

Aula 00 (Prof. André)

*Conhecimentos Específicos p/ Prefeitura
de Araranguá-SC (Técnico em
Enfermagem) - Pós-Edital*

Autor:

**André Vieira Peixoto Davila, Lígia
Carvalho Fernandes**

01 de Março de 2020

1 – Introdução	6
2- A pele.....	7
3- A epiderme.....	10
3.1 Estrato Basal.....	12
3.2 Estrato Espinhoso.....	14
3.3 Estrato granuloso e estrato lúcido	15
3.4 Estrato córneo.....	15
4- A Derme.....	16
4.1 As linhas de clivagem	17
4.2 A circulação na derme.....	18
5- A Hipoderme.....	19
6- Anexos da pele.....	20
6.1 Glândulas sebáceas e sudoríparas	21
6.2 Pelos e cabelos	25
6.3 Unhas.....	29
7- O processo de cicatrização.....	31
8 – O sistema esquelético.....	33
9 – As cartilagens.....	34
10 - Os ossos	36
10.1 Células do tecido ósseo	40
10.2 A formação dos ossos.....	42
10.3 Dinamismo ósseo	43
11 - O esqueleto axial.....	44



11.1 Os ossos da cabeça	47
11.2 A coluna vertebral	56
11.3 As costelas	61
11.4 O esterno	61
12 - O esqueleto apendicular	65
12.1 A cintura escapular ou cintura peitoral.	65
12.2 Os membros superiores – braços, antebraços e mãos.	68
12.3 Ossos do carpo	72
12.4 Ossos do metacarpo e das falanges	73
12.5 A cintura pélvica	74
12.6 Os membros inferiores	77
13 – As articulações	81
13.1. Articulações fibrosas	82
13.2. Articulações cartilaginosas.....	82
13.3. Articulações sinoviais	83
14- Os músculos.....	85
14.1 Identificação dos músculos	89
14.2 Citologia dos músculos estriados - sarcômeros.....	90
14.3 A fisiologia da contração muscular	92
15 - Anatomia do sistema muscular esquelético	97
15.1 Organização dos fascículos da musculatura estriada esquelética.....	97
15.2 Musculatura axial	100
15.3 Musculatura apendicular	108



16 – Sistema nervoso	114
17 – O sistema nervoso central - A medula espinhal	116
17.1 Anatomia da medula espinhal	116
17.2 O Reflexo medular – Arco reflexo	119
18 – O sistema nervoso central - O cérebro	121
18.1 Anatomia do cérebro	121
18.2 Os nervos cranianos - SNP.....	124
18.3 O sistema límbico.....	125
18.4 O telencéfalo	126
19- O sistema nervoso periférico	130
19.1 O sistema nervoso autônomo simpático.....	132
19.2 O sistema nervoso autônomo parassimpático	133
20- O potencial de ação.....	136
20.1 Os tipos de sinapse – comunicação entre neurônios e outras células.....	140
20.2 Os neurotransmissores.....	141
21 – Sistema Endócrino	143
21.1 Hormônios.....	144
21.2 Os tecidos secretores do sistema endócrino e seus hormônios	145
22. O sistema imune.....	152
22.1 Os leucócitos	153
22.2 A imunidade Inata	154
22.3 Imunidade adaptativa	155
22.4 A resposta imune	156



23 – Sistema circulatório – o sangue	158
23.1 Composição do sangue - Plasma	159
23.2 Composição do sangue – Elementos figurados	160
23.3 O sistema ABO – Tipagem sanguínea	168
23.4 A coagulação do sangue	170
24 – O coração	170
24.1 Anatomia do coração	171
24.2 As contrações cardíacas – Sístole e diástole	176
24.3 O ciclo cardíaco	177
25 – Os vasos sanguíneos	180
25.1 Anatomia dos vasos sanguíneos	180
25.2 As artérias	182
25.3 As veias	185
25.4 Os capilares	189
26- A circulação sanguínea	191
26.1 A circulação pulmonar	191
26.2 A circulação sistêmica	192
27 - O sistema linfático	194
28 – O sistema respiratório	197
28.1 O sistema respiratório superior	198
28.2 O sistema respiratório inferior	200
28.3 O processo respiratório	203
28.4 Hematose e o transporte de gases	205



28.5 O controle da respiração.....	211
29 – O sistema digestivo	212
30 – A cavidade abdominal.....	217
31 – A cavidade oral (Boca).....	217
31.1 A língua	218
31.2 Glândulas salivares.....	219
31.3 Os dentes	219
32- A faringe e o esôfago	221
33- O estômago	224
34- O intestino delgado	227
35 – O pâncreas	231
36- O fígado e a vesícula biliar	233
37- O intestino grosso	237
38- O sistema urinário	240
39 – O sistema reprodutor	243
39.1. O sistema reprodutor masculino.....	243
39.2. O sistema reprodutor feminino.....	246
40 - exercícios	250
41. resolução dos exercícios.....	310
42 – resumo	326



1 – INTRODUÇÃO

Prezado aluno, nessa aula iremos estudar o corpo humano e sua fisiologia e anatomia.

Fiquem atentos aos esquemas e figuras para entenderem o posicionamento dos órgãos e seu funcionamento.

Lembrem-se que os termos em negrito são importantes!

A aula ficou bastante grande, abrangendo todas as áreas do estudo do corpo humano. Não se preocupe, pois, a matéria está bem “mastigada” e há muitas figuras para melhorar sua compreensão.

Qualquer dúvida, entrem em contato com o professor!

Bons estudos.

Prof. MSc. André D’Ávila

Biólogo, Perito Criminal

 **periciahd**



2- A PELE

A pele é o maior representante do sistema tegumentar e o maior órgão do corpo humano. Ela consiste da nossa **barreira** contra o meio externo e ao mesmo tempo consiste em nosso meio de **contato e reconhecimento** deste meio. Para se ter uma ideia, mesmo com sua propriedade de ser resistente à água no sentido de formar uma barreira contra a entrada e saída deste líquido do corpo, perdemos cerca de 500ml por evaporação involuntária. Imagine se essa barreira não existisse! Veja por exemplo animais que não tem a mesma constituição de pele que a nossa. Muitos têm que viver perto de fontes de água sob pena de ressecarem e morrerem.

A pele tem como principais **funções**:

Proteção contra o ambiente externo.

A pele forma uma verdadeira **barreira contra microrganismos** que venham a entrar em contato com o corpo, protegendo-o também contra a **perda de fluidos** (em especial de água) e contra **ataques químicos e radioativos do meio ambiente**. Uma maneira de exercer essa proteção ocorre pela produção de melanina e de queratina, como veremos à frente.

Excreção de sais e de água.



As **glândulas exócrinas sudoríparas** atuam excretando água e sais, além de subprodutos orgânicos do metabolismo.

Manutenção da temperatura do corpo.

Por meio da **sudorese** e da regulação da **circulação sanguínea nos vasos mais superficiais** do corpo, a pele auxilia em **refrescar** ou **manter** a temperatura do corpo.

Auxílio metabólico ao corpo.

A pele **armazena lipídios**, uma molécula com alta carga energética, na derme e na hipoderme. Ela também **produz vitamina D3**, importante no metabolismo do cálcio.

Auxílio na **exploração do ambiente**.

As terminações nervosas presentes na pele permitem que o corpo **sinta toques por pressão e estímulos de radiação térmica** (alterações de temperatura), o que faz com que ela seja uma fonte de informação para explorar o ambiente que nos cerca. Lembre-se que os indivíduos cegos usam o toque como forma de reconhecimento de formas. Essa sensibilidade é atribuída à pele.



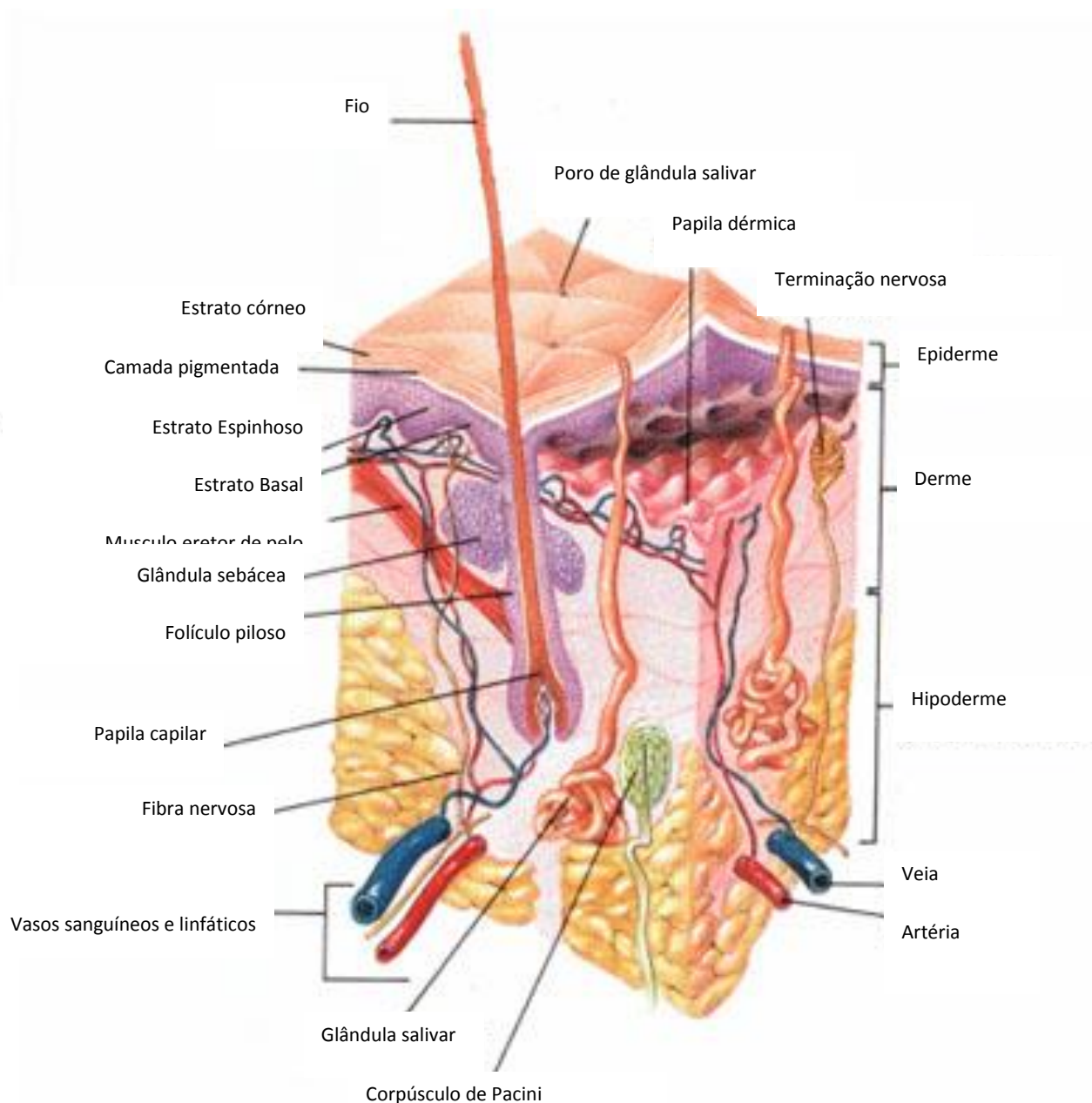


Figura 1: A pele humana e algumas de suas estruturas. Fonte Wikicommons.

Vamos estudar separadamente as camadas que estruturam a pele.

3- A EPIDERME

A epiderme é a camada mais superficial da pele. Esta camada está em contato direto com o ambiente sendo, portanto, aquela que mais **sofre com as suas intempéries**. Ela é alvo de abrasões, ataques de substâncias e de radiação solar constantemente, de modo que necessita de uma estrutura especial para suportar tal condição. De fato, a epiderme é composta por **tecido epitelial escamoso estratificado**, o qual é **avascular**. Como pode uma parte do corpo que sofre tantos ataques, sobreviver? Bem, a pele se renova constantemente. O que ocorre é que nas porções mais profundas da epiderme temos células da pele, os **queratinócitos**, sendo gerados o tempo todo a partir de **células germinativas (com alta capacidade de divisão mitótica) chamadas células basais**.

Lembra-se que os tecidos epiteliais têm em sua porção inferior uma membrana chamada membrana basal. Na pele ocorre o mesmo. Há uma membrana basal que separa a epiderme da derme. Nesta região, próxima da derme que é composta por tecido conjuntivo vascularizado (com vasos sanguíneos), teremos **concentração de células basais**, que são um tipo de **célula tronco, sofrendo mitose e se diferenciando em queratinócitos**. Estes, depois de formados, ascendem, ou seja, **sobem para as porções mais superiores** e externas da epiderme. Neste processo, estas células produzem grande quantidade de **queratina, uma proteína que irá preencher todo o citoplasma**. Os queratinócitos ao chegarem à superfície da pele, apresentam praticamente somente queratina em sua composição. Este tipo de célula demora de 7 a 10 dias para se formar e tem uma vida de cerca de duas semanas na porção mais superficial da pele, onde sofrerá intensamente com ataques do ambiente.

Se nós pegarmos um pedaço de pele humano e fizermos um fino corte transversal, poderemos gerar um segmento de pele fino o suficiente para observarmos em microscópio óptico. Este tipo de corte, chamamos de **corte histológico**. Se fizermos isso com a epiderme, verificaremos a presença de **cinco camadas distintas, ou estratos**. São eles, da porção mais superficial para a mais profunda da pele: **Estrato córneo, estrato lúcido, estrato granuloso, estrato espinhoso e estrato basal**.



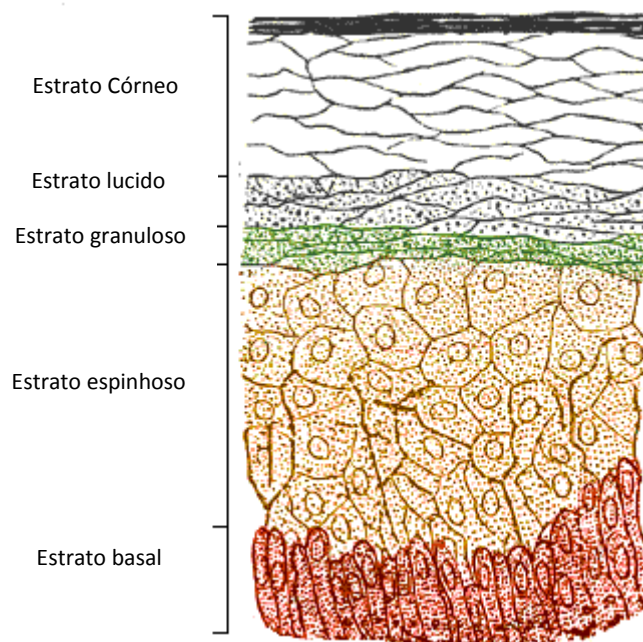


Figura 2: Esquema de corte histológico da pele, mostrando os estratos que formam a epiderme. Fonte Wikicommons.

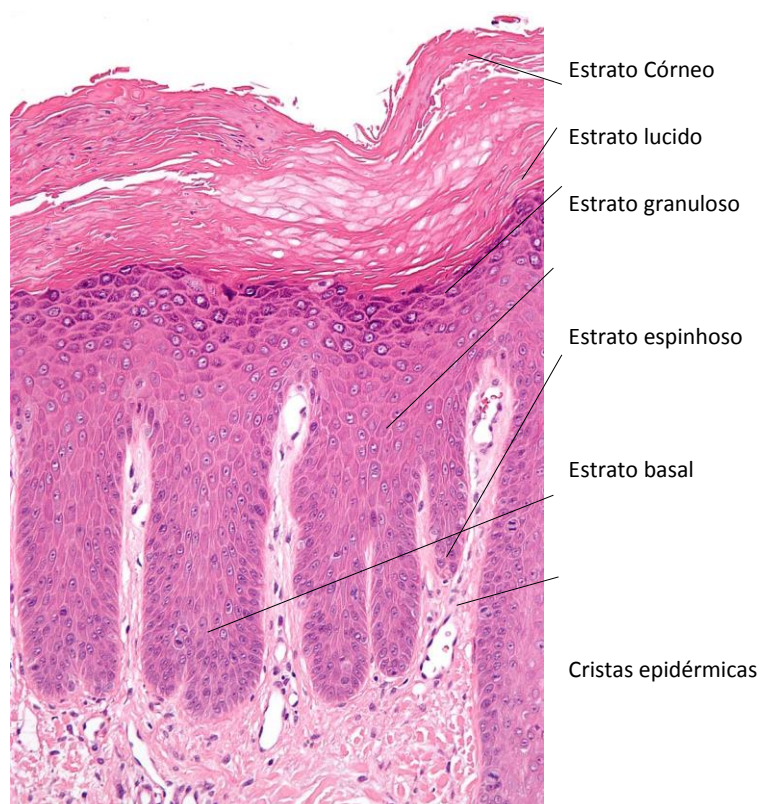


Figura 3: Corte histológico de um segmento de pele, mostrando a epiderme e parte da derme. Fonte Wikicommons.

Vamos estudar as particularidades dos estratos da epiderme. Iniciando do estrato mais profundo da epiderme, até chegarmos à sua superfície.

3.1 Estrato Basal

Consiste no estrato **mais inferior ou profundo da epiderme**, situado apoiado e **ligado à membrana basal**, onde se conecta por meio de hemidesmossomos – estruturas especializadas em ancoragem celular. Este estrato se projeta para o interior da derme, formando as **cristas epidérmicas**. A derme, por sua vez se projeta para cima na epiderme, formando as **papilas dérmicas**. Estas variações topográficas **aumentam a superfície de contato** entre estas camadas da pele, aumentando sua área e, portanto, gerando uma **conexão mais forte entre os tecidos que a formam**.

As papilas dérmicas se projetam para a superfície da pele, formando as **cristas e vales** que formam o **desenho digital**. Estes desenhos são transferidos para superfícies lisas e polidas como se fossem carimbos, devido à presença de óleos nas superfícies das mãos. Estas marcas, por sua vez podem ser encontradas em locais de crime. Os padrões de desenhos digitais também chamados de **impressões digitais** são imutáveis (sem a ação de agentes externos, se mantém iguais a vida toda) e classificáveis devido a pequenas nuances ou acidentes apresentados pelas linhas. Eles têm sua formação atribuída em parte a um componente genético e em parte ao contato da polpa das mãos e dos pés com o líquido amniótico, presente no ambiente uterino – na formação humana em período gestacional.

Na superfície das **mãos, lábios e pés** há células especializadas denominadas **células de Merkel**. Estas células se juntam a terminações nervosas formando os **discos táteis ou corpúsculos de Merkel**. Estes são estruturas sensoriais pertencentes ao grupo dos **mecanorreceptores**. Eles são sensíveis à pressão e, portanto, geram a sensação de **toque**.

Neste estrato se encontram células especializadas na produção de um **pigmento** denominado **melanina**. As células são chamadas **melanócitos**. Elas produzem melanina a partir do amino ácido **tirosina**. Este pigmento tem como função a **proteção das células contra a radiação ultra violeta (UV)**. Esta radiação



pode gerar mutações no DNA. Desta forma, grãos de melanina podem ser encontrados ao redor dos núcleos dos queratinócitos, atuando como verdadeiros guarda-sóis, protegendo-os da radiação solar.

A **melanina, junto com o caroteno, é responsável pela coloração da pele**, que pode ser diferente nos seres humanos. Grandes quantidades de melanina geram peles de tonalidades cada vez mais escuras. A **quantidade de melanina pode se adaptar** ao grau de exposição da pele ao sol. É só nos lembrarmos de quando vamos à praia e ficamos **bronzeados**. Este aumento na sua quantidade é demorado e pode levar alguns dias. Por isso, a exposição prolongada ao sol, sem proteção, depois de grande período em sombra, como é o caso da maioria das pessoas, pode gerar queimaduras na pele.

Células presentes neste estrato e no estrato espinhoso são responsáveis pela **produção de vitamina D3**. Este composto, denominado **Colecalciferol**, é produzido quando as células da epiderme são **expostas a radiação UV a partir de esteroides** relacionados ao colesterol. A vitamina D3 será **metabolizada no fígado e nos rins**, onde será gerado o hormônio **calcitriol**, essencial para a absorção de **cálcio e fósforo pelo intestino delgado**.

Aqui temos um exemplo de como os sistemas do corpo são integrados. A pele é responsável por gerar a vitamina D3 (que também pode ser ingerida, ou seja, adquirida na dieta) por meio de sua exposição ao sol. Essa vitamina vai ser importante para que o corpo consiga absorver cálcio, importantíssimo para os ossos e para o funcionamento dos músculos. Muito importante lembrarmos que nada no corpo funciona sozinho. Sempre há uma integração entre os sistemas.



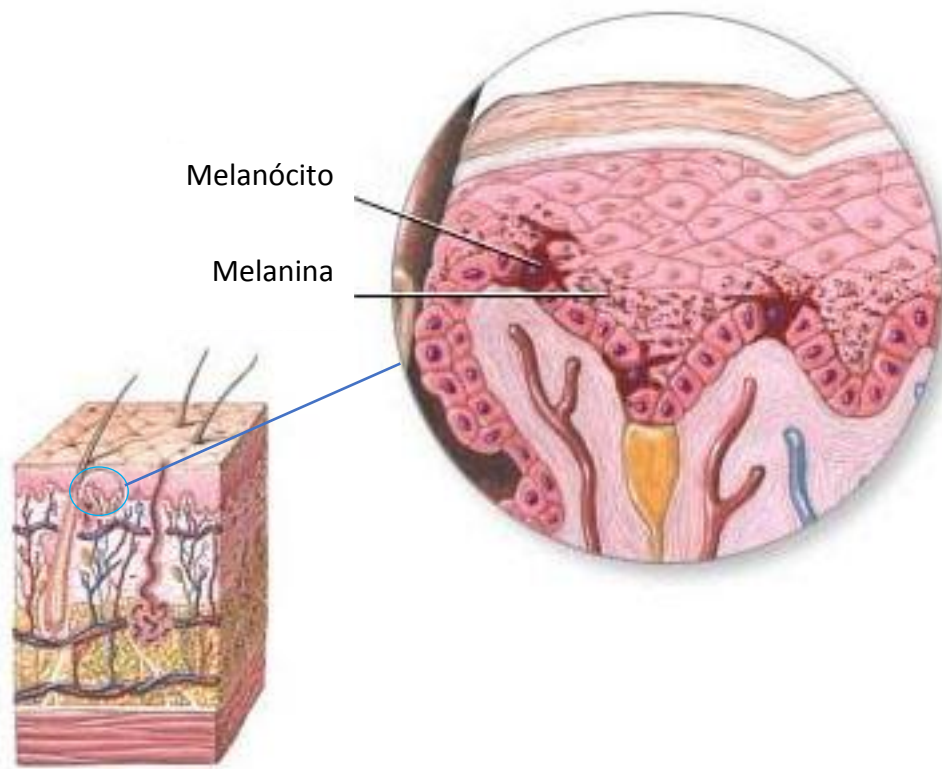


Figura 4: esquema mostrando melanócito no estrato basal, produzindo melanina que é transferida para os queratinócitos dos estratos superiores. Fonte Wikicommons.

3.2 Estrato Espinhoso

Neste estrato temos células do sistema imune que atuam contra **microrganismos** que invadam a epiderme. São células chamadas de **células de Langerhans** ou **células dendríticas**.

Temos como característica deste estrato, a presença de até dez camadas de **queratinócitos ainda em divisão**, mas que iniciam a **redução do citoplasma**, restando somente o citoesqueleto e os desmossomos que mantêm as células do epitélio unidas.

Este estrato está imediatamente acima do estrato basal, em direção à superfície.

3.3 Estrato granuloso e estrato lúcido

Os estratos granuloso e lúcido são caracterizados pela presença de até cinco camadas de queratinócitos que **não mais se dividem** e que apresentam **grande quantidade de queratina**. As células aqui produzem grandes quantidades desta proteína, fazendo com que as suas membranas se tornem cada vez mais **impermeáveis**. Elas desidratam e perdem núcleo e demais organelas, até que **morrem**.

A queratina é uma proteína animal que está presente na composição das unhas e dos cabelos como veremos mais à frente.

O estrato lúcido é mais característico da pele das palmas das mãos e solas dos pés.

3.4 Estrato córneo

Este é o estrato **mais superficial da pele**. Devido a esta característica, é aquele que mais **sofre com a ação do ambiente externo**, apresentando camadas de células que são repostas constantemente, pelos processos já explicados anteriormente.

Ele apresenta até trinta camadas de células **completamente queratinizadas**, representadas por **queratinócitos mortos**. Mesmo mortas, estas células se mantêm **fortemente unidas**, devido a ação dos desmossomos.

O estrato córneo é **relativamente seco**, devido à ação das glândulas sebáceas que secretam óleos, ou seja, material de **natureza hidrofóbica**.



4- A DERME

A derme é a porção **vascularizada** da pele, situada **imediatamente abaixo da epiderme**. Ela é estruturalmente diferente da epiderme, sendo composta por **tecido conjuntivo**. Essa diferença evidencia uma origem embrionária diferente da epiderme. Esta é gerada pelo **ectoderma** embrionário, um tecido que se forma na porção externa do embrião. A derme e a hipoderme são formadas pelo **mesoderma**, um tecido mais interno no embrião.

A derme apresenta duas porções que a compõe: a **camada papilar** e a **camada reticular**. Ambas são compostas por **tecido conjuntivo**. No entanto, a **camada papilar é formada por tecido conjuntivo propriamente dito do tipo areolar** e a **camada reticular é formada por tecido conjuntivo denso**. A camada papilar recebe este nome por apresentar as papilas dérmicas que vimos anteriormente. Está localizada logo abaixo da membrana basal da epiderme. Já a camada reticular se situa abaixo da camada papilar.

Em ambas as camadas teremos: **capilares, vasos linfáticos e neurônios sensoriais**.

A **camada reticular** tem esse nome por apresentar **emaranhados de fibras de colágeno ligadas e intercaladas a fibras de elastina**. Estas fibras vão conferir resistência à pele, mas também elasticidade.

O colágeno, como já estudamos, não apresenta propriedades elásticas, sendo uma fibra resistente, que pode se dobrar retornando ao seu estado original. Já as fibras de elastina são facilmente alongadas, retornando a seu formato inicial. Esta mistura, portanto, faz com que a pele tenha resistência física à tração, permitindo que ela seja puxada até certo ponto sem se arrebentar. Depois de puxada, devido às fibras de elastina, a pele consegue retornar a sua forma anterior. Um fator que auxilia estas propriedades é a quantidade de água presente nos tecidos. De fato, um teste para desidratação é puxar a pele do dorso das mãos. Caso ela não retorne a seu formato original, temos um sinal de desidratação.



Na derme, temos estruturas celulares especializadas, ligadas a neurônios chamadas **Corpúsculos de Pacini**. Estas estruturas são mecanorreceptores, que apresentam a mesma função que as **células de Merkel** presentes no **estrato basal da epiderme**. Eles geram a sensação de toque.

4.1 As linhas de clivagem

As fibras de colágeno e elastina **se organizam em pacotes orientados no sentido de resistirem às forças de tração geradas pelos movimentos do corpo**. O padrão de organização que é gerado por esta organização forma **linhas de clivagem**, também chamadas de **linhas de Langer** ou **linhas de tensão**. Estas linhas despertam interesse dos médicos cirurgiões, pois cortes paralelos a elas tendem a apresentar processos de cicatrização mais eficientes, gerando ferimentos que tendem a permanecer fechados.

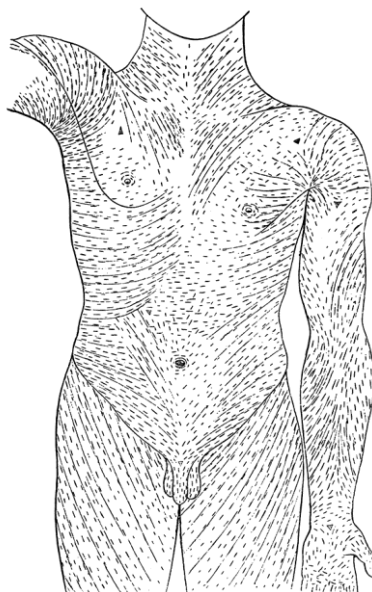


Figura 5: As linhas de Langer ou linhas de tensão, mostradas num esquema da porção ventral do corpo. Autor C. Langer, 1908.

4.2 A circulação na derme

A circulação do sangue nos capilares da derme tem ao menos **duas consequências indiretas** (além de levar nutrientes e oxigênio para os tecidos que compõe a pele) para o organismo: a **regulação da temperatura e a coloração da pele**.

Quando há **aumento da circulação na derme**, provocada pela dilatação nos capilares superficiais, observaremos que a **pele se tornará mais vermelha ou rósea**. Este efeito é mais visível na face, fazendo com que o indivíduo fique com o rosto avermelhado, e em pessoas que tenham a pele mais clara. O oposto também pode acontecer, caso a pessoa leve um susto ou se sinta amedrontada, o corpo liberará adrenalina fazendo com que os vasos da derme se contraíam diminuindo a circulação e tornando a pele mais branca.

A influência na coloração da pele pode ainda ser indicativa de **falta de oxigênio do organismo**. Quando pouco oxigênio chega ao sangue, este adquire uma coloração mais escura devido à ausência de ligação deste gás com o grupo heme da hemoglobina, uma proteína que temos nas hemácias, as células de nosso sangue. Esta coloração, na superfície da pele dos lábios e pontas dos dedos, aparece com um **tom azulado** nestas condições de pouca oxigenação, gerando uma condição que chamaremos de **cianose** (ciano vem de azul).

Ademais, o segundo efeito desta alteração na circulação na derme é a **perda de calor**. Quando o ambiente está quente e o indivíduo sente calor, há aumento da circulação na derme, o que chamamos de circulação periférica (na superfície do corpo, na sua periferia), fazendo com que o **sangue perca calor para o ambiente e logo, que o corpo se resfrie**.

Os vasos que irrigam a derme se organizam em **redes** que se originam de uma região situada entre a derme e a hipoderme, formando o **plexo cutâneo**. Estes vasos formam capilares menores que se projetam **até as papilas dérmicas**, próximo da membrana basal que separa a derme da epiderme. A epiderme obtém seus nutrientes e oxigênio por meio de difusão, lembrando que ela não é vascularizada. Por esta razão as células germinativas se encontram mais próximo da membrana basal, pois esta região é mais rica em nutrientes.



5- A HIPODERME

A hipoderme é uma região difícil de determinar, tendo em vista a composição **do tecido conjuntivo** que a forma e que se mistura com a camada reticular da derme. Devido a este fato, muitos estudiosos não a consideram parte do sistema tegumentar. Ela é importante para **estabilizar a pele sobre músculos e órgãos tendo em vista sua característica elástica**.

Nela temos os **adipócitos**, células especializadas em armazenar gorduras (lipídios). Esta reserva de lipídios corresponde a cerca de 80% das reservas do corpo todo. Ela se acumula de acordo com a **disponibilidade determinada pela alimentação**. Nos adultos **homens**, a gordura se acumula no **pescoço, nos braços, na lombar, no abdômen e nas nádegas**. Nas **mulheres**, diferentemente, a gordura se acumula nos **seios, nádegas, cintura, coxas e abdômen**. A **gordura subcutânea** como é chamada esta camada que se acumula na pele é importante **reserva de energia**, serve como **isolante térmico** e **protege contra choques externos**, formando um verdadeiro sistema de amortecimento em bebês.

Na hipoderme, há um sistema de vasos sanguíneos **venosos** (ou seja, que carregam sangue para o coração e de lá para os pulmões para que ocorra a sua oxigenação) bastante **vasto**, o que faz com que a pele seja considerada um verdadeiro **reservatório de sangue**. De fato, quando há constrição destes vasos, a quantidade de sangue que é “injetada” nos órgãos internos é significativa.



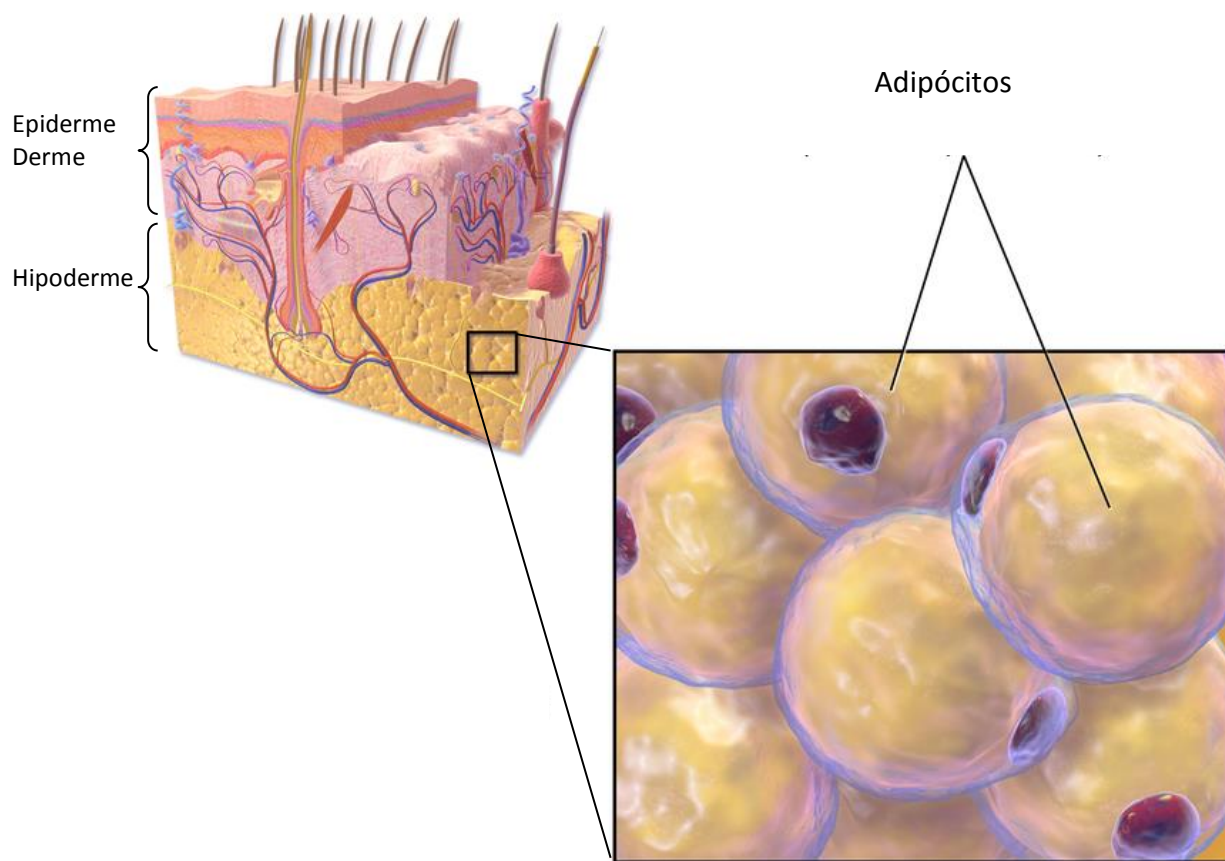


Figura 6: Representação dos adipócitos presentes na hipoderme, que fornecem energia e isolamento térmico ao corpo. Autor Bruce Blaus. Fonte Wikicommons.

6- ANEXOS DA PELE

Consideraremos anexos da pele os cabelos ou pelos, as unhas e as glândulas sudoríparas.

6.1 Glândulas sebáceas e sudoríparas

Iniciaremos estudando dois tipos de glândulas como anexos na pele dos humanos: as glândulas sebáceas e as glândulas sudoríparas.

6.1.1. Glândulas sebáceas.

As glândulas sebáceas podem se apresentar **anexadas a folículos capilares** ou **diretamente expostas à epiderme por meio de poros**. São glândulas do **tipo holócrina**, ou seja, que liberam porções celulares inteiras nas suas secreções. Suas células **se enchem do produto a ser secretado e se soltam por completo**, expondo o produto nas regiões apropriadas para secreção. No caso das células sebáceas, há a produção de uma secreção que contém grande quantidade de **triglicerídeos** e que gera o **sebo** que recobre os cabelos. Este sebo tem função de **proteger a cutícula dos fios contra a ação de microrganismos, lubrificando-a**.

