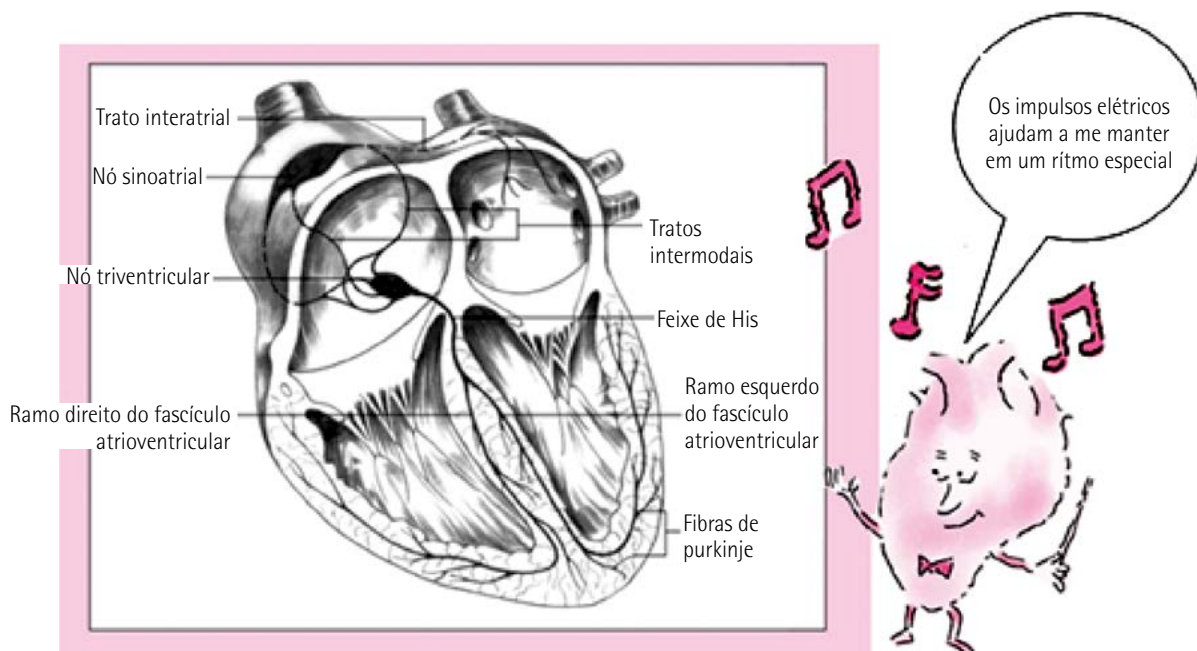


Figura 55 – O complexo estimulador do coração

O nó sinoatrial é uma pequena massa de células cardíacas especializadas, innervada por nervos do sistema nervoso autônomo. Está situado na parede da veia cava inferior. Os impulsos para a contração apresentam origem nessa estrutura. Daí o nó sinoatrial ser considerado o marca-passo do coração. Dele, o impulso é levado ao outro aglomerado de células especiais, o nó atrioventricular, por feixes musculares especializados.

O nó atrioventricular, localizado inferiormente na parede septal do átrio direito, torna vagaroso o impulso de condução entre os átrios e os ventrículos. Esse nó "resistente" possibilita um tempo para que a contração dos átrios encha os ventrículos com sangue antes de as câmaras inferiores contraírem-se.

A partir do nó atrioventricular, o impulso prossegue até o fascículo atrioventricular localizado anteriormente e designado feixe de His, que são fibras musculares modificadas, disseminando-se para os ramos direito e esquerdo. Por fim, o impulso prossegue até os ramos subendocárdicos, designados

fibras de Purkinje, até as partes distais dos ramos direito e esquerdo. Essas fibras adentram a superfície dos ventrículos, desde o endocárdio até o miocárdio; conforme o impulso se dissemina, elas transmitem "a ordem" para os ventrículos cheios de sangue se contraírem.

O complexo estimulante do coração apresenta dois mecanismos internos de segurança. Se o nó sinoatrial, designado marca-passo cardíaco, falhar na estimulação, o nó atrioventricular gerará um impulso entre 40 a 60 vezes por minuto. Se o nó sinoatrial e o nó atrioventricular fracassarem, os ventrículos poderão gerar seu próprio impulso entre 20 e 40 vezes por minuto.

Nota clínica

Modificações nos tecidos do complexo estimulante do coração causam arritmias cardíacas. Nessas situações, as contrações cardíacas têm seu ritmo modificado.

2.1.12 Características morfofuncionais das artérias e das veias

No cadáver, as artérias têm secção transversal circular, e as veias, elíptica. As artérias são vazias, e as veias, comumente, cheias de sangue, porque na rigidez cadavérica, algumas horas após a morte, os músculos se contraem e dirigem seu sangue para as veias.



Observação

Some as arteríolas, as vênulas e os capilares e você terá em torno de 96.540 quilômetros de vasos de sangue.

As paredes das artérias e das veias são formadas de três camadas ou túnicas: a túnica externa, ou adventícia, que é a camada mais externa, está constituída de tecido conjuntivo frouxo; a túnica média, que é a camada média, está composta de músculo liso. A túnica média das artérias apresenta quantidades inconstantes de fibras elásticas; a túnica interna, que é a camada interna, está constituída de epitélio simples pavimentoso e de fibras elásticas compostas de elastina. A camada de epitélio simples pavimentoso é designada endotélio e reveste a parede de todos os vasos de sangue. Os capilares são constituídos apenas de endotélio apoiado em uma lâmina basal.

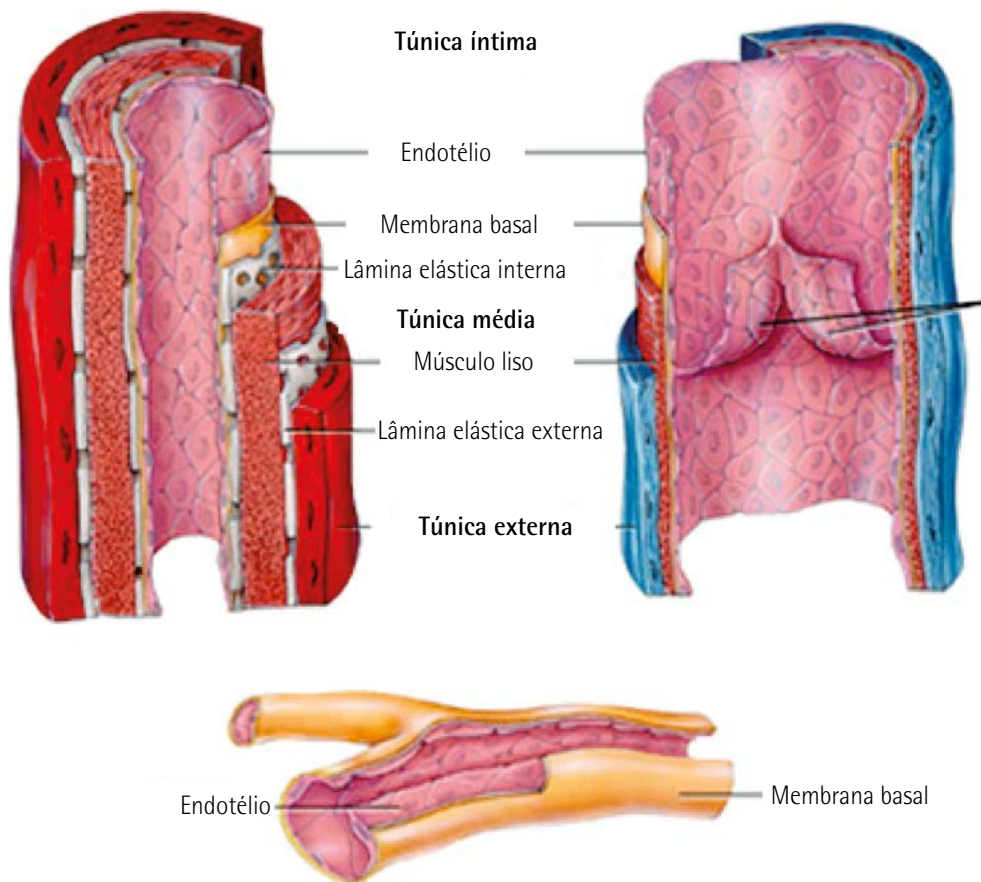


Figura 56 – As paredes dos vasos

Nota clínica

A aterosclerose é a patologia mais frequente das artérias. É a formação de placas de gordura na túnica interna, o que oclui a luz das artérias.

Ao fluir do coração até alcançar os capilares periféricos, o sangue passa por uma sequência de artérias de diâmetros cada vez menores: as artérias elásticas, as artérias musculares e as arteríolas. As artérias elásticas, ou artérias de condução, são vasos grandes que transportam grandes volumes de sangue para fora do coração. Os exemplos de artérias elásticas são: o tronco pulmonar, a aorta e os principais ramos do arco da aorta, sendo eles as artérias carótidas comuns e as artérias subclávias. As artérias musculares, ou artérias de distribuição, conduzem sangue aos músculos esqueléticos e órgãos internos. As artérias carótidas externas (no pescoço), as artérias braquiais (nos braços), as artérias femorais (nas coxas) e as artérias mesentéricas (no abdome) são exemplos de artérias musculares.

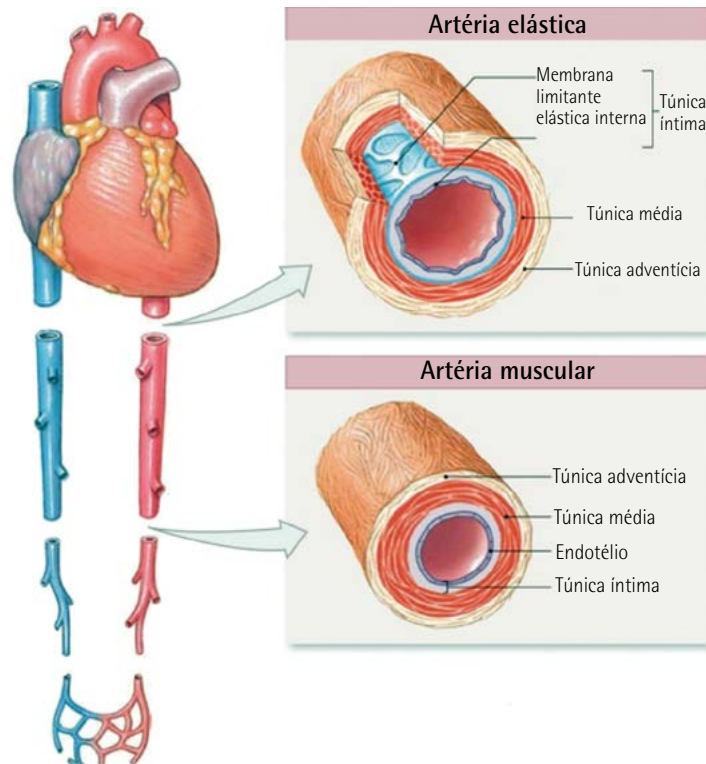


Figura 57 – Artérias elásticas e musculares

A adventícia também apresenta vasos de sangue destinados à nutrição dos tecidos que compõem as diversas túnicas do próprio vaso. São pequenas artérias e veias que podem existir na adventícia. Contudo, além das artérias, nas veias mais calibrosas existem também os vasos destinados à nutrição na túnica média, vasos designados *vasa vasorum*, expressão em latim que significa vasos dos vasos.



Figura 58 – *Vasa vasorum*

As artérias têm elasticidade a fim de manter o fluxo de sangue constante.

Nota clínica

A diferença de pressão sanguínea entre as artérias e as veias é clara quando os vasos sanguíneos são seccionados. O sangue "escorre" suavemente e livremente de uma veia, porém "jorra" com força de uma artéria.

Muitas veias apresentam válvulas, as pregas membranosas na camada interna da veia, em forma de bolso, que estão ausentes nas artérias. Estão ausentes as válvulas nas veias do cérebro e em algumas veias do tronco e do pescoço.

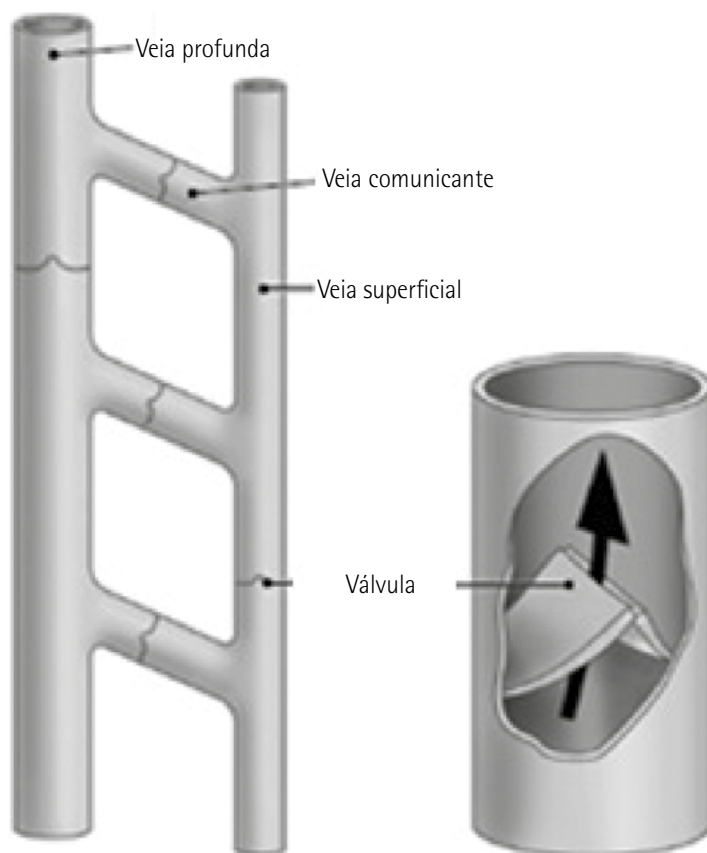


Figura 59 – Veias comunicantes e válvulas venosas da perna

A veia cava superior tem sua abertura desprovida de válvula. A válvula da veia cava inferior no adulto é geralmente rudimentar e apresenta pouca ou nenhuma relevância funcional. A válvula do seio coronário inserida na borda direita e inferior do seio coronário não acarreta dificuldade no fechamento parcial do orifício durante a contração do átrio.

Em média, a pressão nas veias é de apenas dois milímetros de Hg, comparada com a média muito mais elevada da pressão arterial, de cerca de 100 milímetros de Hg. Essas pressões simulam a pressão hidrostática, ou seja, a pressão que o sangue exerce sobre as paredes dos vasos de sangue. A baixa pressão venosa é insuficiente para fazer o sangue retornar ao coração, particularmente dos membros inferiores. Todavia, as veias passam entre grupos de músculos estriados esqueléticos, que proporcionam uma massagem quando se

contraem. Quando as veias são comprimidas pela contração dos músculos estriados esqueléticos, o fluxo de sangue se direciona para o coração garantido graças às válvulas venosas. O efeito de massagem dos músculos estriados esqueléticos no fluxo de sangue venoso é usualmente descrito como bomba muscular esquelética. A assiduidade do retorno venoso para o coração é dependente, em grande parte, da ação das bombas musculares estriadas esqueléticas. Quando essas bombas são menos ativas, por exemplo, quando uma pessoa fica parada ou está acamada, o sangue acumula nas veias, dilatando-as. O acúmulo de sangue nas veias das pernas por um período longo de tempo pode causar distensão das veias nos pontos onde as válvulas venosas não se tornam mais eficientes, gerando veias varicosas.

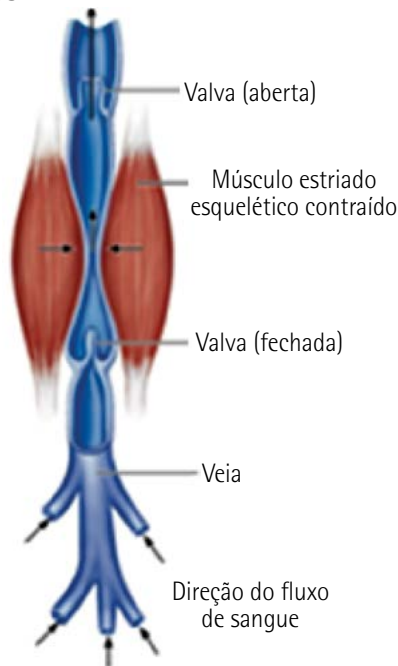


Figura 60 – A bomba muscular

O número de veias é maior do que o das artérias não só porque é muito habitual a existência de duas veias satélites acompanhando uma artéria, mas também pela existência de um sistema de veias superficiais que não correspondem às artérias. Em geral há duas veias acompanhando uma artéria, porém há exceções, como no pênis e no cordão umbilical, em que há duas artérias e uma veia.

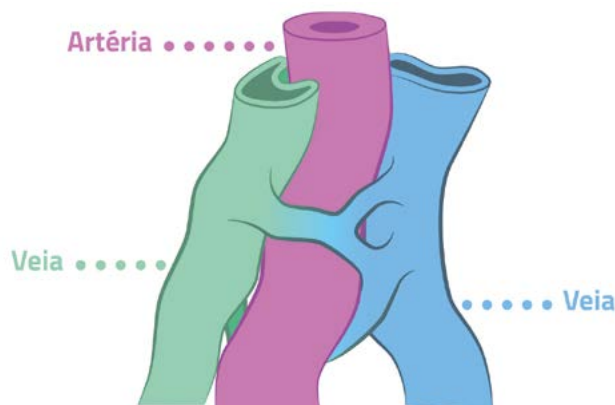


Figura 61– Número de veias e artérias

As artérias saem do coração e as veias chegam ao coração.