Estas glândulas podem também ser encontradas em outras partes da pele, não associadas a pelos. Nestes casos, sua secreção é diretamente secretada sobre a epiderme. Estas glândulas apresentam mais ramificações sendo chamadas de **folículos sebáceos**.

Em ambos os casos, as glândulas sebáceas, devido sua estrutura, **são classificadas como glândulas ramificadas alveolares simples**.



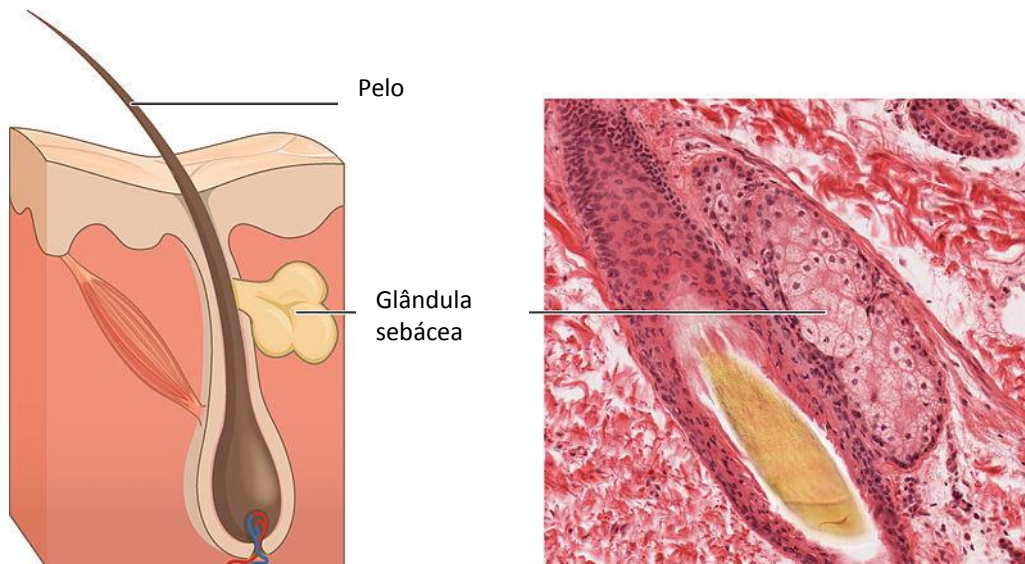


Figura 7: Esquema ligado a corte histológico mostrando glândula sebácea. Fonte : Anatomy & Physiology, Connexions Web site. <http://cnx.org/content/col11496/1.6/>, Jun 19, 2013

6.1.2. Glândulas sudoríparas.

Há dois tipos de glândulas sudoríparas: as **glândulas apócrinas** e as **glândulas merócrinas**. Ambas se apresentam sobre a forma de uma **estrutura tubular e enrolada**, formando dutos que podem ser exteriorizados diretamente por poros ou associados aos pelos. As **glândulas apócrinas** tem esse nome, pois se acreditava que elas perdiam parte de seu citoplasma quando secretavam seus produtos. Atualmente, sabe-se que o meio de secreção se dá por **exocitose**, ou seja, de forma merócrina. Não obstante, a classificação se manteve. **Estas glândulas estão presentes nas axilas e em regiões púbicas.**

As **demais glândulas sudoríparas do corpo são as glândulas merócrinas**. Elas recobrem **todo o corpo**, sendo mais encontradas nas palmas das mãos e dos pés.

As glândulas sudoríparas secretam grande quantidade de água, na qual há cloreto de sódio (NaCl) dissolvido, além de metabolitos e algumas proteínas. **Este líquido recebe o nome de suor.**

O suor tem três funções básicas:

- 1. Refrescar a superfície do corpo.**
- 2. Excretar água, eletrólitos e metabolitos do corpo.**
- 3. Proteger do ambiente externo.**

O **suor refresca** a pele na medida em que grande parte de sua composição é água. A excreção deste líquido não ocorre sozinha, mas acompanhada de alguns eletrólitos como o Na^+ e o Cl^- . Alguns metabolitos formados pela degradação de fármacos ou de entorpecentes podem ser excretados pelo suor. Além disso, esta secreção **dificulta a ancoragem de microrganismos** sobre a pele, e limpa a sua superfície, protegendo-a.



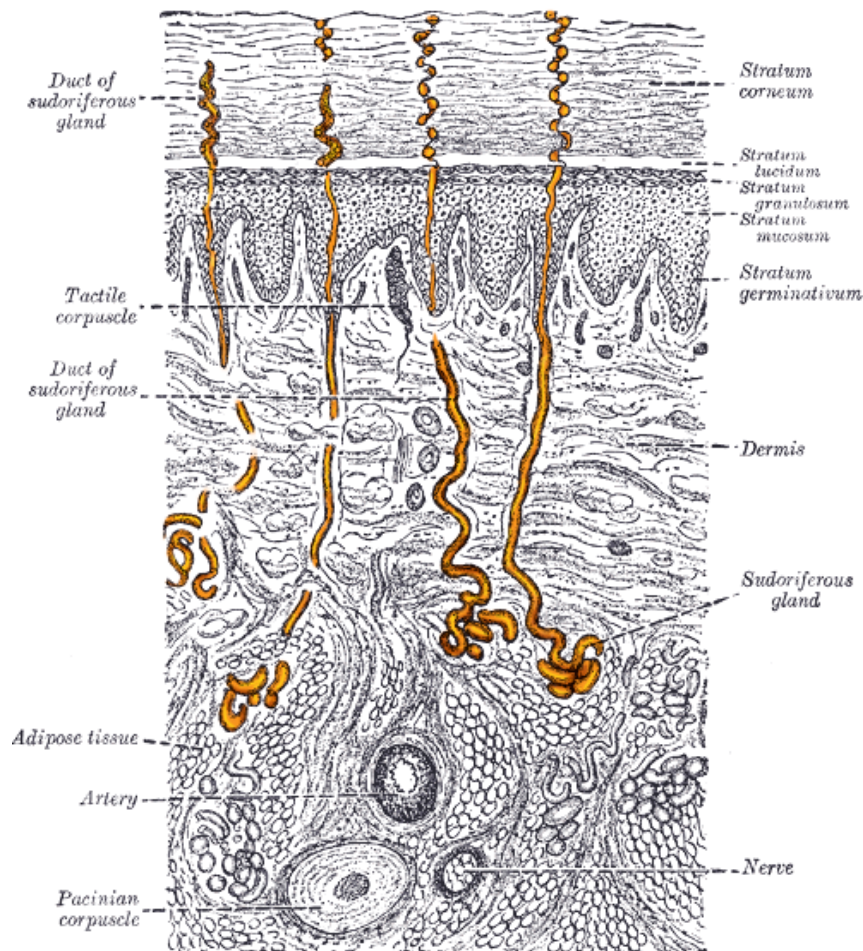


Figura 8: Esquema mostra em destaque, pintadas de amarelo, as glândulas sudoríparas em um corte transversal da pele. Autor: Henry Gray, fonte wikicommons.

As **glândulas mamárias** são glândulas **apócrinas**, ou seja, que perdem parte de seu citoplasma na secreção, presentes na região dos mamilos. Elas **respondem a alterações hormonais do corpo e são responsáveis pela secreção do leite materno**. A produção do leite é controlada por hormônios sexuais e pela placenta, uma estrutura provisória que alimenta o feto. Os dutos destas glândulas se projetam em uma estrutura cônica chamada mamilo, que se projeta para fora da mama. O **sistema de secreção somente fica ativo e maduro quando a gravidez ocorre**.

6.2 Pelos e cabelos

Cabelos e pelos são estruturas que **se formam na derme** e se estendem para fora, na superfície da pele em praticamente toda a superfície do corpo humano, com exceção das palmas das mãos, plantas dos pés, lábios e extensões dos genitais. Eles são formados basicamente por **células queratinizadas que se organizam formando uma estrutura longa e cilíndrica**, tendo como principal componente a **queratina**. São estruturas que tem como função **a proteção contra a luz** e os raios ultravioleta, **proteção contra partículas** e micro-organismos e **recepção sensorial**.

6.2.1. Formação dos pelos e cabelos.

Os pelos e cabelos são formados em estruturas chamadas **folículos capilares**, também conhecidas como **raiz dos cabelos ou pelos**. Estas estruturas consistem de **bainhas de tecido conjuntivo que envolvem o fio de cabelo**. A bainha se apresenta da base do fio até metade do caminho entre a sua porção inferior e a superfície da pele. Ligada a ela, em sua base, encontra-se uma rede de tecido neuronal formando um **plexo da raiz**, que é responsável pela **sensibilidade que os pelos geram**. De fato, o sistema é tão sensível que caso apenas um pelo seja puxado em determinada região do corpo, sentiremos exatamente onde isso ocorreu. Ligada à bainha, há um feixe de **musculatura lisa chamada de músculo eretor**, que ao se contrair **projeta o pelo para fora do corpo**, tornando-o **ereto**. Esta reação pode ocorrer em decorrência de sensações de temperatura ou reações emocionais.

Na base do folículo, há uma região chamada de **bulbo capilar**, que é a região onde o **pelo será formado**. O bulbo envolve a **papila capilar** que é composta por **tecido conjuntivo**, onde há o plexo nervoso da raiz e alguns vasos capilares. Nesta região temos uma porção **de tecido epitelial chamada de matriz capilar**, onde as células se dividem para formar o cabelo. As células se multiplicam e ascendem para a



superfície, enquanto sofrem o processo de **queratinização**, ou seja, produzem queratina que preenche o citoplasma e causa sua morte. As células que se dividem na **porção central da matriz** formarão a **região da medula**, central do fio de cabelo. As células imediatamente **para fora da medula** formarão o **córtex** e aquelas mais externas formarão a **cutícula**. Estas três camadas irão formar a **haste** do fio de cabelo.

Os fios de pelos e cabelos têm três camadas: **medula, córtex e cutícula** – de dentro para fora – compostas por células epiteliais queratinizadas.

A **medula** corresponde a porção **mais interna** da haste do fio. É **rodeada pelo córtex**, que contém a maior parte dos **pigmentos** e que apresenta ligações que mantêm a estrutura do fio. Esta camada por sua vez é **rodeada pela cutícula**, uma camada mais fina de células queratinizadas interligadas que protegem o interior do fio.



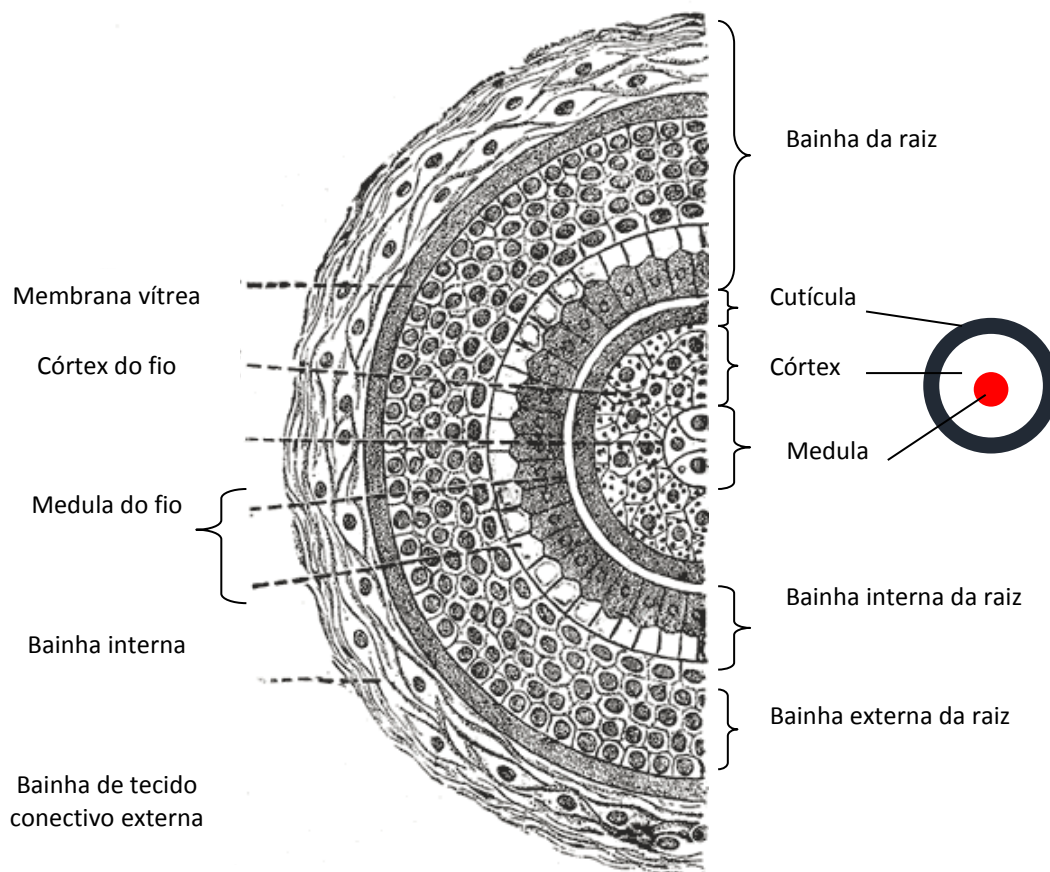


Figura 9: esquema de uma secção de um fio na região envolvida pela raiz. Autor Henry Gray (1918), fonte wikicommons.

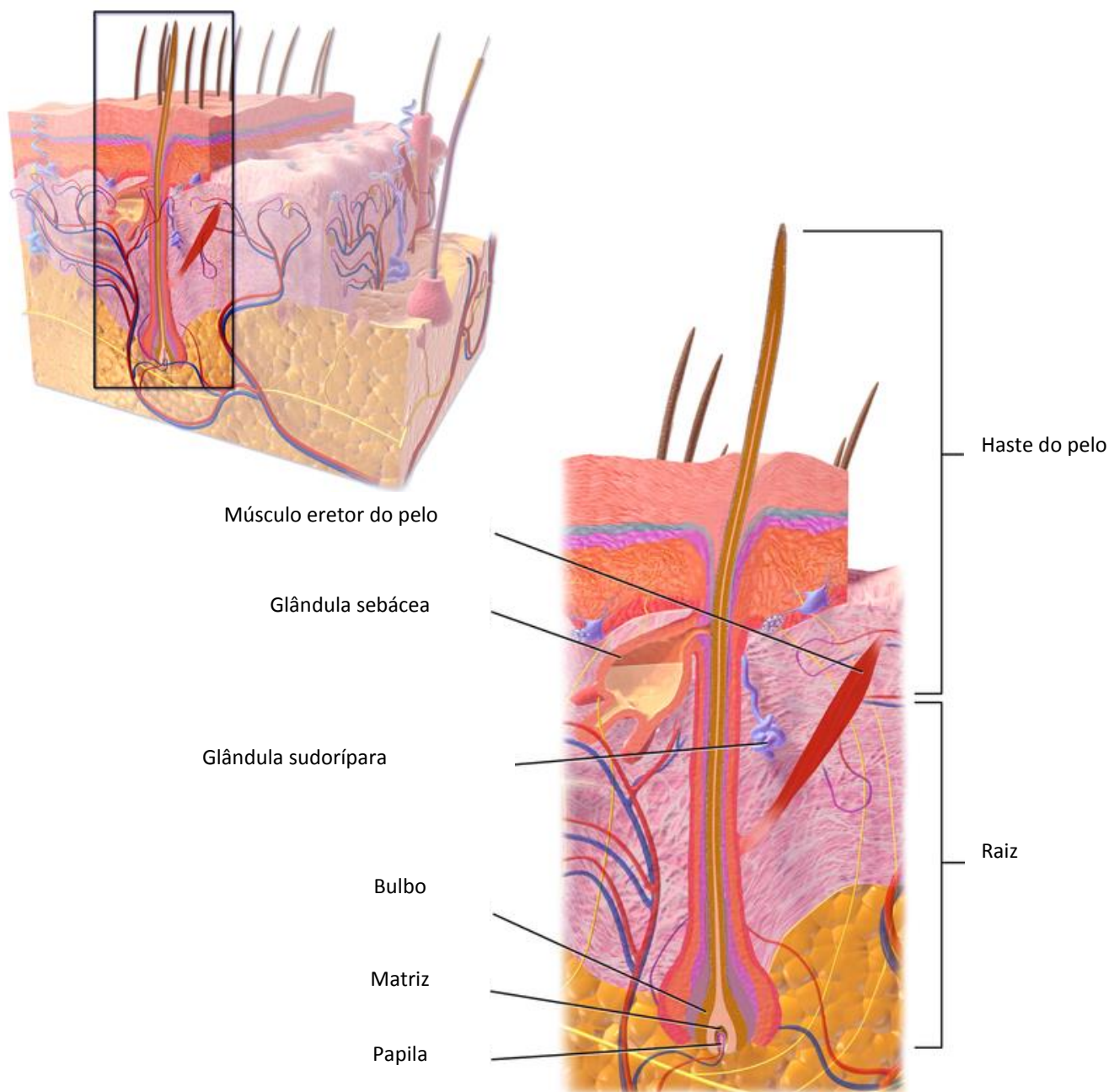


Figura 10: esquema de um pelo, visualizado em corte transversal, mostrando suas estruturas. Fonte Wikicommons.

Os pelos são constantemente formados. Quando um pelo atinge formação total o folículo se torna inativo. Depois de determinado período, este folículo pode ser reativado e o pelo antigo cai. Os pelos crescem em média 0.33mm por dia e uma pessoa normal pode perder até 100 fios de cabelo diariamente.

A estrutura dos fios pode mudar de acordo com o desenvolvimento. Quando criança, uma camada de pelos mais fina cobre todas as partes do corpo. Em resposta a níveis de hormônios sexuais circulantes, no início da puberdade, os folículos de algumas regiões do corpo passam a produzir fios mais rígidos e pigmentados.

6.2.2. Diferenças dos fios

Caso os fios produzidos tenham diferentes organizações estruturais que os tornam com a **secção transversal mais circular**, teremos como resultado **fios mais lisos**. Os **fios ondulados** ou encaracolados têm **secção transversal ovalar**.

A **coloração do cabelo** é determinada pela produção de pigmentos por **melanócitos** presentes na **matriz capilar**. Estas **células produzem melanina** que será incorporada pelas células da medula e do córtex. Com o desenvolvimento humano e idade avançada, os melanócitos param de produzir melanina e o folículo produz cabelos de cor clara, os chamados cabelos brancos.

Essencialmente, os fios da cabeça e do corpo são bastante semelhantes, sendo possível diferenciá-los pela sua estrutura. Em geral, fios da cabeça são mais finos do que os pelos, mas isso pode variar a depender da região do corpo.

6.3 Unhas

As unhas são **estruturas rígidas** que recobrem as superfícies das pontas dos dedos das mãos e dos pés. Elas são formadas por **células queratinizadas achatadas e firmemente interligadas**. Toda a porção



externa da unha, que podemos ver sobre nossos dedos, recebe o nome de **corpo da unha**. Este corpo se apoia em uma superfície de epiderme situada na ponta do dedo. Há uma secção córnea na ponta do dedo, imediatamente sob o prolongamento distal da unha (mais à frente do dedo) chamada de **hiponíquio**.

A unha é formada em uma região denominada **raiz** (ou matriz), situada próximo ao osso da falange, no sentido interior do dedo. Nesta região, temos tecido da epiderme que gera as células que irão formar a unha. Parte deste tecido se projeta para a porção superior da unha, formando a **cutícula**, também denominada **eponíquio**.

A principal função das unhas é gerar uma estrutura que **sustente a ponta dos dedos**, auxiliando na ação de **manipular**.

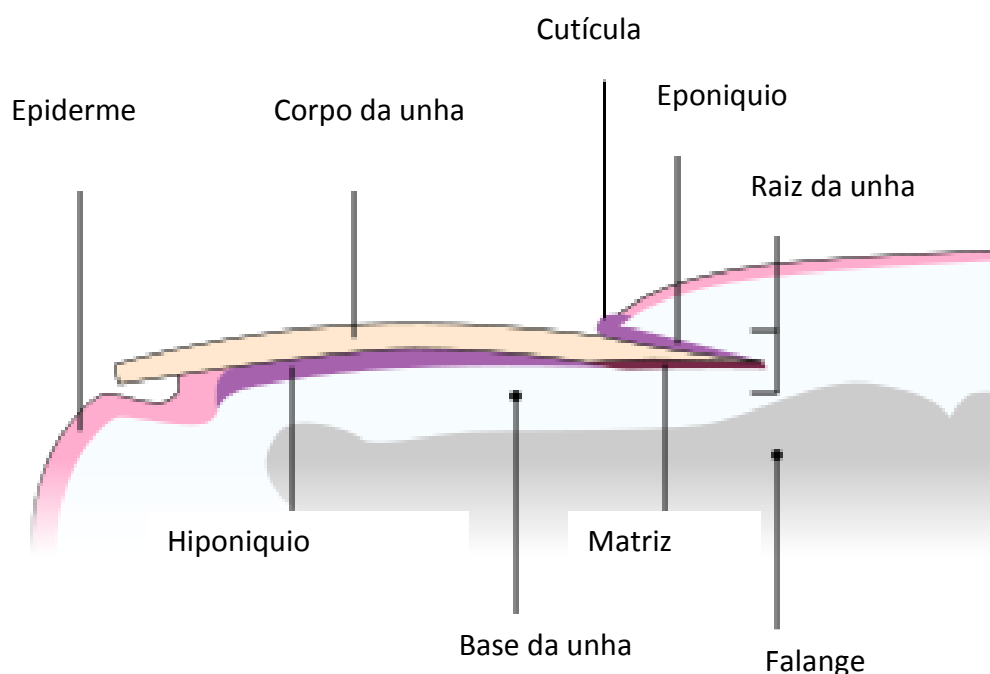


Figura 11: Esquema mostra partes da ponta do dedo e da unha em corte lateral. Fonte Wikicommon.

As unhas, assim como cabelos, podem ser utilizadas para **análises toxicológicas**, tendo em vista a maneira como são formadas a partir de células epiteliais e que podem incorporar metabólitos de drogas ou fármacos.

7- O PROCESSO DE CICATRIZAÇÃO

A pele é um **órgão dinâmico**. Podemos notar o desenvolvimento dos **calos** como um exemplo deste dinamismo. O trabalho manual sem proteção de luvas, a depender do grau de força empregada, pode gerar constantes abrasões de determinadas porções das mãos, o que faz com que as **células germinativas da camada basal** se **dividam mais rapidamente**, provocando um **aumento do estrato córneo**, o que irá formar os calos.

O processo mais marcante do dinamismo da pele e, sem dúvida, um exemplo de desenvolvimento independente e autônomo é a sua capacidade de cicatrização, ou seja, de recompor parte danificada de sua estrutura. Este processo tem a participação do sangue e de alguns de seus componentes como veremos.

Quando ocorre uma **lesão profunda**, que gere laceração (ou rompimento) da **epiderme e da derme** teremos algumas fases bem características de resposta do organismo:

1. Inicialmente, haverá **sangramento e perda de tecido em decorrência da lesão**. A exposição do tecido e os danos celulares gerados iniciam uma **cascata de sinalização bioquímica** que irá atrair **plaquetas** presentes no sangue e que irão atuar na região da lesão, onde há vasos sanguíneos rompidos. Ocorrerá também ação dos **mastócitos** liberando fatores que **iniciam a resposta inflamatória**, aumentando a circulação local e retraindo líquido na região, provocando aumento da temperatura, vermelhidão e inchaço.
2. As plaquetas e os tecidos irão produzir **tromboplastina**, uma substância que em contato com a **protrombina produzida pelo fígado** e na presença de íons de **cálcio** irão formar a **trombina**. Esta substância, por sua vez, irá transformar o **fibrinogênio** presente no plasma sanguíneo em **fibrina**. A fibrina é uma proteína fibrosa insolúvel que irá formar **uma rede** que irá segurar em sua trama células vermelhas do sangue, os eritrócitos, formando um **tampão nos vasos sanguíneos**, bloqueando o



sangramento. Este tampão se estende à porção de sangue presente no interior da lesão, formando o **coágulo sanguíneo** também chamado de **crosta de sangue**.

3. Células do sistema imune como **macrófagos** irão migrar para a região lesionada fazendo um **trabalho de limpeza**, digerindo microrganismos invasores e pedaços de tecidos mortos.
4. **Fibroblastos** que produzem colágeno irão migrar para a região lesionada para **recompor a matriz do tecido conjuntivo da derme**. **Células do estrato basal** irão migrar para os bordos da lesão, iniciando uma nova camada de epiderme. Em geral isto ocorre depois que a derme inicia sua recomposição, por meio das **células mesenquimais**, que são células tronco presentes no tecido conjuntivo da derme e da hipoderme. Estas células se dividem formando células do tecido conjuntivo (fibroblastos, fibrócitos). Os **fibroblastos influenciam também a formação de novos capilares** nas regiões mais profundas da lesão, atuando junto com **células endoteliais provenientes dos vasos lesionados**. A **combinação de coágulo do sangue, fibroblastos e da nova rede de capilares formado é chamada de tecido de granulação**, sendo um sinal de cicatrização.
5. Após alguns dias, **as fibrinas são dissolvidas** e o **tecido fibroso gerado pelo colágeno produzido pelos fibroblastos cresce**. Os capilares se desfazem parcialmente. A crosta de sangue se desprende. Em geral, folículos capilares, glândulas, músculos eretores e nervos **não se recuperam ou se recuperam parcialmente**.
6. Depois de semanas o **tecido da cicatriz**, formado por muitas fibras o que o **torna inflexível, fibroso e com poucas células**, completa sua formação, gerando uma pequena depressão na região que antigamente estava lesionada.



8 – O SISTEMA ESQUELÉTICO

O sistema esquelético, composto por **ossos e cartilagens**, tem como principais funções:

Suporte

A **coluna vertebral gera suporte** para todo o peso do corpo. Caso não tivéssemos ossos, seríamos uma massa amorfa, mole, com movimentação limitadíssima.

Armazenamento de minerais e lipídios

A **matriz óssea é riquíssima em minerais**, principalmente o **cálcio**, sendo considerada uma grande reserva corpórea deste mineral.

Produção de células do sangue



No interior dos ossos, em especial dos ossos longos, temos a **medula óssea**, que produz células sanguíneas.

Proteção

A organização óssea das **costelas e cinturas do corpo** protegem os órgãos internos de **choques mecânicos**.

Base para movimentação

A **ligação dos músculos aos ossos** é o que gera o movimento corpóreo.

O estudo deste sistema deve se iniciar pelo conhecimento das **cartilagens**, pois estas são estruturas que **dão origem aos ossos**. Portanto, para entender a anatomia dos ossos, é necessário começar pela sua origem, a cartilagem.

9 – AS CARTILAGENS



O tecido cartilaginoso **compõe totalmente o sistema esquelético humano na sua fase fetal**, ou seja, quando ainda estamos em desenvolvimento no útero materno. Ele é substituído por ossos no adulto. Alguns destes ossos tendem a se fundir na vida adulta, como veremos à frente.

No entanto, algumas cartilagens ainda persistem no nosso organismo como: nas **articulações sinoviais (que são aquelas presentes no joelho e entre ossos longos)**, nas **paredes da laringe e da epiglote, na traqueia, nos brônquios, no nariz e nas orelhas**.

A cartilagem é composta **por tecido conjuntivo**, ou seja, tem células especializadas e matriz gelatinosa não vascularizada. Os **nutrientes chegam aos condrócitos por difusão a partir do pericôndrio** que é vascularizado.

Na prática, o fato da cartilagem não ser vascularizada faz com que ela **seja pouco espessa** podendo apresentar alguns milímetros de largura máxima nas porções do corpo onde se encontra.

As cartilagens podem ser de diferentes tipos: **Hialina, fibrosa e elástica**.

A **cartilagem hialina** é clara com aspecto homogêneo e vítreo. Está na região costal (das costelas), no nariz, na laringe, na região traqueobronquial (traqueia e brônquios) e na maioria das articulações. Ela se degenera com o tempo e com o uso. Basta verificarmos a quantidade de corredores profissionais e outros atletas que apresentam problemas nas articulações. Em parte, estes problemas podem estar relacionados a desgaste das cartilagens que recobrem os ossos nas “juntas” (articulações) gerando atrito entre eles e muita dor.

A **cartilagem fibrosa é densa**, fasciculada (ramificada) e opaca. Contém fibroblastos e condrócitos. Está presente, por exemplo, nos discos intervertebrais. Ela é resistente à degeneração. Apresenta grande quantidade de colágeno.

A **cartilagem elástica** ocorre no pavilhão auricular (orelha). Apresenta muitas fibras de **elastina** na matriz o que lhe confere a elasticidade.



As cartilagens são **formadas a partir de células mesenquimais embrionárias**. Estas células podem formar fibroblastos ou condroblastos por diferenciação. **Este tecido cresce** de duas formas: **intersticial**, ou seja, em meio ao tecido, em especial em cartilagens jovens, com as suas células se dividindo e secretando a matriz, e/ou de forma **apositional**, quando há proliferação celular sob o pericôndrio (camada de células que recobre o tecido), próximo da superfície da cartilagem. Ela ocorre em geral em cartilagens mais velhas.

10 - Os ossos

Os ossos são estruturas **formadas por tecido conjuntivo ósseo, altamente vascularizado**, cuja principal característica é a **presença de matriz altamente mineralizada**. O osso não é uma estrutura estática como se imagina, ao compará-lo com a estrutura de um edifício ou de uma casa! **O osso é uma estrutura dinâmica**, que tem a capacidade de se regenerar. Ele está constantemente construindo e consumindo a sua matriz para se adaptar às necessidades do corpo.

Os ossos não podem ser vistos ainda como estruturas secas e mortas. Pelo contrário. **São estruturas vivas e muito bem irrigadas por vasos sanguíneos**. Neste contexto temos a irrigação dos ossos ocorrendo por canais formados na matriz, chamados de **canais de Volkman e Canais de Havers**, que se organizam perpendicularmente um ao outro, comunicando-se por uma rede de canais menores.

Os **canais de Havers** são, em geral, **paralelos a superfície do osso** e por ele passam vasos e nervos.



Os **Canais de Volkman** ou canais de perfuração **são perpendiculares aos canais de Haver e à superfície do osso**. Eles levam nutrientes pelos capilares para os osteons mais internos e para a medula.

Os ossos podem se apresentar de diversas formas no organismo. Podem ser **longos e** “duros como marfim” (**compactos**), ou **chatos**, podendo apresentar seu interior com cavidades preenchidas por ar (ossos **trabeculares**).

Os **ossos compactos** apresentam uma cavidade interior chamada de **cavidade medular** que pode **conter medula vermelha produtora de células do sangue ou medula amarela, que serve como reserva de lipídios**.

Os ossos **cancelares ou trabeculares** apresentam morfologia semelhante a **treliças de tecido**. Eles são em geral preenchidos com ar ou medula. Um mesmo tipo de osso pode apresentar partes compactas e partes trabeculares, como veremos.

Vejamos abaixo alguns tipos de classificação de ossos de acordo com a forma.

- **Ossos longos** - apresentam uma região medular que contém a medula óssea produtora de células do sangue, situada num canal situado em seu interior. Tem **comprimento maior do que a largura**. São compostos por duas **Epífises** que consistem de tecido esponjoso ósseo (trabecular), localizadas nas extremidades dos ossos longos; a **metáfise** que consiste da região entre a diáfise e a epífise; a **diáfise** consiste na haste alongada situada na região medial do osso, composta por osso compacto. Exemplos: fêmur, rádio, tíbia, ulna, fíbula, úmero.
- **Ossos curtos** - são **compactos quando** de formatos cúbicos; podem ser formados por tecido ósseo esponjoso ou trabecular no interior e compacto na superfície. Exemplo: ossos do carpo presentes nas mãos, ossos do tarso.
- **Ossos sesamoides** – de tamanho **pequeno**, são encontrados no interior de tecidos conjuntivos densos. Exemplo: as patelas. *Curiosidade:* Sesamum é o gênero do gergelim. Estes ossos levam este nome pois apresentam formato semelhante à semente.



- **Ossos laminares** – são **finos e achatados**, com duas camadas de tecido compacto margeando e cobrindo uma camada de tecido esponjoso entre elas; representam grandes áreas para inserção de músculos. Exemplo: osso frontal do crânio.
- **Ossos irregulares** – **formas complexas**, com prolongamentos e bases como os ossos das vértebras da coluna.
- **Ossos pneumáticos** – são ocos, apresentando as cavidades preenchidas com ar e com mucosas. Exemplo: osso esfenóide que forma a porção anterior medial da face.
- **Ossos alongados** – são as costelas. De **formatos longos e chatos**, podem não conter canal medular.

Os ossos apresentam **marcas secundárias** que aparecem com o amadurecimento do corpo. São **depressões, protruções, áreas lisas e rugosidades**. Estas marcações têm nomes específicos, por exemplo: pequenos furos nos ossos são chamados **forames**. É importante conhecer estes termos, pois são muito utilizados no estudo anatômico dos ossos. Verifique abaixo alguns deles.

- Elevações e **projeções** ósseas: **Processo** = projeções; **Ramus ou ramo** = extensão de osso em determinado ângulo.
- **Aberturas**: **Sinus** = cavidade no interior de osso; **forâmen** = aberturas (perfurações) redondas por onde passam vasos e/ou nervos; **fissura** = fenda ou sulco; **Canal** = ducto.
- **Depressões**: **sulcus** ou **fossa**.
- **Processos onde há ligação de tendões ou ligamentos**: **Trocanter** = grande projeção; **Crista** = cume proeminente.
- **Processos onde há articulações**: **cabeça, faceta, côndilo** = processo redondo articular.



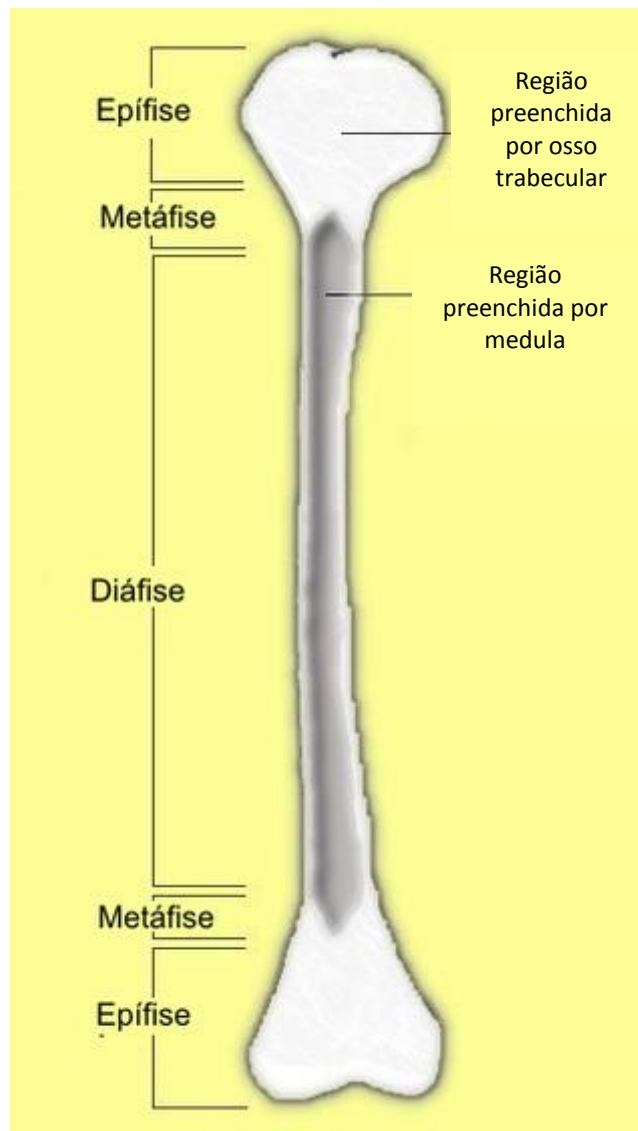


Figura 12: um esquema de osso longo.

Há partes dos ossos onde não se encontram marcações, sendo observada uma superfície lisa com alguns forâmens, em geral nestas partes há **inserção de músculos** diretamente nos ossos. Diferentemente, os **tendões são em geral ligados a regiões rugosas dos ossos**.