As artérias apresentam ramos, e as veias, afluentes.

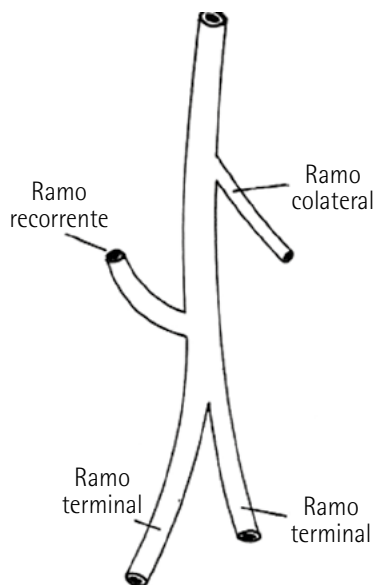


Figura 62 – Esquema dos ramos de uma artéria

Para as artérias, fala-se em irrigação ou nutrição. Para as veias, fala-se em drenagem.



Lembrete

Artérias: transportam sangue, irrigam os órgãos e levam sangue.

Veias: recebem sangue dos órgãos e trazem o sangue.

Nomenclatura das artérias – (a) situação: a. braquial, (b) direção: a. circunflexa da escápula, (c) órgão irrigado: a. renal.

A artéria braquial é usada para mensurar a pressão arterial.

Calibre dos vasos de sangue: grande, médio, e pequeno – arteríolas e vênulas.

Situação das veias

Veias superficiais são subcutâneas, com frequência visível por transparência na pele, mais calibrosas nos membros e no pescoço. Devido a sua posição subcutânea, é nessas veias que se faz aplicação de injeções endovenosas. As veias superficiais não acompanham artérias. Veias profundas: podem ser solitárias, isto é, não acompanham artérias, como a veia cava superior, a veia cava inferior, a veia ázigo,

a veia porta ou as veias satélites das artérias. Numerosas veias comunicam veias superficiais com veias profundas e são nomeadas veias comunicantes.

2.2 Anatomia do sistema vascular

O sangue é transportado no organismo em uma complexa organização de vasos. As artérias se ramificam em inúmeras pequenas arteríolas, que, por sua vez, se ramificam em numerosos capilares microscópicos, ao nível dos quais as trocas entre sangue e tecidos acontecem. Dos capilares, o sangue adentra em finíssimas veias que se unem e confluem para veias maiores.

2.2.1 Circuito sistêmico

Os vasos do circuito sistêmico transportam sangue para todos os tecidos e órgãos do organismo, exceto para os alvéolos dos pulmões. O sangue do ventrículo esquerdo entra no circuito sistêmico por meio da aorta, da qual todas as artérias desse circuito são ramos.

Os ramos das artérias, em diversas partes do organismo, juntam-se a ramos de outras artérias de calibre semelhante, compondo o que se designa de anastomose, em vez de acabarem unicamente por capilares. As anastomoses podem acontecer entre grandes artérias sob a forma de arcos, por exemplo, os da palma da mão, as arcadas dos intestinos ou o círculo arterial do cérebro. Mais frequentemente, a anastomose se dá entre pequenas artérias de um milímetro ou menos de diâmetro.

2.2.2 Aorta e os seus ramos

A maior artéria do organismo, a aorta, apresenta de 2 a 3 centímetros de diâmetro e é subdividida nos seguintes segmentos: a aorta ascendente, parte ascendente da aorta e que se estende desde a valva aórtica até a emergência do tronco braquiocefálico; o arco da aorta, situado entre a emergência do tronco braquiocefálico e da artéria subclávia esquerda; e a aorta descendente, parte descendente da aorta que segue como parte torácica da aorta (aorta torácica) até a sua passagem pelo diafragma. Sua continuação inferior é designada parte abdominal da aorta (ou aorta abdominal).



Branco – Tronco braquiocefálico
Verde – Artéria carótida comum esquerda
Laranja – Artéria subclávia esquerda
Lilás – Aorta ascendente
Azul – Arco da aorta
Rosa – Parte torácica da aorta
Vermelho – Tronco pulmonar
Amarelo – Ligamento arterioso

Figura 63 – Aorta e os seus ramos

2.2.3 Ramos da parte ascendente da aorta

A parte ascendente da aorta, com aproximadamente 2,5 centímetros de diâmetro, apresenta cerca de 5 centímetros de comprimento. Inicia-se no óstio da aorta, ao nível da margem caudal da terceira cartilagem costal, por trás da metade esquerda do esterno. Situa-se posteriormente ao tronco pulmonar. As artérias coronárias direita e esquerda, que irrigam o miocárdio, são os únicos ramos que emergem dessa parte da aorta.

2.2.4 Ramos do arco da aorta

O arco da aorta, continuação da parte ascendente da aorta, tem de 4 a 5 centímetros de comprimento. Inicia-se posterior à segunda articulação esternocostal direita ao nível do ângulo do esterno, curva-se superior e posteriormente para a esquerda e, depois, inferiormente. O arco da aorta ascende anterior à artéria pulmonar direita e à bifurcação da traqueia, alcançando seu ápice no lado esquerdo da traqueia e do esôfago, enquanto passa sobre a raiz do pulmão esquerdo. Desce e acaba ao nível do disco intervertebral entre a T4 e T5. Seus três ramos, na ordem em que emergem do arco da aorta, são o tronco braquiocefálico, a artéria carótida comum esquerda e a artéria subclávia esquerda. O tronco braquiocefálico, como seu nome indica, nutre de sangue as estruturas do ombro, do membro superior e da cabeça do lado direito do organismo. É um vaso curto, 4 a 5 centímetros de comprimento, que ascende através do mediastino até um ponto próximo da união do esterno com a clavícula direita. Nesse local, divide-se em artéria carótida comum direita, que se coloca no lado direito do pescoço e da cabeça, e artéria subclávia direita, que supre de sangue o ombro e o membro superior direito. Os outros dois ramos do arco da aorta são a artéria carótida comum esquerda e a artéria subclávia esquerda. A artéria carótida comum esquerda, o segundo ramo do arco da aorta, origina-se posterior ao manúbrio, ligeiramente posterior e à esquerda do troco braquiocefálico. Ascende anterior à artéria subclávia esquerda e, inicialmente, situa-se anterior à traqueia e depois à sua esquerda. Transporta sangue para os lados esquerdos do pescoço e da cabeça.

A artéria subclávia esquerda, o terceiro ramo do arco da aorta, origina-se da parte posterior do arco da aorta, imediatamente posterior à artéria carótida comum esquerda. Ascende lateral à traqueia e à artéria carótida comum esquerda através do mediastino superior; não emite ramos no mediastino. Nutre o ombro e o membro superior esquerdo.



Azul – Veia cava superior
Branco – Tronco braquicefálico
Amarelo – Artéria subclávia direita
Rosa – Artéria carótida comum direita
Verde – Artéria carótida comum esquerda
Laranja – Artéria subclávia esquerda

Figura 64 – Aorta e os seus ramos

A partir da artéria subclávia, de cada lado, origina-se, como um dos primeiros ramos, a artéria torácica interna. Essa artéria prossegue com as veias de mesmo nome, distante aproximadamente 2 centímetros da margem lateral do esterno, junto da face posterior da parede torácica anterior; inicialmente no mediastino anterior e superior e, em seguida, no mediastino anterior inferior.

2.2.5 Ramos da parte torácica da aorta

A parte torácica da aorta é a continuação do arco da aorta. Apresenta, aproximadamente, 20 centímetros de comprimento. Inicia-se no disco intervertebral entre a T4 e T5 e acaba no hiato da aorta, paralela ao disco intervertebral, entre a T12 e a L1. Enquanto desce, aproxima-se do plano mediano e desloca o esôfago para a direita. O plexo aórtico torácico, uma rede nervosa autônoma, a circunda. Esse vaso grande provê ramos aos órgãos e músculos da região torácica. Todos os ramos dessa região são pequenos e incluem: (i) os ramos pericárdicos; (ii) os ramos bronquiais, que seguem como vasos nutridores da árvore bronquial do pulmão; (iii) os ramos esofágicos, em geral dois, porém até cinco ramos para nutrir o esôfago ao passar pelo mediastino; (iv) as nove intercostais posteriores, que suprem todos, exceto os dois espaços intercostais superiores; (v) as artérias frênicas superiores, que irrigam o diafragma; (vi) e os ramos mediastinais para linfonodos do mediastino posterior.

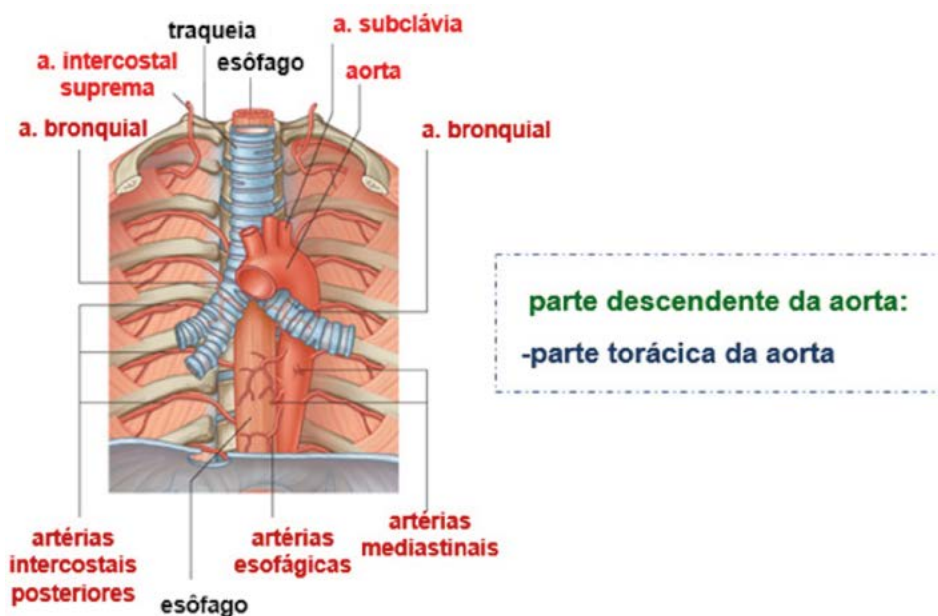


Figura 65 – Ramos do arco e da parte torácica da aorta

2.2.6 Ramos da parte abdominal da aorta

A parte descendente da aorta apresenta, aproximadamente, 13 centímetros de comprimento, inicia-se no hiato da aorta, ao nível da T12, e acaba ao nível da L4, onde se divide nas artérias ilíacas comuns direita e esquerda, que transportam o sangue para os membros inferiores. As artérias ilíacas comuns, por sua vez, dividem-se nas artérias ilíacas externas e internas. No seu lado direito, situa-se a veia cava inferior, a cisterna do quilo e o início da veia ázigo. No seu lado esquerdo, situa-se o tronco simpático.

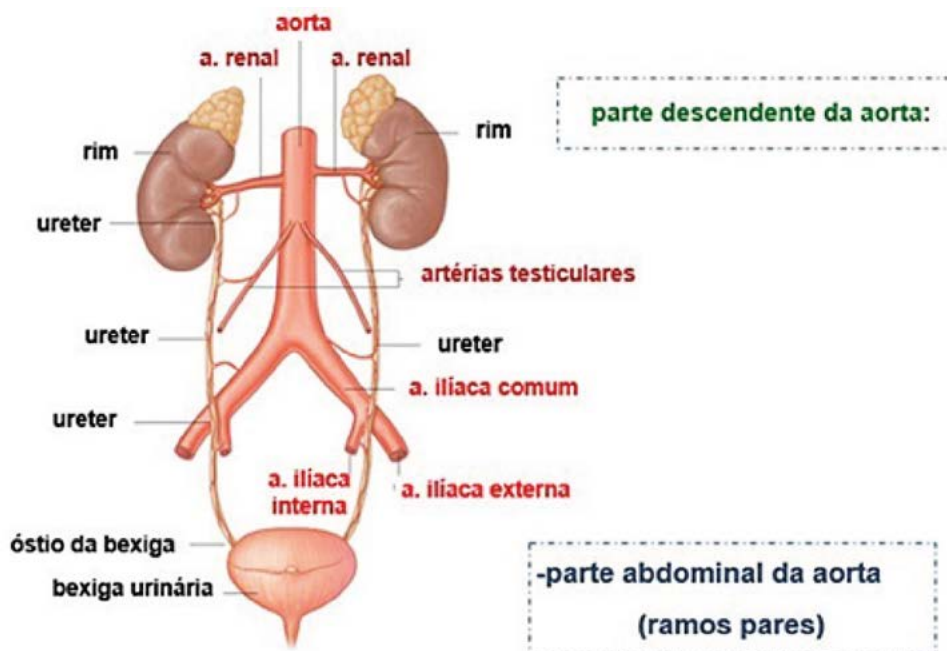


Figura 66- Parte abdominal da aorta e os seus ramos

A parte abdominal da aorta dá origem às seguintes artérias: ramos pares, com trajeto lateral, para a nutrição da parede do abdome, dos órgãos retroperitoneais pares e das gônadas; e os ramos ímpares, com trajeto anterior, que se estendem – em parte através de "mesos" ou de ligamentos – para o baço e para os órgãos digestivos, nas cavidades abdominal e pélvica.

Imediatamente após adentrar na cavidade abdominal, a aorta fornece um par de artérias frênicas inferiores para a face inferior do diafragma. Outros ramos pares são: (i) as artérias suprarrenais superiores, que suprem a glândula adrenal; e (ii) as quatro artérias lombares para a irrigação da parede do abdome, da musculatura do dorso e do canal vertebral. Os ramos viscerais e pares da parte abdominal da aorta são: (i) as artérias suprarrenais médias, como um ramo direto para a glândula adrenal; (ii) a artéria renal, cada artéria se originando na altura dos corpos de L1 e L2 que conduzem sangue para os rins e dando origem a uma artéria suprarrenal inferior para a glândula adrenal; (iii) as artérias ováricas ou testiculares, originadas de ambos os lados, que prosseguem sobre o músculo psoas maior, em direção caudal, para o ovário ou para o testículo e, desse modo, cruzam sobre o ureter. Juntamente da veia de mesmo nome, a artéria ovárica segue no interior do ligamento suspensor do ovário. A artéria testicular entra no canal inguinal através do anel inguinal profundo e projeta-se como um dos componentes principais do funículo espermático em direção ao testículo e ao epidídimo.

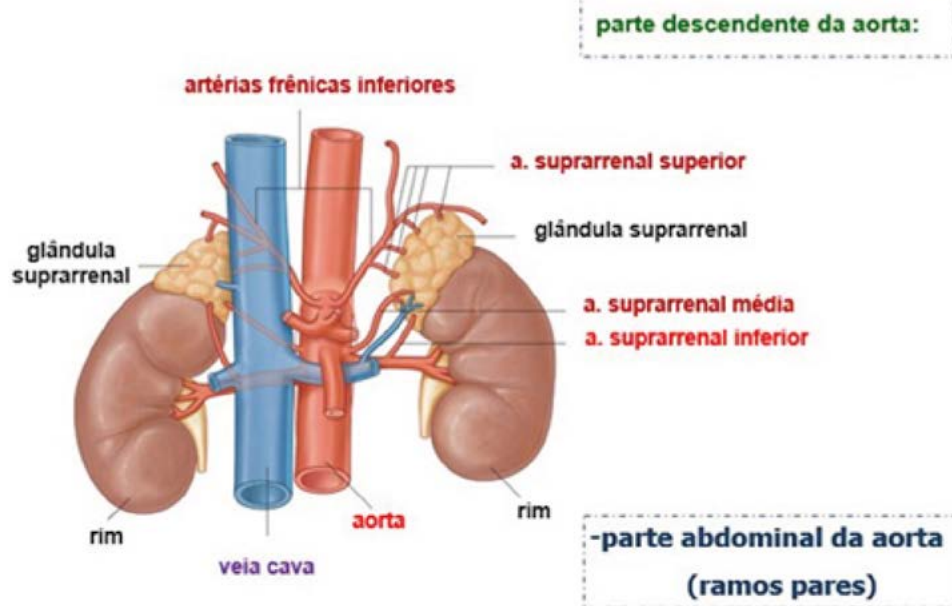


Figura 67 – Parte abdominal da aorta e os seus ramos

Os três grandes troncos viscerais, que se originam ventralmente da parte abdominal da aorta, são os seguintes: (i) o tronco celíaco, (ii) a artéria mesentérica superior e (iii) a artéria mesentérica inferior.