10.1 Células do tecido ósseo

São células especializadas do tecido conjuntivo ósseo: **osteoblastos, osteócitos e osteoclastos.**

- **Osteoblastos** são formados a partir de células tronco mesenquimais, assim como os demais tipos de tecido conjuntivo. São células com características citológicas típicas **de células secretoras de proteínas**. Eles **secretam a matriz do osso**. Quando estão embebidos na matriz, eles se tornam osteócitos.
- **Osteócitos** estão espalhados na matriz do osso, interligando-se por **projeções dendríticas** (formadas por dendritos que são prolongamentos do citoplasma em várias direções) formando uma verdadeira rede de células, comunicando-se com elas metabolicamente. Eles não se dividem como os condrócitos das cartilagens. O crescimento dos ossos é aposicional, ou seja, somente ocorre sobre superfície de osso preexistente. Osteócitos presos na matriz não secretam mais matriz, tornam-se inativos. Isso ocorre, pois, a matriz é mineralizada e muito rígida. Os corpos celulares dos osteócitos estão em lacunas de onde emergem os dendritos, estes formando canais pequenos chamados de “**canaliculis**” (ou canalículos). Estes canais são as **vias por onde os nutrientes difundem para os osteócitos a partir dos vasos sanguíneos**. Os osteócitos mantêm os níveis de proteína e minerais da matriz que os circula. Eles auxiliam na regeneração dos ossos. A morte dos osteócitos leva a reabsorção da matriz pelos osteoclastos.
- **Osteoclastos** atuam na **remoção de matriz óssea durante o crescimento** (processo conhecido como **desmineralização**), no remodelamento de osteons e da superfície do osso. **Osteoblastos e osteoclastos estão constantemente produzindo e retirando matriz óssea, o que torna o osso uma estrutura dinâmica**. Cerca de 10% do esqueleto adulto é remodelado por ano.



A unidade de organização das células dos ossos é chamada de **Osteon ou sistema de Haver**. Consistem de organizações **concêntricas** de lamelas contendo células ao redor de canais neurovasculares. Os **osteons são a unidade básica do osso compacto**. Cada osteon apresenta canalículos dos seus osteócitos residentes, por onde ocorre a comunicação metabólica entre as células. Seu diâmetro máximo impede que as células dos ossos não estejam a mais do que 200 micrometros de distância de algum vaso sanguíneo.

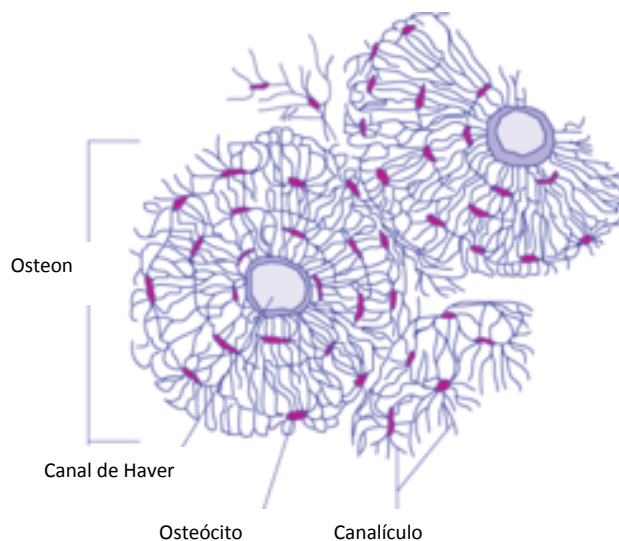
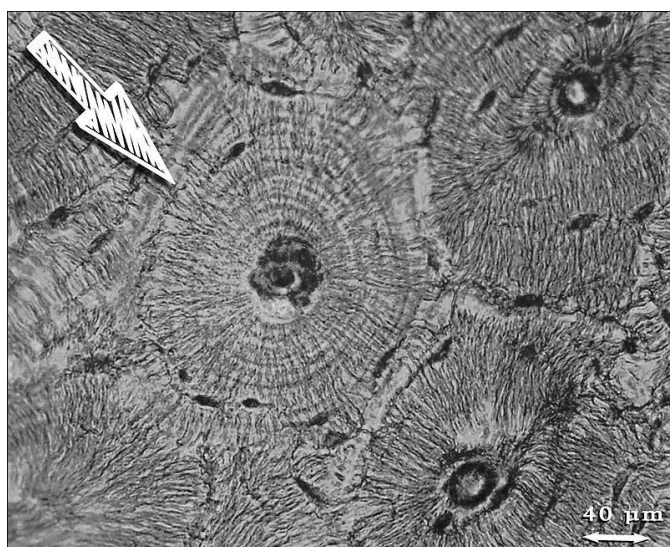


Figura 13: à esquerda uma micrografia de osso compacto longo com seta indicando um osteon. À direita um esquema de osteon, com seus componentes indicados.

Nos **ossos trabeculares ou esponjosos não há organização em osteons**. A **matriz** destes ossos se organiza em forma de uma **malha de grupos de fibras, chamadas de trabéculas**. Na matriz não há vasos. Os nutrientes chegam às células por meio dos *canaliculi* (ou canalículos) que se abrem na superfície das trabéculas. Entre as trabéculas há preenchimento por medula óssea, esta sim, vascularizada, de onde os nutrientes são retirados. Anatomicamente, podemos observar isto nas **epífises de ossos longos**, como o fêmur. Em outras localidades, a medula pode conter tecido medular amarelo, um tecido adiposo que serve como reserva energética do corpo. Estes ossos apresentam organização irregular com bastante espaçamento entre as porções de matriz.

Os ossos apresentam-se recobertos por camadas de tecido conjuntivo chamadas de **periósteo e endósteo**.

Periósteo é uma camada de tecido conjuntivo fibrocolagenoso denso que **recobre o osso**, exceto nas cavidades das articulações. Muito ativo na formação dos ossos no desenvolvimento fetal, quando produz muitos osteoblastos. É importante para a recuperação de fraturas. Ele isola o osso dos tecidos que o circundam e serve como uma rota (uma via, uma guia) para o desenvolvimento de nervos e vasos.

Endósteo é uma camada celular que **recobre a porção interna das cavidades ósseas** como os canais de Haver e a cavidade medular, além da superfície das trabéculas. Forma um reservatório de células novas para remodelar e regenerar.

A circulação sanguínea nos ossos longos ocorre por **vasos que o acessam por perfurações na diáfise (forames), levando os vasos para a região medular, mais interna e central dos ossos**. As regiões das extremidades dos ossos longos apresentam mais vasos arteriais do que a diáfise.

Os ossos são **enervados por neurônios cujos axônios percorrem os canais de Haver**.

10.2 A formação dos ossos

A formação dos ossos pode ocorrer de duas formas:



- **Endocondral** – a partir de uma camada de cartilagem preexistente, nos ossos longos, ocorre de forma **centrífuga na região mediana da diáfise**. Há entrada de capilares e início da mineralização da matriz.
- **Intramembranar** – a partir de uma **membrana celular preexistente**, a matriz e as células são **formadas para baixo**, no sentido dos tecidos internos do corpo. Os ossos do crânio se formam assim.

Importante: Ossos sofrem desenvolvimento **aposicional**. Ou seja, células do perióstio mais próximas da superfície do osso secretam matriz e se diferenciam em osteoblastos. Quando elas ficam totalmente envolvidas pela matriz elas se diferenciam em osteócitos.

10.3 Dinamismo ósseo

Quais os efeitos de exercícios, hormônios e nutrição sobre os ossos?

10.3.1 Exercícios e os ossos.

Quanto mais estresse uma região óssea sofre, mais estímulos são gerados para que os osteoblastos migrem para aquela região, secretando mais matriz e aumentando o osso localmente. Esse estresse pode ser gerado pela inserção de músculos. Ou seja, quando praticamos exercício, estamos fortalecendo não só a musculatura, mas também os ossos.

10.3.2 Nutrição e os ossos.



Os ossos precisam de cálcio para se manter. Logo, este elemento deve estar presente na alimentação, mas não somente. É necessário que o corpo absorva satisfatoriamente o cálcio consumido na dieta. Neste caso, teremos a ação do calcitriol, produzido nos rins a partir de vitamina D3. Lembra-se de onde vem esta vitamina? Ela é produzida pela pele!

10.3.3 Hormônios e os ossos.

O hormônio de crescimento, estrógenos e andrógenos e a tiroxina estimulam o crescimento ósseo.

10.3.4 Recuperação óssea – lesões.

Quando uma fratura ocorre, imediatamente há sangramento local, gerando um hematoma. Este ocasiona a morte dos osteócitos. Caso ainda haja vasos sanguíneos ativos e o endóstio e perióstio sejam preservados, haverá intensa divisão celular destes tecidos, com células filhas migrando para a região fraturada regenerando o osso. Inicialmente as células secretam cartilagem que isola a região danificada. Osteoblastos substituem a cartilagem por ossos trabeculares, preenchendo e unindo as extremidades da fratura. Com o tempo a região danificada será remodelada pelos osteoclastos e pelos osteoblastos.

11 - O ESQUELETO AXIAL

O esqueleto do corpo, para fins de estudo, pode ser dividido **em axial e em apendicular**. O esqueleto axial é representado pela **cabeça e ossos do crânio, coluna vertebral e tórax**. Ele apresenta 80 ossos representando 40% do total de ossos do corpo.



Podemos indiretamente associar as seguintes funções a esta divisão do sistema esquelético, quando somados à musculatura ligada a ele:

Ajustar a posição da cabeça, pescoço e tronco; permitir a movimentação da respiração; suportar e estabilizar o esqueleto apendicular.



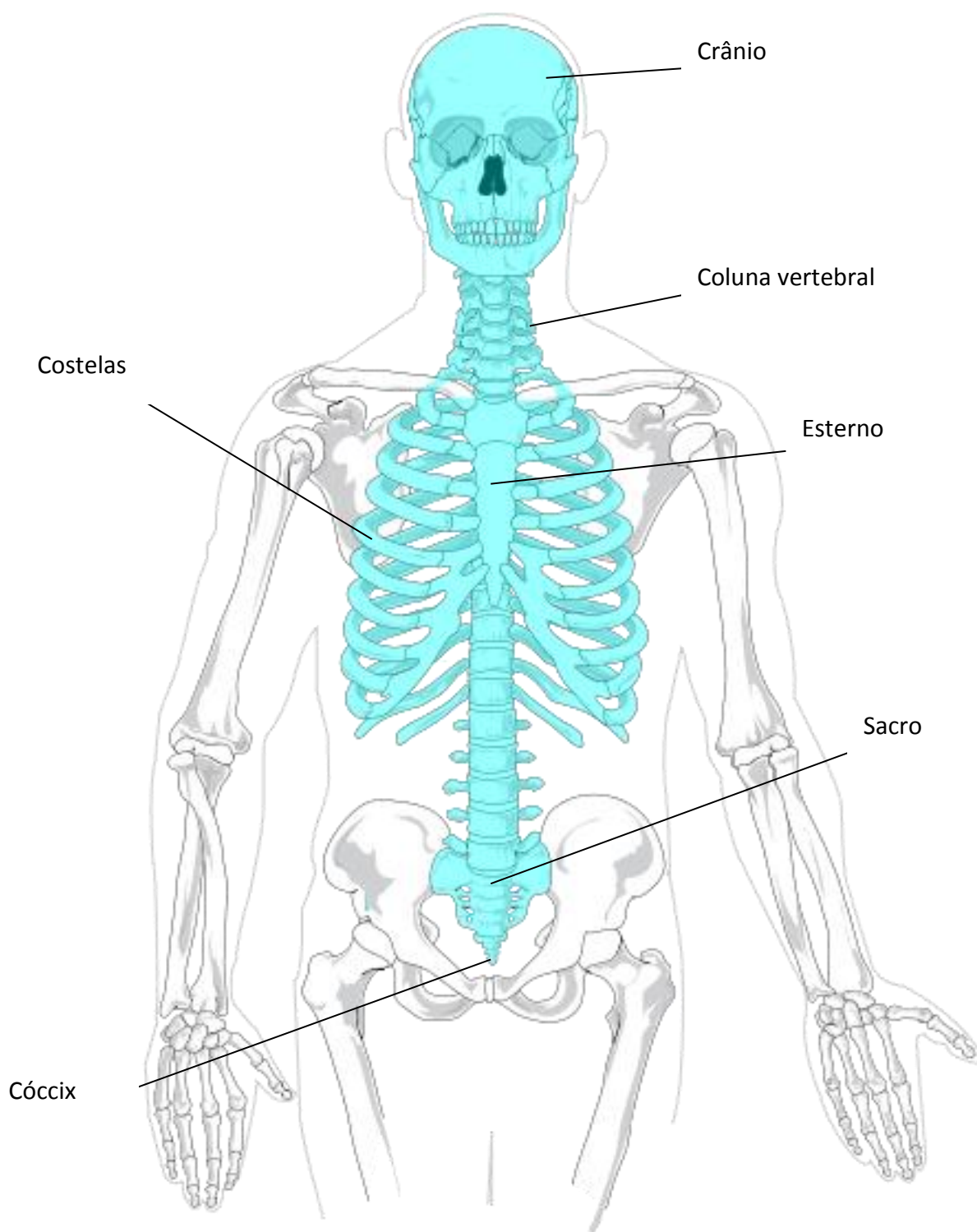


Figura 14: em azul, esquema do esqueleto axial.

11.1 Os ossos da cabeça

Consiste essa divisão em **8 ossos do crânio, 14 ossos da face, 6 ossos relacionados a audição (três em cada ouvido – martelo, estribo e bigorna) e o um osso hioide.**

Os oito **ossos do crânio formam a cavidade craniana**. São os ossos do crânio: **occipital, frontal, parietal** (duas placas), **temporal** (duas placas), **esfenoide e etmoide**. No occipital, em sua base, encontra-se o **forame magno**, uma grande abertura por onde passa a medula oblongata (bulbo raquidiano). O osso etmoide apresenta aberturas por onde passam **nervos olfatórios**. O esfenoide apresenta aberturas em sua porção superior onde passam **nervos ópticos, nervos maxilares e nervos mandibulares**. Na base do osso temporal temos aberturas que permitem a passagem de nervos relacionados a **audição**.

Alguns dos ossos do crânio apresentam cavidades cheias de ar, chamadas de **sinus ou seios**. Eles são encontrados principalmente na **região anterior, próximo ao complexo nasal** (na região medial dos ossos frontal, etmoide, esfenoide e maxilar), chamados de sinus ou seios **paranasais**. Eles têm como função:

- Deixar o osso **mais leve**;
- **Produzir muco** a partir de uma membrana que recobre seu interior para limpar o ar que acessa o corpo;
- Servir como **câmaras de ressonância para a fala**;

A **membrana ciliada que recobre o interior dos seios paranasais** tem como função **encaminhar muco e partículas por meio do movimento ciliar para a região da garganta** onde serão engolidas ou expelidas por meio da tosse. Este tecido mucoso **aquece e umidifica o ar** e protege as vias respiratórias.

O complexo nasal é formado majoritariamente pelos **ossos: frontal, etmoide, esfenoide e maxilar**.



Os ossos da face separam as cavidades nasais da cavidade oral e servem para a inserção de músculos que auxiliam na mastigação, além, obviamente, de proteger as entradas dos tratos digestivo e respiratório. São eles: **maxilares, palatinos, nasais, conchas nasais inferiores, zigomáticos, lacrimais, vômer e mandíbula.**

Os ossos do crânio se ligam por tecido conjuntivo fibroso em regiões chamadas suturas. Há quatro suturas que devemos conhecer: sutura escamosa, sutura lambdoide, sutura coronal e sutura sagital.

A **sutura lambdoide** tem esse nome devido a seu formato que se assemelha ao da letra grega *lambda*. Ela se encontra na porção posterior do crânio, ligando o osso occipital aos dois ossos parietais.

A **sutura sagital** se estende do osso frontal ao occipital, ligando os ossos parietais.

A **sutura escamosa** liga o osso temporal ao osso parietal nas laterais do crânio.

A **sutura coronal** liga os ossos parietais ao frontal, situando-se na região fronto medial do crânio.

Sete dos ossos craniais formam os complexos orbitais, onde se encaixam os olhos.

Abaixo temos figuras que indicam os nomes dos ossos que formam o crânio. Estude-as com atenção.



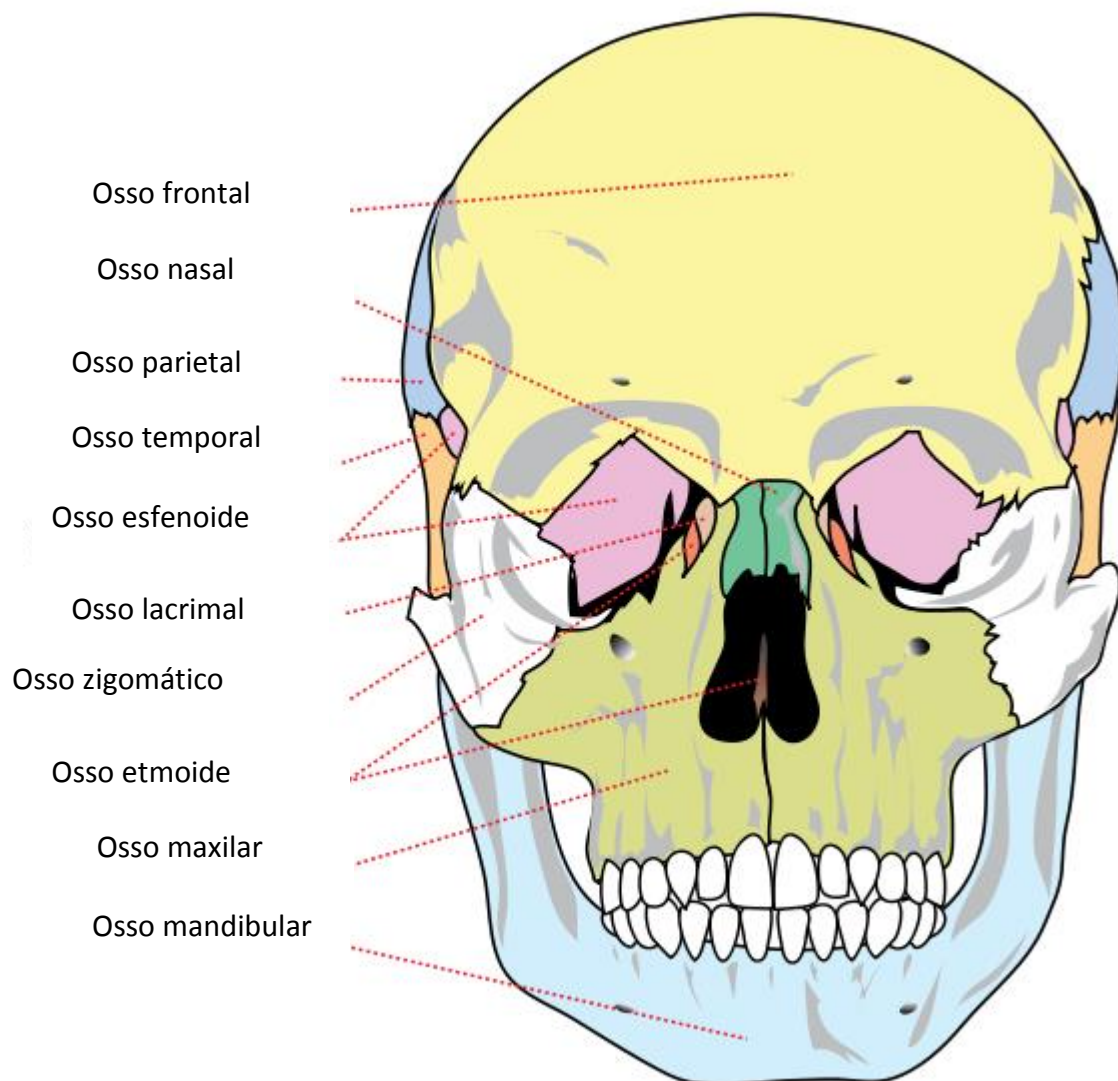


Figura 15: esquema de crânio humano visto de frente. Os nomes dos ossos são indicados ao lado.

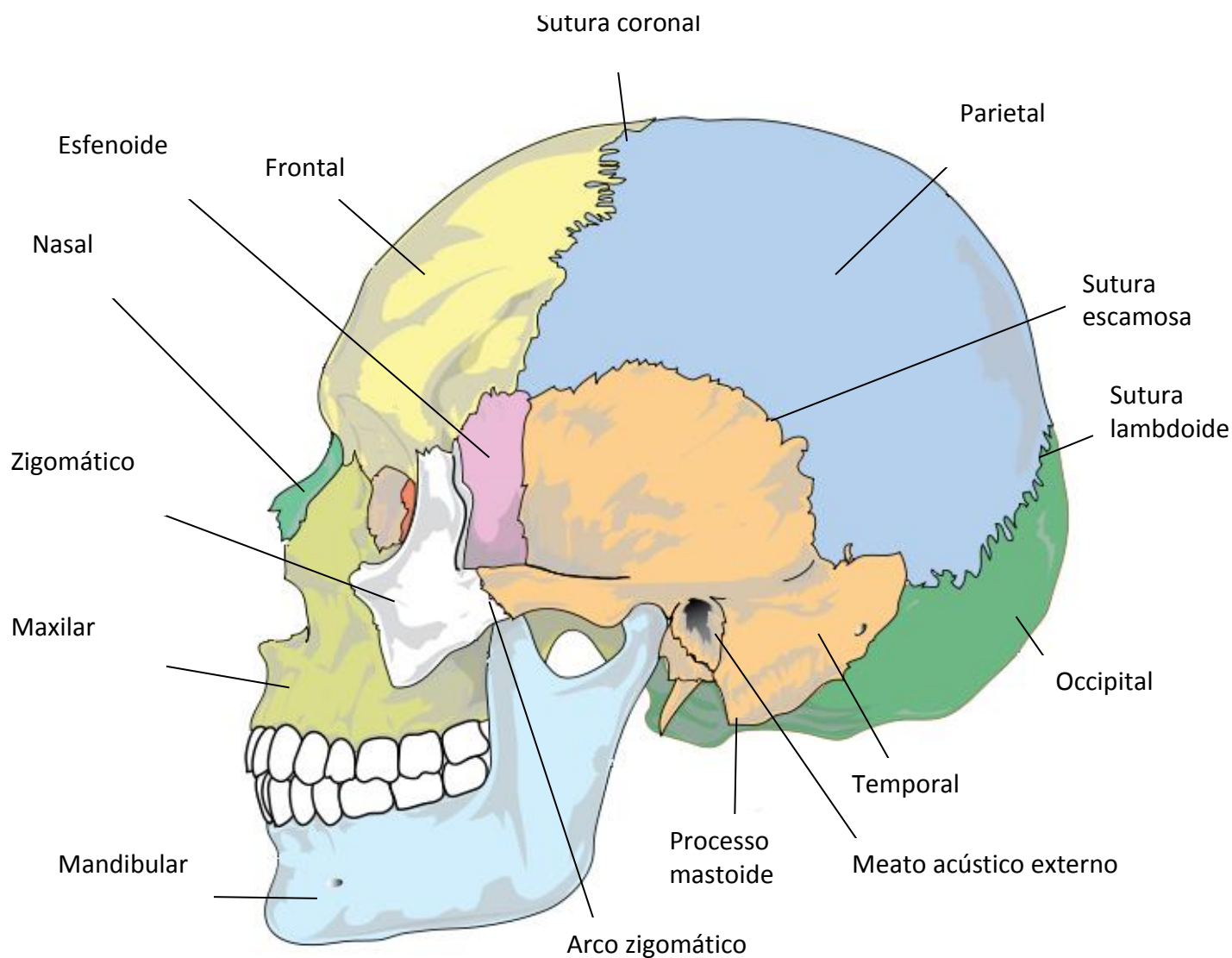


Figura 16: esquema de crânio visto na lateral esquerda com nomes dos ossos e algumas marcações.

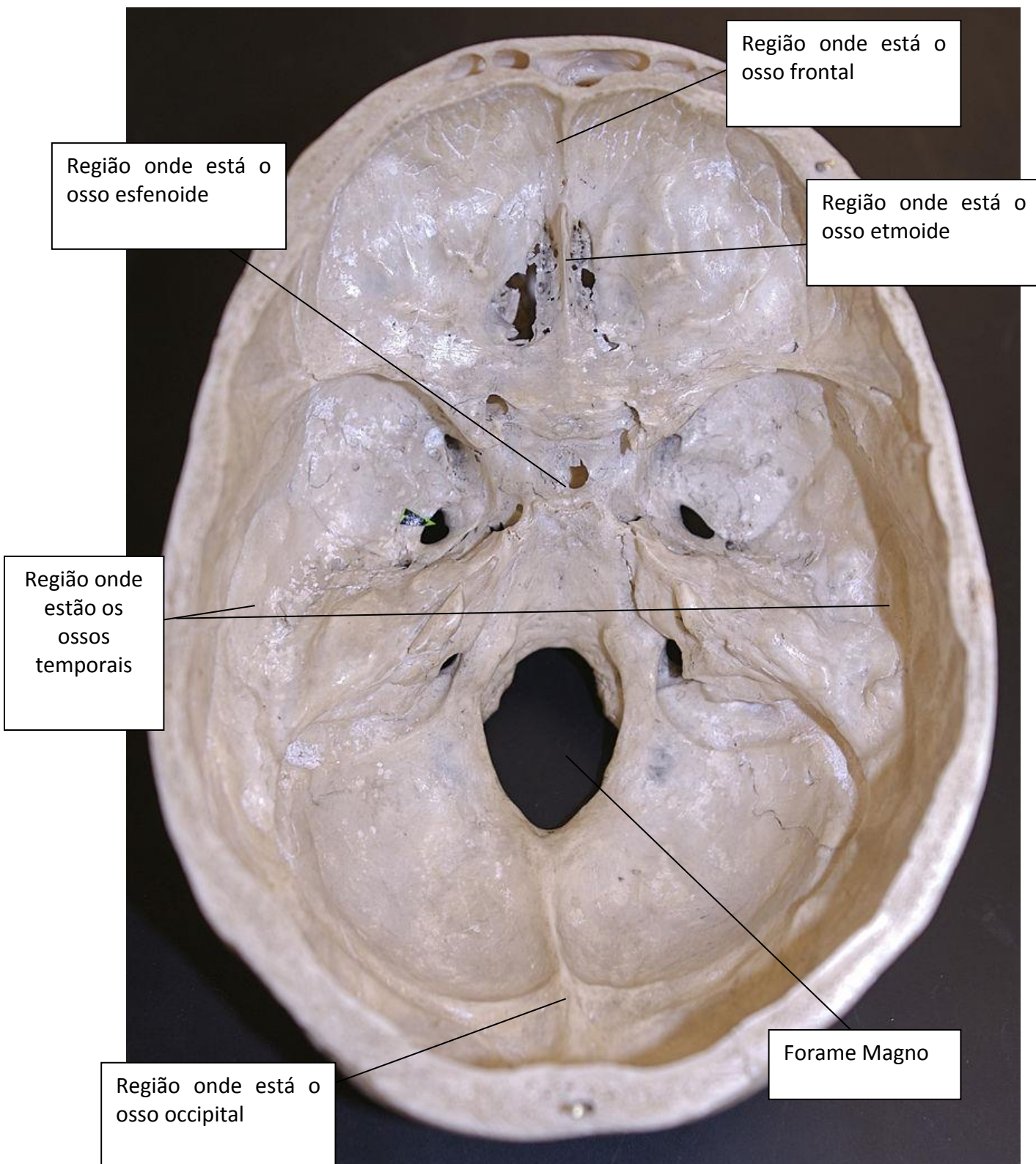


Figura 17: a base do crânio. Aqui temos a vista de um crânio cortado horizontalmente. Note a presença de furos nos ossos. Por estes furos passam nervos e vasos sanguíneos.

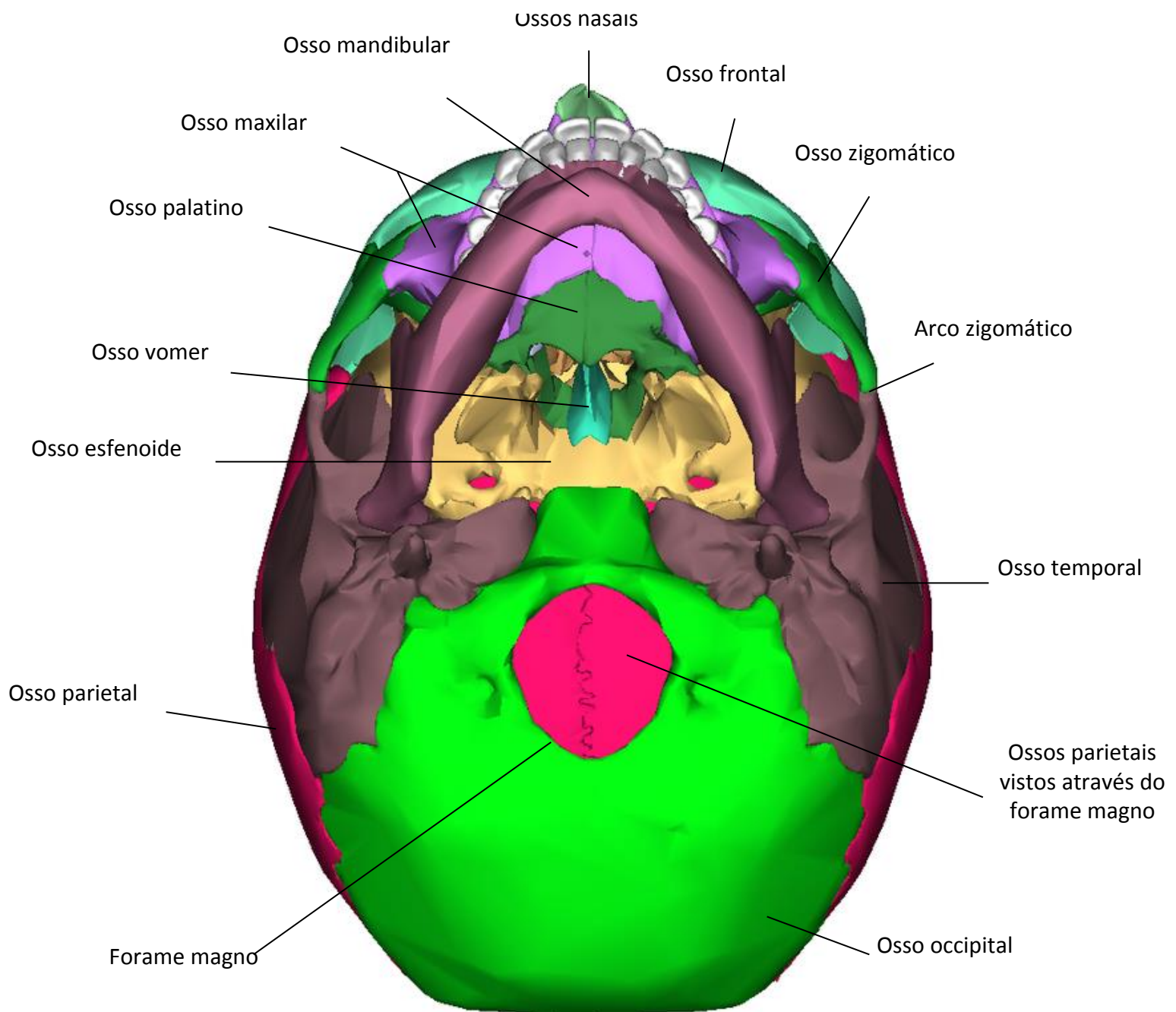


Figura 18: modelo de crânio humano visto de baixo. Atente para os nomes e posições dos ossos.

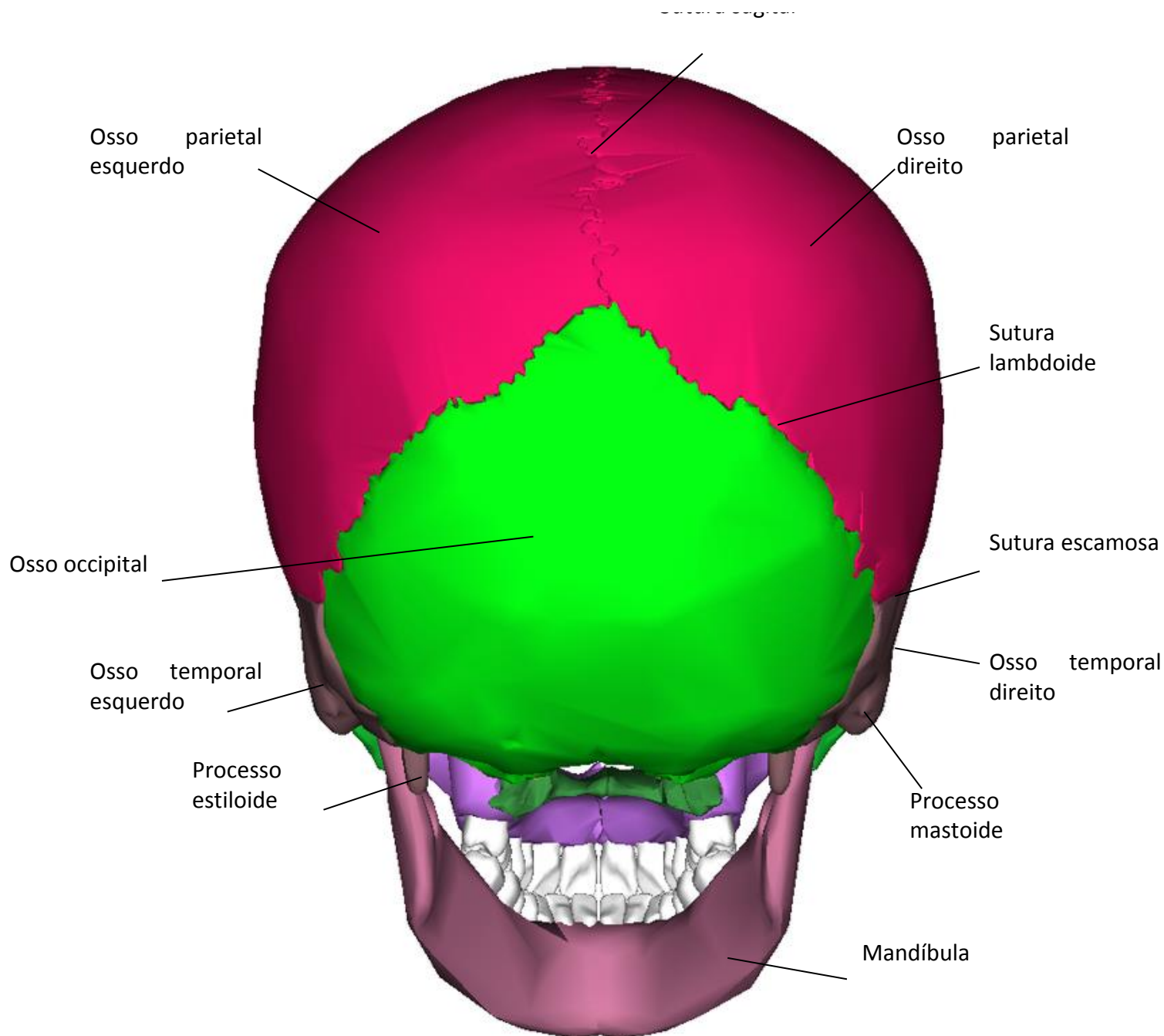


Figura 19: modelo de crânio humano visto de trás. Atente para os nomes e posições dos ossos.