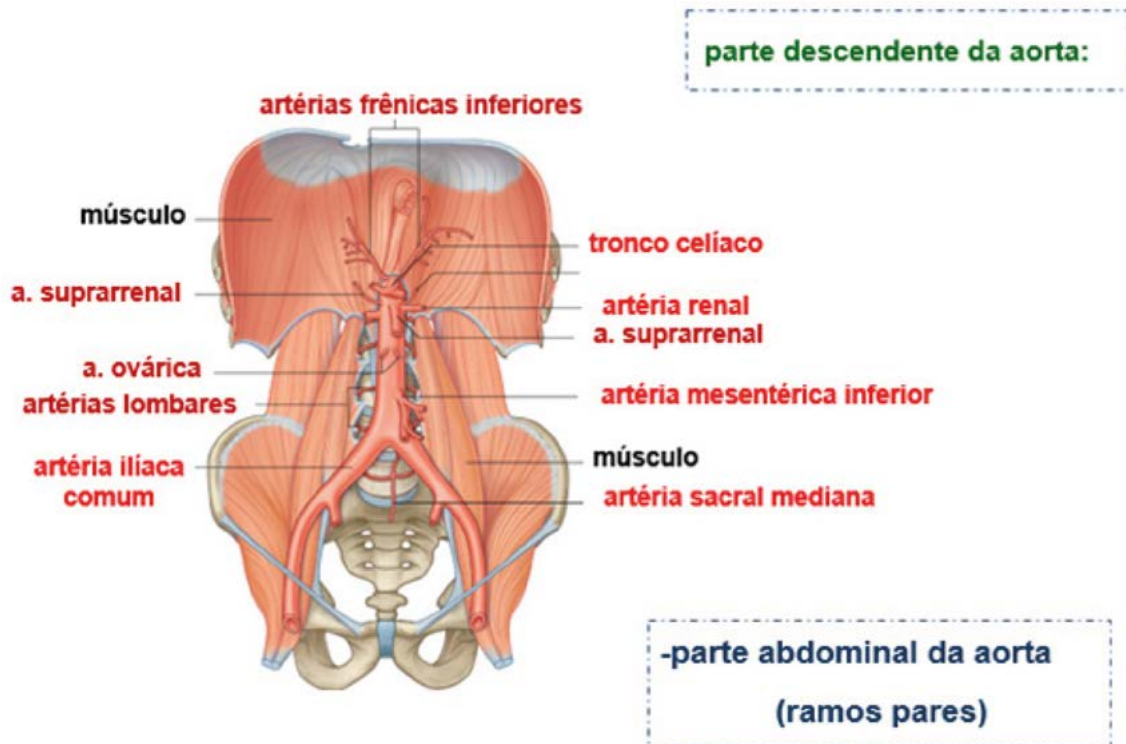


Figura 68 – Parte abdominal da aorta e os seus ramos

O tronco celíaco, único, se origina da aorta logo abaixo das artérias frênicas, ao nível da T12. O tronco celíaco é muito curto e calibroso; divide-se imediatamente em três artérias: (i) a artéria esplênica, que se dirige ao baço e também oferece pequenos ramos para o estômago e o pâncreas; (ii) a artéria gástrica esquerda, para o estômago e a parte inferior do esôfago; (iii) a artéria hepática comum, que se dirige ao fígado e à vesícula biliar. Também envia ramos para o estômago, duodeno e pâncreas.

A artéria mesentérica superior é outro vaso ímpar, logo abaixo do tronco celíaco. A artéria mesentérica superior nutre o intestino delgado, com exceção de uma parte para o duodeno, o ceco, o apêndice vermiforme, o colo ascendente e 2/3 proximais do colo transverso.

A artéria mesentérica inferior é o último ramo principal da aorta, ímpar, que se origina imediatamente antes da bifurcação para formar as artérias ilíacas na altura de L3. A artéria mesentérica inferior nutre o terço distal do colo transverso, o colo descendente, o colo sigmoide e o reto. Ramos dessa artéria se anastomosam com ramos da artéria mesentérica superior.

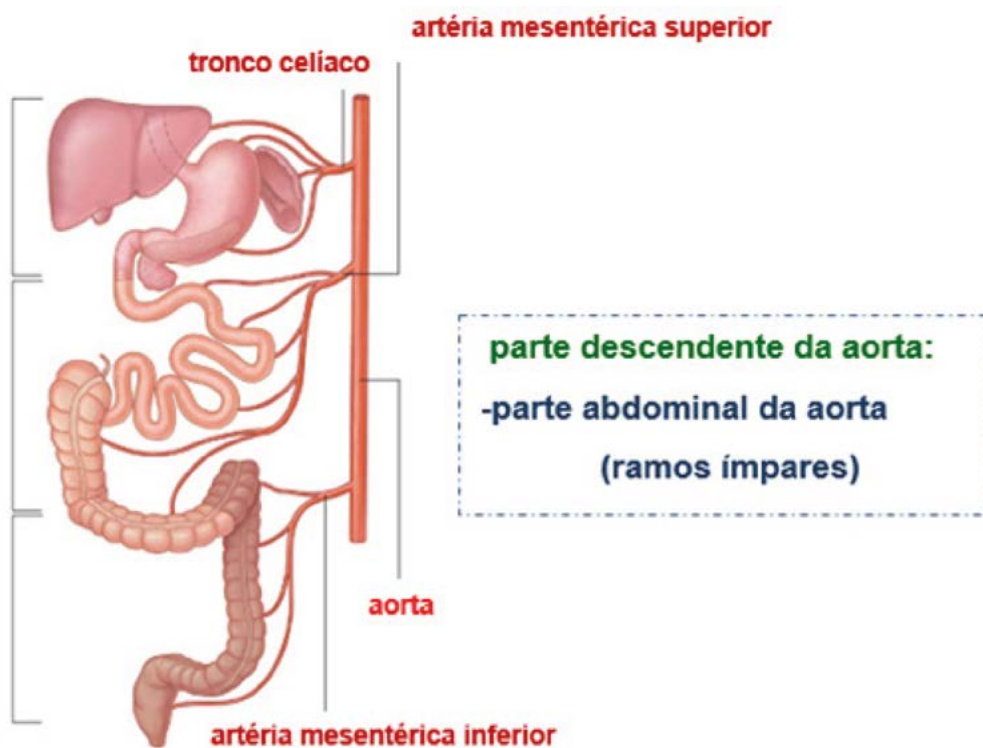


Figura 69 – Parte abdominal da aorta e os seus ramos

Nota clínica

Uma das patologias que afeta a aorta é o aneurisma, uma dilatação enfraquecida que se desenvolve na parede arterial, sendo mais comum na parte abdominal da aorta. Quando alcança determinado diâmetro, fica potencialmente perigoso. Caso diagnosticado precocemente, às vezes, o aneurisma pode ser removido e a artéria reparada cirurgicamente.

2.2.7 Tronco pulmonar

O tronco pulmonar transporta sangue desoxigenado do ventrículo direito do coração aos pulmões. Ele deixa a parte superior do ventrículo direito e corre para cima, para trás e para a esquerda. É um vaso curto, largo, com aproximadamente 5 centímetros de comprimento e 3 centímetros de diâmetro. Acaba na concavidade do arco da aorta, dividindo-se em artérias pulmonares direita e esquerda.

2.2.7.1 Artérias pulmonares

A artéria pulmonar direita é mais longa e ligeiramente maior que a esquerda. A artéria pulmonar direita corre para a direita atrás da parte ascendente da aorta e da veia cava superior para adentrar na raiz do pulmão direito. A artéria pulmonar esquerda corre para a esquerda na frente da parte descendente da aorta para adentrar na raiz do pulmão esquerdo. Ao alcançarem, respectivamente, o hilo do pulmão direito e esquerdo, cada artéria pulmonar se ramifica continuamente para nutrir os segmentos pulmonares correspondentes.

Como se sabe, os ramos das artérias pulmonares direita e esquerda carregam sangue venoso que vai até os alvéolos pulmonares, onde sofre o fenômeno da hematose, liberando CO_2 e capturando O_2 . É, portanto, uma circulação puramente funcional e em nada interfere na nutrição do parênquima pulmonar. Assim como acontece em relação ao coração, em que o sangue circulante por suas cavidades não apresenta competência para nutri-lo, também nos pulmões, o sangue que transita pelos alvéolos não supre os tecidos do próprio pulmão. As células pulmonares se "alimentam" por intermédio do sangue que vem da aorta através dos ramos bronquiais.

2.2.8 Irrigação da cabeça e do pescoço

As artérias carótidas comuns, de cada um dos lados, apresentam diferentes origens. A artéria carótida comum direita é um ramo do tronco braquiocéfálico, enquanto a esquerda se origina diretamente do arco da aorta. Por conseguinte, a artéria carótida comum direita está localizada inteiramente no interior do pescoço, enquanto a artéria carótida comum esquerda tem o seu começo na parte superior do tórax e, em seguida, entra no pescoço, nas proximidades da articulação esternoclavicular. Uma vez que estão no pescoço, os dois vasos permanecem contidos em seu próprio compartimento, a bainha carótica, e ascendem aproximadamente até o nível da cartilagem tireóidea. Contudo, podem existir variações, em que cada uma se bifurca em artérias carótidas externa e interna.

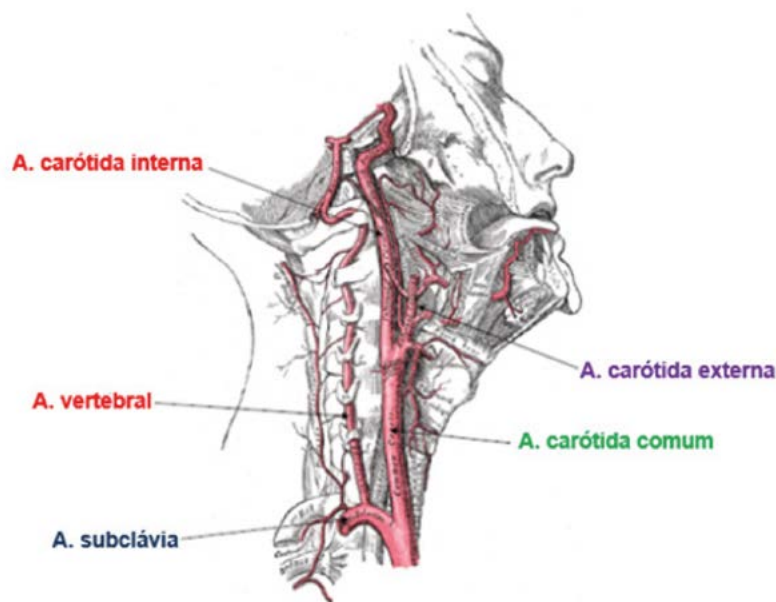


Figura 70 – Irrigação da cabeça e do pescoço

A artéria carótida externa apresenta seis ramos colaterais e dois terminais. São eles, na ordem de suas origens, de inferior a superior: a artéria tireoídea superior, a artéria faríngea ascendente, a artéria lingual, a artéria facial, a artéria occipital, a artéria auricular posterior, a artéria temporal superficial, um dos ramos terminais da artéria carótida externa, e a artéria maxilar, o outro ramo terminal.

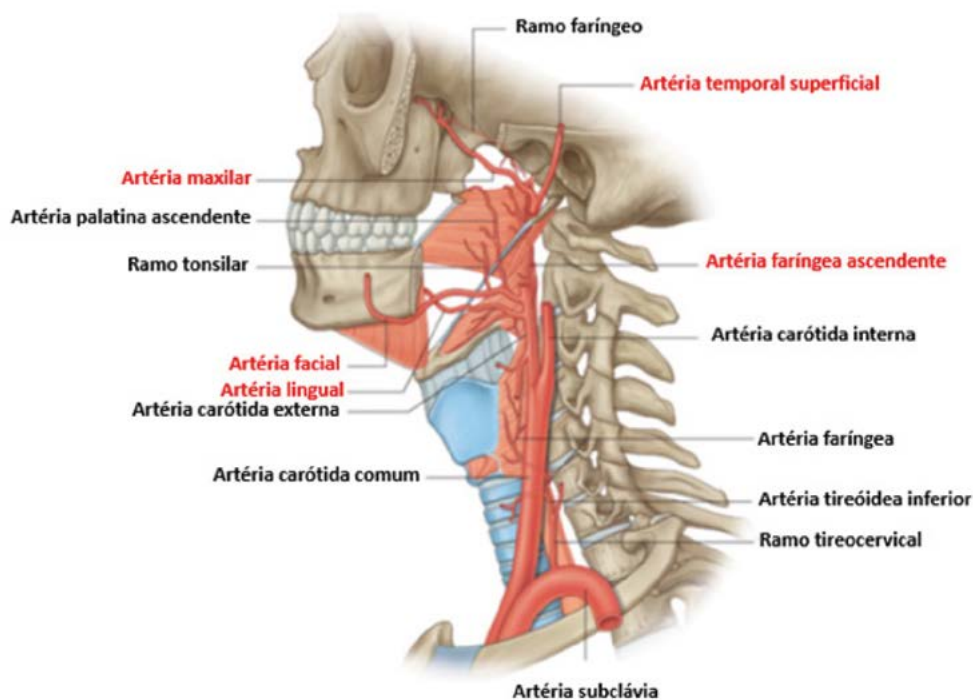


Figura 71 – Principais artérias da cabeça e do pescoço

2.2.9 Irrigação dos membros superiores

O eixo arterial que irriga o membro superior conserva-se, desde o seu começo até o cotovelo, como um tronco único; suas diversas partes, contudo, recebem nomes diferentes segundo as regiões por onde passam. A parte do vaso que se estende desde sua origem à margem externa da 1ª costela é designada artéria subclávia; desse ponto até a margem distal da axila, designa-se artéria axilar; daí até a dobra do cotovelo, é chamada de artéria braquial, que acaba dividindo-se em dois ramos: artéria radial e artéria ulnar.

A artéria subclávia passa lateralmente e profundamente à clavícula. A pulsação dessa artéria pode ser sentida pressionando firmemente a pele logo acima da parte medial da clavícula. De cada artéria subclávia origina-se: (i) a artéria vertebral, que leva sangue para o encéfalo; (ii) o tronco tireocervical, que nutre a glândula tireoide e a laringe; (iii) a artéria torácica interna, que desce pela parede torácica para irrigar a parede torácica, o timo e o pericárdio; (iv) o tronco costocervical, que se ramifica para atender os músculos intercostais superiores, os músculos posteriores do pescoço e a medula espinal e suas meninges.

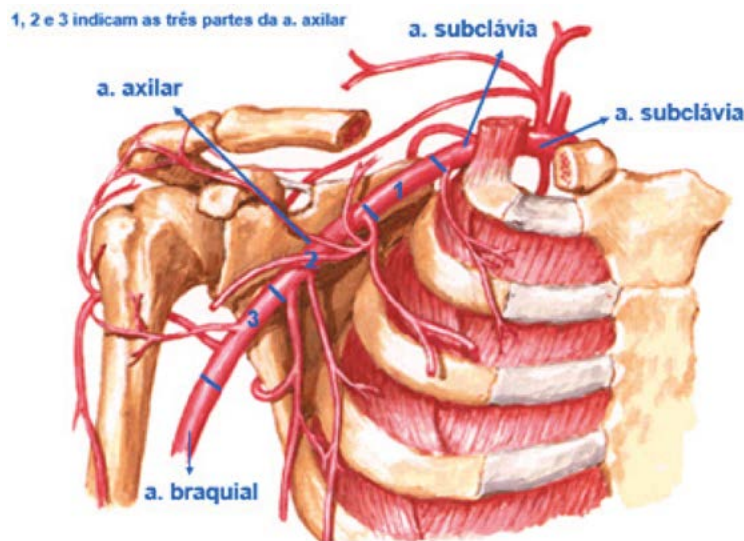


Figura 72 – Sistema arterial do membro superior

A artéria axilar estende-se do meio da clavícula até a margem inferior do tendão do músculo peitoral maior. Ela passa por trás do músculo peitoral menor, relacionando-se com os ramos do plexo braquial. A artéria axilar provê diversos ramos colaterais que se destinam à vascularização arterial do ombro, especialmente das vizinhanças da escápula. Seus principais ramos são: (i) a artéria torácica suprema; (ii) a artéria toracoacromial; (iii) a artéria subescapular; e (iv) a artéria torácica lateral.

A artéria braquial põe-se no lado medial do úmero. Seus principais ramos são: (i) a artéria braquial profunda; (ii) a artéria circunflexa posterior do úmero; e (iii) a artéria circunflexa anterior do úmero.

-ramos principais:

- a. subescapular (1)
- a. circunflexa da escápula(2)
- a. toracodorsal (3)
- a. toráco-acromial (4)
- a. torácica lateral (5)
- a. circunflexa anterior e
- a. circunflexa posterior
- do úmero (6 e 7)

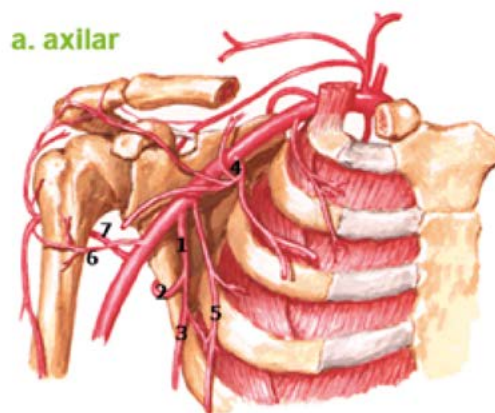


Figura 73 – Sistema arterial do membro superior

As artérias radial e ulnar nutrem o antebraço e uma parte das mãos e dos dedos. A artéria radial é facilmente palpável na face anterior e lateral do punho, onde ela é utilizada para mensurar a pulsação. Os principais ramos da artéria radial são: (i) a artéria interóssea anterior e (ii) a artéria recorrente radial. Já o principal ramo da artéria ulnar é (i) a artéria recorrente ulnar. As duas artérias, radial e ulnar, se juntam na mão através de ramos intercomunicantes dos arcos palmares superficial e profundo. As artérias metacarpais da mão originam-se do arco palmar profundo, e as artérias digitais dos dedos se originam do arco palmar superficial.

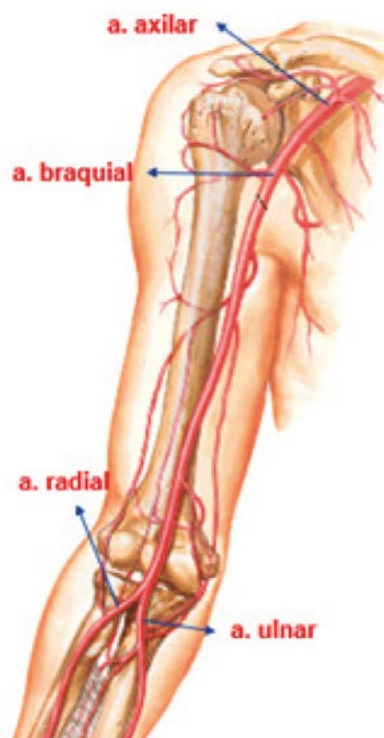


Figura 74 – Sistema arterial do membro superior

a. braquial (8):

-principais ramos:

- a. braquial profunda (1)
- a. circunflexa do úmero: anterior e posterior (9 e 10)
- aa. colaterais ulnares: superior e inferior (2 e 3)
- a. nutricia do úmero (4)
- a. colateral radial (5)
- a. radial (6)
- a. ulnar (7)

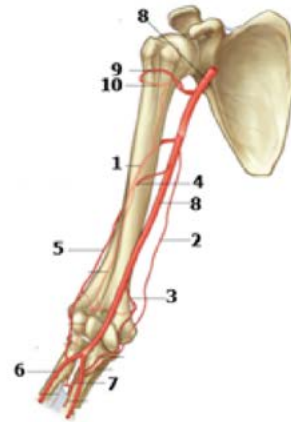


Figura 75 – Sistema arterial do membro superior

arco palmar superficial (1)

arco palmar profundo (2)

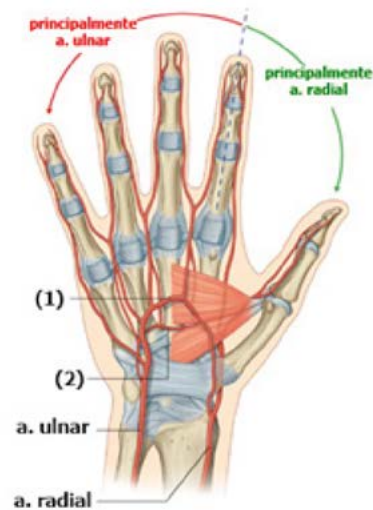


Figura 76 – Sistema arterial do membro superior



Figura 77 – Sistema arterial do membro superior

2.2.10 Irrigação da região pélvica

A parte abdominal da aorta acaba na parede posterior da pelve quando se bifurca nas artérias ilíacas comuns direita e esquerda. Esses vasos descem aproximadamente 5 centímetros em seus respectivos lados. Cada artéria ilíaca comum se divide, em frente à articulação sacroilíaca, em artéria ilíaca interna e artéria ilíaca externa. A artéria ilíaca interna adentra na cavidade pélvica e se divide em ramos que nutrem as vísceras pélvicas, por exemplo, a bexiga urinária, o útero, a vagina e o reto. Além disso, ela provê ramos para os músculos das regiões glútea e lombar, paredes da pelve, genitais externos e região medial da coxa. Os principais ramos da artéria ilíaca interna são: (i) as artérias ilio-lombar; (ii) a artéria sacral lateral; (iii) a artéria retal média; (iv) a artéria vesical superior; (v) a artéria vesical média; (vi) a artéria vesical inferior; (vii) a artéria uterina (♀); (viii) a artéria vaginal (♀); (ix) a artéria glútea superior; (x) a artéria glútea inferior; (xi) a artéria obturatória; (xii) artéria pudenda interna.

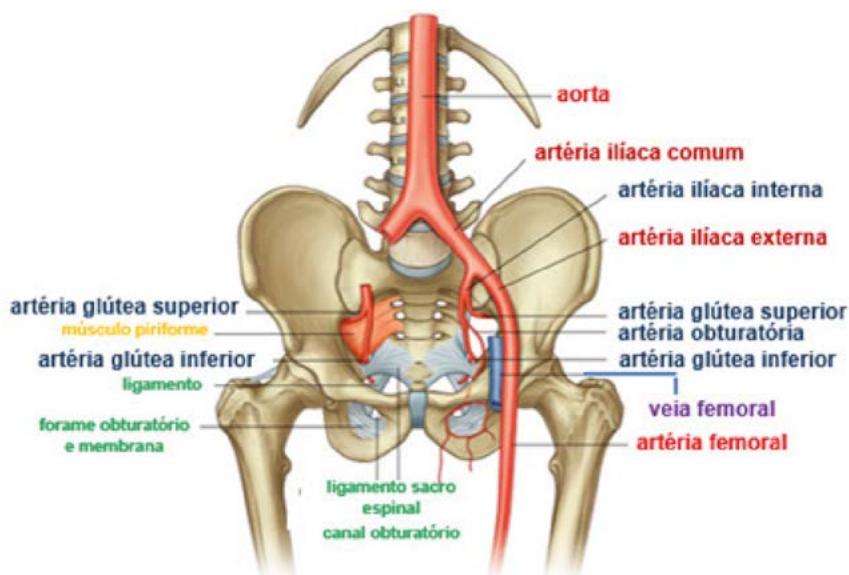


Figura 78 – Sistema arterial da região pélvica

2.2.11 Irrigação dos membros inferiores

A artéria que nutre a maior parte do membro inferior é a continuação direta da artéria ilíaca externa. Corre como um tronco único do ligamento inguinal até a margem distal do poplíteo, onde se divide em dois ramos, as artérias tibiais anterior e posterior. A parte proximal do tronco principal designa-se artéria femoral, e a parte distal designa-se artéria poplítea.

A artéria femoral passa através de uma área chamada de trígono femoral na parte superior e medial da coxa. Nesse ponto está próxima da superfície e sua palpação pode ser sentida. Os principais ramos superficiais são: (i) a artéria pudenda externa; (ii) a artéria epigástrica superficial; (iii) a artéria circunflexa superficial do ílio. O principal ramo profundo é (i) a artéria femoral profunda. Já os principais ramos da artéria femoral profunda são: (i) a artéria circunflexa femoral medial e (ii) a artéria circunflexa femoral lateral.



Figura 79 – Sistema arterial do membro inferior

A artéria poplítea passa atrás do joelho, na fossa poplítea. Os seus principais ramos são: (i) a artéria superior medial do joelho; (ii) a artéria superior lateral do joelho; (iii) a artéria inferior medial do joelho; (iv) a artéria inferior lateral do joelho; (v) a artéria média do joelho; (vi) as artérias surais.

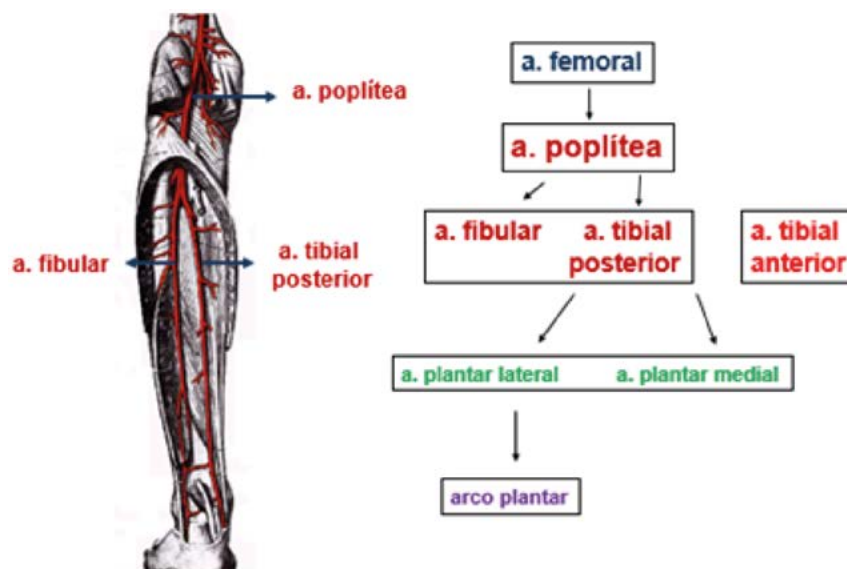


Figura 80 – Sistema arterial do membro inferior

As artérias tibiais anterior e posterior se dirigem às faces anterior e posterior da perna, respectivamente, fornecendo sangue para os músculos dessas regiões e para o pé. No tornozelo, a artéria tibial anterior torna-se a artéria dorsal do pé, que nutre o tornozelo e o dorso do pé; em seguida, colabora para a formação do arco dorsal do pé. Clinicamente, a palpação da artéria dorsal do pé pode fornecer informações sobre a circulação em geral, porque sua pulsação é tomada na parte mais distal do organismo. A artéria tibial posterior se bifurca em artérias plantares lateral e medial que nutrem a planta do pé. A artéria plantar lateral se anastomosa com a artéria dorsal do pé para compor o arco plantar, semelhante à disposição arterial da mão. As artérias digitais originam-se no arco plantar para nutrir os dedos do pé. Próximo à sua origem, a artéria tibial posterior e a artéria fibular nutrem os músculos do compartimento lateral da perna.

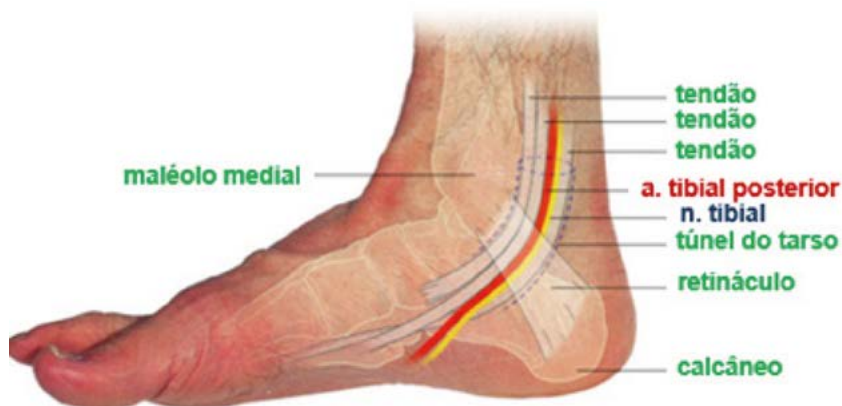


Figura 81 – Sistema arterial do membro inferior



Figura 82 – Sistema arterial do membro inferior

3 SISTEMA LINFÁTICO

O sistema linfático consiste em duas partes: uma ampla rede de vasos linfáticos e diversos tecidos e órgãos linfáticos distribuídos pelo organismo. Os órgãos linfáticos desempenham papéis essenciais nos mecanismos de defesa do organismo: como uma via acessória para o líquido intersticial; no transporte de substâncias dos espaços intercelulares que não podem ser retiradas pelos capilares sanguíneos, por exemplo, as proteínas; e como barreira contra a propagação de bactérias, vírus e células cancerígenas.

3.1 Vasos linfáticos, linfonodos e ductos linfáticos

O sistema linfático é composto de vasos linfáticos semelhantes às veias, portanto, vasos convergentes, incumbidos de levar a linfa dos tecidos para a corrente sanguínea.

A linfa é um líquido semelhante ao plasma, possui raras plaquetas e é rica em leucócitos e linfócitos. Em alguns órgãos, a linfa apresenta características especiais. Por exemplo, nos vasos linfáticos do intestino delgado, a linfa é branca, leitosa e chamada de quilo. É rica em gordura emulsionada.

Os capilares linfáticos são compostos de células endoteliais. A maioria dos capilares linfáticos não apresenta válvulas. Os capilares dão origem aos vasos linfáticos, os quais, em geral, acompanham os vasos de sangue.

Os linfonodos são estruturas anatômicas arredondadas que se agrupam ao longo dos vasos linfáticos. À medida que a linfa é transportada de volta para a corrente sanguínea, ela é filtrada por meio dos linfonodos. Podem estar isolados ou reunidos, formando grupamentos maiores de linfonodos. Estão presentes próximos à superfície corporal nas regiões inguinal, axilar e cervical, locais onde os vasos linfáticos coletores convergem para compor troncos. Um papel essencial dos linfonodos é a proteção do organismo.

A direção da corrente da linfa é mantida com o auxílio das válvulas. A linfa recolhida pelos capilares alcança os vasos linfáticos e passa pelos linfonodos; é captada por novos coletores que chegam aos ductos linfáticos, que, por fim, lançam a linfa no sangue venoso. Nos membros superiores e inferiores, a linfa segue em sentido à axila e à região inguinal, concomitantemente. Os dois grandes ductos linfáticos são o ducto torácico e o ducto linfático direito.

Nota clínica

É comum que células cancerígenas adentrem nos capilares linfáticos e atinjam o sangue, quando, então, são carregadas para outros tecidos, onde se fixam e desenvolvem um novo tumor. Esse novo tumor designa-se metástase.

As tonsilas são os órgãos linfáticos mais simples. Elas compõem um anel de tecido linfático em torno da entrada da faringe e são designadas conforme sua situação. As tonsilas palatinas são pareadas e se localizam de cada lado na parte oral da faringe. Essas são as maiores tonsilas e as mais comumente infectadas. Uma coleção irregular de folículos linfáticos na base da língua são denominadas tonsilas linguais. A tonsila faríngea está na parede posterior da parte nasal da faringe. As diminutas tonsilas tubárias circundam as aberturas das tubas auditivas na faringe. Os papéis das tonsilas são: recolher e retirar patógenos que adentram na faringe pelo alimento ou pelo ar inalado.

4 SISTEMA RESPIRATÓRIO

No corpo humano, bem como na maioria dos animais de vida terrestre, a aquisição de O_2 requer trocas gasosas entre o corpo e o meio ambiente. Assim, o sistema respiratório possibilita a absorção de O_2 pelo organismo e a eliminação de CO_2 resultante da oxidação celular. As trocas gasosas ocorrem entre o sangue e o ar. Esse processo é designado respiração.

A respiração acontece em três etapas principais: a ventilação pulmonar, ou respiração, que é o fluxo de ar para dentro e para fora dos pulmões; a respiração externa, que é a troca de gases entre os espaços

aéreos ou alvéolos pulmonares e o sangue, nos vasos capilares pulmonares; e a respiração interna, que é a troca de gases entre o sangue nos vasos capilares sistêmicos e as células dos tecidos. O sangue provê O_2 e recebe CO_2 .

Além das trocas gasosas, o sistema respiratório: produz o som ou a vocalização, quando o ar expirado passa por meio das pregas vocais; auxilia na compressão abdominal durante a micção, defecação e parto; torna possíveis os movimentos aéreos protetores e os reflexos, por exemplo, tosse e espirro, para manter limpa a passagem do ar; auxilia na regulação do pH sanguíneo; e livra o organismo de um pouco de água e calor no ar expirado.

Para que seja realizável a respiração, é imprescindível a participação de uma série de órgãos tubulares e alveolares, localizados na cabeça, no pescoço e na cavidade torácica. Estes órgãos são: nariz, cavidade nasal, faringe, laringe, traqueia, brônquios e pulmões. Os órgãos respiratórios podem ser subdivididos em órgãos do trato superior ou vias aéreas superiores e pulmões. Ademais, podemos considerar como órgãos acessórios da respiração as pleuras, a caixa torácica e os músculos respiratórios. Toda a via aérea é recoberta internamente por uma mucosa.

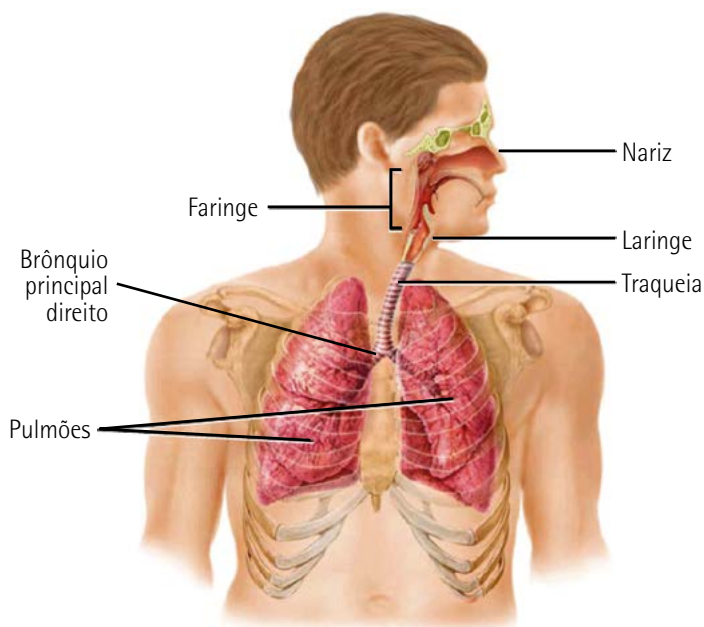


Figura 83 – Vista anterior mostrando os órgãos da respiração

As vias aéreas superiores incluem o nariz, a cavidade nasal, a faringe, a laringe, a traqueia e os brônquios principais.