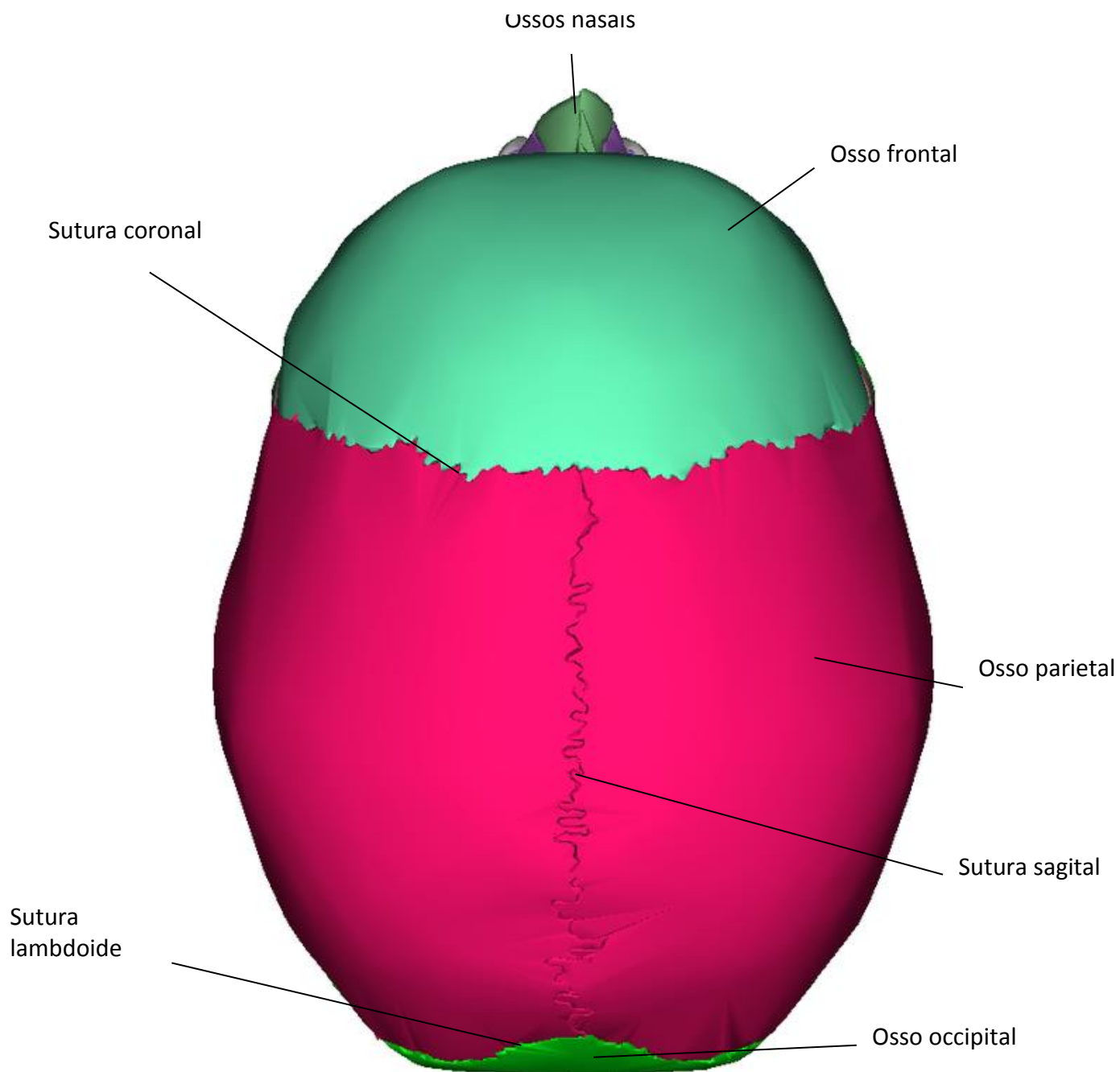


Figura 20: modelo de crânio visto de cima. Atente para os nomes e posições dos ossos e suturas.

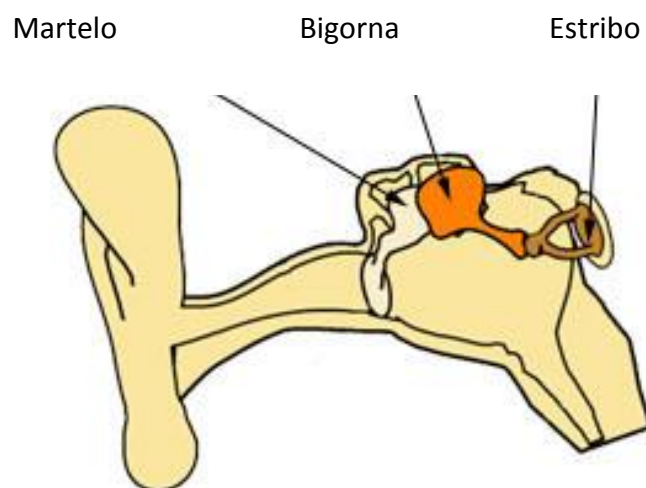


Figura 21: ossos do ouvido interno.

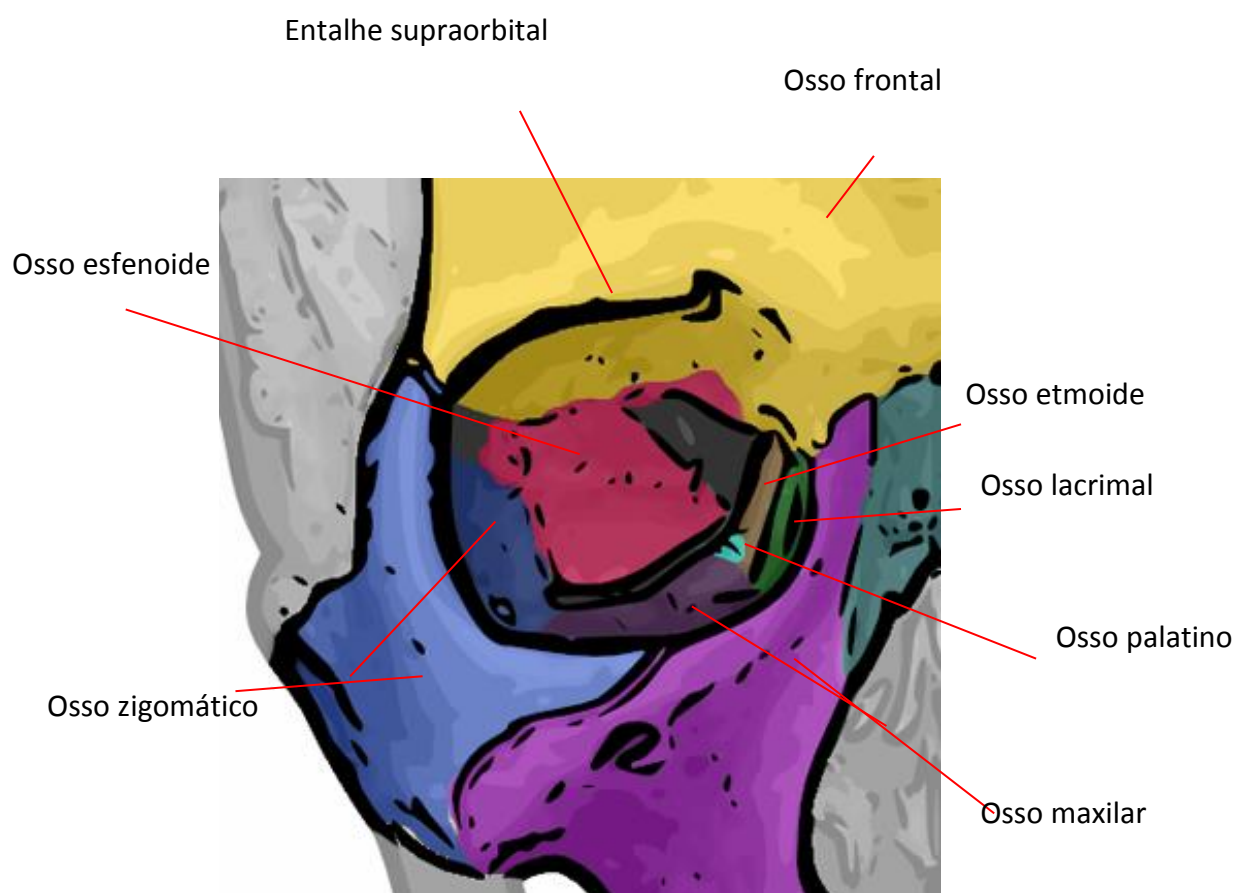


Figura 22: Esquema mostra ossos que formam o complexo orbital dos olhos.

Um osso curvado em forma de ferradura encontra-se na porção anterior do pescoço, **chamado osso hioide**. Ele não se articula com o esqueleto, sendo suportado somente por músculos do pescoço. Nele se ligam músculos da laringe e da faringe. Ele suporta alguns músculos que sustentam a língua.

11.2 A coluna vertebral

A coluna vertebral é formada por **24 vértebras, pelo sacro e pelo cóccix**.

Tem como função **suportar o peso da cabeça e pescoço**, além de servir de **base para o esqueleto apendicular**.



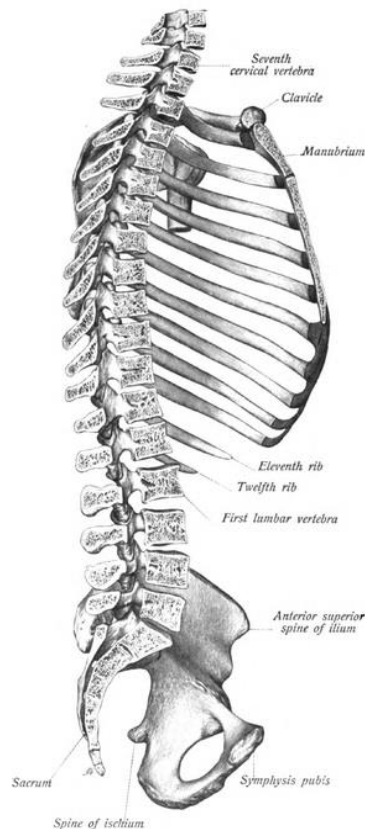


Figura 23: a coluna vertebral em secção transversal, vista à direita. Note a curvatura que ela apresenta e os tamanhos diferentes das vértebras.

A coluna apresenta **quatro curvas espinhais (no sentido crânio caudal): cervical, torácica, lombar e sacral.**

As **curvas torácica e sacral** são chamadas de **curvas primárias**, pois aparecem no início do desenvolvimento humano. As **curvas lombar e cervical** aparecem mais tarde no desenvolvimento, sendo denominadas **curvas secundárias**. Elas aparecem permitindo o desenvolvimento da postura ereta do corpo.

O peso do corpo ao adotar a postura ereta, se distribui na cintura pélvica e nas pernas através da coluna vertebral. Esta é a função básica das suas curvaturas. Equilibrar o peso do corpo que é majoritariamente anterior à coluna.

Atenção!
Função das curvaturas da coluna: Equilibrar o peso do corpo.

Anomalias podem alterar os ossos, músculos e tendões que mantêm o desenvolvimento da coluna, gerando curvas adicionais ou exageros nas curvaturas normais. As seguintes condições podem ocorrer:

- **Cifose:** consiste no aumento da **curvatura da região torácica**, projetando a região dorsal para trás e o tórax para frente, formando o que chamamos **de corcunda**.
- **Lordose:** consiste num **aumento anterior da curvatura lombar**, projetando o abdômen e as nádegas para trás.
- **Escoliose:** é uma **lateralização da coluna** em uma ou mais vértebras, podendo atingir qualquer região.

11.2.1 As vértebras.

A coluna é formada por **ossos irregulares chamados vértebras**. Cada vértebra pode ser dividida em três partes: **o corpo vertebral, o arco vertebral e os processos articulares**. As vértebras são interligadas por ligamentos e separadas entre si por discos de fibrocartilagem.



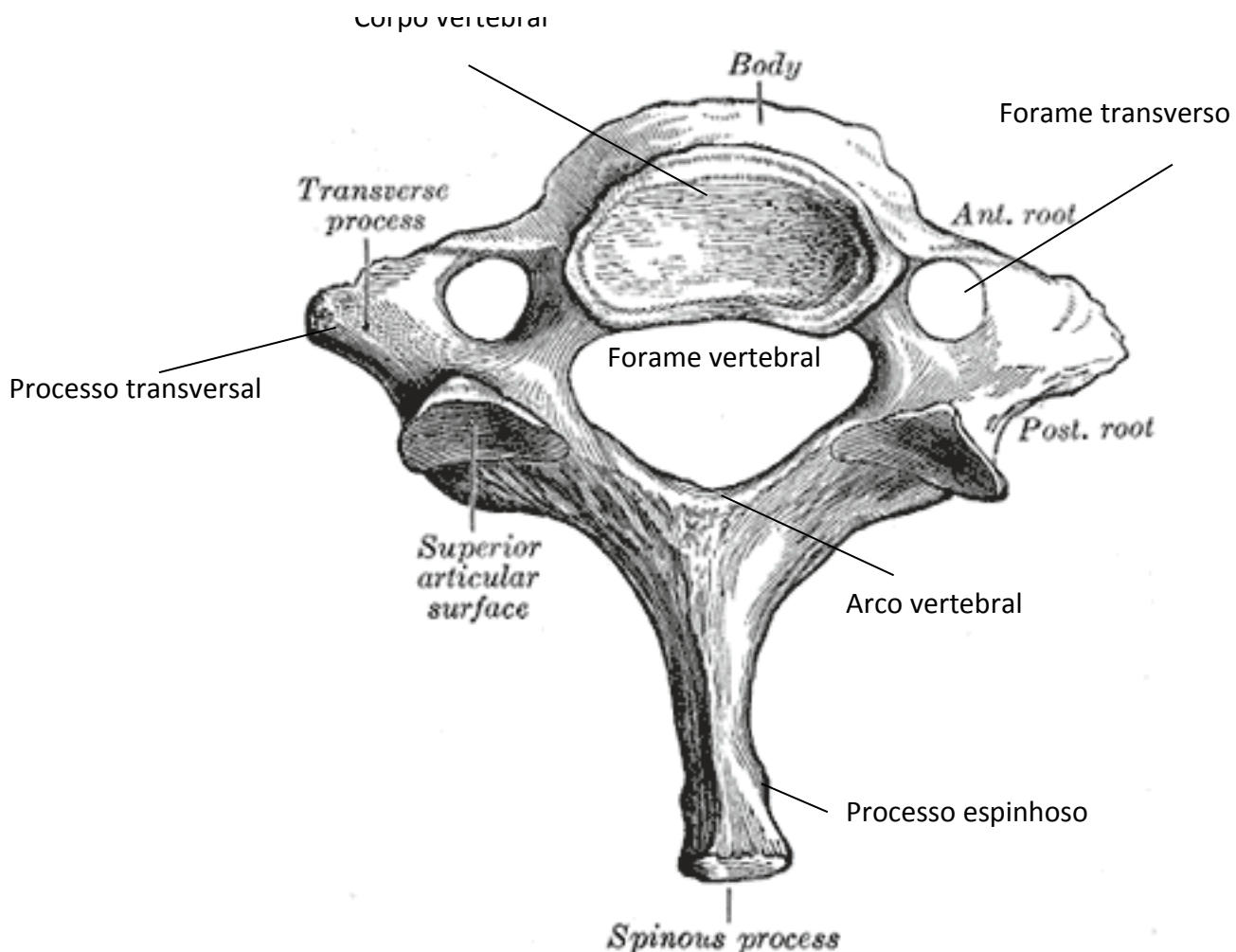


Figura 24: esquema de uma vértebra da coluna.

11.2.2 As divisões da coluna vertebral.

A coluna se divide em **cinco regiões vertebrais: cervical, torácica, lombar, sacral e coccígea.**

As vértebras de cada região apresentam características distintas. A transição entre estas regiões não ocorre abruptamente, mas sim de forma gradual, de modo que a última vértebra de cada região é semelhante morfológicamente à primeira vértebra da região subsequente.

Há sete vértebras que formam a região cervical, doze que formam a região torácica, cinco que formam a região lombar. Por convenção elas são nomeadas com uma letra maiúscula que representa a primeira letra do nome da região da coluna onde está, seguida de um número que é dado sequencialmente no sentido crânio caudal (da cabeça para os pés). Ou seja, a vértebra **C1** se encontra na região cervical, na primeira posição, logo abaixo do crânio, a vértebra **T6** se encontra na sexta posição ou no meio da região torácica.

O **sacro** consiste de **cinco vértebras fundidas** que no início do desenvolvimento humano se encontram separadas, estando completamente unidas entre os 25-30 anos de idade.

O **cóccix** é formado por **três a cinco vértebras** cuja porção distal se **funde** quando o indivíduo chega próximo à idade da puberdade.

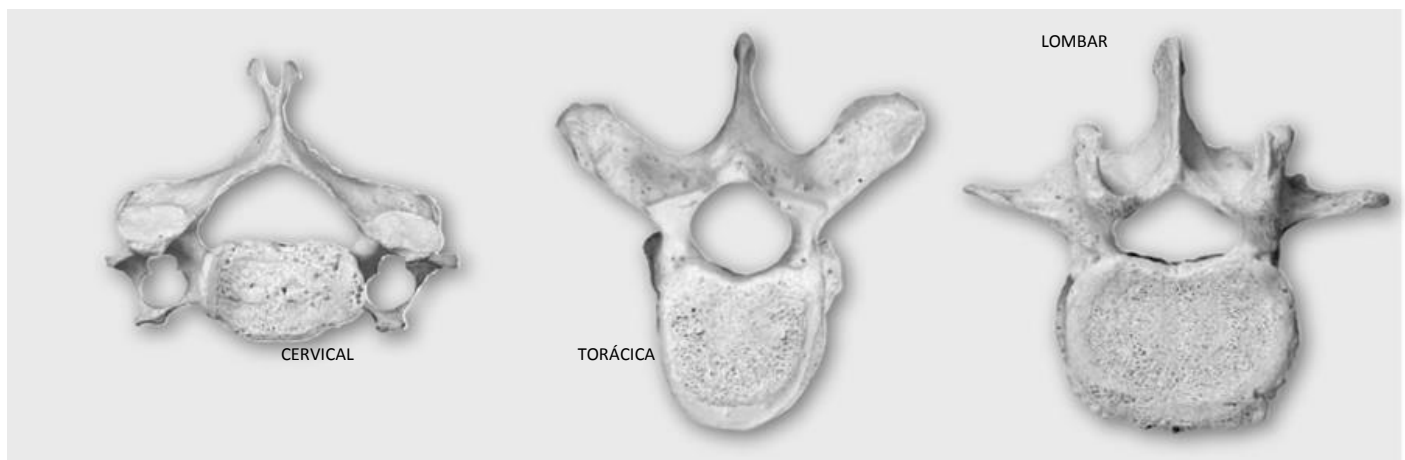


Figura 25: exemplos de vértebras da região cervical, torácica e lombar. Note as diferenças entre as vértebras. Fonte Frederik, 2015.

11.3 As costelas

As costelas formam, em conjunto com o esterno, uma **gaiola óssea que protege o coração, os pulmões, o timo e demais estruturas corporais que se encontram no interior da cavidade torácica.**

Nosso corpo tem **vinte e quatro costelas**, organizadas em doze pares laterais, classificadas como:

- **Costelas verdadeiras ou vertebroesternais:** se projetam anteriormente até o esterno **onde se ligam** por cartilagens costais, consistindo das primeiras sete costelas;
- **Costelas falsas:** as costelas 8 a 10 chamadas **de vertebrocondrais** se ligam a cartilagem costal da costela 7; as costelas 11 e 12 que não se ligam ao esterno, sendo chamadas de **costelas flutuantes** (sendo também conhecidas como costelas vertebrais por se ligarem somente às vértebras da coluna).

As costelas são **ossos chatos e curvados**, que apresentam na porção que articula com a coluna uma região chamada de cabeça, que se liga a uma região chamada tubérculo por meio de um pescoço. A cabeça e o tubérculo articulam com as vértebras da região torácica da coluna.

As costelas apresentam-se de tal forma que **possibilita movimentação gerada pelos músculos intercostais que nelas se ligam, o que gera parte da pressão necessária para que ocorra a respiração.**

11.4 O esterno

O esterno consiste de **três placas ósseas achatadas** que se formam na porção anterior do tronco, onde se ligam às costelas 1 a 10 (fig24 e 25).

O **manúbrio** consiste de um osso de formato triangular situado na porção superior do esterno (em direção cranial), articulando-se com as clavículas e com as primeiras costelas.



O **corpo do esterno** consiste de um osso chato e alongado, semelhante a uma língua, onde se ligam por cartilagens as costelas 2 a 7. Consiste no maior osso do esterno situado na sua porção média.

O **processo xifoide** situa-se na porção inferior do corpo do esterno. Ele consiste de um pequeno osso onde se ligam o diafragma e o músculo reto abdominal.

O esterno somente se ossifica completamente depois dos 25 anos de idade. Até essa idade ele consiste basicamente de osso e cartilagem.



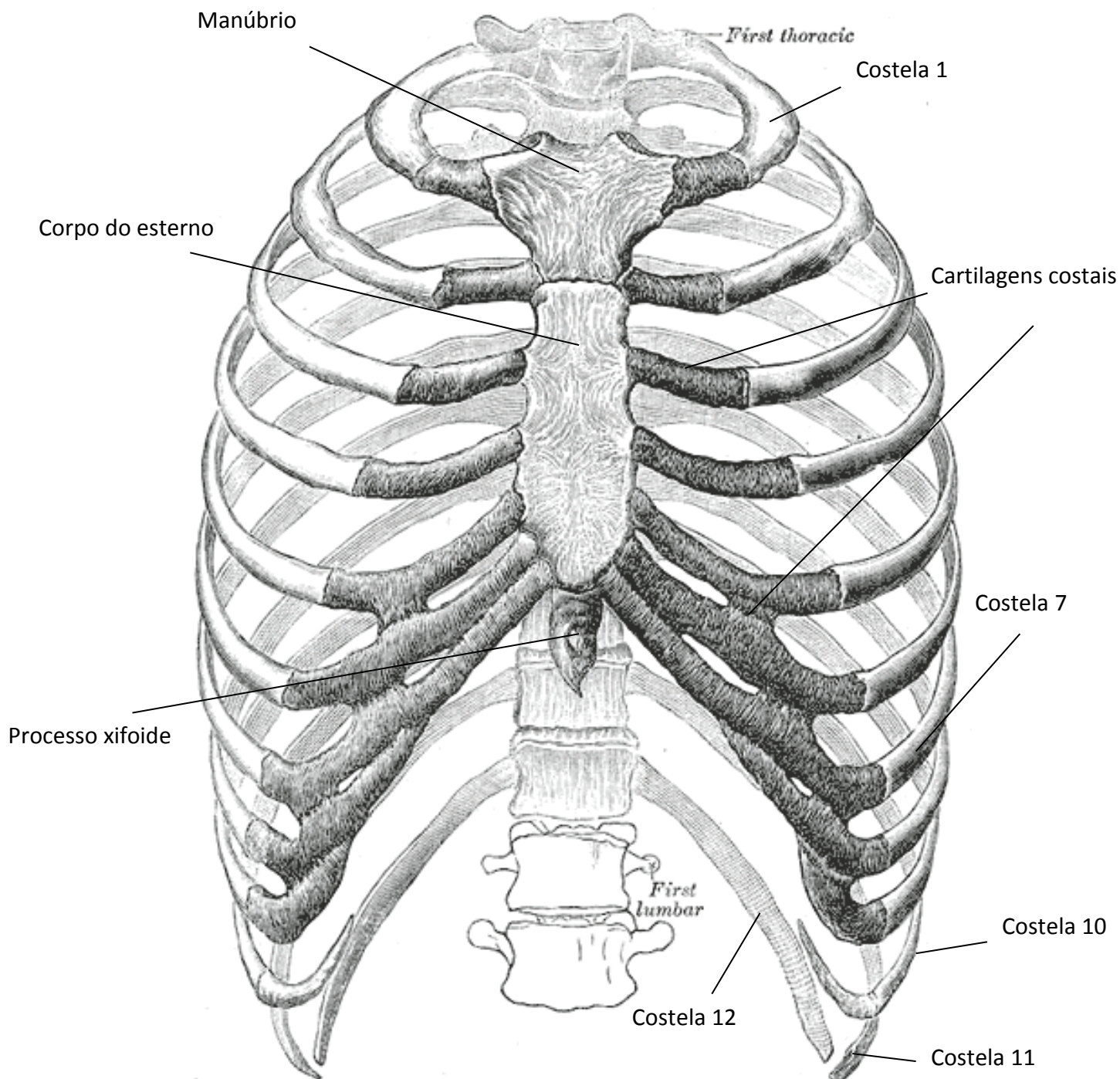


Figura 26: a gaiola torácica vista de frente. Apontados os ossos que a compõe.

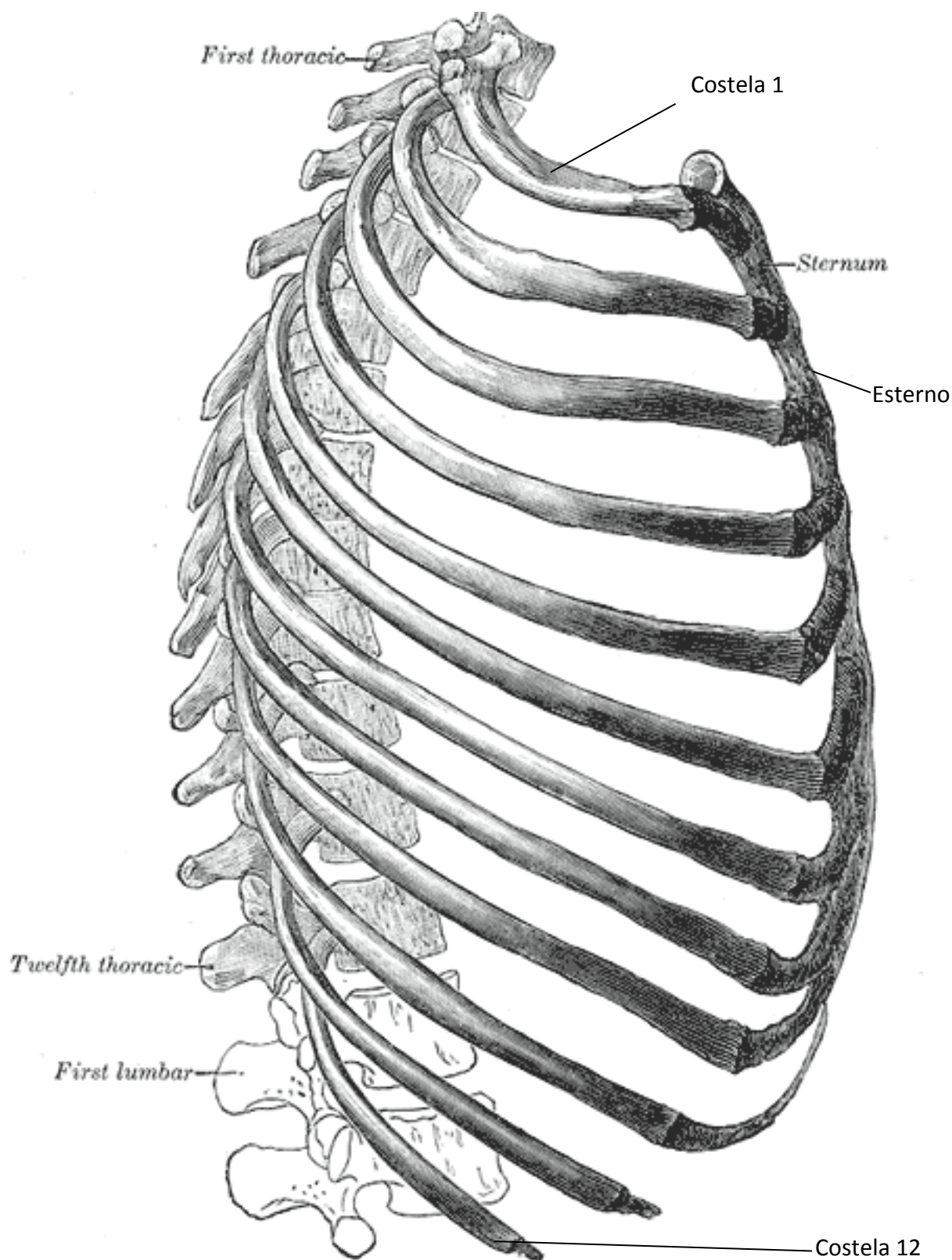


Figura 27: As costelas vistas pelo lado direito do corpo.

12 - O ESQUELETO APENDICULAR

O esqueleto apendicular é bastante familiar para nós. Ele permite a exploração do ambiente que nos cerca pelos **movimentos** que habilita. Consiste da **cintura escapular, cintura pélvica e dos membros inferiores e superiores**.

Vamos estudar cada parte deste esqueleto separadamente.

12.1 A cintura escapular ou cintura peitoral.

A cintura escapular é formada por **um par de ossos em forma de “S” chamados de clavículas** e por um par de **ossos achatados chamados de escapulas**. Cada membro superior forma **uma articulação com a cintura escapular**.

Importante saber que **a única ligação entre a cintura escapular e o esqueleto axial se dá na articulação que ocorre entre as clavículas e o manúbrio**, na porção medial anterior do tronco, chamada de **articulação esternoclavicular**. A cintura escapular é sustentada por músculos, o que lhe confere muita mobilidade, mas pouca força. Aliás, esta relação “força VS mobilidade” é interessante; veremos mais adiante que **quanto maior a mobilidade permitida por uma articulação, menor a força e estabilidade dela e, portanto, mais músculos são necessários para firmá-la**.

A clavícula apresenta-se em forma de S, **sendo articulada em uma extremidade com o esterno e na outra com uma região da escapula chamada acrômio**.



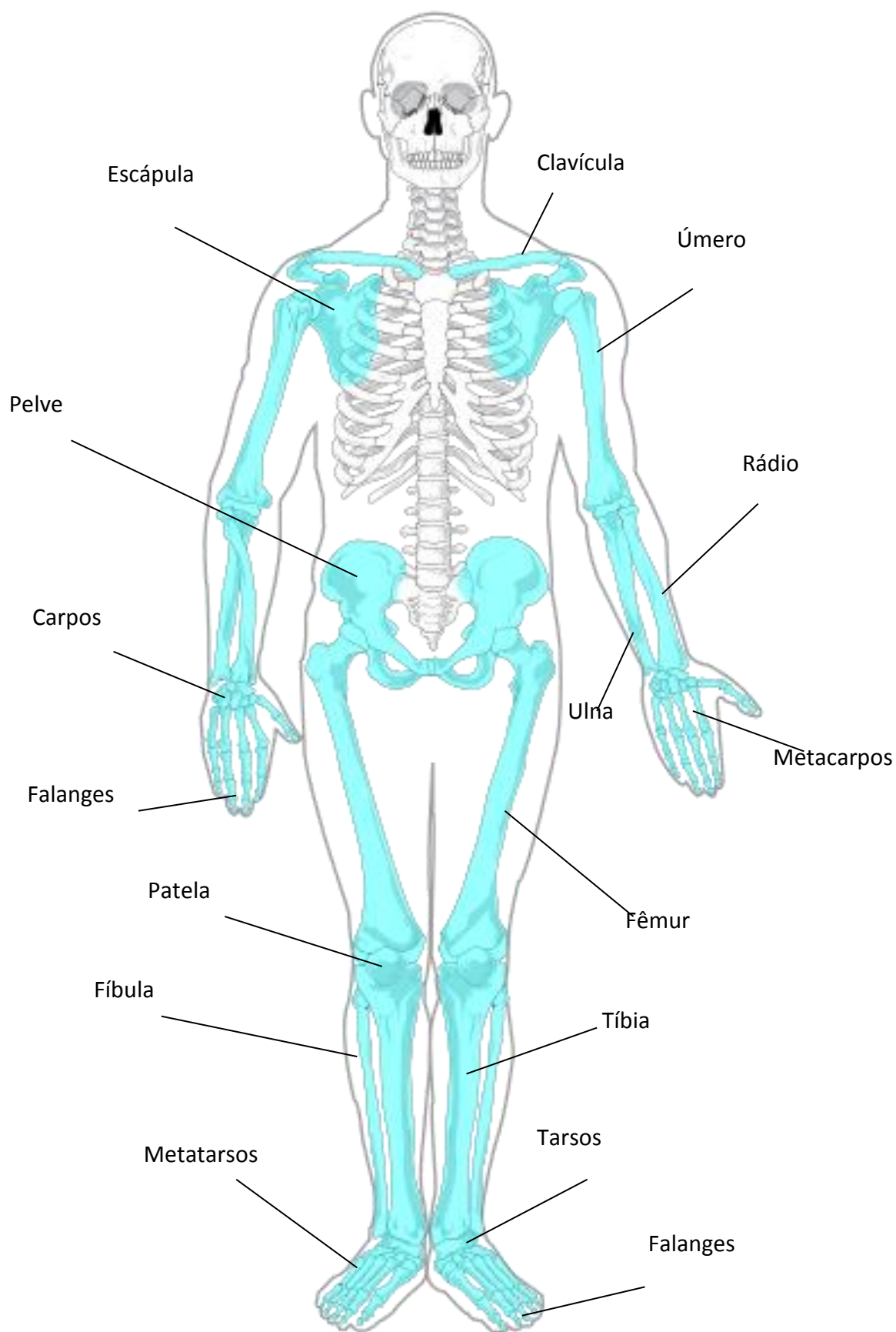


Figura 28: esquema em azul mostrando os ossos que formam o esqueleto apendicular.

A **escápula** é um osso chato em formato de triângulo situado na região posterior e superior do tronco. Ela apresenta um processo (uma projeção) na sua porção lateral superior voltada para os braços, onde se encontra uma cavidade chamada de **cavidade glenóide**. Nesta cavidade, forma-se a articulação **glenohumeral**, que liga o úmero, osso do braço, à cintura escapular. A escápula apresenta cristas laterais onde se ligam músculos. O processo ao qual nos referimos anteriormente se divide em duas protuberâncias, sendo uma o **acrômio**, que formará a articulação acromioclavicular que já estudamos e a outra chamada de **processo coracóide**. Ambos estes processos se ligam a tendões e ligamentos associados à articulação do ombro.

Articulação
esternoclavicular

Articulação
acromioclavicular



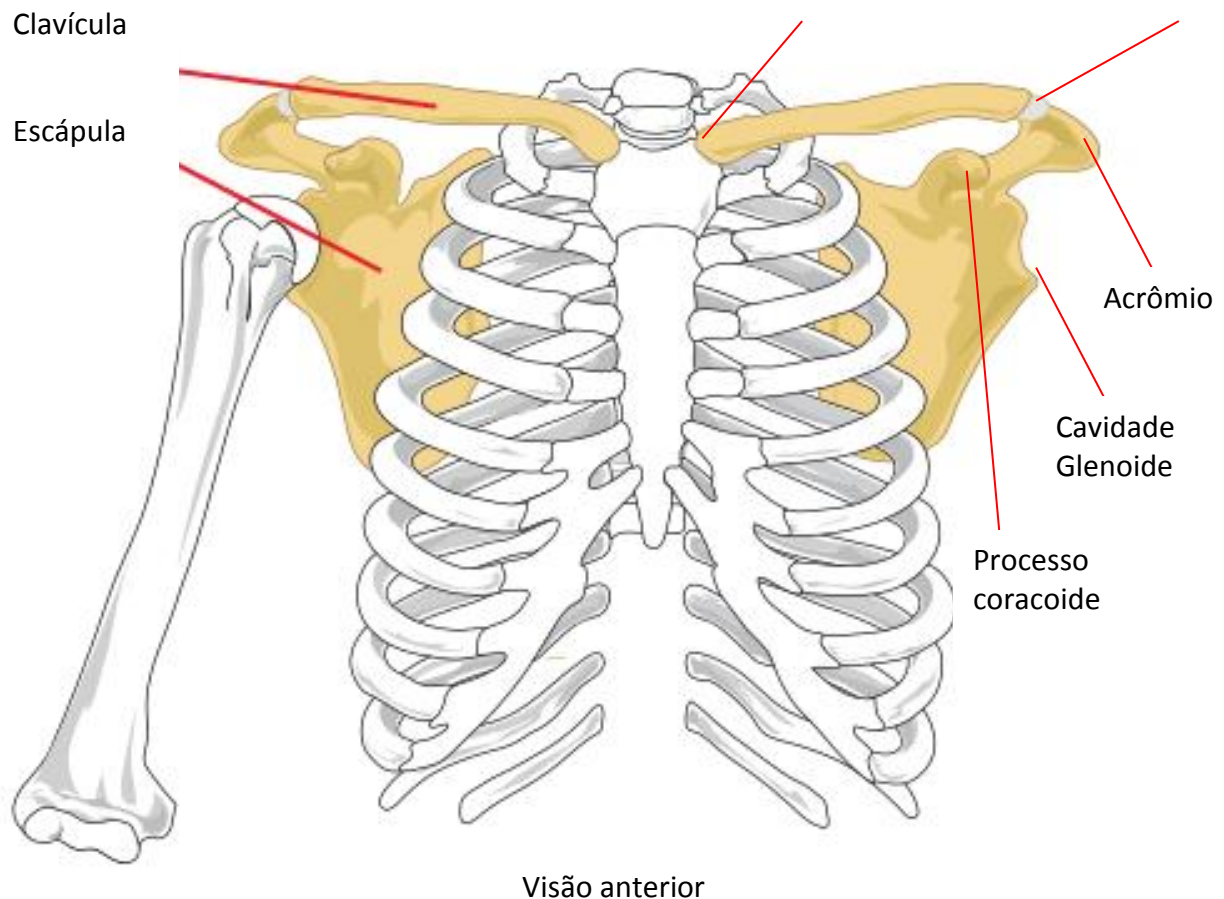


Figura 29: esquema mostrando posição da clavícula e da escápula, com suas marcações.

12.2 Os membros superiores – braços, antebraços e mãos.

Os membros superiores consistem do **braço, antebraço, pulsos e mãos**. Veja que anatomicamente, nos referimos ao braço somente como a porção proximal do membro superior.

O **Úmero** é o único osso do braço. Em sua porção proximal, ele apresenta uma cabeça que **se articula com a escápula**.

O Úmero articula com o Rádio e a Ulna em uma região chamada de côndilo.

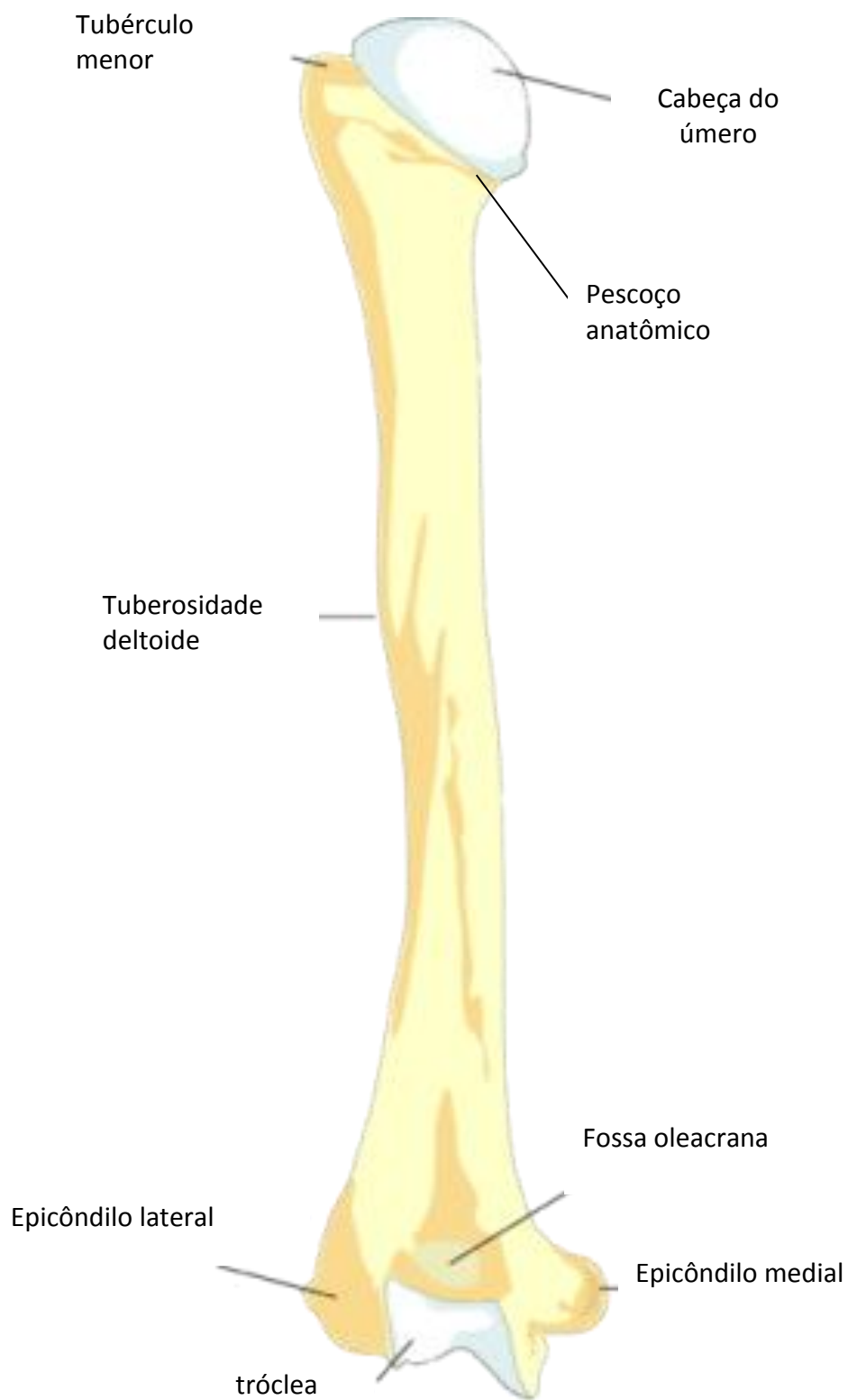


Figura 30: o úmero representado em esquema, mostrando suas marcações.

A **Ulna** consiste do osso situado na **porção medial** em relação ao corpo em posição anatômica. Na articulação com o úmero ela apresenta um processo chamado **olecrano**, que consiste na ponta do cotovelo (**o olecrano é sempre castigado quando batemos o cotovelo!**).

Uma camada fibrosa chamada de **membrana interóssea** conecta a ulna ao rádio lateralmente.

O **rádio** encontra-se lateralmente em relação à ulna. A cabeça do rádio articula com o úmero.



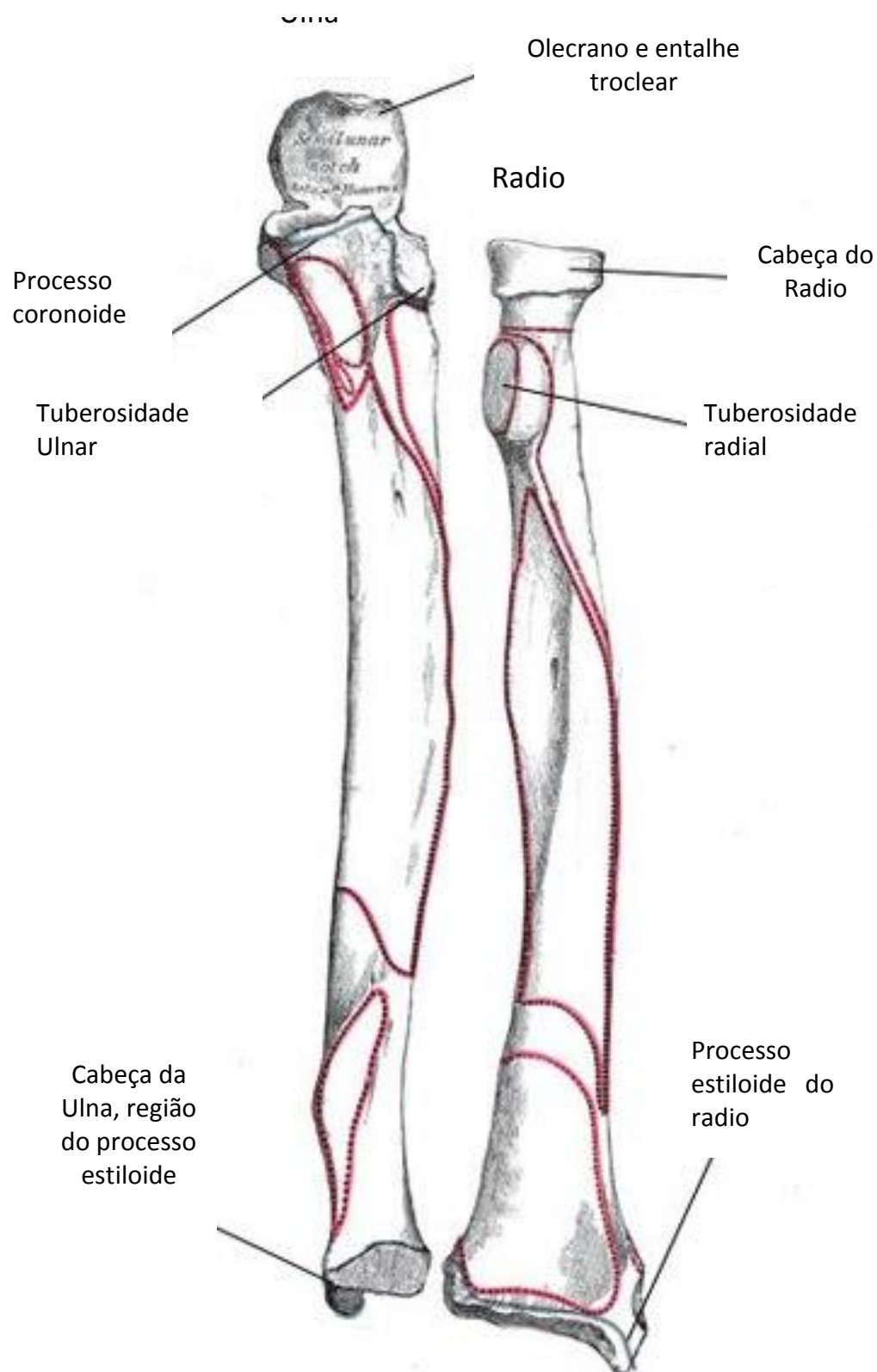


Figura 31: o rádio e a ulna. Algumas marcações importantes são mostradas.

12.3 Ossos do carpo

Consistem de **oito ossos** **arranjados em duas linhas** que **contém quatro ossos cada**.

Na linha proximal, próxima da articulação com a ulna e o rádio teremos: osso **escafoide**, osso **semilunar ou lunato**, osso **triquetrum ou piramidal** e osso **pisiforme**. Os três primeiros formam articulação com o rádio e com a ulna. Na linha distal, mais afastada da articulação com o antebraço, teremos os ossos: **trapézio**, **trapezoide**, **capitato** e **hamato**. O capitato é o maior osso do carpo. O trapézio e o trapezoide articulam com o escafoide.

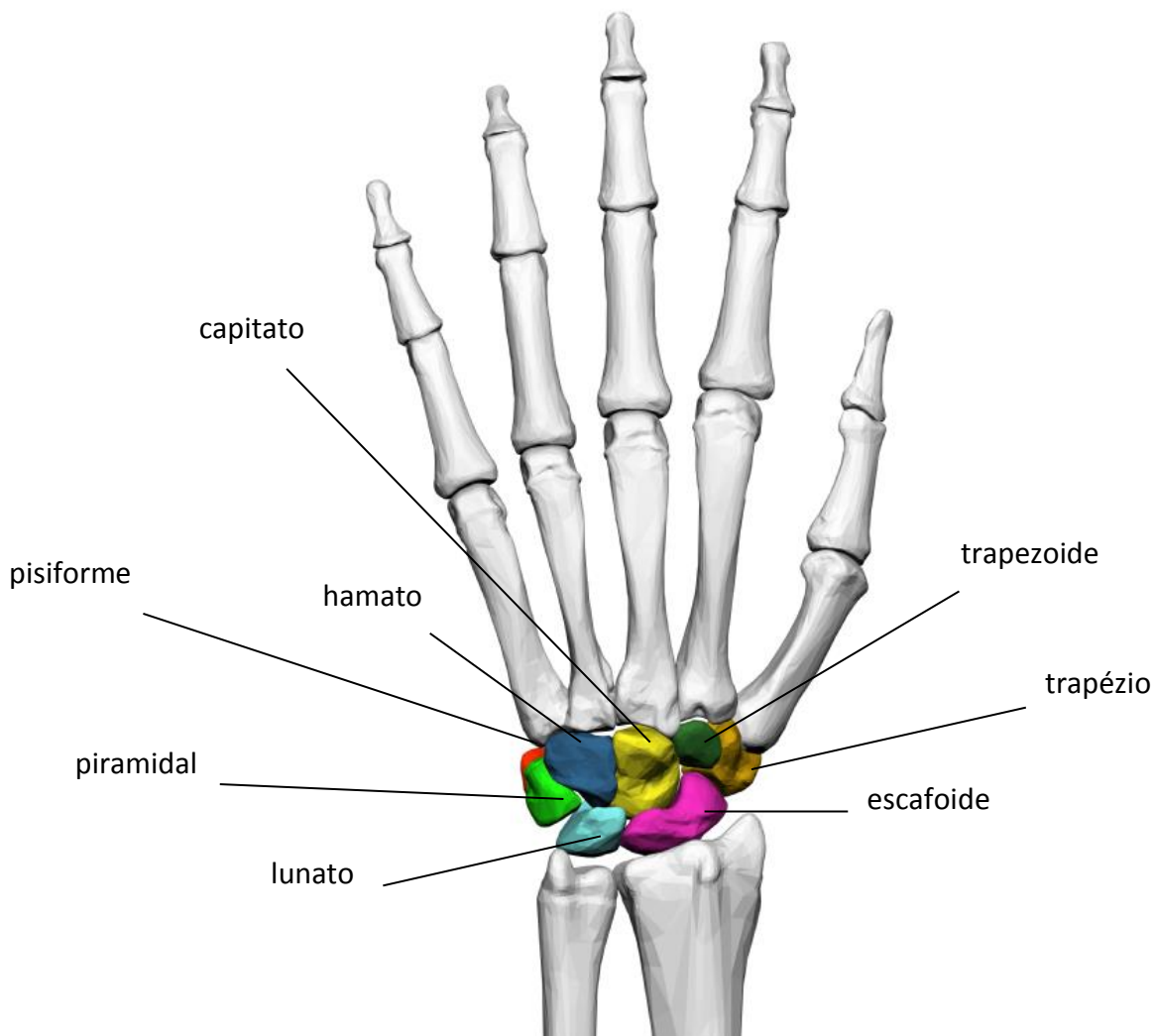


Figura 32: em diferentes cores, modelo representa os ossos do carpo.

12.4 Ossos do metacarpo e das falanges

Cinco ossos articulam com os ossos distais do carpo. Eles são nomeados com **números romanos**, iniciando a contagem **a partir do dedo polegar**. Os ossos do metacarpo se articulam com os ossos dos dedos. Temos **14 ossos nos dedos chamados de falanges** e que são nomeadas de acordo com a distância do corpo, assim teremos **falanges proximais, medias e distais** (lembre-se dos termos anatômicos – proximal: próximo ao centro do corpo; distal: distante do centro do corpo ou do membro). **Apenas o dedo polegar apresenta somente duas falanges: a distal e a proximal.**



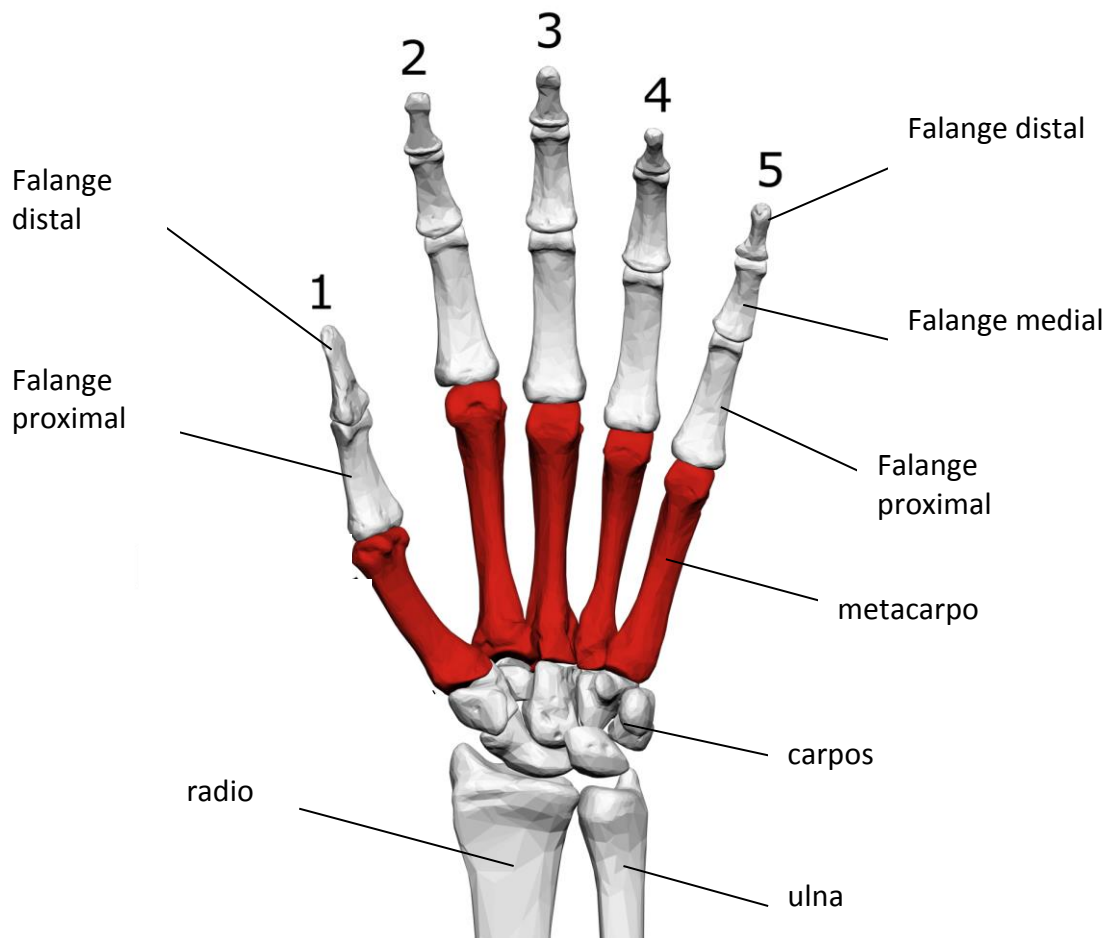


Figura 33: esquema mostrando os ossos da mão esquerda, vistos de frente. Em vermelho, os metacarpos.

12.5 A cintura pélvica

A cintura pélvica consiste de **dois ossos chamados de ossos pélvicos ou ossos do quadril**. Cada osso é formado pela fusão de três ossos: **ílio, ísquio e púbis**.

Uma tira de fibrocartilagem une os ossos da cintura pélvica na porção anterior medial do corpo, formando uma articulação chamada de **sínfise púbica**.

Cada osso do quadril apresenta em sua lateral **um acetábulo** que é a região onde ocorre a **articulação com a cabeça do fêmur**. Nesta região ocorre o encontro dos três ossos que formam cada osso da cintura pélvica.

A pélvis (ou pelve) completa é formada pelos ossos do quadril, unidos ao sacro e ao cóccix.

A pélvis dos homens é levemente diferente da das mulheres. A pélvis feminina em geral é mais leve e apresenta menos marcações (para inserção de músculos) do que a pélvis masculina. Ademais a pélvis feminina reage ao **hormônio relaxina** que é produzido na gravidez e que solta a sínfise púbica e os ligamentos sacroilíacos, permitindo aumento da cavidade pélvica. Outra diferença é que o ângulo do púbis (ou arco púbico) é maior nas mulheres, podendo apresentar mais do que 100° de abertura, diferente dos homens nos quais não passa de 90°.



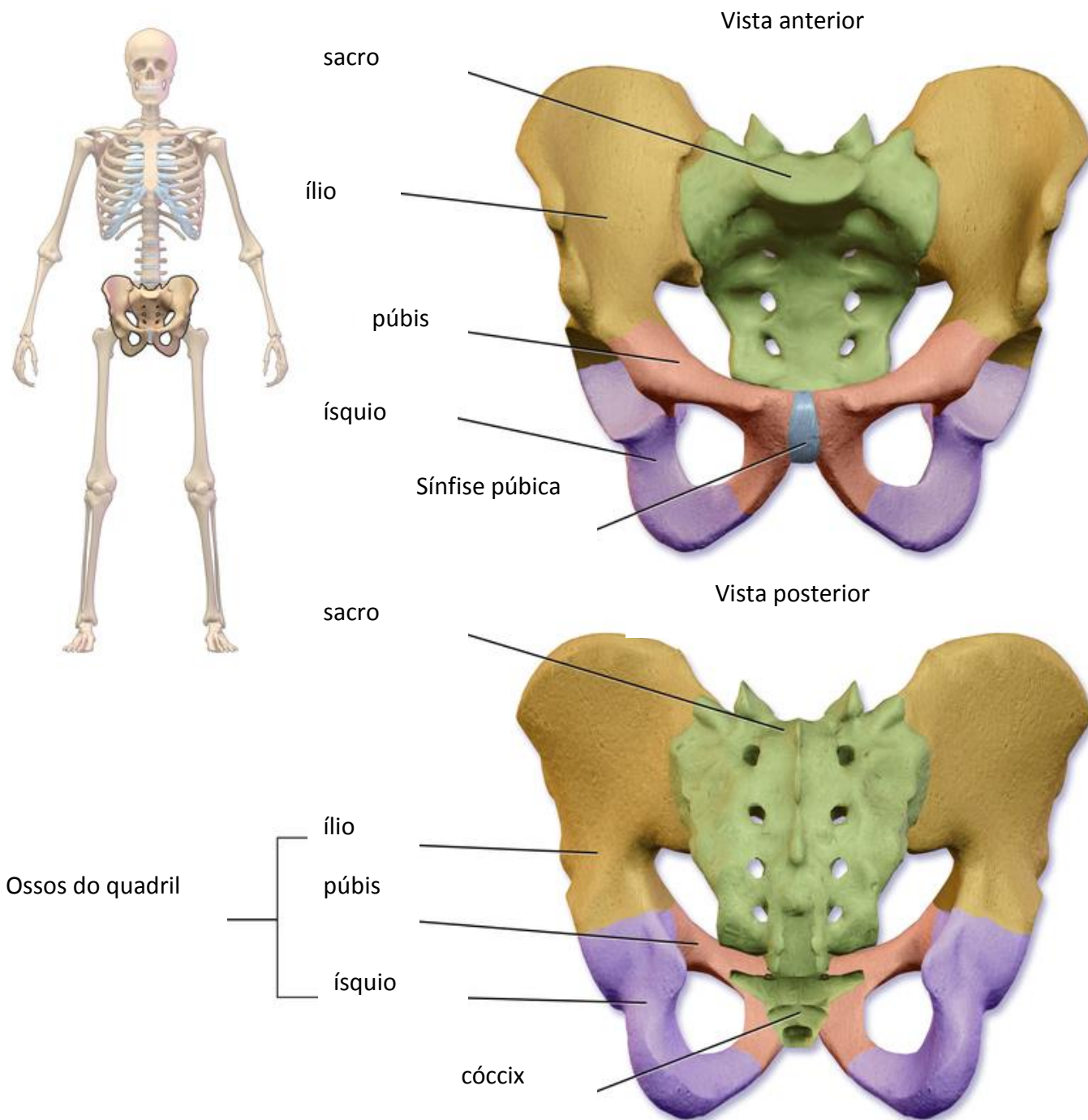


Figura 34: ossos da pélvis.

12.6 Os membros inferiores

O esqueleto de cada membro inferior consiste dos seguintes ossos: **fêmur, patela, tíbia, fíbula, ossos do tarso, metatarso e falanges dos pés.**

Anatomicamente, lembre-se de que o **termo perna se refere somente a porção inferior do membro.** A porção superior (proximal), chamamos de coxa.

Os membros inferiores suportam todo o peso do corpo e o estabilizam na posição bípede.

O fêmur, localizado na coxa, é o maior e mais pesado osso do corpo. Apresenta uma região chamada de cabeça, que se **articula com o quadril no acetábulo.**



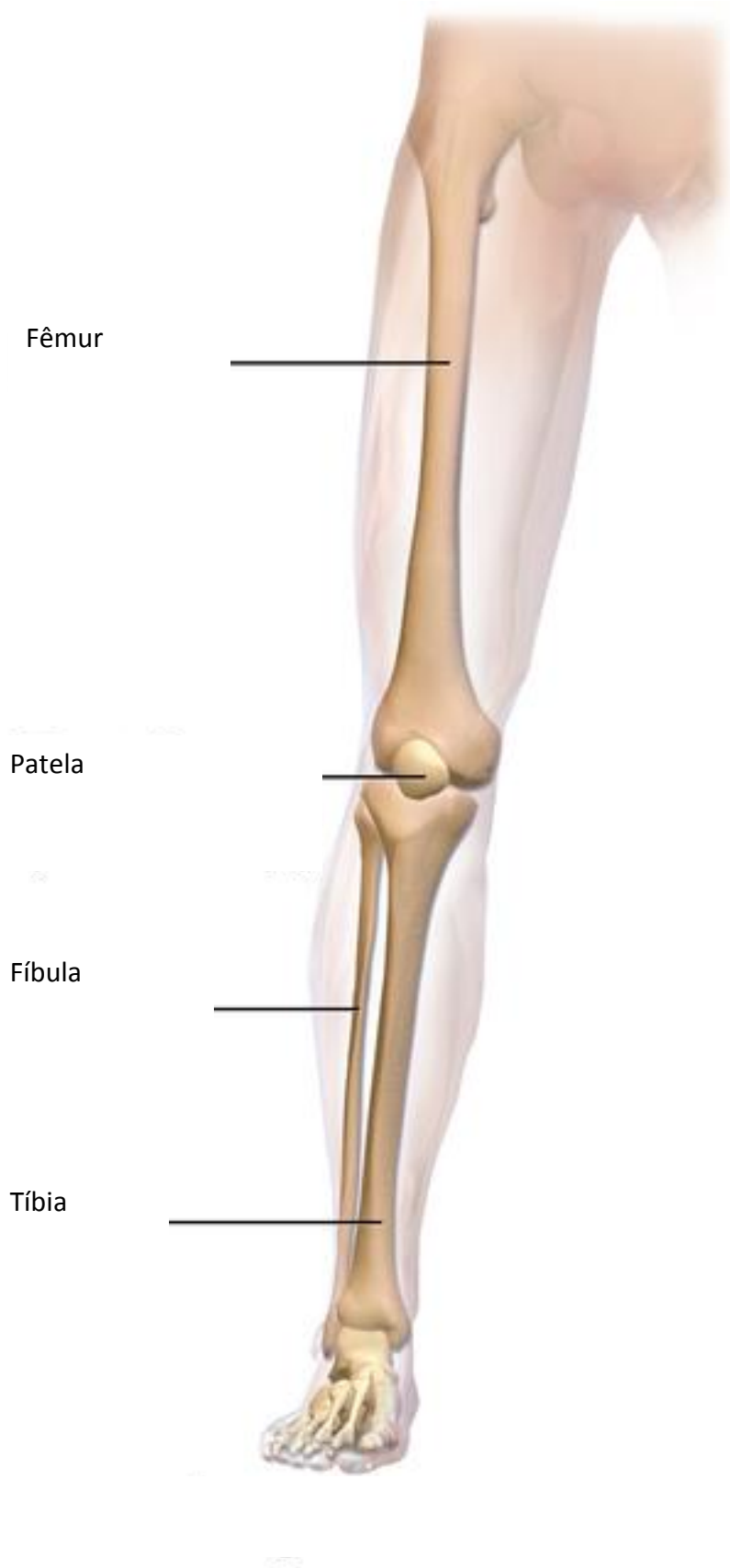


Figura 35: esqueleto do membro inferior.

A **patela** é um grande osso **sesamoide** (relembre acima, quando classificamos os ossos de acordo com seus formatos) que se desenvolve **no interior do tendão do quadríceps**, músculo cuja contração estica o joelho.

A **fíbula** é um osso **mais delgado que se liga à tíbia**, articulando com ela na sua região de cabeça, proximal em relação ao corpo. Devido à sua massa, ela não é suficiente para suportar o peso do corpo, mas configura uma importante superfície para ligação de músculos que movimentam o pé e seus dedos.

O tornozelo (**tarsus**) consiste de **sete ossos tarsais**. Vamos conhecê-los?

O **talus** transmite o peso da tíbia para o pé.

O osso do calcanhar ou **calcâneo** situa-se posteriormente em relação aos demais e é o maior dos ossos do tarsais. **Ele apresenta uma projeção posterior onde se conecta o tendão calcaneal ou tendão de Aquiles**. Este osso recebe o peso do corpo transmitido pelo talus.

Anteriormente ao calcâneo encontra-se o **cuboide** e anteriormente ao talus encontra-se o **navicular**. Este último articula-se com três ossos chamados de **cuneiformes**, que se organizam alinhados sendo nomeados de acordo com suas posições: **lateral, intermediário e medial**. Lembrando sempre que o termo medial se refere à linha média do corpo.

A **porção distal dos ossos cuneiformes e do cuboide se articula com os metatarsos**. Estes, assim como os metacarpos das mãos, **são nomeados com números romanos**, iniciando-se a contagem a partir da região medial. Assim sendo o metatarso I seria o osso relacionado ao dedão do pé.

Assim como nas mãos, **o primeiro metatarso se articula com duas falanges**. Este dedo é também conhecido como **“alux”**. Os demais metatarsos se articulam com três falanges nomeadas da mesma forma que nas mãos: **proximal, média e distal, totalizando 14 falanges nos dedos dos pés**.

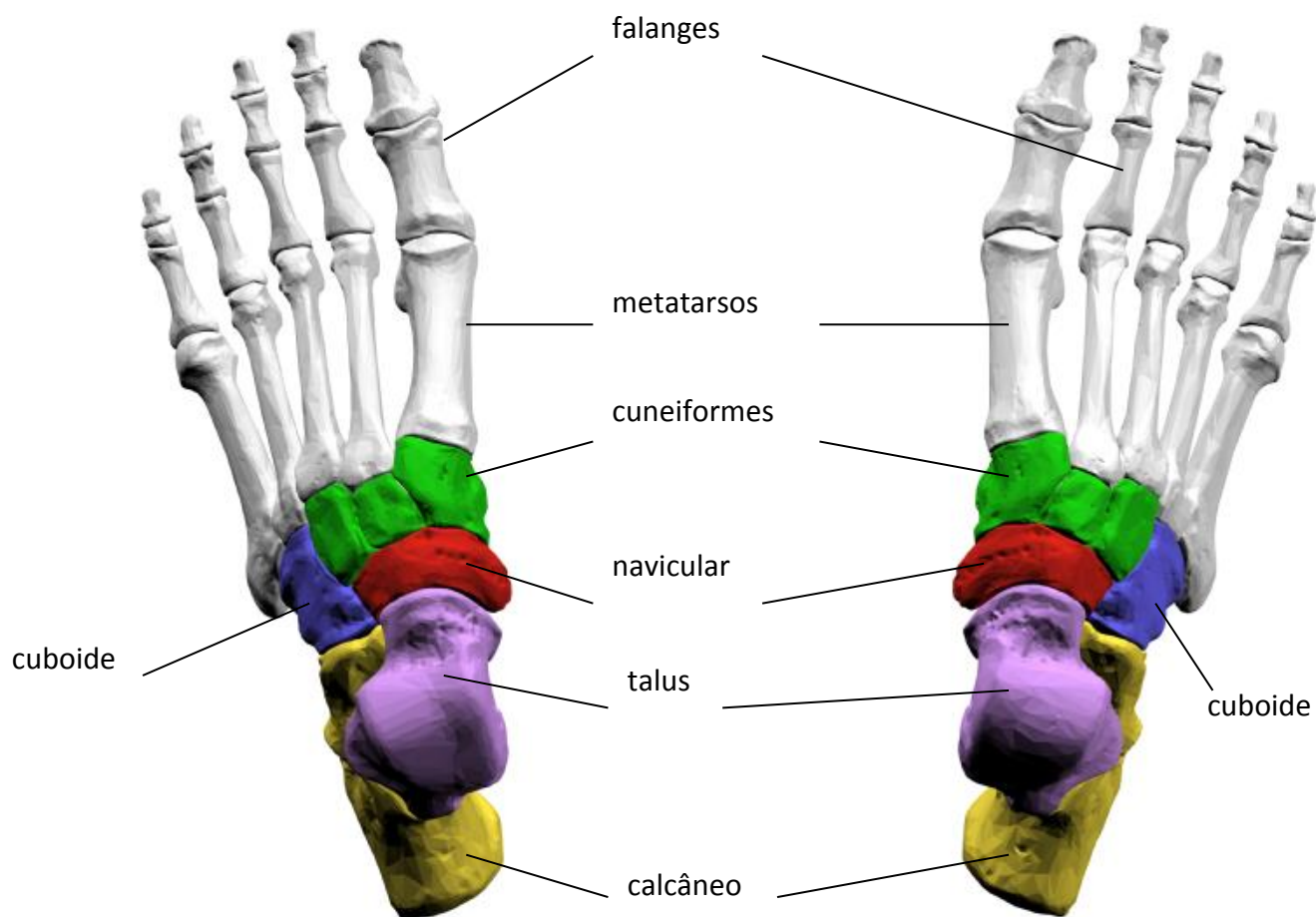


Figura 36: vista superior dos ossos do tarso.

13 – As ARTICULAÇÕES

Articulações **são regiões onde os ossos se encontram e se articulam.**

Funções das articulações: **Facilitar o crescimento, transmitir as forças entre os ossos permitindo a movimentação.**

As articulações podem ser classificadas **quanto a sua movimentação e sua anatomia.** Temos basicamente quanto a **movimentação:**

- As **diartroses** também conhecidas como **articulações sinoviais** que permitem uma **grande gama de movimentos;**
- As **sinartroses**, que podem ser fibrosas ou cartilaginosas e **que restringem bastante a movimentação;**
- As **anfiartroses** que também podem ser fibrosas ou cartilaginosas, permitindo **movimentos moderados.**

Vamos estudar os tipos de articulação pela sua **classificação anatômica.** Esta categoriza as articulações em **fibrosas, cartilaginosas, ósseas e sinoviais.**



13.1. Articulações fibrosas

Não há cartilagem entre os ossos o que limita a movimentação, **podem ser sinartroses ou anfiartroses. São as suturas, gonfoses e sindesmoses.**

Suturas ocorrem somente nos **ossos do crânio**. São regiões que interligam as placas ósseas preenchidas com tecido conectivo denso e fibroso.

A **gonfose** ocorre na **ligação entre dentes e cavidades da mandíbula e da maxila**. O ligamento periodontal é o tecido fibroso que conecta estas estruturas.

As **sindesmoses** são verdadeiras ligações fibrosas entre ossos. São consideradas **anfiartroses**. Como exemplo temos a **ligação distal da tíbia e da fíbula na perna**, próximo ao tornozelo.

13.2. Articulações cartilaginosas

Podem ser **sincondroses (primárias)** que são associadas a regiões de crescimentos, onde há **centros de crescimento** ósseo separados por cartilagem hialina como as regiões que conectam as **epífises e as diáfises**. Considerada uma **sinartrose**. Outro exemplo é a cartilagem que liga o **primeiro par de costelas ao manúbrio**, osso superior do esterno.

Podem também ser **sínfises (secundárias)** que são caracterizadas pela presença de um **disco fibrocartilaginoso entre as cartilagens** que recobrem duas extremidades de ossos. São bastante resistentes. Elas em geral se situam na linha média do corpo – **mandíbula, esterno, intervértebras e região púbica**.



Quando classificadas como **anfiartroses**, as articulações cartilaginosas são menos rígidas do que as articulações fibrosas, permitindo algum movimento.

13.3. Articulações sinoviais

Encontram-se em **regiões de encontro ósseo, tipicamente nas extremidades dos ossos longos**, onde há presença de uma **membrana de tecido fibroso que os une (capsula fibrosa rica em colágeno)**. Sob a capsula fibrosa, há tecido encapsulante chamado de **membrana sinovial** (tecido conjuntivo areolar com uma fina camada de epitélio), que forma uma capsula no interior da qual há **líquido sinovial**, que funciona como **lubrificante para a movimentação e que é produzido pelo tecido conjuntivo que a forma**. Ela recobre as superfícies dos ossos, ligamentos e tendões eventualmente presentes na região. Ela não recobre discos interarticulares.