4.1 Nariz

O nariz é a saliência mediana da face, composto de arcabouço ósseo e cartilágneo, revestido de pele e com o formato de uma pirâmide triangular. A extremidade superior corresponde ao vértice da pirâmide, designado raiz, e à extremidade inferior, designada base. Entre a raiz e a base temos o dorso. Na base deparam-se duas aberturas em fenda, as narinas, separadas por um septo nasal. As narinas comunicam o meio externo com a cavidade nasal. A partir da raiz, uma ponte óssea se estende para baixo, ao longo do

dorso, para terminar na parte móvel designada ápice. A parte lateral é composta da asa do nariz. A pele do nariz prossegue o contorno das narinas e continua na cavidade nasal por uma curta distância para compor a junção com a mucosa que reveste a cavidade nasal. Uma rede de pelos curtos e espessos, as vibrissas, sai da pele e tem a finalidade de conter as partículas pendentes no ar inspirado.

Os principais papéis do nariz são: olfação, limpeza do ar, umidificação do ar, aquecimento do ar, recepção de secreções dos seios paranasais e do ducto lacrimonasal e expulsão de secreções.

Há diversos tipos de perfis nasais relacionados às variações anatômicas características nos grandes grupos raciais. Os brancos, em geral, têm nariz afilado, são leptorrinos; os negros apresentam-no achatado, são camerrinos; os amarelos são mesorrinos.

Além dos ossos nasais e as partes das duas maxilas, fazem parte do esqueleto do nariz várias cartilagens nasais. As cartilagens nasais, a saber, são: cartilagem do septo nasal, cartilagens alares maiores e menores, vomeronasal e acessórias.

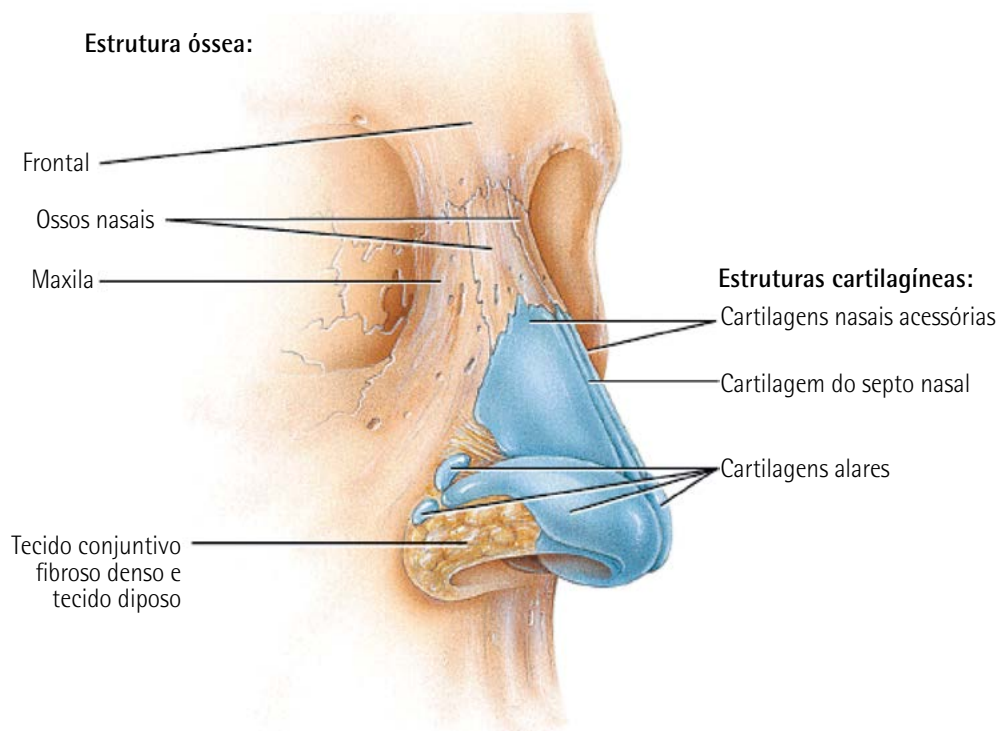


Figura 84 – Vista anterior do nariz mostrando as estruturas ósseas e cartilagueas

A cartilagem do septo divide a cavidade nasal em duas metades, direita e esquerda. A cartilagem lateral do nariz compõe uma parte do dorso do nariz. Um desvio do septo nasal pode intervir na livre passagem do ar por meio da cavidade nasal. Isso poderia ser gerado por uma lesão congênita, entretanto, na maioria das vezes, o desvio acontece durante a adolescência e a vida adulta por traumatismo, por exemplo, durante uma luta de soco.

Nota clínica

Algumas vezes, o desvio é tão acentuado que o septo nasal está em contato com a parede lateral da cavidade nasal e repetitivamente acarreta bloqueio respiratório ou acentua o ronco, mas essa situação pode ser cirurgicamente retificada.

4.2 A cavidade nasal

A câmara interior do nariz é a cavidade nasal. Cada metade da cavidade apresenta duas aberturas anterior e posterior: as narinas e os cóanos, respectivamente. A cavidade nasal é dividida em duas partes: o vestibulo e a cavidade nasal propriamente dita limitada pelo limiar do nariz.

Os principais limites da cavidade nasal são: o soalho, o teto e as paredes medial e lateral.

O soalho é mais largo do que o teto e formado pelo processo palatino da maxila, os 3/4 anteriores; e pela lâmina horizontal do osso palatino, o 1/4 posterior. O teto é curvo e estreito, exceto em sua extremidade posterior.

A parede medial é formada pelo septo nasal mediano. Habitualmente, o septo nasal é desviado para um dos lados, limitando o tamanho da cavidade nasal daquele lado. Os principais ossos do septo nasal são: osso nasal, etmoide, vômer, esfenoide, palatino e maxila.

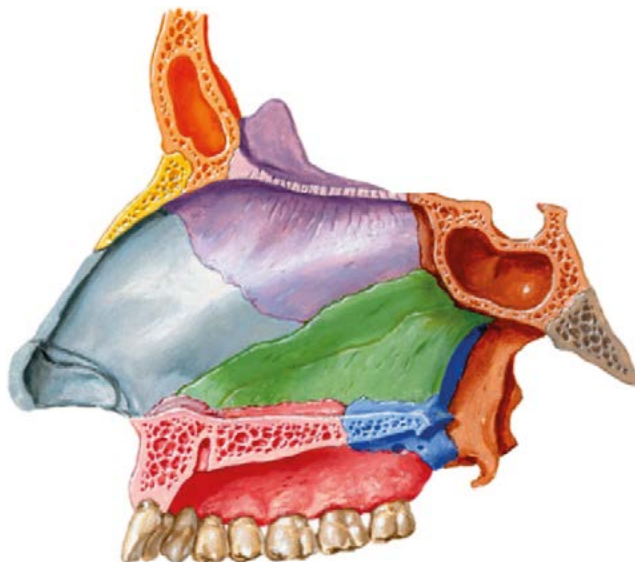


Figura 85 – Parede medial da cavidade nasal

Os principais ossos da parede lateral da cavidade nasal são: maxila, osso nasal, etmoide, concha nasal inferior, palatino e esfenoide.

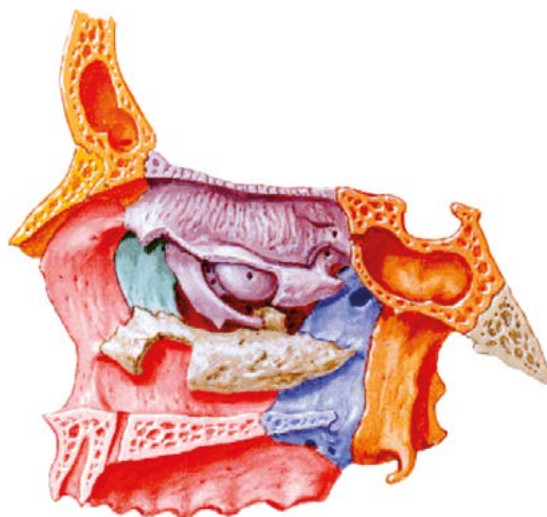


Figura 86 – Parede lateral da cavidade nasal

Exemplo de aplicação

Enquanto você lê sobre as paredes medial e lateral da cavidade nasal, identifique cada uma delas nos hemicrânios.

A parede lateral possui três relevos designados de conchas nasais: superior, média e inferior. Raramente há um quarto relevo ósseo, que é a concha nasal suprema, localizada superiormente. O espaço compreendido entre as conchas nasais e a parede lateral da cavidade nasal recebe o nome de meatos nasais.

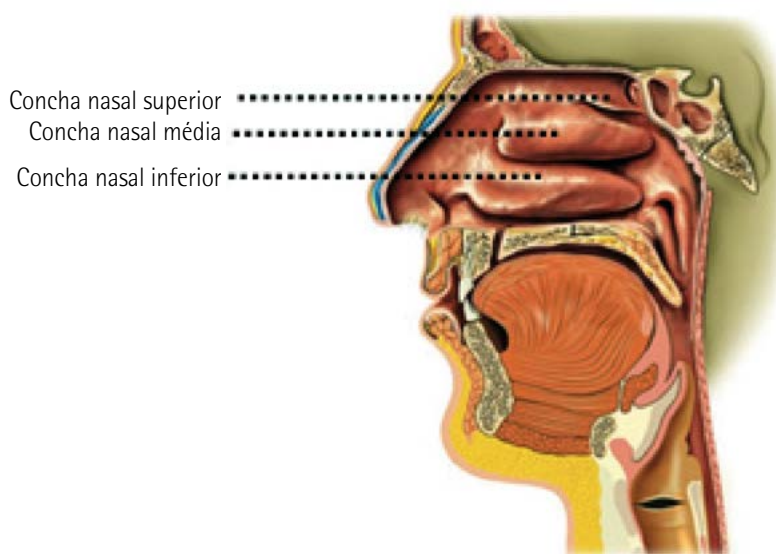


Figura 87 – Vista medial de um corte sagital da cabeça. Septo nasal foi removido para observação das conchas nasais

1. Vibrassas
2. Concha nasal inferior
3. Concha nasal média
4. Concha nasal superior
5. Meato nasal inferior
6. Meato nasal médio
7. Meato nasal superior
8. Óstio faríngeo de tuba auditiva
9. Seio frontal
10. Seio esfenoidal
11. Tonsila faríngea

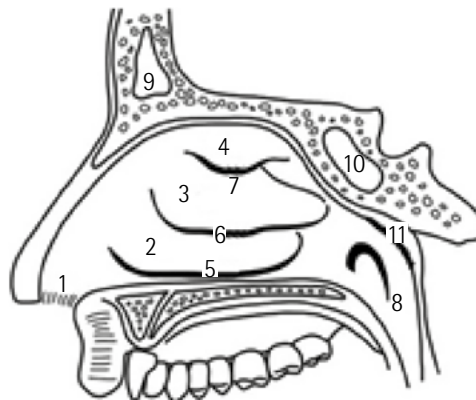


Figura 88 – Imagem com ênfase na cavidade nasal

Nos meatos nasais estão localizados os orifícios de comunicação com os seios paranasais e as células etmoidais, que são cavidades cheias de ar, anexas à cavidade nasal, e situadas nos ossos pneumáticos do esqueleto cefálico. No recesso esenoetmoidal, região estreitada localizada acima e posteriormente à concha nasal superior, abre-se o seio esfenoidal. No meato nasal superior, abrem-se as células etmoidais posteriores. No meato nasal médio, abrem-se os seios, frontal e maxilar, e as células etmoidais anteriores. No meato nasal inferior, abre-se o ducto nasolacrimal e a comunicação das cavidades orbital e nasal. O ducto nasolacrimal drena os fluidos, ou seja, as lágrimas da superfície dos olhos, também drenadas nas cavidades nasais.

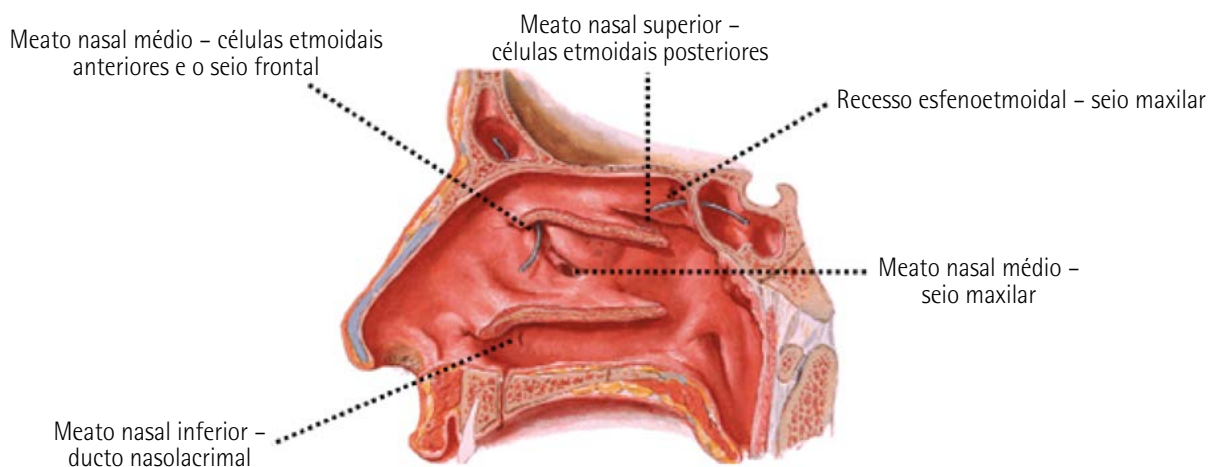


Figura 89 – Orifícios de comunicação



Lembrete

Cada metade da cavidade nasal apresenta: um teto, um soalho, uma parede medial e uma parede lateral.

Nota clínica

Nos casos de fratura do etmoide, o líquido cefalorraquidiano pode adentrar na cavidade nasal e sair pelas narinas. Essa situação, conhecida como rinorreia do líquido cefalorraquidiano ou liquorreia, pode levar à meningite, com possíveis consequências letais.

4.3 Os seios paranasais

Os seios paranasais são espaços ociosos preenchidos por ar, sendo a "construção leve do crânio". Esses seios são designados conforme os ossos nos quais se deparam. De tal modo, existem os seios frontais, maxilares e esfenoidais e as células etmoidais.

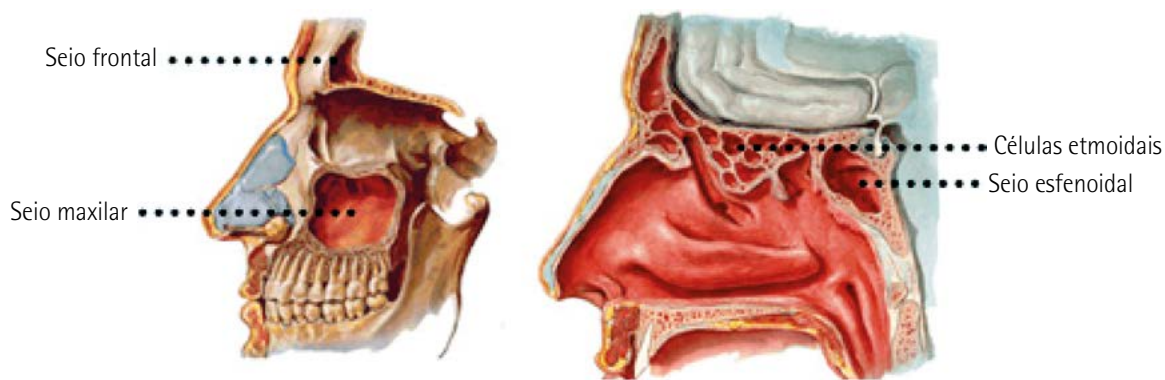


Figura 90 – Os seios paranasais

Admite-se que os principais papéis dos seios paranasais sejam ajudar a aquecer o ar e umedecer o ar inspirado. Também são responsáveis pela ressonância do som, porém é mais relevante que eles exerçam papéis na redução do peso do crânio. Entretanto, a capacidade de agirem como caixas de ressonância durante a fala é duvidosa, porque também estão presentes em outros animais que raramente vocalizam. Além do mais, nos seres humanos, os seios paranasais obstruídos, ou cheios de líquido, não atrapalham de forma significativa a vocalização.



Observação

O conhecimento de sua posição é relevante para o diagnóstico, uma vez que as inflamações dos seios paranasais podem gerar dores acima do lugar atingido, por exemplo, a cefaleia frontal, no caso de uma inflamação no seio frontal.

4.3.1 Os seios frontais

Os dois seios frontais situam-se profundamente à glabella do osso frontal. Suas medidas habituais são as seguintes: altura, 3 centímetros; largura, 2,5 centímetros; e profundidade, 2,5 centímetros. Ausentes no nascimento, os seios frontais geralmente estão bem desenvolvidos entre 7 e 8 anos de idade, mas só atingem seu tamanho completo após a puberdade.