Nas articulações, as superfícies dos ossos que ela contém apresentam uma **camada de cartilagem hialina** rica em água e não coberta por pericôndrio, chamada de **cartilagem articular**, que impede o contato osso-osso também repellido pelo líquido sinovial.

O **líquido sinovial** tem a consistência semelhante a gema de ovo. Ele não tem muito volume. É formado basicamente por uma **diálise de plasma sanguíneo contendo proteínas e hialurona (ácido hialurônico)**. Este líquido também nutre e retira excretas metabólicas das cartilagens da articulação, por meio de sua movimentação. Lembrando que estas cartilagens não são vascularizadas ou enervadas, dependendo de nutrientes da membrana sinovial.

As articulações sinoviais podem apresentar estruturas assessorias. Abaixo temos alguns exemplos importantes:

- **Menisco** – disco de fibrocartilagem encontrado no joelho, entre os ossos no interior da articulação.
- **Corpos adiposos** – em geral superficiais às capsulas das articulações, são massas de tecido adiposo que funcionam como tecidos de preenchimento quando há movimentação, ocupando lugares livres na articulação.



- **Ligamentos** – podem se apresentar nas regiões das articulações para fortalecê-las, estando dentro ou fora delas.
- **Tendões** - não fazem parte da articulação diretamente, mas podem passar através ou próximo, gerando uma armação de proteção como na região dos ombros.
- **Bursas** – são bolsões pequenos e finos preenchidos com líquido sinovial, podendo estar dentro ou fora das articulações, servem como redutores de fricção e auxiliam na absorção de choques mecânicos.

Há uma relação direta entre capacidade de movimentação e força estrutural das articulações. **Quando mais movimento ela permite, mais fraca ela é.**



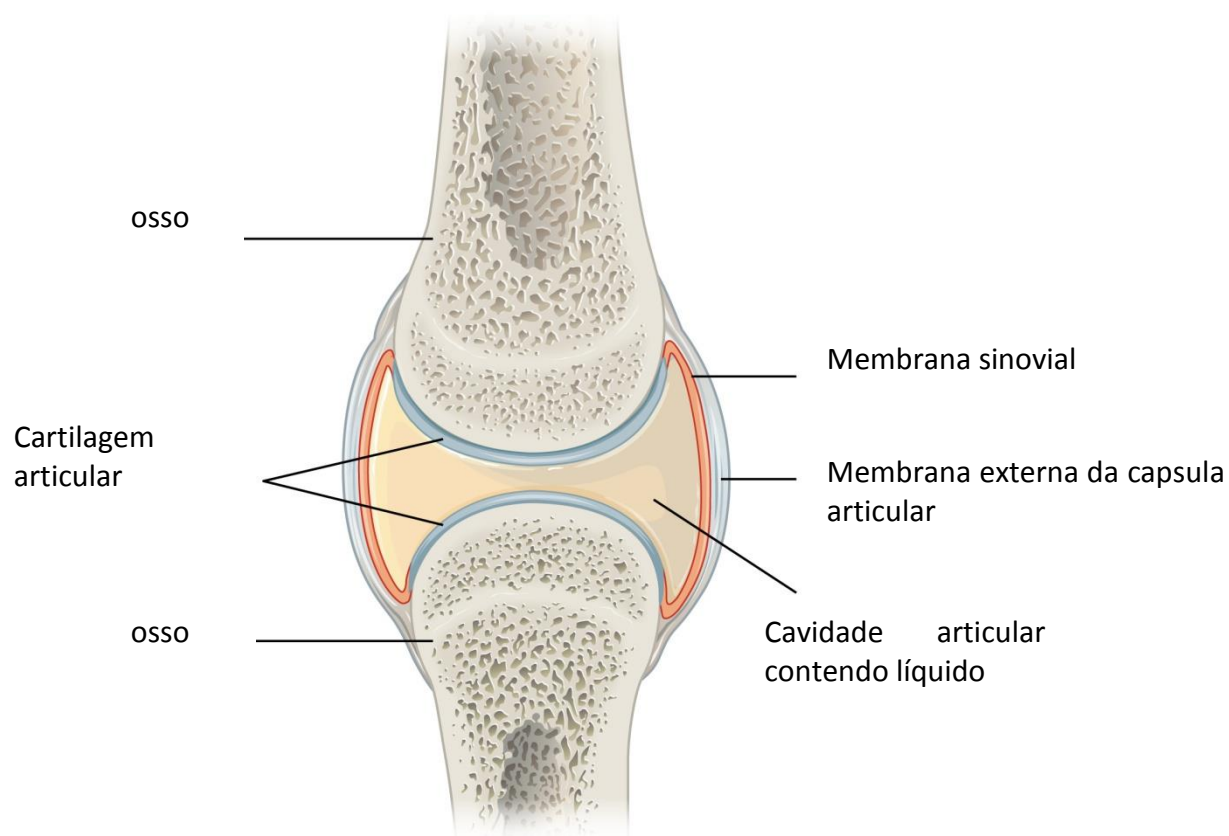


Figura 37: esquema mostra organização geral de uma articulação sinovial.

14- OS MÚSCULOS

O sistema muscular constitui 40-50% da massa corpórea. **Os músculos são verdadeiras máquinas de transformar energia química em trabalho mecânico.**

Função principal: **movimentação** corpórea e de substâncias no interior do corpo, fornecimento de calor.

Além disso, a musculatura pode ser considerada **repositório de proteínas**, caso elas faltem na alimentação as proteínas das células musculares podem ser quebradas e seus aminoácidos utilizados pelo fígado para produção de glicose. Os músculos também **guardam aberturas do corpo**, envolvendo aberturas do trato digestivo e urinário.

Os músculos do corpo podem ser: **estriado esquelético, estriado cardíaco ou liso**.

Nos **músculos estriados esqueléticos**, o tecido se organiza em **fascículos musculares** os quais organizados e unidos por tecido conjuntivo formam os músculos que conheceremos mais adiante. A camada de tecido que reveste o músculo é chamada de **epimísio**. Os **fascículos são envolvidos por camadas de tecido conjuntivo**. A camada mais externa, que envolve todos os fascículos é chamada **perimísio** e consiste de tecido rico em colágeno. Os fascículos são envolvidos por tecido conjuntivo que apresenta colágeno e elastina, ainda havendo infiltrações de nervos e vasos sanguíneos que nutrem as fibras. Ao redor das fibras que compõe o fascículo encontramos o **endomísio**. Esta camada de tecido conjuntivo elástico apresenta células chamadas de **miosatélites que apresentam características de célula tronco com capacidade de regenerar as fibras**. Estas três camadas de tecido conjuntivo (epimísio, perimísio e endomísio) se unem nas **extremidades do músculo dando origem aos tendões**.

É importante lembrarmos que as células musculares apresentam grande quantidade de duas proteínas: **actina e miosina**, as quais se unem na presença de cálcio, provocando a contração das fibras, num processo no qual há gasto de energia química na forma de ATP. Estas proteínas se organizam formando **filamentos grossos e finos (miosina e actina, respectivamente)**, que formam os **miofilamentos** cujos agrupamentos formam as **miofibrilas**. Estas são encontradas aos milhares nas fibras musculares.

fascículo



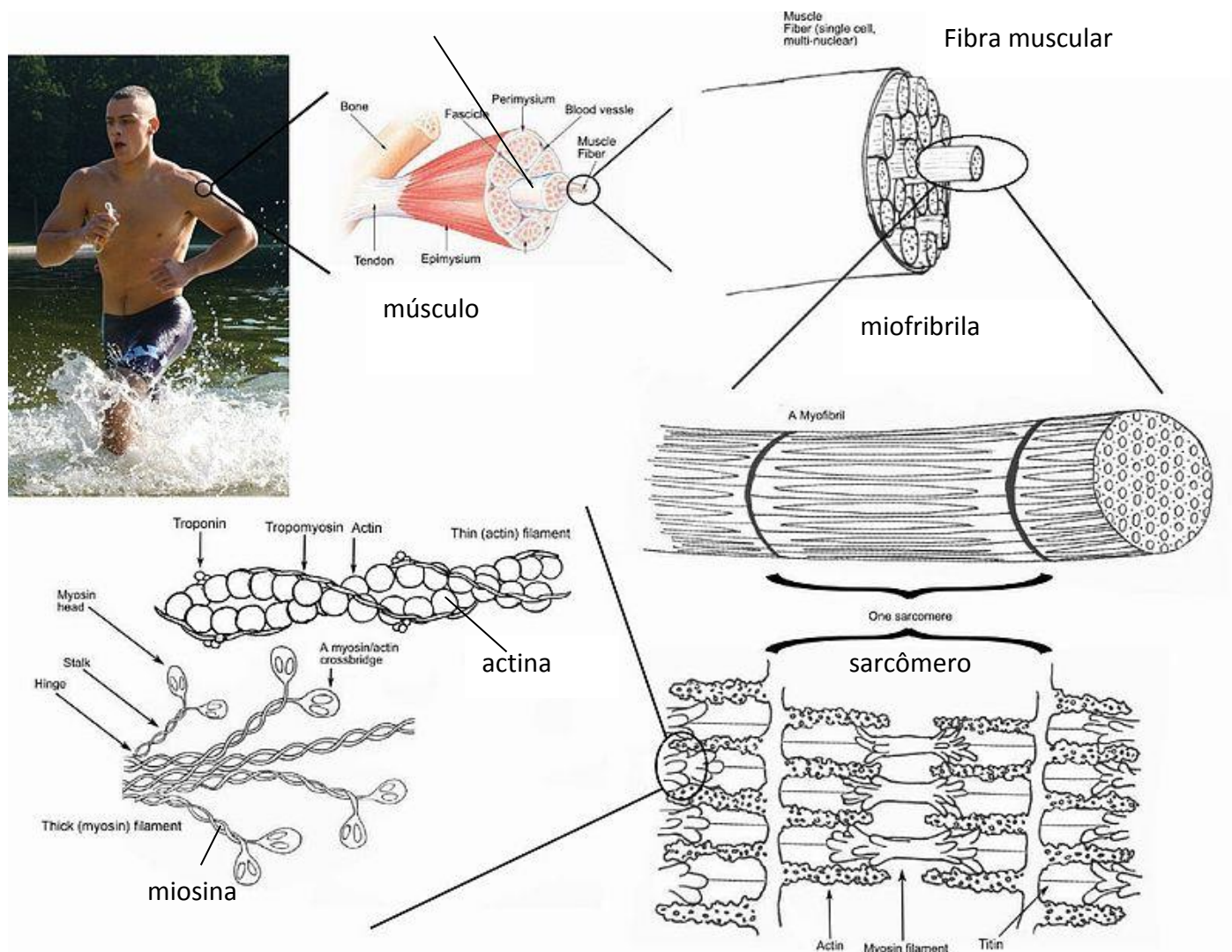


Figura 38: a organização de um músculo estriado esquelético.

Relembrando os tipos de músculos:

Músculo Estriado esquelético – cerne do corpo, apresenta **células longas**, cilíndricas, multinucleadas. Enervado por nervos motores somáticos. São ditos de contração voluntária. Seriam todos assim? Ex. diafragma.

Músculo Estriado Cardíaco - de estrutura contrátil semelhante ao esquelético, mas com células **formando uma rede** que se contrai involuntariamente, com menos força do que o músculo esquelético, mas mais resistência à fadiga. Encontrado no coração e vasos arteriais próximos. **As suas células são menores do que as células esqueléticas**. Elas apresentam tipicamente um núcleo, podendo algumas apresentar dois ou mais. As células podem ser **ramificadas**. Elas são mais sensíveis às concentrações extracelulares de cálcio do que as células dos músculos esqueléticos. As células apresentam discos intercalares, que são regiões de membrana plasmática que se interligam e conectam com junções *gap* e desmossomos, criando verdadeiras redes de conexão física e bioquímica entre as células, tridimensionalmente, o que faz com que elas respondam de forma uníssona (única) ao potencial de ação ou seja ao estímulo para a contração; isso faz com que o músculo cardíaco funcione como uma grande unidade de contração ao invés de células separadas, o que é chamado de **sincício funcional do coração**. Fisiologicamente, o coração apresenta células especializadas chamadas de células marca passo, que determinam o ritmo das contrações e que as tornam parcialmente independentes de acionamento neural.

Músculo Liso – Encontrado em todos os sistemas do corpo. Fibras de actina e miosina não são organizadas como nos outros tipos, não sendo observadas miofibrilas e sarcometros. Os filamentos de actina se organizam em redes, presos a corpos celulares densos com proteínas densinas, e a eles se ligam filamentos de miosina encontrados dispersos no citoplasma das células. Estes corpos densos conectam as células e transitam a contração. Suas células são **fusiformes** – alongadas com as extremidades afiladas, apresentando somente um núcleo. Apresentam contração involuntária gerada por sistema autônomo; responde a hormônios assim como o músculo cardíaco.



As funções dos **músculos lisos nos sistemas do corpo** podem ser visualizadas na tabela abaixo:

Sistemas do corpo	Função do músculo liso nele presente
<i>Reprodutivo</i>	Expulsão do feto no parto; movimentação do ovócito no trato feminino; movimentação do esperma no trato masculino.
<i>Urinário</i>	Movimentação da urina para a bexiga e para fora do corpo; nível de filtração de líquido nos rins.
<i>tegumentar</i>	Regulação de fluxo sanguíneo na derme; ereção de pelos.
<i>Cardiovascular</i>	Regulagem da pressão sanguínea e do fluxo sanguíneos por vasos.
<i>Respiratório</i>	Alteram o diâmetro das passagens de ar.
<i>Digestivo</i>	Movimentação do bolo alimentar pelo trato; ejeção de bile.

14.1 Identificação dos músculos

Os músculos **podem ser nomeados de acordo com o formato, a tamanho, o número de cabeças ou barrigas, a profundidade, o sistema de ligação, a posição e a ação**. Na tabela abaixo temos alguns dos termos utilizados para identificar os músculos do corpo.



Forma	Tamanho	Número de cabeças	Profundidade	Ligação	Posição	Ação
Deltoide (triangular)	Longo, maior, menor	Biceps (duas cabeças)	Superficialis	Sternocleidomastoide (do esterno e clavícula para o processo mastoide)	Anterior, posterior, medial, superior, etc	Extensor
Quadrado	Breve	Triceps (três cabeças)	Profundus	Coracobrachialis (do processo coracoide para o braço)	Interosseus (entre ossos)	Flexor
Romboide (formato de diamante)	Latissimus (mais largo)	Quadriceps	Externus	-	Dorsi (nas costas)	Abdutor
Teres (redondo)	Longissimus (mais longo)	Digastrico (duas barrigas)	Internus	-	Abdominis	Adutor
Gracilis (fino, delgado)	-	-	-	-	Pectoralis	Levator
Reto	-	-	-	-	Brachi (do braço)	Depressor
Lumbrical	-	-	-	-	Femoris	Supinador
-	-	-	-	-	Oculi (do olho)	Pronator
-	-	-	-	-	-	Constrictor
-	-	-	-	-	-	Dilator

14.2 Citologia dos músculos estriados - sarcômeros

O citoplasma das células musculares apresenta-se preenchido por proteínas que participam da contração, interagindo fisicamente. O **processo de contração é ATP dependente**, ou seja, é um processo no qual **há gasto de energia**. Ao contrário do que se pensa, o ATP será necessário no relaxamento da musculatura e não somente na sua contração, fase na qual participa o ADP.



Nos **músculos estriados esqueléticos**, observamos células cilíndricas e longas, que contêm grande quantidade de mitocôndrias e muitos núcleos (polinucleadas). Por convenção, a membrana plasmática destas células é chamada de **sarcolema**. E o citoplasma de **sarcoplasma**. O sarcolema apresenta **invaginações para o interior da célula chamadas de túbulos T ou túbulos transversos**. Esses túbulos assim como a sarcolema apresentam **potencial de membrana**, ou seja, **a carga da região interna à célula é diferente da região externa**. Isso possibilita que **os sinais gerados pelos nervos sejam transmitidos para toda a fibra muscular num processo de despolarização da membrana, mediada por canais iônicos**.

As proteínas encontradas no sarcoplasma se organizam em **padrões repetitivos** quando se observa a célula ao microscópio. Estes padrões são considerados **unidades funcionais de contração muscular e são chamados de sarcômeros**. Eles representam a disposição das proteínas **actina e miosina (dos miofilamentos) no feixe muscular**. A miosina representa 60% das proteínas da fibra. A actina 20%. Os **sarcômeros** apresentam-se compreendidos entre filamentos de proteína **condensada que ao microscópio formam duas estrias denominadas Z**. Nesta região, teremos uma porção **mais translúcida**, formada pelos filamentos de **actina**, denominada **banda I**, e regiões mais escuras formadas por filamentos de **miosina**, denominadas **bandas A**. Estes termos vêm de características de sua observação sob microscópio sendo a banda I assim denominada devido sua característica isotrópica ou seja, regiões que não alteram a passagem da luz, e a banda A de anisotrópica, aquela que altera a passagem de luz. **A organização dos sarcômeros gera o padrão estriado que dá nome a este tipo de musculatura**.

Em geral as fibras são nutridas e acionadas por nervos e vasos que formam um feixe neurovascular que acessa o músculo a partir de sua superfície, se ramificando no seu interior. O sistema de vascularização e inervação dos músculos pode apresentar até cinco formas diferentes classificadas de acordo com a posição e calibre dos sistemas neurovasculares.

Os nervos que enervam os músculos em geral são motores (um ou mais nervos), podendo ser também do tipo sensorial, que adentram nos músculos até um ponto central e interno chamado de **ponto motor**.



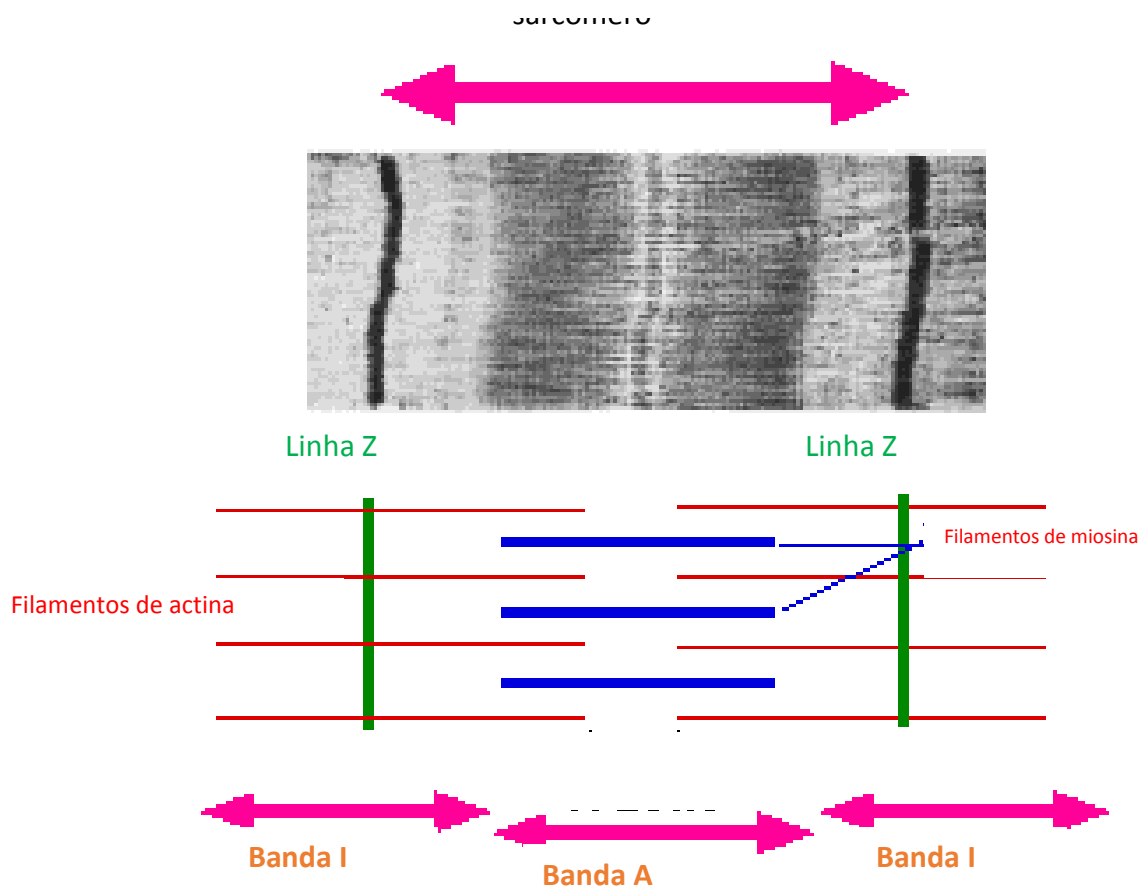


Figura 39: esquema mostra a disposição dos filamentos de actina e miosina, formando as bandas visualizadas em microscópio.

14.3 A fisiologia da contração muscular

A chegada de um estímulo à região de encontro entre o nervo e o músculo (na fenda sináptica) faz com que **acetilcolina** – um neurotransmissor - seja **liberada** no espaço entre o neurônio e a membrana da célula muscular (sarcolema). A acetilcolina é **recolhida por receptores na membrana do músculo**, o que gera um **sinal “elétrico”** (despolarização da membrana, gerada pela entrada de sódio na célula) que **percorre toda a fibra muscular**. A enzima acetilcolinesterase retira o restante de acetilcolina do espaço entre o neurônio e o músculo, assegurando um acionamento pontual e não constante.

O estímulo da membrana gerado pelo neurônio é transmitido para o interior da célula muscular pelos **túbulos T**, fazendo com que o **cálcio**, presente no interior de cisternas do **retículo sarcoplasmático**, seja liberado no sarcoplasma. O **cálcio ativa os filamentos de actina** - ao ligar-se a troponina, uma proteína do complexo troponina-tropomiosina que “tranca” o sítio ativo da actina - fazendo com que ele se **ligue à miosina** o que causa a **contração das fibras**. Ao cessar o estímulo para contração, o cálcio é retirado por transporte ativo do citoplasma por meio de bombas de cálcio (cálcio-ATPase), retornando ao retículo sarcoplasmático, fazendo com que ocorra o relaxamento das fibras.

As cabeças das proteínas miosina andam ou rolam sobre os filamentos de actina, gerando a contração do sarcomero. Esse **movimento é dependente de ATP** utilizado tanto no preparo das cabeças de miosina quanto na liberação da sua ligação com a actina, portanto, há **gasto de energia em todo processo** – **temos aqui explicada a Teoria dos filamentos deslizantes**.

Quanto mais frequentes os impulsos no músculo, maior a **força** da contração.

Os músculos, portanto, podem gerar tensão, no sentido de **puxar** ou tracionar, com gasto de energia, **mas não podem se alongar de forma autônoma**.

Pense que “**o músculo pode puxar, mas não empurrar**”.

O músculo armazena energia em moléculas de **creatina**.

As moléculas de creatina energizadas são chamadas de **fosfocreatina ou creatina fosfato**. Este meio de armazenar energia é fraco, gerando energia para somente alguns segundos de contração.



O **glicogênio** é uma forma mais eficiente que as células musculares apresentam para armazenar energia.

O **glicogênio (também chamado de amido animal)** é armazenado no citoplasma das células musculares, sendo **quebrado em glicose** que será utilizada pelas células na respiração aeróbia. Glicose e gordura (na forma de ácidos graxos circulantes no organismo) também serão utilizadas pelos músculos. A glicose será quebrada no citoplasma gerando piruvato num processo chamado de **glicólise (lise=quebra)**. Este processo ocorre sem a necessidade de oxigênio. O piruvato entra na **mitocôndria** e será degradado no ciclo do ácido cítrico ou ciclo de Krebs que necessita de oxigênio e gera grande quantidade de ATP. Desta forma, **quando o músculo usa o ATP e a creatina fosfato, acabando com suas reservas, ele inicia a quebra do glicogênio em moléculas de glicose.**

Quando a demanda muscular é muito grande, não havendo oxigênio suficiente para o processo de respiração, o piruvato que sobra no sarcoplasma é convertido em **ácido láctico**.

O ácido láctico libera átomos de hidrogênio no citoplasma da célula muscular, gerando redução do pH, e levando ao **mal funcionamento do músculo, gerando a fadiga**. O lactato é um sal gerado a partir do ácido láctico. Ele pode restar na célula muscular no período de recuperação, após intenso trabalho. O lactato difunde para a corrente sanguínea e no fígado é transformado em piruvato, o qual será convertido em glicose, que pode retornar ao músculo para ser convertido em glicogênio. Esse ciclo do lactato sendo renovado é chamado de **ciclo de Cori**.



O **músculo estriado cardíaco** depende quase que exclusivamente de **metabolismo aeróbico** para **obtenção de energia**. Suas células apresentam grandes reservas de glicogênio e lipídios, bem como grande quantidade de mitocôndrias e de mioglobina.

Os **músculos esqueléticos** podem apresentar **três tipos de fibras** que diferem bioquimicamente, gerando diferentes velocidades de contração. Antigamente, referia-se a estas fibras como **fibras vermelhas** ou **fibras brancas**. Hoje elas são classificadas como **fibras tipo I, IIA e IIB**. As **fibras tipo I** estão relacionadas a **contração mais lenta e a contrações mais duradouras**, como aquelas relacionadas a manutenção da postura.

As **fibras tipo II** são fibras que apelam para **vias bioquímicas mais rápidas para obter energia (anaeróbia)**, mas que geram **menos energia do que as vias tradicionais utilizadas pelas fibras I**. Desta forma as **contrações são mais poderosas e rápidas**. Pode-se ainda chamá-las de fibras rápidas e fibras lentas.

As fibras vermelhas (lentas) eram assim classificadas devido à grande presença de **mioglobina**, uma proteína semelhante a hemoglobina do sangue que fornece oxigênio para a fibra.

As fibras brancas apresentam **menos mioglobina** tendo aparência mais clara.

Os músculos quando são estimulados próximo de sua tensão máxima continuamente, tendem a aumentar a quantidade de mitocôndrias, de enzimas das vias glicolíticas e suas reservas de glicogênio. As proteínas das miofibrilas também aumentam em quantidade o que gera o efeito de aumento de tamanho do músculo como um todo. **Não são geradas mais células, em geral**. Apenas aumenta-se a quantidade de fibras e proteínas, aumentando o tamanho das miofibrilas. Essa condição é chamada de **hipertrofia**. Em condição contrária, caso não seja estimulado, o músculo perde massa e tamanho, gerando a condição de **atrofia**.

Os **músculos lisos** também dependem de aumento na concentração de cálcio intracelular para início da contração. **Mas este cálcio não se liga ao complexo troponina**. Ele se liga a uma proteína chamada **calmodulina**, que por sua vez ativa a enzima quinase da cadeia leve de miosina, que por sua vez permite que as cabeças da miosina se liguem a actina.



Tendões, como já explicado, são formados por tecido conjuntivo denso, apresentando grande quantidade de colágeno, o que lhe confere grande resistência.

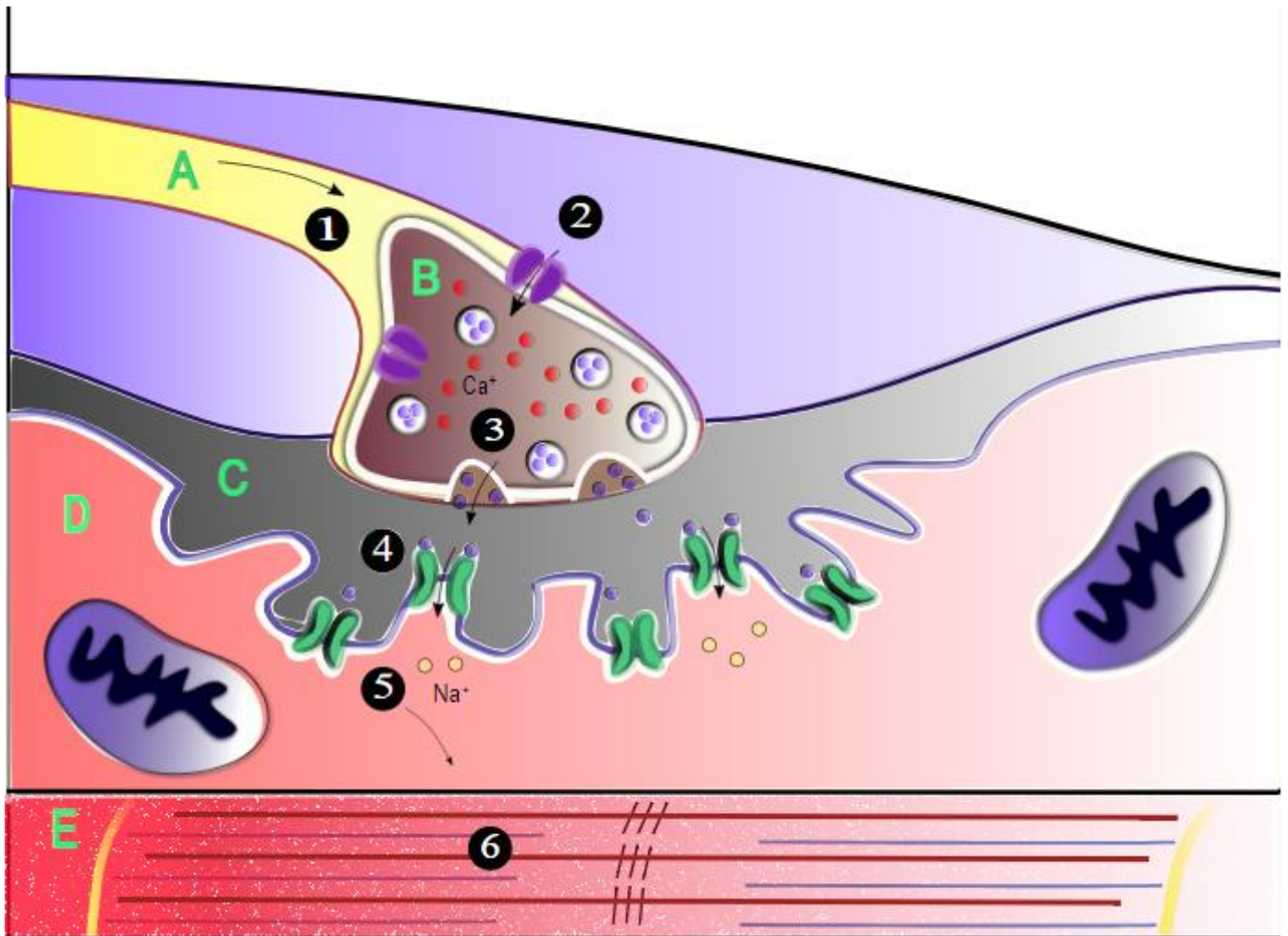


Figura 40: fisiologia da contração de músculo estriado esquelético: 1. Estímulo chega a região terminal do axônio; 2 – canais de cálcio dependentes de voltagem abrem e o cálcio entra no neurônio; 3- Acetilcolina é liberada na fenda sináptica; 4- Acetilcolina se liga a receptores na membrana do músculo; 5-despolarização da membrana do músculo, devido a entrada de sódio; 6-o sódio despolariza a membrana, causa liberação de cálcio pelos retículo sarcoplasmático e se inicia o processo de contração dos sarcômeros. A – neurônio motor; B-terminal do axônio; C-fenda sináptica; D-célula muscular; E- sarcômero.

15 - ANATOMIA DO SISTEMA MUSCULAR ESQUELÉTICO

Estudaremos os nomes de alguns dos principais músculos, já que não é factível decorar os mais de 700 músculos do corpo! Por isso, **estude pelas figuras fornecidas** neste livro! Nelas teremos a **posição do músculo e disposição das fibras**, o que facilita o entendimento do tipo de movimento que o músculo permite. Repare que os nomes em geral se relacionam com a posição, o formato ou o tipo de músculo como vimos anteriormente.

15.1 Organização dos fascículos da musculatura estriada esquelética

Os fascículos, que são os agrupamentos de fibras paralelas dos músculos estriados esqueléticos podem apresentar diferentes configurações o que altera sua maneira de funcionamento.

Podemos ter no corpo, de acordo com sua morfologia músculos:

- **Peniforme ou penado** – estes músculos se assemelham com os músculos convergentes, no entanto, os fascículos aqui compartilham o mesmo ângulo de inserção nos tendões. Podem ser bi ou multipenados, quando os fascículos apresentam fibras dos dois lados do tendão ou quando o tendão se divide dentro do músculo. Exemplos são os músculos deltoides e o retus femoris que estende o joelho.
- **Circular** – são também chamados de esfíncteres. Neles os fascículos se organizam concentricamente. **Quando há contração o orifício ao redor do qual ele se encontra se fecha** ou fica menor. Um exemplo é o músculo orbital oral, que fica ao redor da boca.



- **Paralelo** – os fascículos são organizados paralelamente. Ocorre no bíceps do braço. A maioria dos músculos esqueléticos é deste tipo.
- **Convergente** – fascículos que cobrem uma grande área convergem e se juntam em um único local de ligação. Este ponto de ligação que será puxado pelo músculo é chamado de rafe. Um exemplo é o músculo do peitoral, o pectoralis.



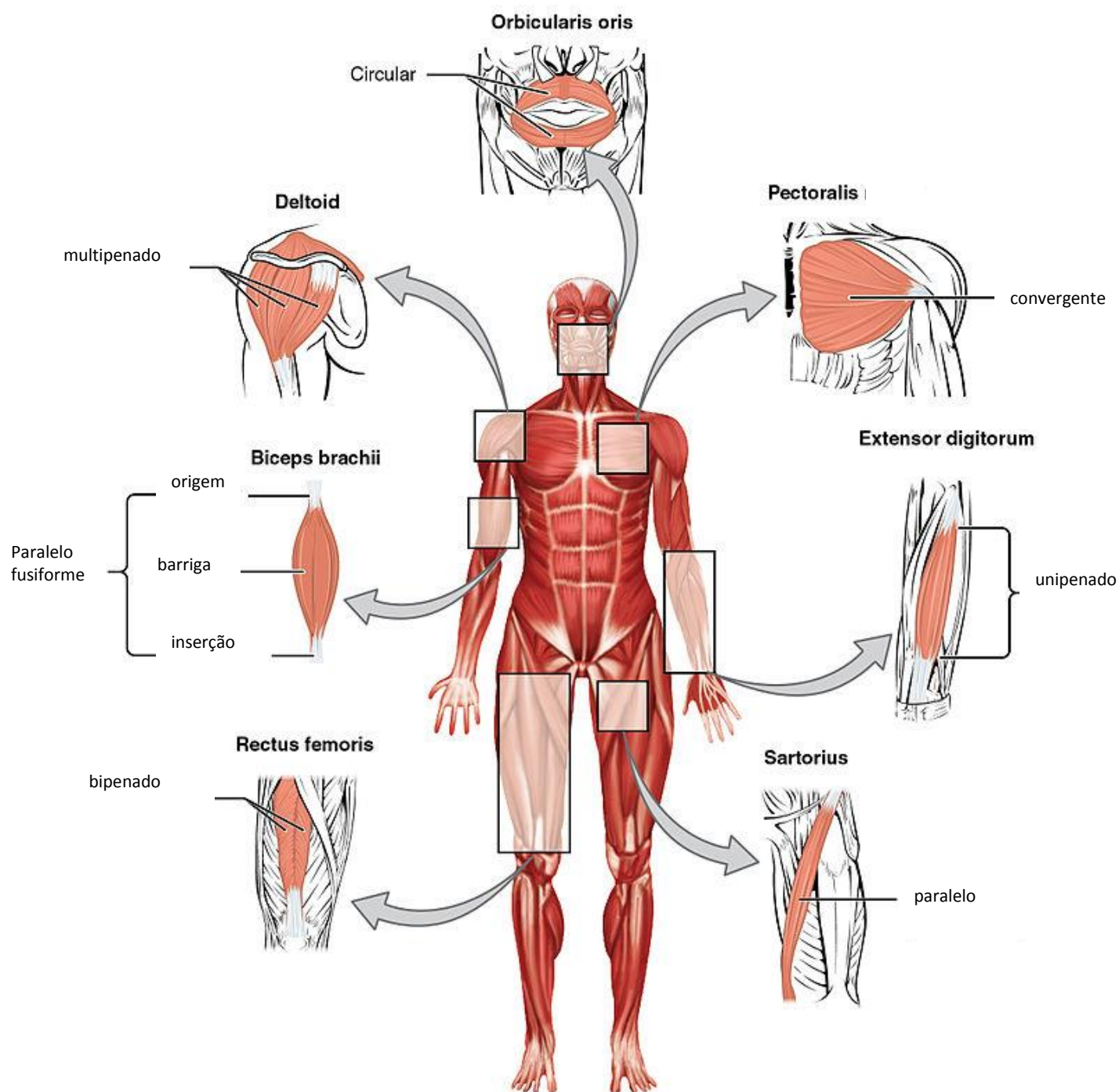


Figura 41: formato dos músculos.

No corpo **cada osso funciona como uma alavanca e cada articulação como um ponto de apoio para que ocorra movimento.** Mais importante do que saber os pontos de origem ou inserção é saber o que o músculo faz quando se contrai.

O efeito da ação dos músculos pode se dar de várias formas, a depender do osso e da posição do músculo. Exemplos de movimentos são **adução (movimentos para dentro – medial - de aproximação) e abdução (para fora – lateral – para afastar do corpo), flexão e extensão (e.g. movimentos do bíceps e tríceps, respectivamente), rotação (e.g. movimentos do ombro)**, etc. Classificam-se os músculos quanto à sua função da seguinte forma:

1. **agonista** – sua contração promove um tipo de movimento. Ex: bíceps – a contração flexiona o cotovelo.
2. **antagonista** - músculo cuja ação é oposta à de um agonista. O tríceps é agonista para estender o cotovelo, mas é antagonista ao bíceps. O movimento de um alonga o outro que apresentara uma leve contração excêntrica para controlar o movimento.
3. **sinergista** – auxiliam os agonistas a iniciar o movimento, estabilizando o ponto de origem do movimento. Ex. Reto abdominal.
4. **fixador** – é um sinergista que auxilia o agonista fixando outras articulações.

15.2 Musculatura axial

A musculatura axial consiste de 60% dos músculos do corpo. Os músculos que a compõem **surgem do esqueleto axial e auxiliam no posicionamento da cabeça e coluna**, bem como na **respiração e movimentação do quadril**.

Podem ser divididos em quatro grupos:

1. **Músculos da cabeça e pescoço** – são responsáveis por mover a face, a língua, a laringe, gerando comunicação verbal e não verbal, movimentação dos olhos, da mandíbula, etc. Podemos citar como importantes músculos neste grupo: orbicularis oris e bucinador – movimentam lábios e boca, tendo relação com a função de comer; occipitofrontales e temporoparietalis que compõem o epicrânio, situam-se na região superior da cabeça; o músculo masseter – mais forte da região mandibular – o temporalis e os pterigóides



que movem a mandíbula; os músculos cuja terminação do nome é “glossus” estão ligados a movimentação da língua; os músculos constritores da faringe que auxiliam na deglutição; na região anterior do pescoço temos o esternocleidomastoide que se liga ao esterno e a clavícula estendendo-se até a região mastoide do crânio (o maior do pescoço).

2. **Músculos da coluna vertebral** – incluem os músculos ligados à coluna. Grande parte dos músculos associados a coluna são extensores e não flexores. Temos de importância aqui: os espinalis e os longissimus como representantes além de pequenos músculos encontrados entre as vértebras como rotadores e intertransversais.

3. **Músculos reto e oblíquo abdominais** – são grupos que se situam da primeira vértebra torácica até a pélvis. Podem ser cervicais, torácicos ou abdominais. Eles podem auxiliar na respiração, como os oblíquos intercostais o fazem. Temos neste grupo o reto abdominal que se apresenta ligado do processo xifoide até o púbis. Ele apresenta divisões de fibras de colágeno transversais chamadas de intersecções tenineas (elas geram o famoso “tanquinho” do abdômen de pessoas que estão em boa forma). Neste grupo se encaixa também o diafragma que separa a cavidade torácica da cavidade abdominal.

4. **Músculos do assoalho pélvico** – formam o períneo. Se estendem do sacro até a cintura pélvica. Temos aqui o diafragma urogenital e o diafragma pélvico.



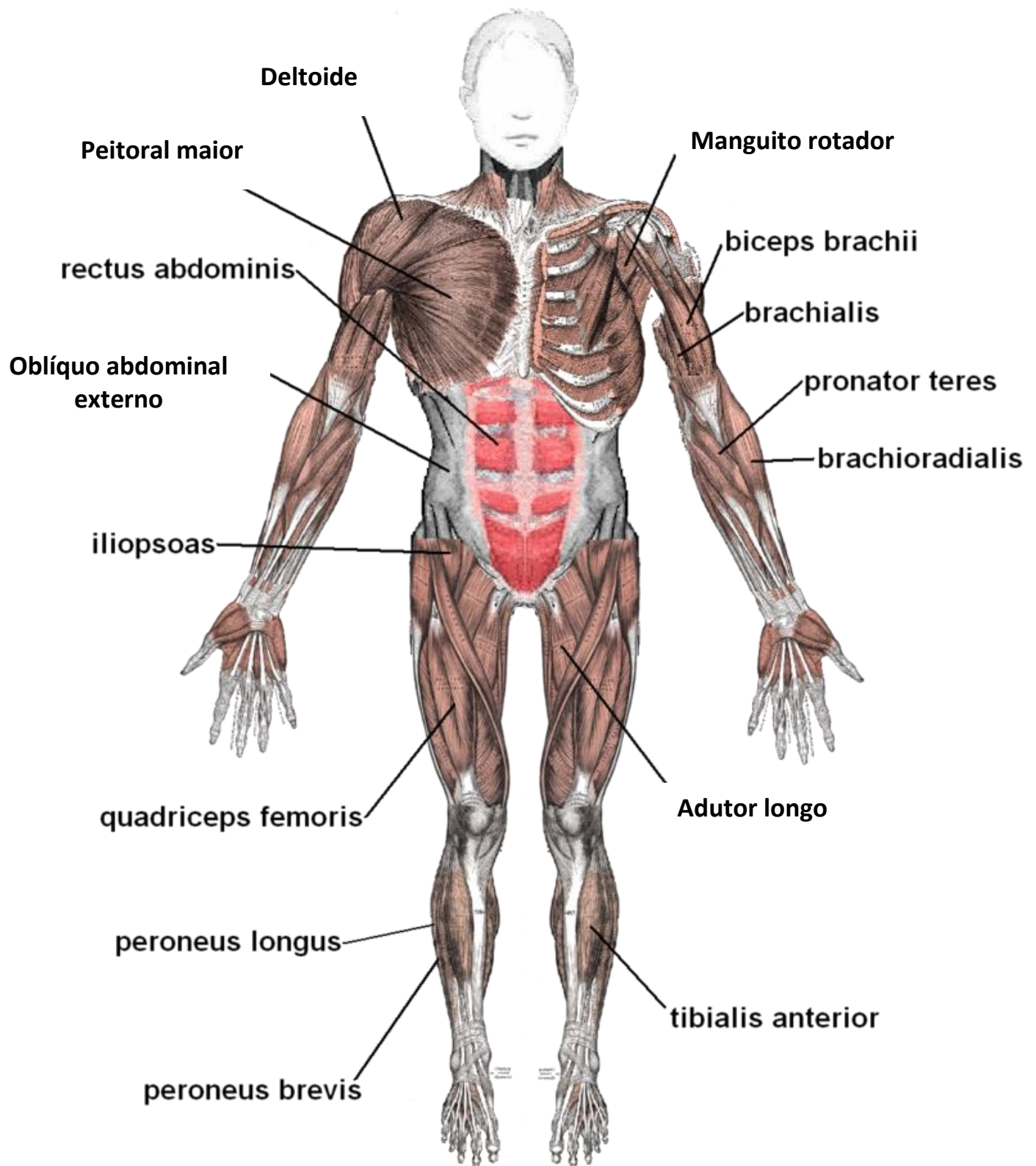


Figura 42: principais músculos da região ventral do corpo.

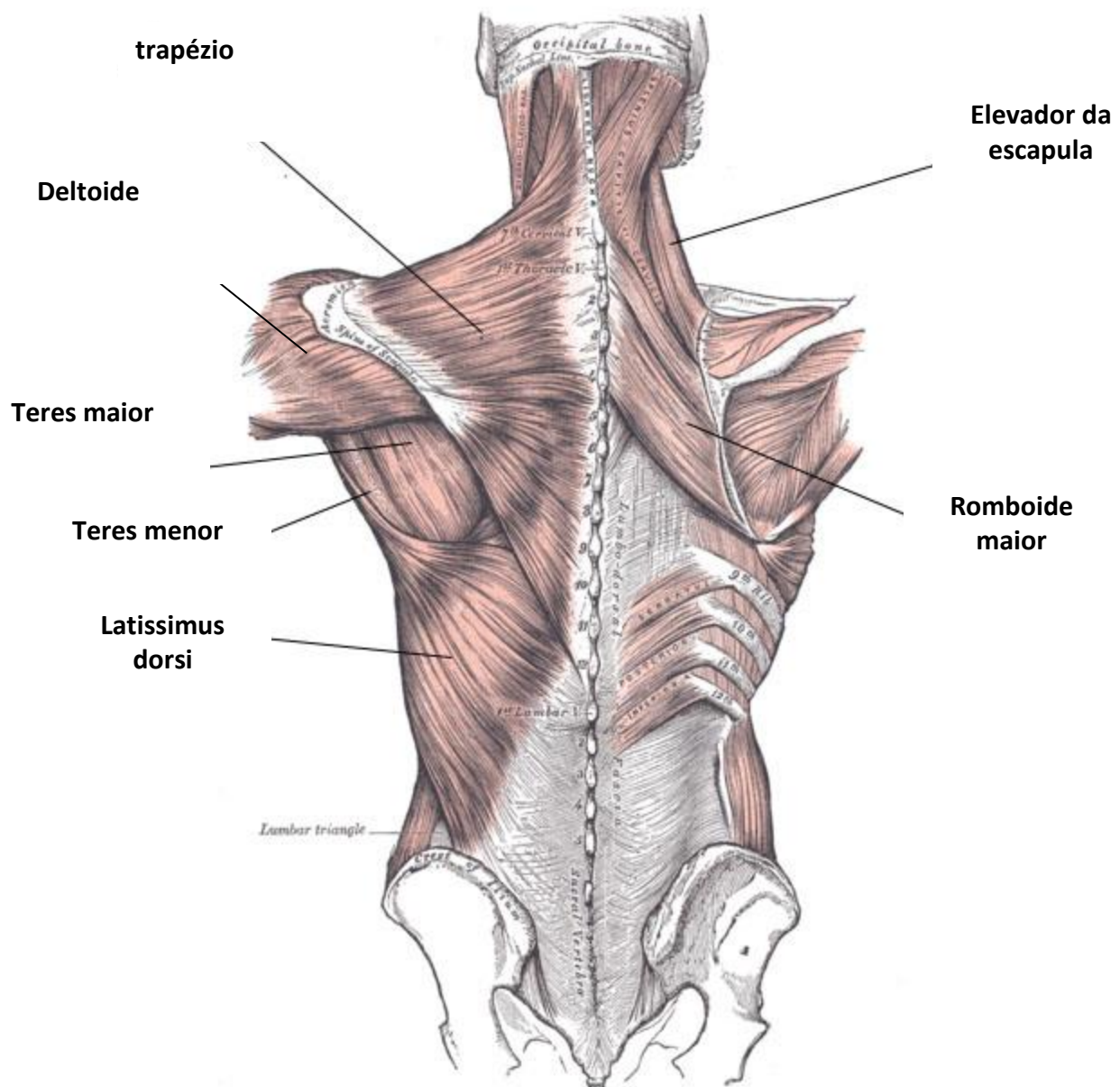


Figura 43: principais músculos da região dorsal superior.

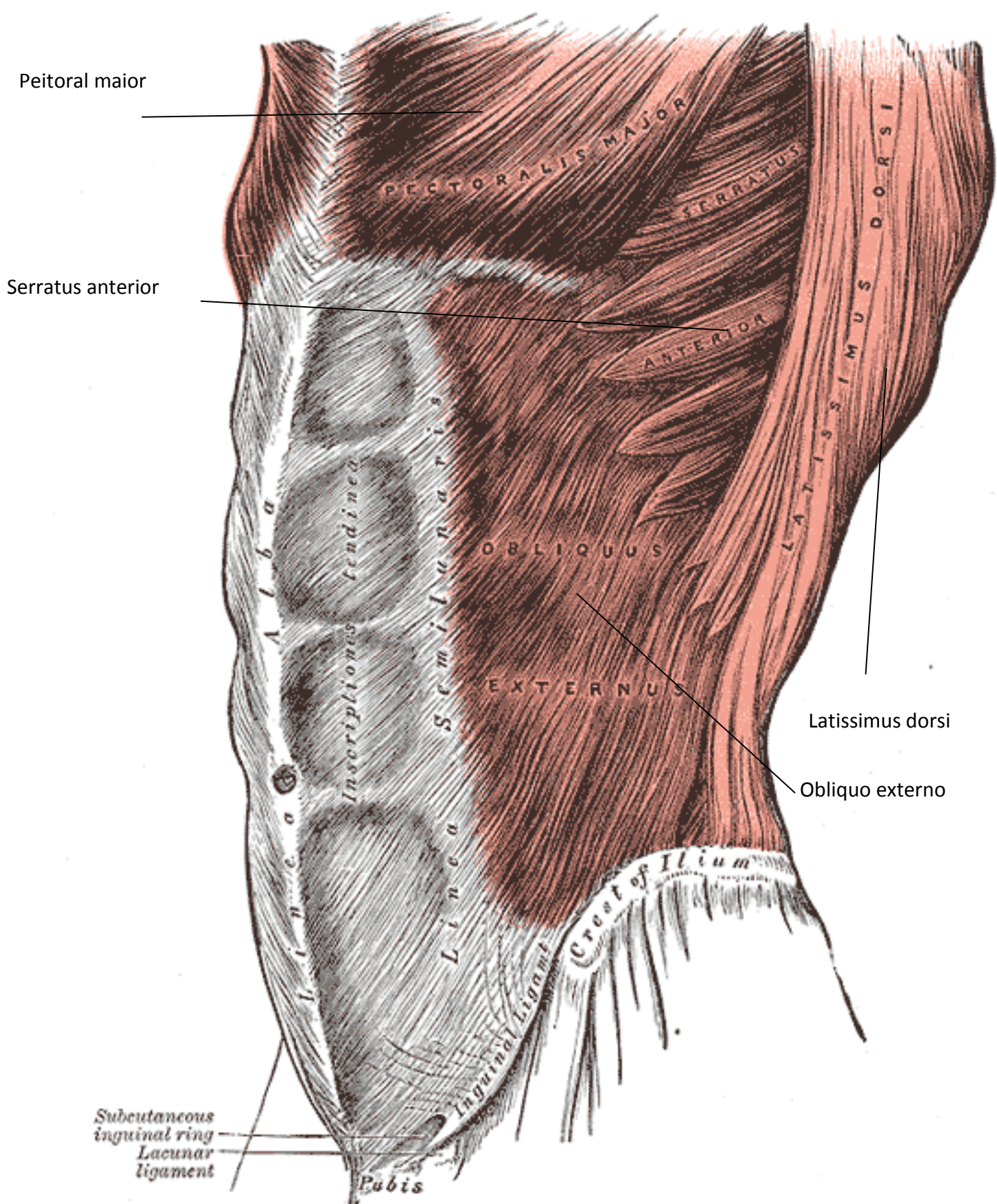


Figura 44: musculatura lateral do abdômen.

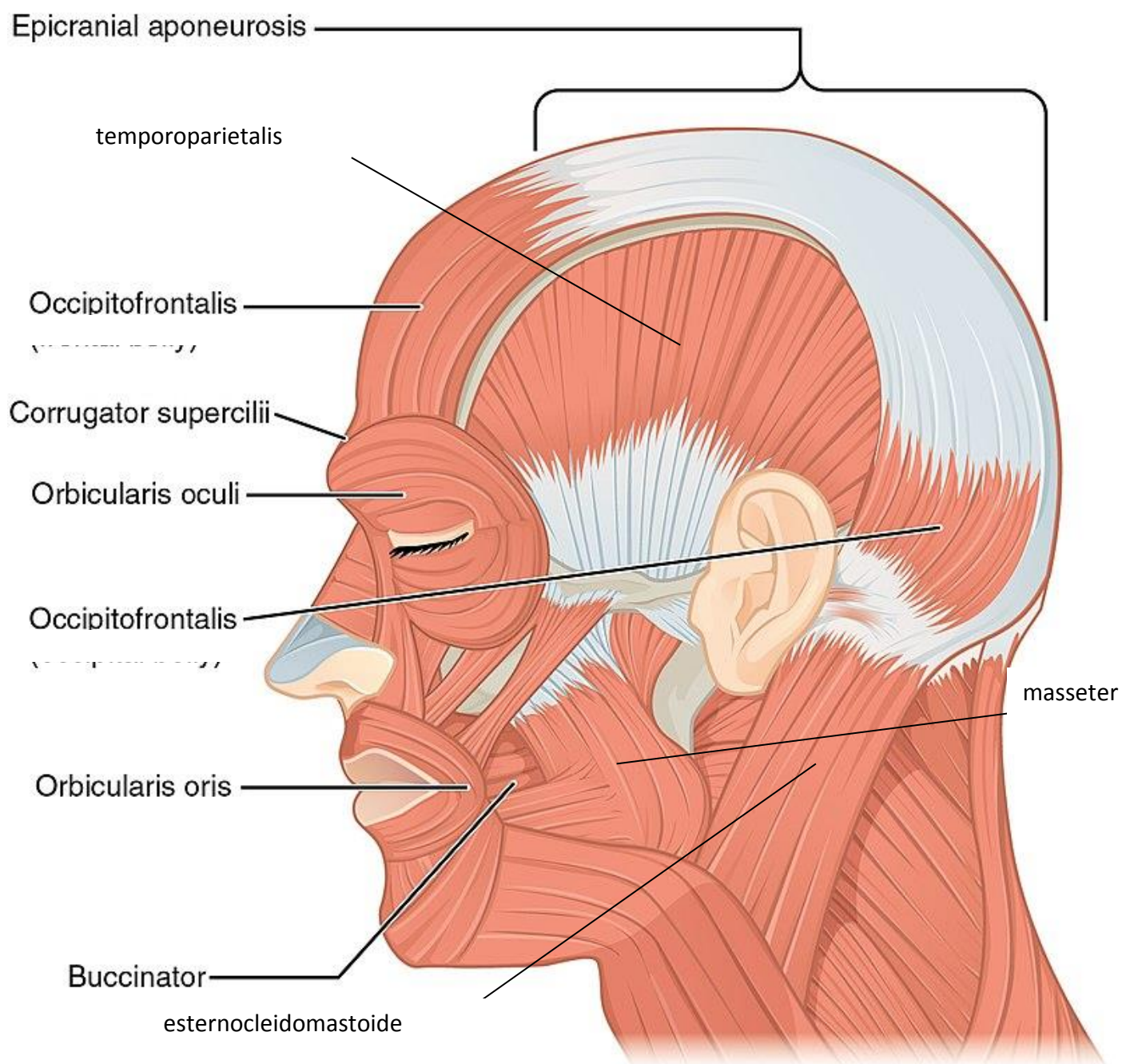


Figura 45: músculos da face.

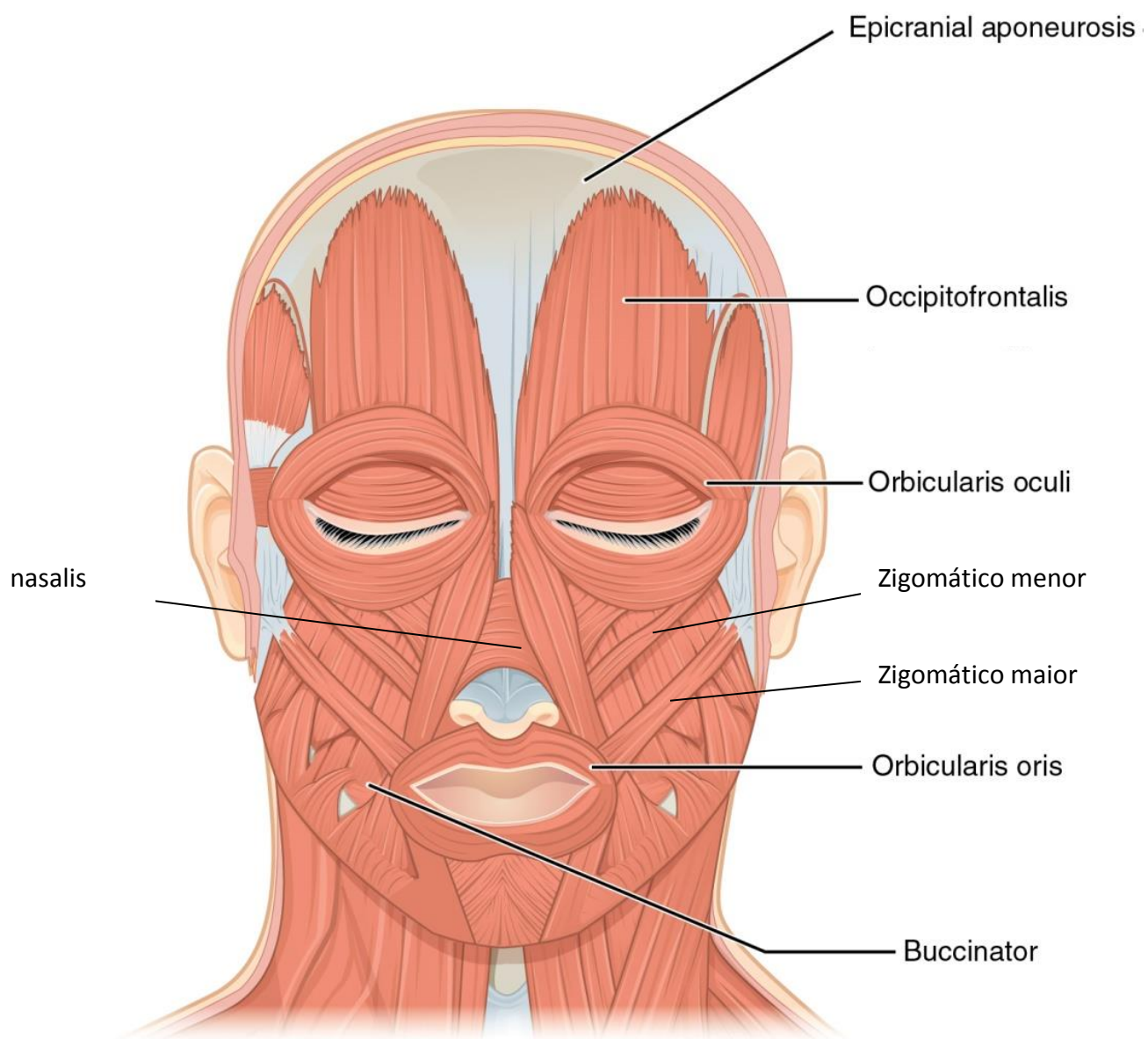


Figura 46: músculos da face.

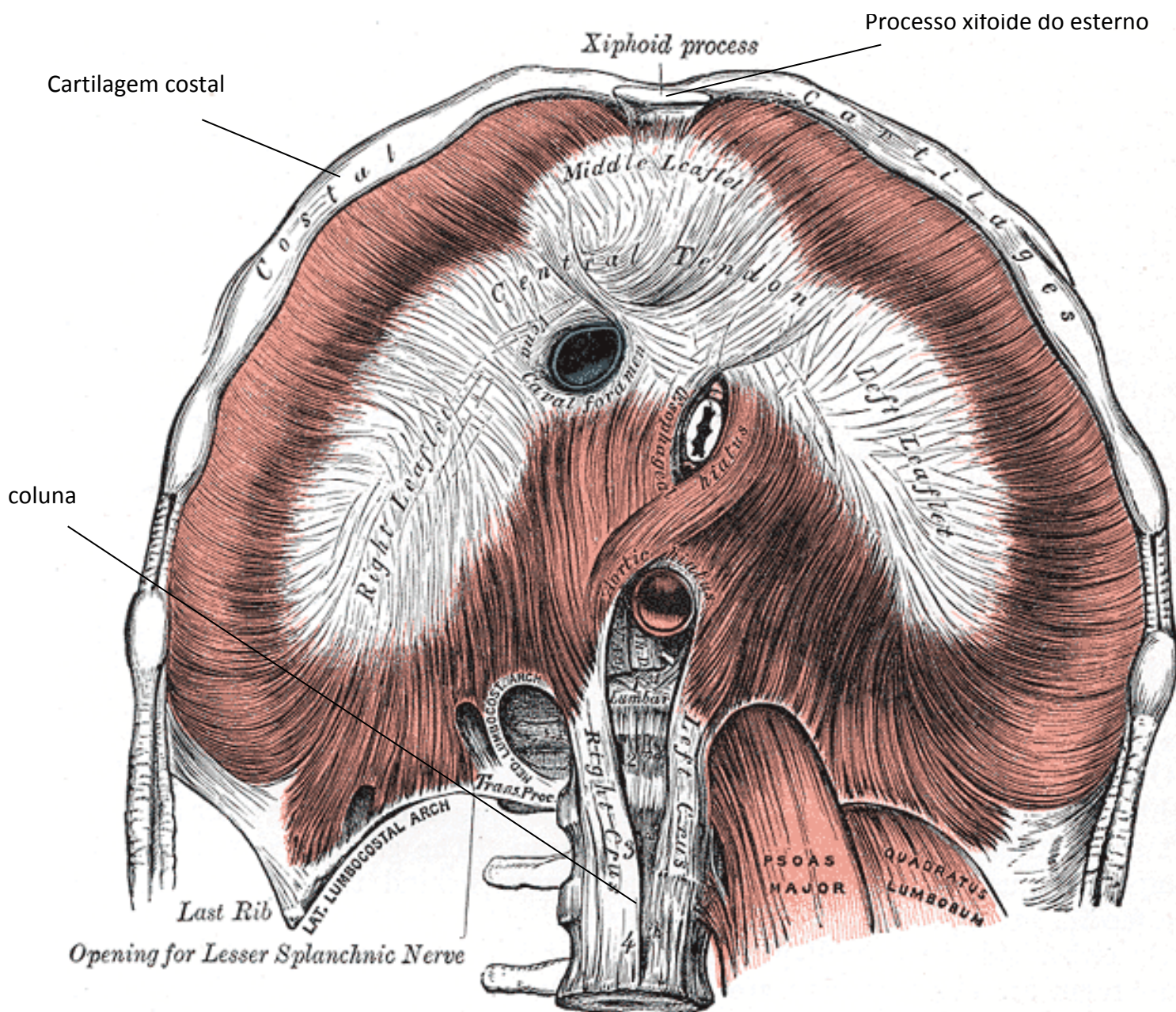


Figura 47: o diafragma, músculo que permite a respiração. Repare que o músculo apresenta aberturas por onde passam órgãos do sistema digestivo e a coluna vertebral. Vista inferior.

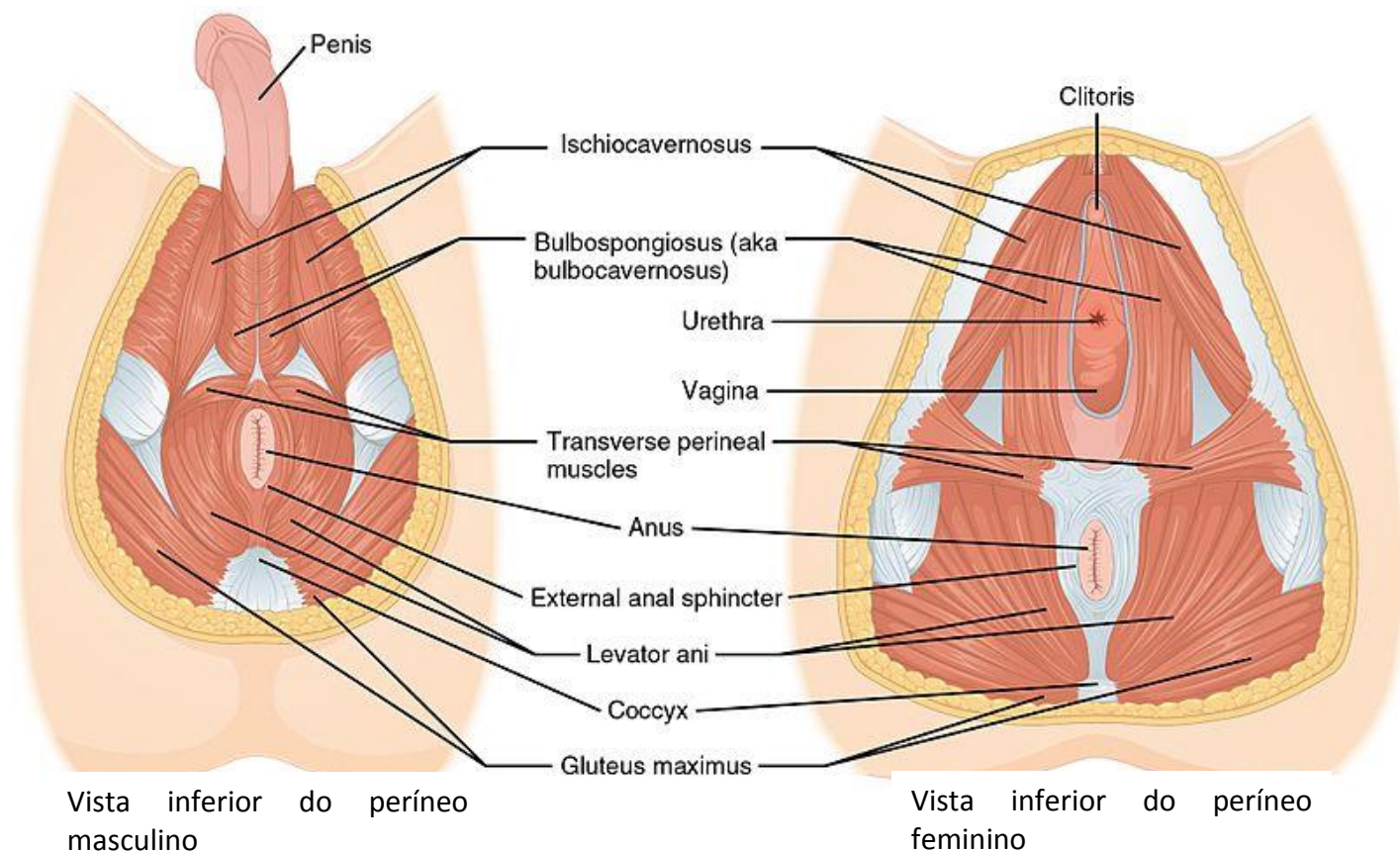


Figura 48: os músculos do assoalho pélvico masculino e feminino.

15.3 Musculatura apendicular

Os músculos que a compõem consistem de 40% dos músculos do corpo e estão envolvidos na **movimentação dos membros**. Estes músculos **estabilizam a cintura pélvica e torácica, além de moverem os membros**.

Podemos dividir esta musculatura em dois grupos:

1. Músculos do ombro e dos membros superiores. – Temos como representantes o trapézio que se origina na linha média do pescoço e se insere na clavícula e na escapula; o serratus anterior que ao se contrair movimenta os ombros para frente; o deltoide e o supraspinatus elevam o braço; o latissimus dorsi e o pectoralis que estendem e flexionam a articulação do ombro. O bíceps e o tríceps se originam na escapula e se inserem no antebraço, sendo responsáveis pela flexão do cotovelo. Entram aqui também os músculos que movem as mãos e os dedos.

2. Músculos da pélvis e dos membros inferiores. – Temos como grandes representantes os glúteos, os sartórios, os bíceps do fêmur, o quadríceps do fêmur, o gastrocnemios que junto com o soleus compartilham a mesma origem no tendão calcaneal ou tendão de Aquiles.



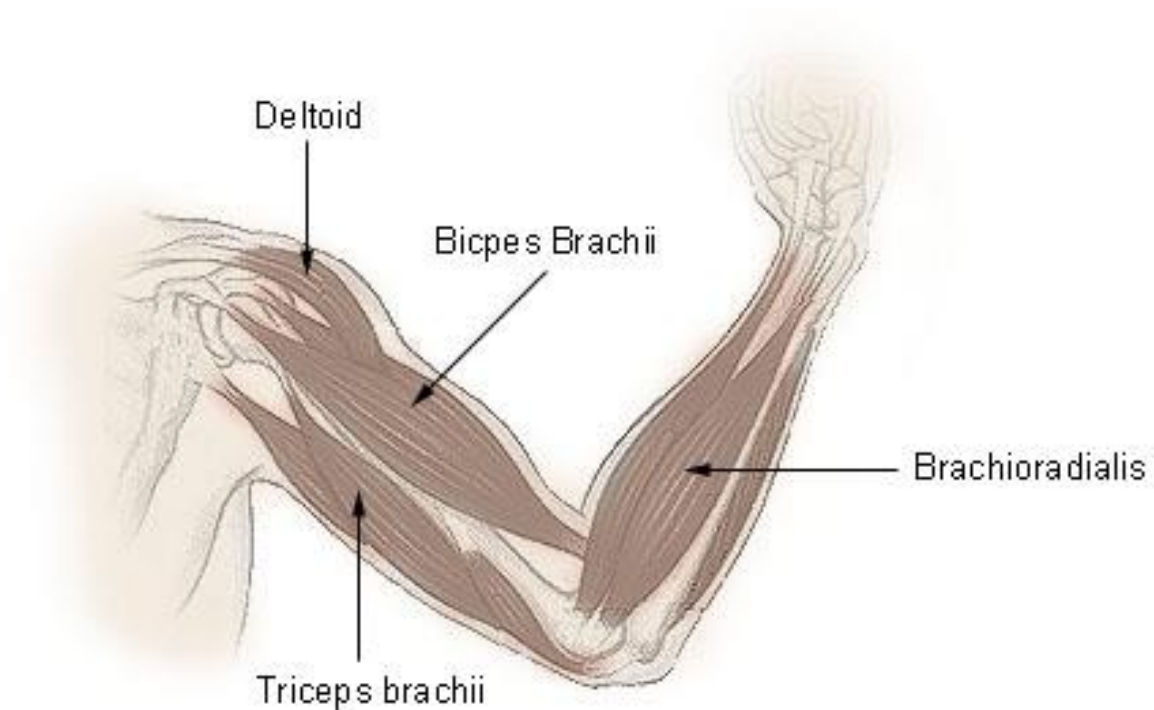


Figura 49: principais músculos do braço e antebraço.