4.3.2 Os seios maxilares

Os seios maxilares são os maiores seios paranasais e estão localizados na maxila. Os tamanhos dos seios paranasais variam entre os diferentes crânios e de um lado para outro no mesmo indivíduo. As medidas de um seio maxilar médio são as seguintes: altura, em frente ao primeiro dente molar, 3,75 centímetros; largura 2,5 centímetros; e profundidade anteroposterior, 3 centímetros. As raízes do primeiro pré-molar e do segundo pré-molar, e, algumas vezes, a raiz do canino, se projetam para cima em direção ao seio maxilar. As raízes dos dentes estão envoltas em uma lâmina fina de osso compacto, ocasionalmente ausente, e em contato com a túnica mucosa do seio maxilar. O seio maxilar surge como um sulco raso na face medial do osso por volta do quarto mês da vida fetal, porém só alcança seu total desenvolvimento após a segunda dentição.



Observação

Assim, é fácil entender como a extração de um dente pode resultar em uma fístula, ou como um dente infectado pode originar sinusite.

4.3.3 Os seios esfenoidais

Os dois seios esfenoidais estão incluídos dentro do corpo do esfenoide, alterando em forma e tamanho. Suas medidas habituais são: altura, 2,2 centímetros; largura, 2 centímetros; e profundidade, 2,2 centímetros. Na ocasião do nascimento, os seios esfenoidais são pequenas cavidades, porém seu maior desenvolvimento acontece após a puberdade.

4.3.4 As células etmoidais

As células etmoidais fazem parte de numerosas pequenas cavidades de paredes finas que compõem o labirinto etmoidal e são completadas pelo frontal, maxila, lacrimal, esfenoide e palatino.



Lembrete

Os ossos localizados em volta da cavidade nasal apresentam cavidades designadas seios paranasais.

Podemos avaliar a cavidade nasal no indivíduo vivo por meio de um rinoscópio posto na narina. Por meio de um espelho, colocado na boca, podemos avaliar os cóanos. Já os seios paranasais podem ser avaliados por meio de radiografias e tomografias. A inflamação da mucosa nasal designa-se rinite. Na rinite, a mucosa nasal fica edemaciada e inflamada durante as infecções respiratórias graves e as reações alérgicas. A rinite pode se espalhar para os seios paranasais e provocar sinusites. A sinusite é a inflamação da mucosa dos seios paranasais que leva à obstrução dos óstios dos seios. Esse processo acarreta um acúmulo de muco nos seios paranasais, resultando em elevação de pressão nas cavidades dos seios paranasais. Essa elevação de pressão ocasiona a "dor de cabeça sinusal" de intensidade

variável e, se não tratada, a infecção pode se difundir para a orelha média e interna, bem como para outras regiões.

4.4 A faringe

A faringe possui, aproximadamente, 15 centímetros de comprimento nos homens e 13 centímetros de comprimento nas mulheres, com largura máxima de 3,5 centímetros até reduzir junto do esôfago, possuindo diâmetro de 1,5 centímetro. Estende-se desde a base do crânio até a margem inferior da cartilagem cricoídea adiante e a margem inferior de C6 por detrás. Sua parede é composta de músculo esquelético e revestida com túnica mucosa. A faringe funciona como uma passagem para o ar e o alimento, portanto, pertence aos sistemas digestório e respiratório. Ela fornece uma câmara de ressonância para os sons da fala e alojam as tonsilas, que participam das respostas imunes aos invasores estranhos. As infecções deste órgão se manifestam em transtornos durante a deglutição, respiração e fala.

4.4.1 Dimensões

Quando a faringe está em repouso, seu comprimento médio é de 15 centímetros. Quando se contrai, sua extremidade inferior se eleva e seu comprimento diminui 3 centímetros, aproximadamente. Sua maior largura situa-se imediatamente abaixo da base do crânio, onde se projeta lateralmente atrás do óstio faríngeo da tuba auditiva, formando o recesso faríngeo; seu ponto mais estreito está em sua terminação com o esôfago.

4.4.2 Cavidades da faringe

Sete cavidades se comunicam com a faringe, a saber: as duas cavidades timpânicas e nasais, a boca, a laringe e o esôfago. A cavidade da faringe pode ser subdividida em três partes: nasal, oral e laringea. A parte nasal da faringe, ou nasofaringe, está posterior ao nariz e superior ao palato mole; a parte oral da faringe, ou orofaringe, está posterior à boca; a parte laringea da faringe, ou laringofaringe, está posterior à laringe.

4.4.3 Parte nasal da faringe

Tem função respiratória. Situa-se posteriormente ao palato mole e é a extensão posterior das cavidades nasais. O nariz abre-se para a parte nasal da faringe através de dois cóanos. O palato mole e a úvula palatina formam o soalho da parte nasal da faringe.

Nas suas paredes laterais, a parte nasal da faringe recebe as tubas auditivas que a conectam com a cavidade da orelha média. Quando aberta, ela equilibra a pressão no interior da orelha média com a que está na faringe e no meio ambiente.

Nota clínica

A tuba auditiva é uma via potencial de disseminação de infecções da faringe para a orelha média. A otite média, ou infecção da orelha média, é mais prevalente em crianças muito jovens porque sua tuba auditiva não abre facilmente como a de um adulto.



Saiba mais

O artigo a seguir mostra uma revisão de literatura sobre a relação do aleitamento materno e a ocorrência de otite média em bebês.

FOLTRAN, L. N.; FUJINAGA, C. I. Otite média posicional e sua relação com o aleitamento: revisão integrativa de literatura. *In: SEMANA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA*, 19., 2014, Guarapuava-PR. *Anais...* Guarapuava-PR: Unicentro, 2014. Disponível em: <<http://anais.unicentro.br/proic/pdf/xixv2n1/124.pdf>>. Acesso em: 8 jul. 2016.

Em sua parede lateral, uma prega vertical da mucosa, a prega salpingofaríngea, estende-se para baixo, a partir da tonsila tubária, e contém o músculo salpingofaríngeo. Uma segunda prega menor, a prega salpingopalatina, estende-se da parte superior da tonsila tubária ao palato. Atrás do óstio faríngeo da tuba auditiva situa-se um profundo recesso, o recesso faríngeo.

Na parte posterior encontra-se uma saliência produzida por tecido linfático e conhecida como tonsila faríngea. De um modo geral, a tonsila faríngea é mais volumosa na infância, regredindo e se atrofiando na idade adulta. Quando as tonsilas aumentam como resposta a uma infecção, elas são designadas de adenoides. Esse aumento pode ser crônico e interferir na respiração pelo nariz, tornando necessária a respiração pela boca.



Observação

A remoção cirúrgica das tonsilas palatinas designa-se tonsilectomia, enquanto a remoção das tonsilas faríngeas é chamada de adenoidectomia.

4.4.4 Parte oral da faringe

A parte oral da faringe tem função digestiva. Estende-se do palato mole ao nível do osso hioide. Anteriormente abre-se na boca, através do istmo das fauces. Em sua parte lateral, entre os dois arcos, se encontram as tonsilas palatinas, designadas de amígdalas. As tonsilas palatinas são duas massas de tecido linfóide localizado em ambos os lados da parte oral da faringe, entre os arcos palatoglosso (anterior) e palatofaríngeo (posterior). O espaço entre os arcos que lhe serve de leito é a fossa tonsilar. As tonsilas palatinas estão frequentemente inflamadas e, não raro, são removidas cirurgicamente.



Saiba mais

Você sabia que a amigdalectomia, ou tonsilectomia, é a cirurgia de maior frequência na prática otorrinolaringológica pediátrica, quando a maioria das crianças tem a sua primeira intervenção cirúrgica? Acesse o *link* a seguir e leia o artigo sugerido:

RIBEIRO, F. A.; CARVALHO, R. Ocorrência de dor no período pós-operatório imediato de crianças submetidas à amigdalectomia. *Rev. Dor*, São Paulo, v. 11, n. 1, p. 50-54, 2010. Disponível em: <<http://files.bvs.br/upload/S/1806-0013/2010/v11n1/a1499.pdf>>. Acesso em: 8 jul. 2016.

4.4.5 Parte laríngea da faringe

A parte laríngea da faringe serve como passagem de ar e de alimento. É a parte inferior da faringe. Situa-se posterior à laringe e estende-se inferiormente ao nível do osso hioide à laringe. A parte laríngea da faringe comunica-se com a laringe através do ádito da laringe na sua parede anterior. No sistema digestório torna-se contínua com o esôfago.

Nota clínica

É um local frequente de “choques” de objetos pontudos, por exemplo, os ossos de aves ou as espinhas de peixes. A presença de material estranho nessa região gera um quadro de asfixia, e o indivíduo fica inapto para retirar o objeto.



Lembrete

A faringe pode ser dividida em três partes: parte nasal, parte oral e parte laríngea da faringe. Na clínica, usam-se os termos nasofaringe, orofaringe e laringofaringe, respectivamente.

4.4.6 Os músculos da faringe

Os músculos da faringe estão divididos em dois grupos: os músculos constritores e os músculos elevadores, relacionados com a fala, deglutição e também com funções da orelha média. São eles: músculo constritor inferior, músculo constritor médio, músculo constritor superior, músculo estilofaríngeo, músculo salpingofaríngeo e músculo palatofaríngeo.

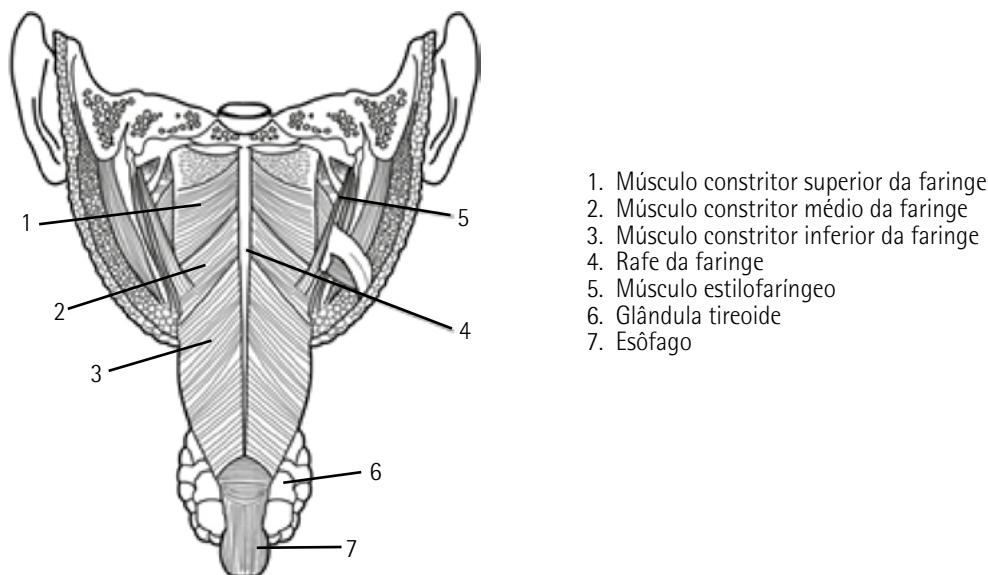


Figura 91 – Vista posterior dos músculos da faringe

4.5 A laringe

A laringe, ou órgão da voz, é a parte das vias aéreas superiores que comunica a faringe com a traqueia. Trata-se de uma estrutura semirrígida, com esqueleto cartilágneo, na qual as cartilagens se articulam em juntas sinoviais. Ela produz uma considerável saliência na linha mediana do pescoço conhecida como pomo de Adão. Tem aproximadamente cinco centímetros de comprimento e a sua extensão vertical corresponde à C4 e C6, porém está situada um pouco mais alto na mulher, o mesmo ocorrendo durante a infância. Durante a puberdade, no homem, a laringe cresce rapidamente em tamanho e as pregas vocais tornam-se 1 centímetro mais longas, fazendo com que o limite inferior da voz caia de uma oitava. Nas mulheres, essas alterações, inclusive no tom da voz, são menos acentuadas. De cada lado da laringe estão os grandes vasos do pescoço.



Observação

A remoção cirúrgica das tonsilas palatinas designa-se tonsilectomia, enquanto a remoção das tonsilas faríngeas é designada adenoidectomia.

Nota clínica

A laringite é uma inflamação da mucosa da laringe e pregas vocais que causa rouquidão da voz de um indivíduo ou interfere na capacidade de falar. Entre os principais fatores listados na laringite, temos a utilização da voz em exagero, inalação de substâncias químicas irritantes e infecções bacterianas ou virais.



Lembrete

A laringe é formada por cartilagens, ligadas por articulações, algumas sinoviais e por ligamentos.

4.5.1 Papéis da laringe

A laringe tem dois papéis principais. Um deles é impedir que alimentos e líquidos entrem na traqueia e nos pulmões durante a deglutição e permitir a passagem do ar durante a respiração. Outro papel é a produção de sons. A fonação é a produção fisiológica da voz. Seu mecanismo é o seguinte: o ar expulso dos pulmões, ao atravessar a glote estreitada, entra em vibração. As vibrações do ar originam um som que será modelado, tomando as características da voz humana na faringe, boca e cavidade nasal. O estreitamento da glote é devido à ação dos músculos das cordas vocais que se contraem. Quando esses músculos não estão contraídos, o ar expirado passa livremente pela glote, não produzindo som. Devido à influência dos hormônios sexuais masculinos, as pregas vocais usualmente são mais espessas e mais longas nos homens do que nas mulheres. Por isso, elas vibram mais lentamente, dando aos homens um tom mais baixo do que nas mulheres.

Nota clínica

Processos infecciosos ou agentes irritantes no ar, por exemplo, a fumaça do cigarro, podem causar inflamação na mucosa da laringe, atingindo as pregas vocais. Estas têm reduzida a capacidade de vibrar normalmente e o indivíduo pode ter rouquidão ou até mesmo afonia completa. Em fumantes crônicos, a rouquidão pode ficar inalterável.

4.5.2 Esqueleto da laringe

A laringe é formada por nove cartilagens, três ímpares e três pares: tireoídea, epiglote, cricoídea, aritenóideas, corniculadas e cuneiformes. Essas cartilagens são mantidas juntas e unidas ao osso hioide acima e à traqueia abaixo por ligamentos e músculos.

4.5.3 Cartilagem tireoídea

Entre os povos egeus, nos primórdios da civilização grega, o *thyreós* era uma grande pedra achatada colocada contra uma porta para mantê-la fechada. Mais tarde, a palavra foi aplicada a um escudo pelos habitantes da ilha de Minos, feito de lâminas de madeira prensadas, amarradas com cipós e completado, nas bordas, com placas de metal (uma forma muito semelhante a uma porta, que em grego arcaico designava-se *thyra*). Esse escudo, ao contrário da maioria dos escudos gregos, cobria o corpo até os pés e tinha duas chanfraduras ou entalhes, superior ou inferiormente, para encaixar o queixo e o joelho, respectivamente. A cartilagem tireoídea recebeu esse nome por sua posição em relação à laringe, pois parece um escudo protetor.

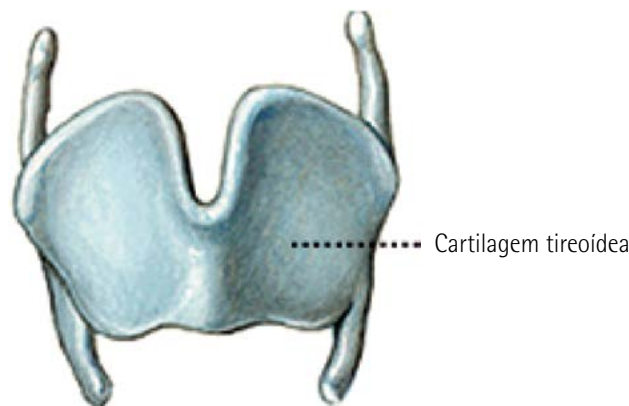


Figura 92 – Cartilagem tireoídea

A cartilagem tireoídea é a maior cartilagem da laringe, ímpar, composta de duas placas quadriláteras, as lâminas direita e esquerda, que se juntam para compor a proeminência laríngea, o pomo de Adão do pescoço. O ângulo formado por essa união é mais agudo nos homens do que nas mulheres, correspondendo a um marcador de dimorfismo sexual.

4.5.4 Cartilagem epiglote

A cartilagem epiglote é ímpar, com a forma de uma folha, e está localizada posterior à raiz da língua e ao hioide e anterior ao ádito da laringe. Ela é revestida por mucosa contínua com a raiz da língua e das partes laterais da faringe. A mucosa constitui três pregas entre a língua e a cartilagem epiglote: a prega glossoepiglótica mediana e as duas pregas glossoepiglóticas laterais. As depressões localizadas entre as pregas, de cada lado do plano mediano, são designadas valéculas da epiglote.

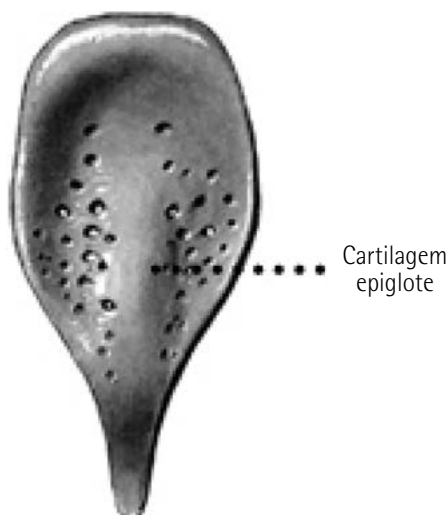


Figura 93 – Cartilagem epiglote

A laringe inteira se eleva durante a deglutição para fechar a glote contra a cartilagem epiglote. Esse movimento pode ser visto pondo os dedos sobre a laringe e engolindo em seguida. Caso a glote não permaneça fechada como deveria acontecer durante o ato de engolir, o alimento pode adentrar na glote.

Nota clínica

Quando a cartilagem epiglote é retirada durante uma cirurgia tumoral, o paciente tem que aprender, com muito esforço, a engolir perfeitamente sem a cartilagem epiglote, pois há **perigo de aspiração**.

4.5.5 Cartilagem cricoídea

A cartilagem cricoídea é ímpar, composta de um anel completo de cartilagem hialina, porém menor, mais grossa e robusta que a cartilagem tireoídea.

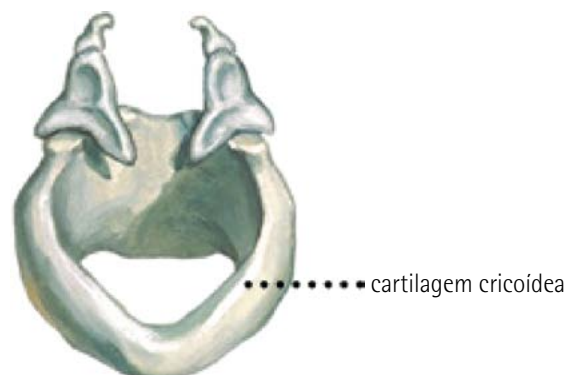


Figura 94 – Cartilagem cricoídea

Entre as cartilagens tireoídea e cricoídea há o ligamento cricotireoídeo, que é o ponto de referência para realizar um procedimento de ventilação de emergência, uma cricotireoidostomia.

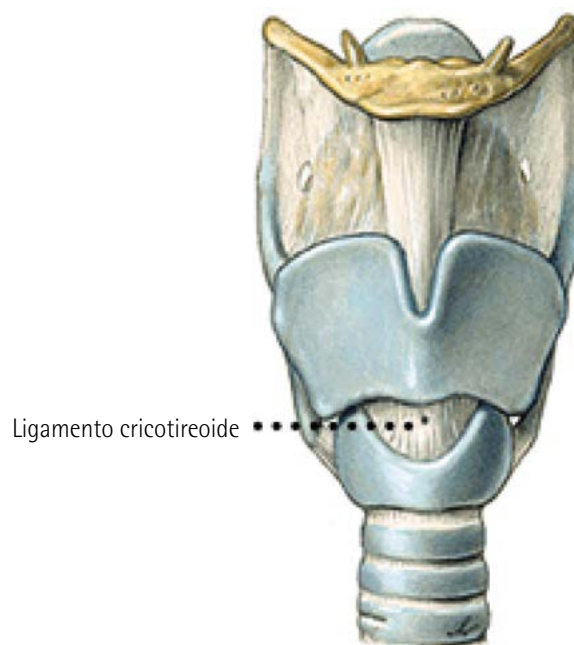


Figura 95 – Ligamento cricotireoídeo

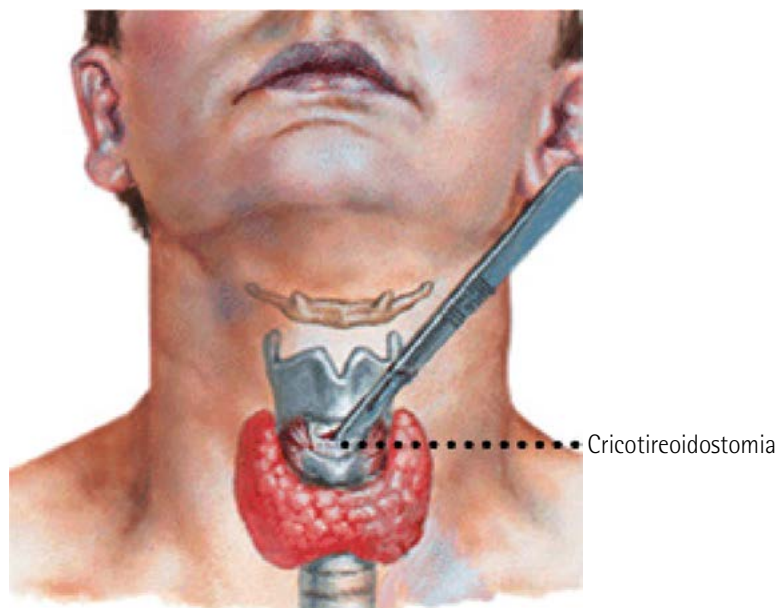


Figura 96 – Cricotireoidostomia



Observação

O termo *krykos* é claramente uma variação do grego *kyrkos* (círculo) e deu o nome à cartilagem laríngea pela sua forma em anel sinete. Esse tipo de anel, muito comum nas classes nobres da Antiguidade e da Idade Média, consistia em uma mesa larga com um símbolo ou inscrição que identificava seu portador e servia para assinar documentos, colocando o anel sobre o lacre derretido, já que a maioria dos indivíduos era inculto.

4.5.6 Cartilagens pares da laringe

As cartilagens aritenoídeas, pares, em forma de pirâmide, são localizadas no dorso da laringe e formadas por cartilagem hialina. As cartilagens corniculadas e cuneiformes são pequenas peças de cartilagem elástica. A primeira se articula com as cartilagens aritenoídeas, enquanto a última está fixada anteriormente às cartilagens corniculadas.

4.5.7 Compartimentos da laringe

No interior da laringe podem ser distinguidos três andares: o vestíbulo da laringe, o ventrículo da laringe e a cavidade infraglótica. O vestíbulo da laringe se estende do ádito da laringe, a abertura superior da laringe, até a rima da glote, que corresponde ao espaço localizado entre as duas pregas vocais e as cartilagens aritenoídeas. O fechamento do ádito da laringe protege as vias aéreas superiores contra a penetração de alimentos e corpos estranhos.

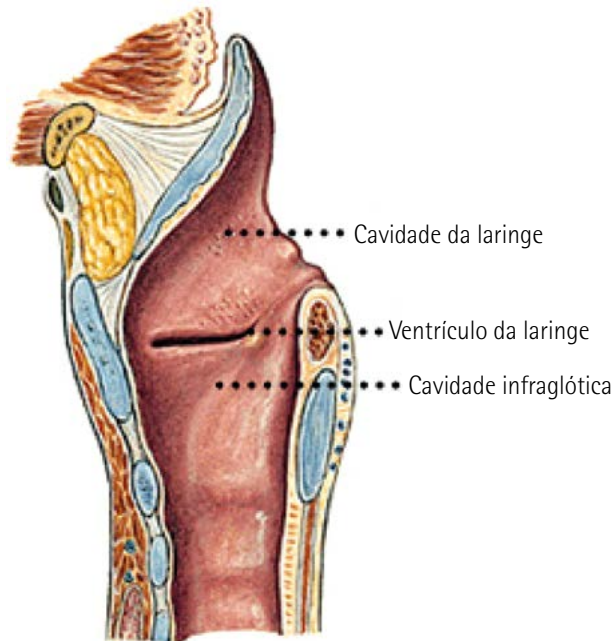


Figura 97 – Compartimentos da laringe

O ventrículo da laringe é uma depressão, em forma de cunha, localizada entre as pregas vestibulares e vocais de cada lado. A fenda entre as duas pregas vocais, direita e esquerda, é a rima da glote. As pregas vestibulares são também designadas de falsas cordas vocais. Elas apresentam papel protetor. As pregas vocais, ou cordas vocais verdadeiras, apresentam papel de produção de som durante o canto e a fala.

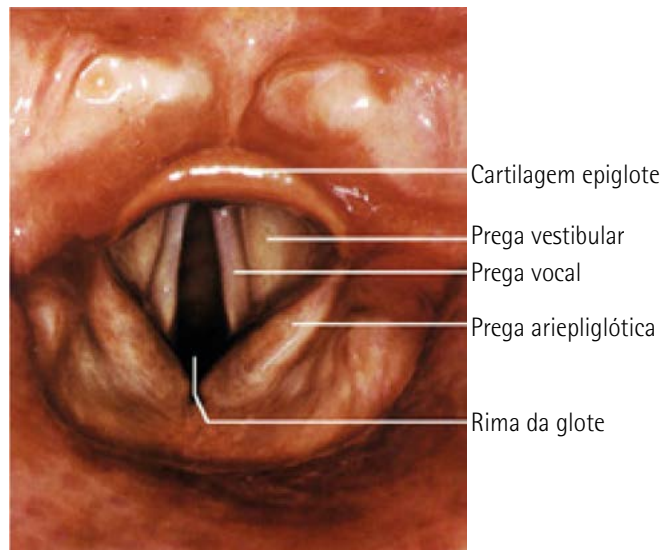


Figura 98 – Cartilagens laringeas. Fotografia mostrando as estruturas observadas durante a inspeção das cordas vocais com um espelho laringeo

A cavidade infraglótica é um espaço localizado entre a rima da glote e o começo da traqueia. Na linguagem clínica, ela é designada de subglote ou espaço subglótico.

Nota clínica

Um edema de glote pode aparecer após reações alérgicas e outras causas, provocando um estreitamento das vias aéreas superiores e consequente falta de ar.

4.5.8 Músculos da laringe

Há dois grupos de músculos da laringe, os extrínsecos e os intrínsecos. Os músculos extrínsecos são aqueles que se estendem da laringe aos órgãos vizinhos. Eles abrangem os seguintes músculos: o tireo-hioídeo, o estilo-hioídeo, o milo-hioídeo, o digástrico, o estilofaríngeo e o palatofaríngeo, que são levantadores da laringe; e o omo-hioídeo, o esterno-hioídeo e o esternotireoídeo, que são abaixadores da laringe.

Já os músculos intrínsecos da laringe são: o cricotireoídeo, o cricoaritenóideo lateral, o cricoaritenóideo posterior, o tireoaritenóideo, o vocal, o aritenóideo transverso e o aritenóideo oblíquo. Pode-se dizer que papéis dos músculos intrínsecos da laringe são os seguintes: tensionar ou relaxar o ligamento vocal, o que denota aumentar ou reduzir a distância que separa as cartilagens aritenóideas e tireoídea; aduzir ou abduzir os ligamentos vocais, ou seja, aproximar ou afastar do plano mediano os ligamentos vocais, aumentando ou reduzindo a rima da glote; e ocluir o ádito da laringe, o que denota fechar a entrada da laringe.

4.6 A traqueia

A traqueia é formada por um tubo de aproximadamente 2,5 centímetros de diâmetro e 11 centímetros de comprimento, e é sempre maior na mulher do que no homem. Na criança, a traqueia é menor, mais profundamente localizada e mais móvel do que no adulto. Faz continuação à laringe, penetra no tórax e no mediastino e acaba bifurcando-se nos dois brônquios principais, estendendo-se até ao nível de T6. Ela se localiza medianamente, diante do esôfago e, tão somente na sua terminação, desvia-se para a direita. Durante a inspiração profunda, a traqueia pode se alongar por aproximadamente 5 centímetros.



Observação

Abaixo da laringe, as vias aéreas superiores prosseguem com a traqueia e os brônquios principais.

Nota clínica

Diversas circunstâncias podem bloquear o fluxo de ar pela obstrução da traqueia, por exemplo, um objeto grande pode ser aspirado ou um tumor canceroso pode protrair-se para dentro da via respiratória. Dois métodos são usados para restabelecer o fluxo de ar em caso de obstrução traqueal: a traqueostomia e a intubação.



Saiba mais

A técnica da traqueostomia é considerada o método elegível mais antigo executado no centro cirúrgico. O enfermeiro desenvolve diversos papéis no pós-operatório de traqueostomia: praticando diretamente suas técnicas no cuidado do paciente ou por meio de intervenções em toda a dinâmica da assistência de enfermagem. Leia:

SILVEIRA, L. S. S.; OLIVEIRA, M. A. C.; MARTINS, K. C. Assistência do enfermeiro no pós-operatório de traqueostomia realizada na UTI. *Littera*, Rio de Janeiro, v. 2, n. 3, 2013. Disponível em: <<http://www.litteraemrevista.org/ojs/index.php/Littera/article/view/77>>. Acesso em: 8 jul. 2016.

Em conformidade com as suas relações topográficas, a traqueia é dividida em duas partes: cervical e torácica. Na superfície interna do local de bifurcação, encontra-se comumente uma projeção de mucosa, reforçada por cartilagem para o interior da luz, a carina da traqueia.

Nota clínica

Pelo fato de apresentar ar, a traqueia comumente é perceptível em radiografias como uma mancha escura. A carina da traqueia é detalhe anatômico relevante de referência quando se realiza a broncoscopia.

O caminho do ar da traqueia está rodeado por uma sequência de 16 a 20 anéis de cartilagem hialina em forma de "C", que têm por finalidade impedir que as paredes desse tubo se colapsem da mesma maneira que os anéis completos no tubo de um aspirador de pó. Os anéis sobrepostos estão unidos entre si pelos ligamentos anulares.



Observação

Diferentemente da faringe e do esôfago, as cartilagens da traqueia possibilitam que ela se mantenha sempre aberta ou desobstruída para a passagem do ar.

A mucosa, superfície que reveste a luz da traqueia, consiste em tecido epitelial pseudoestratificado colunar ciliado e proporciona a mesma proteção contra pó e outras partículas, como a membrana que reveste a cavidade nasal, parte nasal da faringe e da laringe.

A abertura posterior nos anéis traqueais é transposta pelo músculo liso, o músculo traqueal, involuntário, que une as suas extremidades. Portanto, a parede posterior da traqueia é plana. A parte "incompleta" desses anéis está em contato com o esôfago. Isso possibilita que, durante a passagem do bolo alimentar, o esôfago se expanda à custa dessa parede posterior distensível da traqueia.

Nota clínica

Células de Goblet produzem muco que prendem partículas transportadas pelo ar e micro-organismos, e os cílios empurram o muco para cima, de maneira que ele seja engolido ou expelido. Irritação constante por fumaça de cigarro ou outros poluentes destroem os cílios, e o muco com as partículas presas não é retirado. Micro-organismos se desenvolvem nesse muco amontoadado, o que gera infecções respiratórias. Irritação e inflamação da mucosa estimulam o reflexo da tosse.

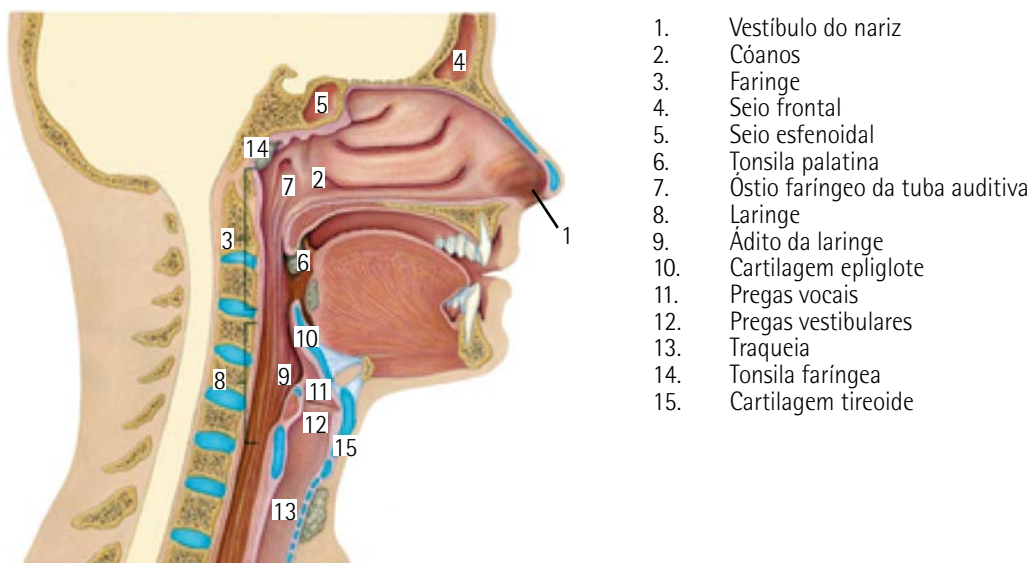


Figura 99 – Vias aéreas superiores

4.7 Os brônquios

No mediastino, ao nível da T6, a traqueia bifurca-se nos brônquios principais, direito e esquerdo. Neles, os anéis cartilagueiros da traqueia são substituídos por placas irregulares de cartilagem. Os brônquios principais direito e esquerdo dão origem aos brônquios lobares, que ventilam os lobos dos pulmões. Estes, por sua vez, dividem-se em brônquios segmentares, que vão ter com os segmentos broncopulmonares. Os brônquios segmentares sofrem ainda sucessivas divisões antes de acabarem nos alvéolos pulmonares. Observa-se, assim, que cada brônquio principal dá origem no pulmão a uma sequência de ramificações designadas, em conjunto, como árvore brônquica.

Os brônquios principais direito e esquerdo diferem-se um do outro por sua direção, comprimento e calibre. O brônquio principal direito é sempre mais largo, 14 milímetros, que o esquerdo, 12 milímetros. O brônquio direito é fortemente verticalizado, enquanto o esquerdo é menos, e o comprimento do esquerdo é quase o dobro, 4 a 5 centímetros, do direito, 1 a 2,5 centímetros.

O brônquio principal esquerdo passa sob o arco aórtico e anteriormente à parte descendente da aorta para atingir o hilo pulmonar esquerdo. Ele cruza à frente do esôfago e, nesse ponto, pode impedir a deglutição de um objeto maior.

Essas disposições tornam-se relevantes nos casos de penetração de corpos estranhos na traqueia, que comumente encontram mais facilidade para alcançar o pulmão direito.

Nota clínica

Na medida em que se ramificam, os brônquios vão perdendo a cartilagem de sua estrutura e ganhando mais musculatura lisa. Suas paredes podem, portanto, se contrair e reduzir a luz dos brônquios, prejudicando a respiração, como acontece na asma.

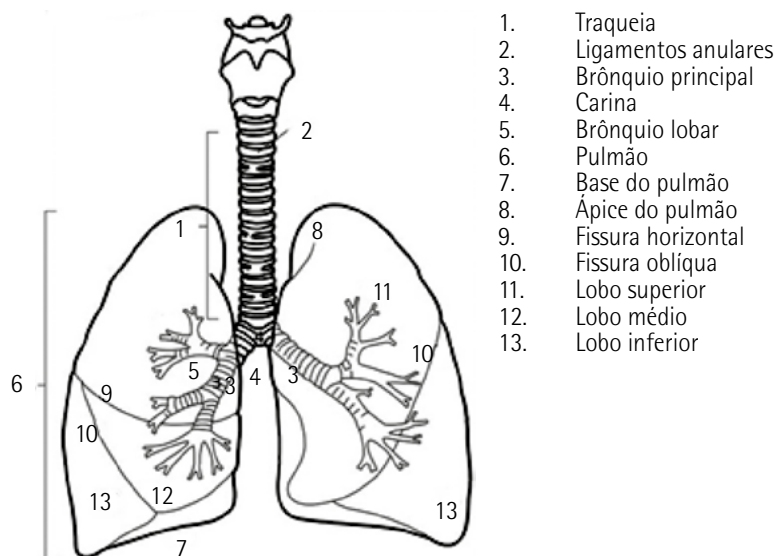


Figura 100 – Vias aéreas superiores e pulmões

4.8 Os pulmões

Os pulmões são os órgãos da respiração, locais em que o sangue venoso se transforma em sangue arterial. A superfície externa dos pulmões é lisa e brilhante. A coloração dos pulmões é roxo escuro antes do nascimento, rosado no neonato e depois azulado no adulto. À medida que o indivíduo avança a idade, se formam na superfície dos pulmões alguns depósitos de pigmentos, dispostos em forma de pontos, manchas ou linhas. Esses pigmentos provêm de uma matéria negra encontrada nas partículas de poeira atmosférica e arrastados pela respiração. Em indivíduos que respiram por longos períodos esse tipo de ar, a matéria negra pode acumular-se em quantidades tão consideráveis que invadem as paredes dos alvéolos pulmonares. Sua ampla e permanente comunicação com o exterior carrega normalmente numerosos micro-organismos pelo ar inspirado. O micro-organismos, em certos momentos, podem causar patologias.

Os pulmões têm a forma de um cone, medem aproximadamente 25 centímetros de altura por 16 centímetros de diâmetro. Situados na cavidade torácica, são mais leves que a água, de consistência mole e elástica como uma esponja. Possuem um ápice superior, uma base inferior e duas faces: costal (em relação às costelas) e medial (voltada para o mediastino). A base, chamada de face diafragmática, descansa sobre o diafragma, músculo que separa internamente o tórax do abdome. Na sua face medial, cada um dos pulmões possui uma fenda em forma de raquete, o hilo do pulmão, pelo qual entram ou saem brônquios, vasos e nervos pulmonares.

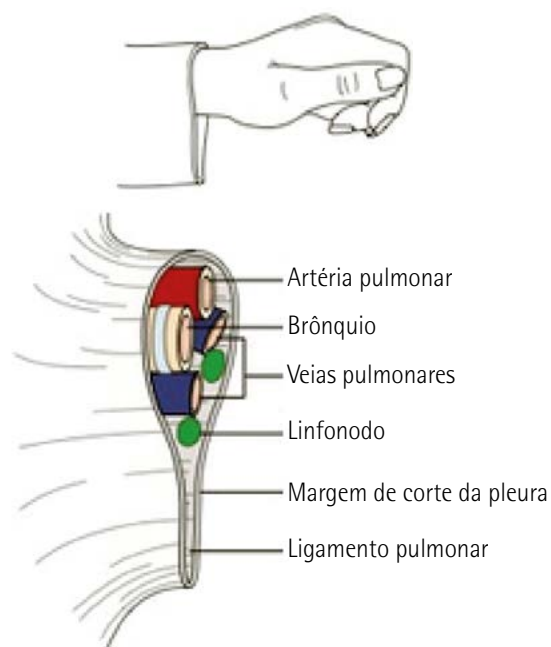


Figura 101 – Principais estruturas presentes no hilo pulmonar

Nos seres humanos, assim como na maioria dos mamíferos, os pulmões possuem sulcos profundos, que são as fissuras que dividem parcialmente esse órgão em lobos.



Figura 102 – Pulmões direito e esquerdo e coração

O pulmão direito é mais curto que o esquerdo, porque a cúpula diafragmática está mais elevada à direita. É mais largo, porque o coração se desloca para a esquerda. Possui um volume maior, aproximadamente 2 litros de ar, enquanto o esquerdo, aproximadamente 1,6 litro de ar.

O pulmão direito nos homens pesa, em média, 700 gramas, e nas mulheres, em média, 550 gramas. O pulmão esquerdo nos homens pesa, em média, 600 gramas, e nas mulheres, em média, 450 gramas.

O pulmão direito é dividido pelas fissuras oblíqua e horizontal em três lobos: superior, intermédio e inferior. O pulmão esquerdo é dividido pela fissura oblíqua em dois lobos: superior e inferior. Apresenta uma chanfradura, a incisura cardíaca, local em que o coração está situado. O lobo superior do pulmão esquerdo apresenta uma ponta logo abaixo da incisura cardíaca, designada de língula, que corresponderia ao lobo médio. As fissuras estão ausentes comumente ou são incompletas, principalmente a horizontal. Às vezes existe uma fissura a mais (fissura extranumerária), compondo um lobo extranumerário.

4.9 A segmentação broncopulmonar

Ao alcançarem os pulmões correspondentes, os brônquios principais subdividem-se nos brônquios lobares. No pulmão direito, temos três lobos, e no esquerdo, apenas dois. Por isso, os brônquios lobares resultantes da divisão do brônquio principal direito são classificados em brônquios lobares superior, médio e inferior. O brônquio principal esquerdo se divide nos brônquios lobares superior e inferior. Os brônquios lobares subdividem-se em brônquios segmentares, cada um destes distribuindo-se a um segmento pulmonar. O pulmão direito é composto de dez segmentos e o esquerdo, de nove. Nos brônquios segmentares direitos, temos: lobo superior direito, com três segmentos – um apical, um posterior e um anterior; lobo médio, com um segmento superior, um lateral e um medial; lobo inferior direito, com quatro segmentos basais – basilar medial, anterior, lateral e basilar posterior.

No pulmão esquerdo, o lobo superior esquerdo tem um segmento ápico posterior, um anterior, um lingular superior e um lingular inferior. O lobo inferior esquerdo tem um segmento superior e quatro segmentos basais – basilar medial, anterior, lateral e basilar posterior.

A árvore bronquial continua se ramificando em túbulos cada vez menores chamados de bronquíolos. Dentro do lobo, os bronquíolos se dividem e formam os bronquíolos terminais. Numerosos bronquíolos terminais conectam-se com bronquíolos respiratórios que se dirigem aos ductos alveolares e, em seguida, aos sacos alveolares.

4.10 A pleura

Os pulmões e a parede da cavidade torácica são recobertos por uma membrana serosa designada de pleura. Entre a pleura que envolve o pulmão, a pleura visceral e a pleura que reveste a cavidade torácica, a pleura parietal, forma-se uma cavidade muito fina, a cavidade pleural, preenchida por um líquido lubrificante que facilita a movimentação pulmonar durante os movimentos respiratórios.

Nota clínica

A pleurite é uma inflamação da pleura e é comumente dolorosa porque a inervação sensorial da pleura parietal está irritada. Sempre que a situação avança, a permeabilidade da membrana se altera, o que gera um acúmulo de fluido na cavidade pleural, fazendo com que a respiração fique complicada.



Resumo

Expusemos, cronológica e historicamente, tópicos que com frequência não são desenvolvidos de forma apropriada nos cursos de anatomia humana ou nos tratados tradicionais. Iniciamos discutindo sobre os egípcios, gregos, romanos, árabes, desde o renascer das ciências até a atualidade, buscando os proeminentes colaboradores relacionados aos estudos do sistema cardiovascular.

O sistema cardiovascular transporta O_2 e glicose para as células e CO_2 e outros resíduos para fora das células; também conduz hormônios e auxilia na manutenção da temperatura corporal. Os elementos do sistema cardiovascular são o coração, os vasos de sangue e o sistema linfático. O coração está contido no interior do pericárdio. A microanatomia do coração consiste no epicárdio, miocárdio e endocárdio.

No átrio direito chega sangue oriundo do corpo pelas veias cavas superior e inferior, e o ventrículo direito expulsa o sangue através do tronco pulmonar para as artérias pulmonares até os pulmões. No átrio esquerdo chega sangue oriundo dos pulmões pelas veias pulmonares, e o ventrículo esquerdo envia o sangue pela parte ascendente da aorta para as células do corpo.

O coração contém um conjunto de válvulas que formam as valvas atrioventriculares (direita e esquerda) e as valvas semilunares (do tronco pulmonar e da aorta). Os átrios direito e esquerdo são separados pelo septo interatrial, e os ventrículos direito e esquerdo, pelo septo interventricular. Os átrios têm dois apêndices: as aurículas direita e esquerda. Internamente, o átrio direito possui relevos musculares, designados músculos pectíneos, e a fossa oval. O ventrículo direito apresenta três músculos papilares, que possuem, em suas extremidades, as cordas tendíneas. Estas, por sua vez, inserem-se nas cúspides. Já o ventrículo esquerdo possui dois músculos papilares. O ventrículo esquerdo apresenta miocárdio mais espesso do que o ventrículo direito, pois participa da circulação sistêmica.

Os tipos de circulação de sangue são: a sistêmica, a pulmonar, a cardíaca, a fetal, a portal e a colateral. O coração possui um sistema próprio de estimulação elétrica para as contrações chamado complexo estimulador do coração. Ele é composto do nó sinoatrial e atrioventricular, do feixe atrioventricular e seus ramos direito e esquerdo e da rede de Purkinje.

As artérias e as veias possuem três camadas ou túnicas: a externa, a média e a interna. As artérias saem do coração e as veias chegam ao

coração. As veias apresentam válvulas que direcionam o sangue para o coração quando as veias são pressionadas pelas bombas dos músculos estriados esqueléticos. As artérias são classificadas em artérias de grande calibre, ou elásticas, de médio calibre, ou musculares, e de pequeno calibre, ou arteríolas. Capilares são formados tão somente por células endoteliais.

A aorta é uma artéria que emerge do ventrículo esquerdo e apresenta quatro partes: a aorta ascendente, o arco da aorta, a parte torácica da aorta e a parte abdominal da aorta. A aorta, em seu percurso, provê numerosos ramos, que vão nutrir os órgãos. Os ramos da aorta recebem os nomes conforme os órgãos nutridos ou o osso próximo. Os ramos de cada parte da aorta caminham para órgãos ou regiões específicas. Temos, assim, artérias para o coração, para a cabeça e o pescoço, artérias do tórax e abdome e os membros superiores e inferiores. Os únicos ramos que emergem da parte ascendente da aorta são as artérias coronárias que nutrem o miocárdio. Três artérias emergem do arco da aorta: o tronco braquiocefálico, a artéria carótida comum esquerda e a artéria subclávia esquerda. O tronco braquiocefálico ramifica-se em artéria carótida comum direita e artéria subclávia direita.

A cabeça e o pescoço recebem nutrição de ramos das artérias carótidas interna e externa e das artérias vertebrais. O membro superior é nutrido pela artéria subclávia e seus ramos. A artéria subclávia passa a se denominar, primeiramente, artéria axilar; em seguida, quando chega ao braço, é chamada de artéria braquial. A artéria braquial ramifica-se em artérias radial e ulnar, que nutrem o antebraço e a mão. A parte torácica da aorta emite diversos ramos, por exemplo, as artérias bronquiais que nutrem os brônquios e o tecido pulmonar. A parte abdominal da aorta emite ramos pares e ímpares. Como exemplo de ramos pares encontramos as artérias testiculares e as artérias ováricas. Os ramos ímpares da parte abdominal da aorta são: o tronco celiaco e as artérias mesentéricas (superior e inferior). As artérias ilíacas comuns ramificam-se em artérias ilíacas interna e externa, que emitem ramos para nutrir a pelve e os membros inferiores. Capilares linfáticos drenam o líquido intersticial, que é constituído a partir do plasma sanguíneo; quando esse líquido adentra nos capilares linfáticos, ele é chamado de linfa. A linfa retorna ao sistema venoso através de dois ductos linfáticos maiores: o ducto torácico e o ducto linfático direito. Compõem ainda o sistema linfático as tonsilas, o timo e o baço.

O conjunto de órgãos envolvidos com a respiração forma o sistema respiratório. Esses órgãos são: o nariz, a faringe, a laringe, a traqueia, os brônquios, que correspondem às vias aéreas superiores, e os pulmões. O nariz é sustentado pelos ossos nasais e por cartilagens. Seus principais papéis são: aquecer, umedecer, limpar o ar inspirado e o olfato. Os seios

paranasais encontram-se nos ossos designados de pneumáticos, como a maxila, o etmoide, o esfenóide e o frontal. A faringe se comunica com sete cavidades: nasais, oral, timpânica, esôfago, laringe. Apresenta três partes: a parte nasal, a parte oral e a parte laríngea da faringe. A laringe possui cartilagens ímpares e pares que mantêm a passagem para a traqueia aberta durante a respiração e fecham a passagem respiratória durante o ato de engolir. A traqueia é um órgão tubular formado por anéis incompletos cartilagíneos. Os brônquios são divididos em principais, ou primários, lobares, ou secundários, e segmentares, ou terciários. O brônquio principal direito é mais curto, largo e verticalizado do que o brônquio principal esquerdo. O pulmão direito é subdividido através de duas fissuras, apresentando três lobos: o superior, o médio e o inferior. O pulmão esquerdo é subdividido em uma única fissura, possuindo dois lobos: o superior e o inferior. Os pulmões são envolvidos pela pleura visceral, e a cavidade torácica é recoberta pela pleura parietal. O espaço entre essas duas membranas pleurais é designado cavidade pleural e contém o líquido pleural.



Exercícios

Questão 1. (FUNIVERSA 2015) Segundo Dangelo e Fattini em *Anatomia Humana Básica*, "a simples observação de um grupamento humano evidencia de imediato diferenças morfológicas entre os elementos que compõem o grupo".

Com base nessa informação, assinale a alternativa que apresenta a denominação dessas diferenças.

- A) Malformações congênitas.
- B) Rarefações elementares.
- C) Divisões morfológicas.
- D) Variações anatômicas.
- E) Gigantismo.

Resposta correta: alternativa D.

Análise das alternativas

- A) Alternativa incorreta.

Justificativa: malformações congênitas são defeitos na constituição de algum órgão ou conjunto de órgãos que irão determinar uma anomalia morfológica estrutural presente no nascimento por condições multifatoriais.

B) Alternativa incorreta.

Justificativa: rarefações elementares correspondem à diminuição da densidade de uma estrutura sólida, como a rarefação óssea que se observa na osteoporose.

C) Alternativa incorreta.

Justificativa: divisões morfológicas podem ser a anatomia (visão macroscópica) ou a histologia (visão microscópica).

D) Alternativa correta.

Justificativa: variações anatômicas são diferenças morfológicas entre elementos que compõem um grupo humano. Pode ser externamente ou em qualquer sistema do organismo sem que traga prejuízo funcional ao indivíduo.

E) Alternativa incorreta.

Justificativa: gigantismo é uma doença rara na qual o organismo tem hormônio do crescimento em excesso, fazendo com que os órgãos e partes do corpo cresçam mais que o normal.

Questão 2. (FCC 2011) Dentre as medidas biométricas somáticas utilizadas em avaliação física, uma é chamada de envergadura. Ela representa a distância entre:

A) O acrômio direito e o acrômio esquerdo na posição anatômica.

B) A parte superior do crânio e a planta dos pés na posição ortostática.

C) A parte superior do crânio e o cóccix, na posição sentada.

D) O maléolo externo e a crista ilíaca em decúbito dorsal.

E) As pontas dos dedos médios de ambos os membros superiores abduzidos e estendidos.

Resolução desta questão na plataforma.