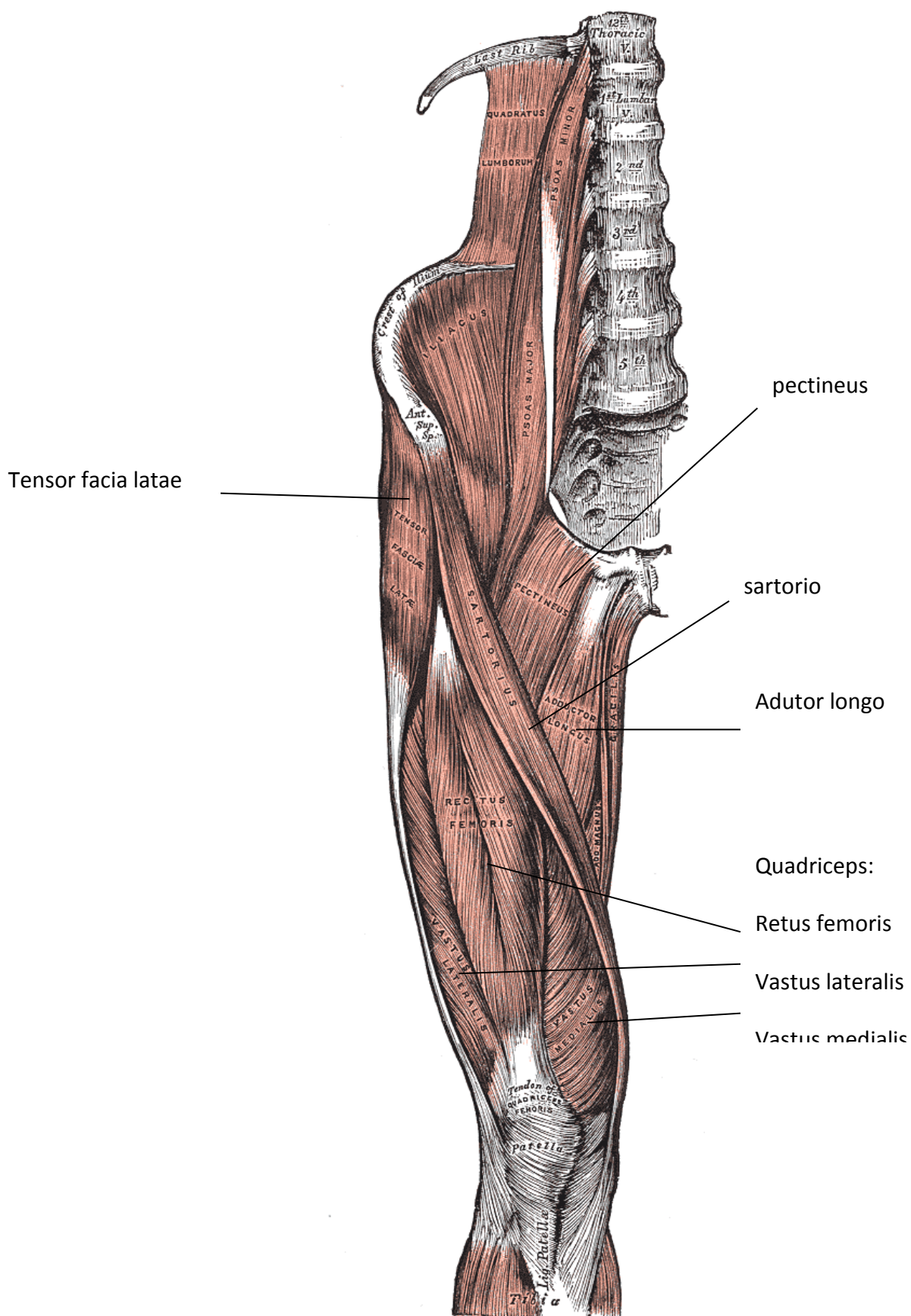


Figura 50: músculos da coxa.

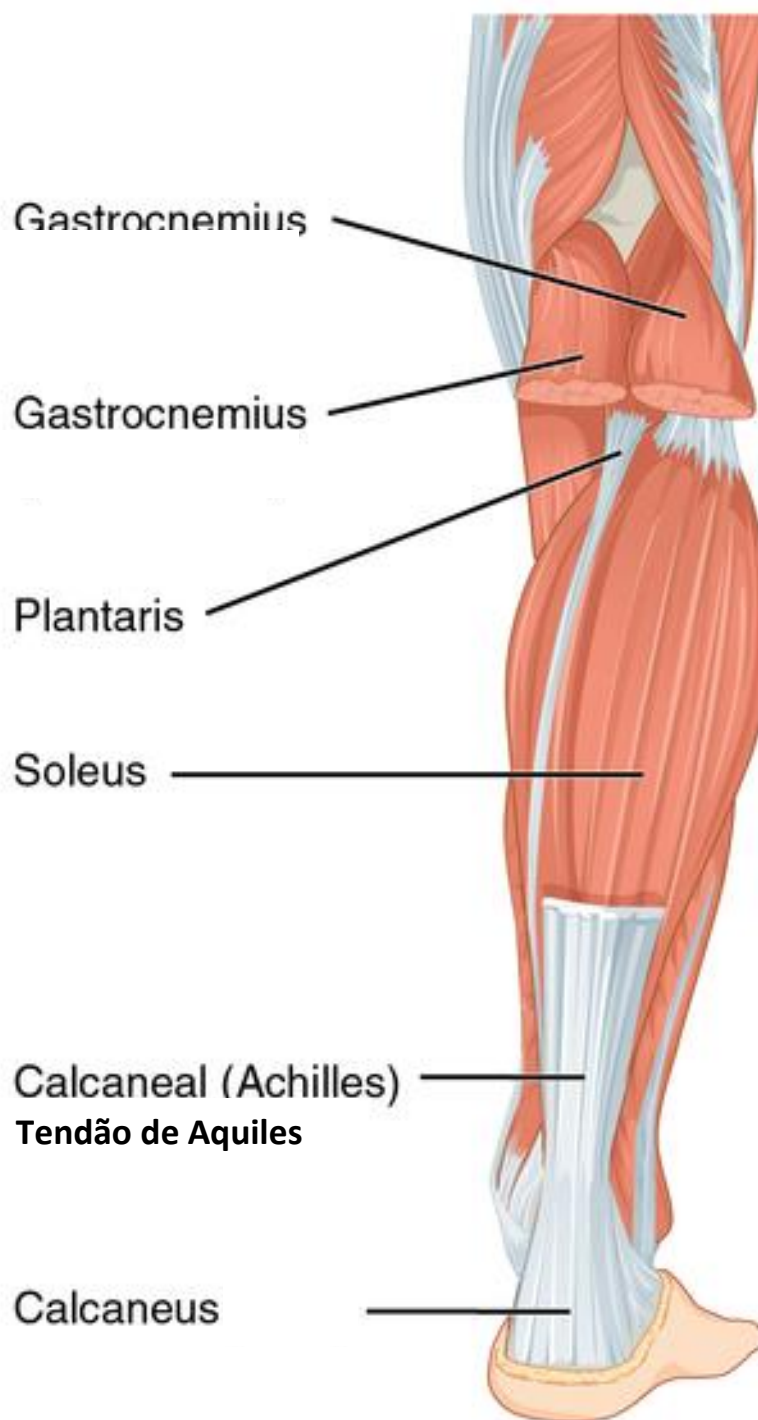


Figura 51: músculos perna – posterior.

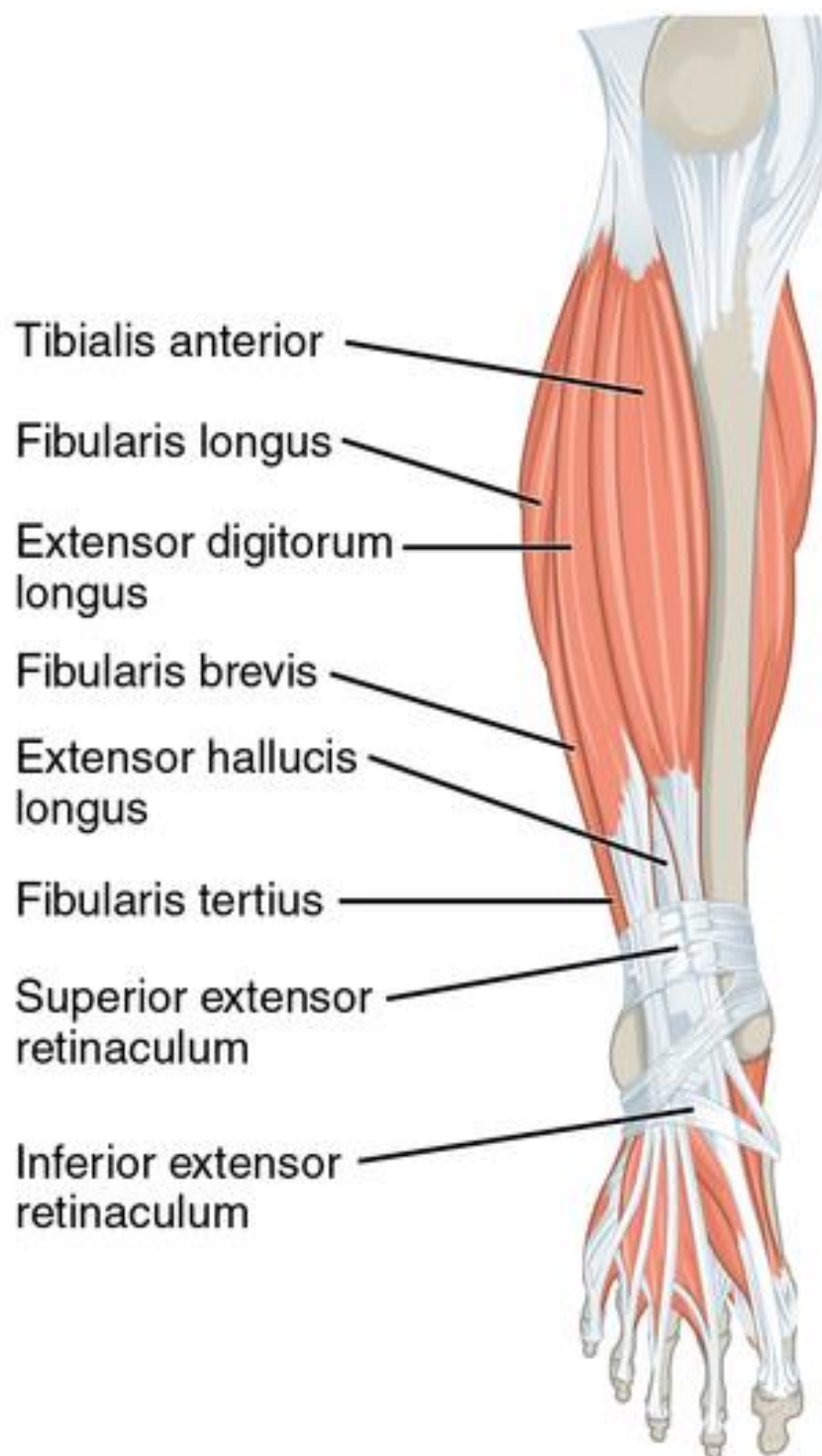


Figura 52: músculos perna – anterior.

16 – SISTEMA NERVOSO

O sistema nervoso humano pode ser anatomicamente dividido em **sistema nervoso central** e **sistema nervoso periférico**.

O **sistema nervoso central (SNC)** é composto pelo **encéfalo (cérebro)** e **pela medula espinhal**. Podemos dizer que suas funções principais são:

Integrar, coordenar e processar estímulos motores e sensoriais, além de ser o centro de atribuições como emoções, inteligência, memória e aprendizado.



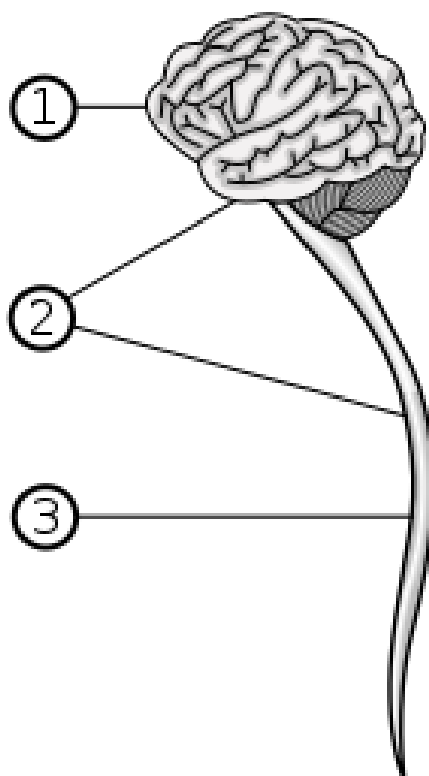


Figura 53: Esquema representa os principais órgãos do sistema nervoso central (2): 1. Cérebro; 3. Medula Espinhal.

O **sistema nervoso periférico (SNP)** é constituído por **nervos ou fibras nervosas compostas pelos axônios das células nervosas que se desenvolvem do cérebro ou da medula espinhal para outras partes do corpo**, sendo responsáveis pela **condução dos sinais gerados pelas estruturas motoras ou sensitivas periféricas ao sistema nervoso central**. Pode então ser considerado como uma **rede de fios** que conectam as diversas porções do corpo ao seu sistema central de controle.

O **SNP** **liga o sistema nervoso central** a diversas partes do corpo e tem funções autônomas.

Para o entendimento do funcionamento do sistema nervoso periférico, é necessário o conhecimento das estruturas anatômicas que fazem parte do sistema nervoso central. Então, vamos iniciar nossos estudos com esta importante parte de nosso sistema nervoso.

17 – O SISTEMA NERVOSO CENTRAL - A MEDULA ESPINHAL

Nosso sistema nervoso é **altamente organizado e setorizado**. Suas funções são muito bem distribuídas, de forma que nem todos os estímulos e funções que ele desempenha são passados pela nossa percepção. Para que isso ocorra, é necessário que **as diferentes porções do SNC** tenham estrutura para gerar respostas aos estímulos. A **medula espinhal gera reflexos desta forma**. Imagine que você encosta em uma panela quente. Imediatamente, seu corpo gera um reflexo para que a parte que você encostou mude abruptamente de posição, afastando-se do perigo. Isto ocorre tão rapidamente antes que seu cérebro fique ciente da dor, você já mudou de posição.

A medula é responsável por reflexos. Ela também retransmite informações sensoriais ao cérebro.

17.1 Anatomia da medula espinhal

A medula espinhal apresenta em média 45cm de comprimento e 1,4cm de largura máxima. **Ela apresenta associação a um par de gânglios latero-dorsais**. Estes contêm os **corpos celulares** de neurônios sensoriais.



Os axônios de **nervos motores se projetam ventralmente e lateralmente** à coluna e se **juntam com os axônios sensoriais que provêm dos gânglios, formando os nervos espinhais, que são mistos**. Estes nervos consistem, de forma analógica, de verdadeiros **cabos de transmissão de informação**. Eles apresentam uma membrana externa protetora e são organizados em grandes agrupados de axônios mielinizados formando **fascículos**, de forma muito parecida com a organização dos músculos. Estes nervos partem da coluna e se desenvolvem até diferentes partes do corpo. São em total **31 pares de nervos (oito cervicais, doze dorsais, cinco lombares e seis sacrais)**.

Importante saber que as **diferentes porções da coluna enervam regiões específicas do corpo**. Assim:

- **Nervos da região cervical enervam pescoço, cabeça e membros superiores;**
- **Nervos da região torácica enervam a região do tórax e abdômen em especial a região visceral;**
- **Nervos da região lombar e sacral enervam músculos abdominais, região do quadril e membros inferiores.**

Estes nervos são mistos, ou seja, propagam sinais sensoriais e motores. A diferença, como veremos à frente, é que os nervos sensoriais se unem à medula pela porção posterior ou dorsal e os nervos motores se unem pela porção anterior ou ventral da medula.

A medula é isolada do corpo e **protegida** pela coluna vertebral e pelos seus ligamentos, tendões e musculatura. Ao redor da medula espinhal, encontram-se **três camadas de membranas, chamadas de meninges**, que apresentam vasos sanguíneos que nutrem e levam oxigênio ao tecido neuronal.

Estas meninges são **contínuas** com as membranas que protegem o cérebro e que levam a mesma nomenclatura. São elas:

1. **Dura Mater:** membrana fibrosa, resistente, mais externa, rica em colágeno; entre essa membrana e o osso das vertebrae encontramos tecido adiposo e vasos sanguíneos num **espaço chamado epidural que somente é encontrado na medula espinhal**.



2. **Aracnoide Mater:** esta membrana está entre a dura e a pia mater, na região do meio das três camadas. Ela apresenta tecido epitelial escamoso na superfície externa, a separando da dura mater e uma camada de tecido formado por colágeno e elastina que a separa da pia mater. Aqui temos o **fluido cerebrospinal ou cefaloraquidiano**, que atua como **amortecedor e meio líquido para dissolução de nutrientes, gases e mensageiros químicos**.
3. **Pia Mater:** consiste da membrana **mais ligada ao tecido neural**, formada por uma rede de fibras de colágeno e de elastina. Encontramos alguns vasos sanguíneos que servem o tecido neural da medula na superfície desta membrana.

Se observarmos a medula em um corte transversal, verificaremos a presença de uma porção **cinzenta centralizada**, rodeada por uma **porção esbranquiçada**. A matéria cinza consiste majoritariamente de **corpos celulares de neurônios** sensoriais e motores. Já a matéria branca consiste de seus **axônios** que se juntam e expandem para os gânglios laterais e raízes ventrais.



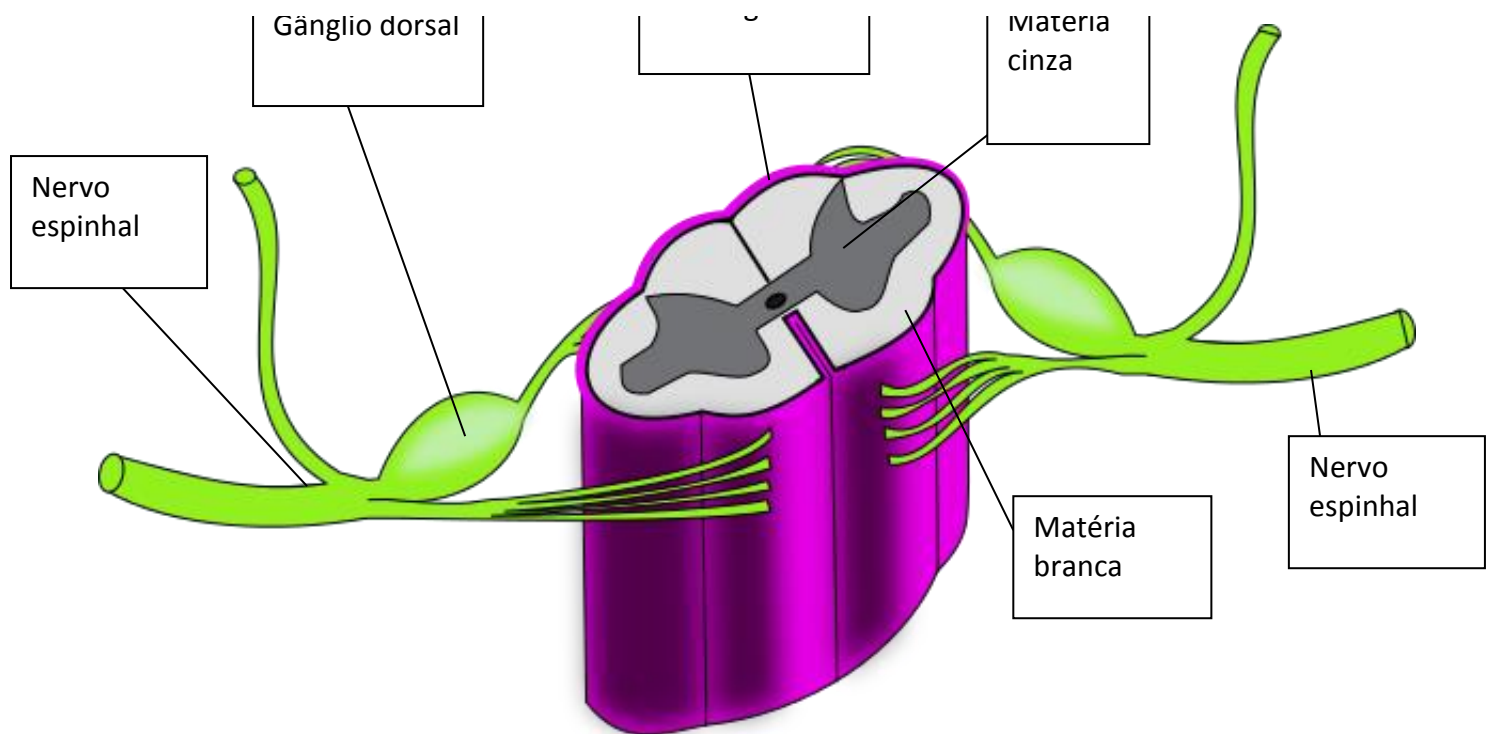


Figura 54: esquema de uma secção transversal da medula espinhal.

A massa cinzenta tem um formato de letra H. As **projeções dorsais da letra H**, ou seja, para nossas costas, apresentam neurônios aferentes (que recebem **impulsos sensoriais**) e **ascendentes** (que **propagam os impulsos para o SNC**). As **projeções anteriores**, ou seja, voltadas para a porção **ventral do corpo**, contêm **neurônios motores**, eferentes.

17.2 O Reflexo medular – Arco reflexo

Reflexos podem ser classificados como **respostas rápidas, involuntárias e automáticas a estímulos externos específicos**.

A rota ou caminho neural gerada por um estímulo que resulta no reflexo é chamada de **arco reflexo**. Ela consiste de:

1. A ativação de um **receptor** por um estímulo e consequente ativação dos **neurônios sensoriais aferentes** que irão gerar “sinais elétricos” (**potenciais de ação**). Ex. Você encosta em um espinho com a mão. Ele perfura a pele ativando os neurônios ligados a sensação de dor.
2. O sinal gerado é conduzido a neurônios na **coluna que transmitem e geram um sinal nos neurônios motores**.
3. O **sinal do neurônio motor é levado para a periferia do corpo, ativando a resposta**. No nosso exemplo, a contração do músculo do braço, afastando a mão do espinho.

Existem outros tipos de reflexos que podem ser gerados. Eles podem ter diferentes classificações como **monosinápticos, polissinápticos, visceral, inato, adquirido, somático, etc.**

A priori, **o cérebro não participa destes reflexos**, mas ele pode facilitar ou inibi-los.

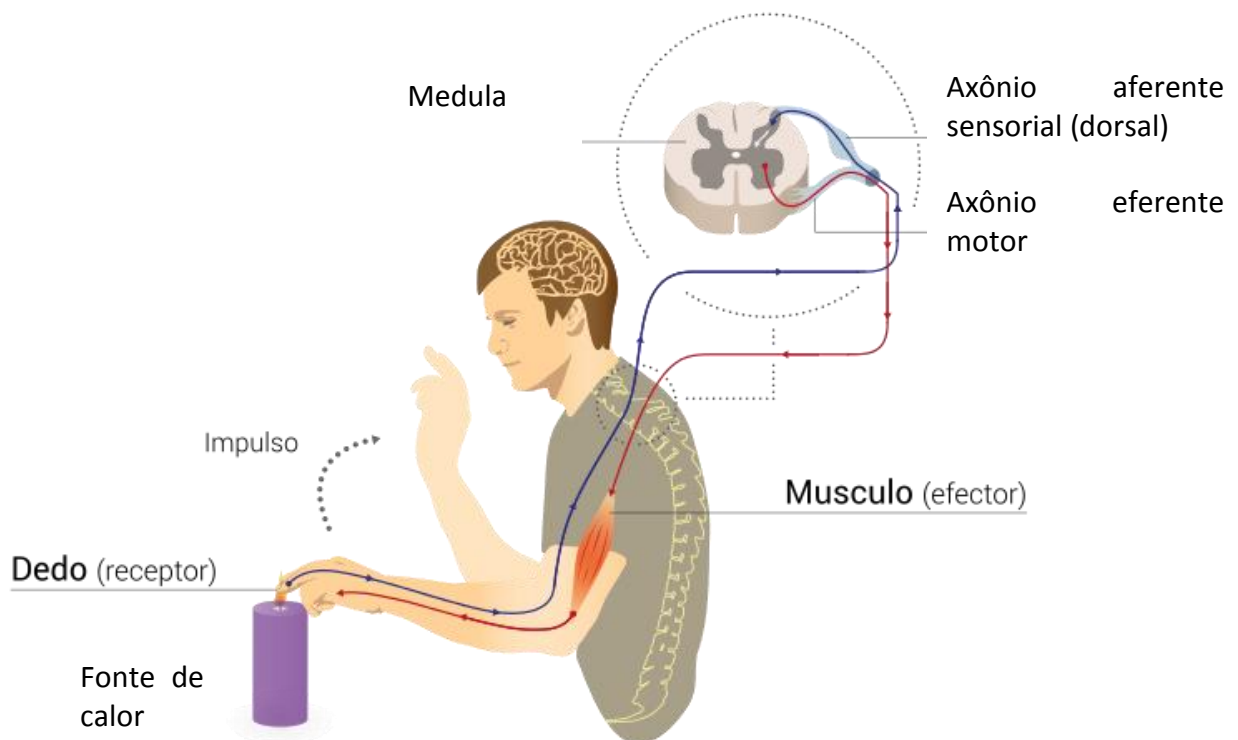


Figura 55: esquema mostra processamento de arco reflexo pelo SNC.

18 – O SISTEMA NERVOSO CENTRAL - O CÉREBRO

O cérebro ou encéfalo é uma **estrutura complexa** formada por **dois hemisférios** e por seis partes anatômicas, que concentra de 90% do tecido neuronal do corpo. Ele pesa em média 1,4kg e apresenta um volume médio de 1,2L. Se encontra no interior da **caixa craniana**, uma estrutura esférica que lhe oferece proteção.

18.1 Anatomia do cérebro

O cérebro é composto por:

- a) **Telencéfalo** – consiste no cérebro propriamente dito. É a sua **maior porção**. Apresenta **grande superfície** formada externamente por **massa cinzenta** (onde há corpos celulares de neurônios) chamada de **córtex**, que se organiza em **giros** que são protuberâncias de tecido neural, margeados por **sulcos** formados pela sua própria elevação e por **fissuras** que são aberturas maiores que separam **o telencéfalo em lóbulos**. Nesta região, são processadas informações de nossa **consciência** e de **nosso subconsciente**, aqui reside nossa **memória**, nossa capacidade cognitiva (**inteligência**) e a regulação das **contrações de musculatura esquelética**. Tudo o que fazemos de forma consciente é processado aqui.
- b) **Cerebelo** – é a segunda maior parte do cérebro. Situa-se na sua porção **posterior e inferior**. Apresenta também **dois hemisférios**. É responsável por **coordenar movimentos complexos** ajustando também o **equilíbrio** por meio de controle do tônus muscular. Apresenta também um córtex de massa cinzenta.



Na porção **interna e medial do cérebro**, temos o **tronco cerebral**. Ele é formado por:

1. **Diencefalo** - encontrado na porção superior do tronco cerebral, é formado por duas protuberâncias chamadas de **tálamos**, responsáveis pela **retransmissão de informações sensoriais**. Na porção inferior do diencefalo é encontrado o **hipotálamo**. Ele apresenta centros de processamento das **emoções**, das **funções autônomas (cardiovascular, gastrointestinal, fome, sede)**, **sono e vigília**, além de **produzir hormônios (função endócrina)**. Há nele, uma projeção inferior chamada de **glândula pituitária ou hipófise** que faz parte do sistema endócrino, responsável pela produção de **hormônio do crescimento**, **hormônio estimulante da tireoide e prolactina**. Na porção inferior apresenta o epítalamo, onde há **glândula pineal**, envolvida na produção de **melatonina que controla os ritmos circadianos**.

São funções do hipotálamo: **controle subconsciente de contrações musculares; coordenação de atividades endócrinas e nervosas; controle de funções do sistema autônomo; secreção de hormônio antidiurético (ADH) e oxitocina (OXT); produção das emoções e de comportamentos como fome, sede, saciedade; regulação da temperatura do corpo; controle dos ritmos circadianos (dia e noite).**

2. **Mesencéfalo** – encontra-se no tronco, imediatamente abaixo do diencefalo. Processa estímulos **visuais e auditivos** controlando reflexos gerados por eles e mantém o **estado de consciência**.
3. **Ponte** – Situa-se sob o mesencéfalo. Ela conecta o cerebelo ao tronco cerebral. Apresenta núcleos neuronais de controle **motor somático e visceral**. Controla **ritmo e força da respiração**.
4. **Medula Oblongata** ou **Bulbo raquidiano**– situada abaixo da ponte, em forma de cone invertido, ela conecta o cérebro à medula espinhal, **retransmite informações ao tálamo e ao tronco cerebral**, apresenta centros de controle de **funções autônomas cardiovasculares, respiratórias e digestivas**. Aqui encontra-se o **nó vital**, onde se controlam os movimentos **respiratórios e cardíacos**.

O cérebro não é uma massa homogênea. Ele apresenta aberturas (cavidades) em sua porção mediana interior chamadas de **ventrículos**. Estes são preenchidos por um líquido chamado de **fluido cerebrospinal**



ou encefaloraquidiano, que é secretado por células presentes no epitélio dos ventrículos. Ele tem como função **proteger e transportar** substâncias como nutrientes, mensageiros químicos e excretas celulares.

O cérebro tem **altíssima demanda energética**, o que significa que, a ele, grandes quantidades de nutrientes (em especial glicose) e de oxigênio devem ser carregadas. Isto ocorre por uma intensa rede de **vasos sanguíneos** dentre eles as artérias **carótidas** que levam sangue à cabeça. Lá os nutrientes e componentes do sangue não passam diretamente ao tecido cerebral. Existe uma forma de controle seletivo e direcional de transporte chamada de **barreira hematoencefálica (hemato = sangue)**. Esta barreira é formada nos capilares, por células especiais (astrócitos) que controlam a passagem de substâncias. Compostos **lipossolúveis** (além de oxigênio, gás carbônico, amônia, esteroides e álcoois) difundem diretamente para o cérebro. Compostos **hidrossolúveis** (que se dissolvem em água) passam pelos capilares somente por **transporte ativo ou passivo**. Esta permeabilidade restrita ocorre também na formação do fluido encefaloraquidiano.

A **seletividade desta barreira é menor na região do hipotálamo da glândula perineal e da glândula pituitária**. Estruturas **secretoras** presentes no cérebro.

Assim como a medula espinhal, o cérebro é envolvido e protegido por **três meninges**: a **dura mater**, mais externa; a **aracnoide**, intermediária e a **pia mater**, ligada a superfície do córtex do telencéfalo.

A **Dura mater craniana apresenta duas camadas**. Entre elas encontra-se fluido e vasos sanguíneos. **Não há o espaço epidural como na medula espinhal**.

A **pia mater se liga à superfície do cérebro**, entrando nas fissuras e nas dobras do telencéfalo.

pele



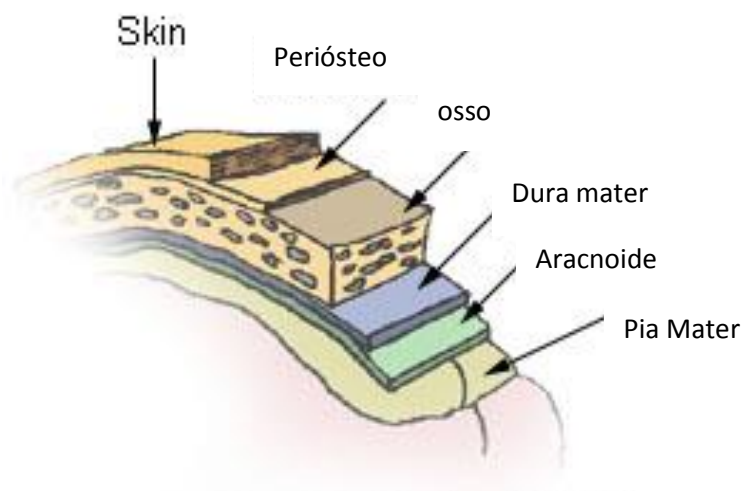


Figura 56: organização das meninges.

18.2 Os nervos cranianos - SNP

O encéfalo origina **doze pares** de nervos cranianos (**fazem parte do sistema nervoso periférico**). Eles podem ser visualizados a partir da porção inferior (ventral) do cérebro. Eles são **nomeados de acordo com a função ou com sua posição**, podendo também ser numerados com **algarismos romanos**, de acordo com sua disposição longitudinal, do cérebro ao cerebelo (frente para trás). Eles podem ser **sensoriais, motores ou mistos**. Abaixo temos a descrição destes nervos:

- **Olfatório (I)**: recebem estímulos do **olfato (sensorial)**; originam-se no epitélio olfatório (porção superior da cavidade nasal), passando pelo osso etmoide.
- **Óptico (II)**: recebem estímulos da **visão (sensorial)**; originam-se na retina (região posterior dos olhos), passando pelo esfenoide, desenvolvem-se até o diencefalo pelo quiasma ótico, uma região situada próximo à glândula pituitária **onde os nervos convergem**. O estímulo visual depois é redirecionado aos **lobos occipitais** do telencéfalo.

- **Óculomotor (III):** elevam pálpebras, movem os olhos, alteram **abertura da pupila** (faz parte de organização pré ganglionar do sistema autônomo). São essencialmente **motores**. Originam-se no mesencéfalo, passando pelo esfenoide.
- **Troclear (IV):** **movem os olhos** para cima e para os lados (**motor**). Originam-se no mesencéfalo passando pelo esfenoide.
- **Trigêmeo (V):** **recebem estímulos (sensoriais)** dos olhos, glândulas lacrimais, fronte e pálpebras, dentes, gengivas, lábios, pele da face. **Auxiliam na mastigação (movem músculos da face - motores)**. **São mistos**. Tem origens diversas na região facial (nasal, frontal e maxilar) convergindo em núcleos na região da ponte.
- **Abducente (VI):** **movem os olhos** para os lados (motores). Se originam na ponte do tronco cerebral.
- **Facial (VII):** recebem estímulos da língua (**paladar - sensoriais**) e **movem** a face (origem na ponte - motores). **São mistos**.
- **Vestibulococlear (VIII):** **recebem estímulos** relacionados ao **equilíbrio** (ramo vestibular) e **audição** (ramo coclear). Se originam em receptores presentes no **ouvido interno**. Tem como destino a ponte e o bulbo. **São sensoriais**.
- **Glossofaríngeo (IX):** recebem impulsos da **faringe, da língua (paladar) e das carótidas**. Atuam na **deglutição (motores)**. **São mistos**.
- **Vago (X):** faz parte do **sistema autônomo** que transmite impulsos ao **coração, músculos lisos, vísceras torácicas e abdominais**. **São mistos**.
- **Acessório (XI):** **nervo motor**. Enerva músculos do **pescoço e nuca**. Se origina na medula e no bulbo.
- **Hipoglosso (XII):** movimentação da língua (**motor**). Origina-se no bulbo.

18.3 O sistema límbico



O sistema límbico consiste de **região do cérebro onde se encontram o diencefalo e regiões do telencefalo adjacentes**. Este sistema é responsável **pelas emoções, motivações e pela memória**, sendo ligado também a nossa **capacidade de aprendizado**. Aqui encontramos o **hipocampo**, uma região situada **abaixo do diencefalo, no telencefalo, responsável pelo armazenamento de memória e aprendizado**. Temos aqui também o **corpo amigdalóide**, chamado ainda de **amígdala**. Ela liga o sistema límbico e o cérebro a sistemas sensoriais. Tem função nas respostas de estresse e de **luta ou fuga**.



Figura 57: no esquema, vemos em vermelho a localização do sistema límbico.

18.4 O telencefalo

Consiste **do centro analítico de nosso cérebro**. Se divide em **dois hemisférios** que tem **funções distintas** e que exercem **controle motor e recebem informações dos lados opostos do corpo**.

Nas porções mais internas e inferiores do telencéfalo encontramos os **núcleos basais** que são **concentrações de massas cinzentas**, cujos neurônios estão envolvidos no controle **subconsciente da coordenação e tônus de músculos esqueléticos**. Sua atividade é mediada por **dopamina**.

O telencéfalo apresenta **divisões do córtex em lóbulos** que são nomeados de acordo com os ossos do crânio adjacentes. Assim temos **o lóbulo ou lobo (pronunciado como “lóbo”) frontal, parietal, occipital e temporal**. As funções associadas a cada região do córtex são difíceis de interpretar e de se precisar. Não obstante, podemos dizer que:

- **o lobo frontal exerce controle sobre musculatura esquelética;**
- **o lobo parietal apresenta centros de percepção de toque, pressão, dor, vibração, sabor e temperatura;**
- **o lobo occipital gera percepção de estímulo visual;**
- **o lobo temporal gera percepção de olfato e som.**

A integração de todos os lóbulos gera o **processamento e interpretação** da informação sensorial além da iniciação das atividades motoras.

Há áreas no córtex chamadas de **áreas integrativas**. Elas são responsáveis por atividades mais **complexas** como previsão de consequências a respostas, atividades **abstratas** entre outras como **fala, escrita, matemática**. Neste contexto, temos a **região pré-frontal** situada no lobo frontal, temos a **região interpretativa geral** situada na porção lateral abrangendo o lobo temporal e parietal, entre outras.



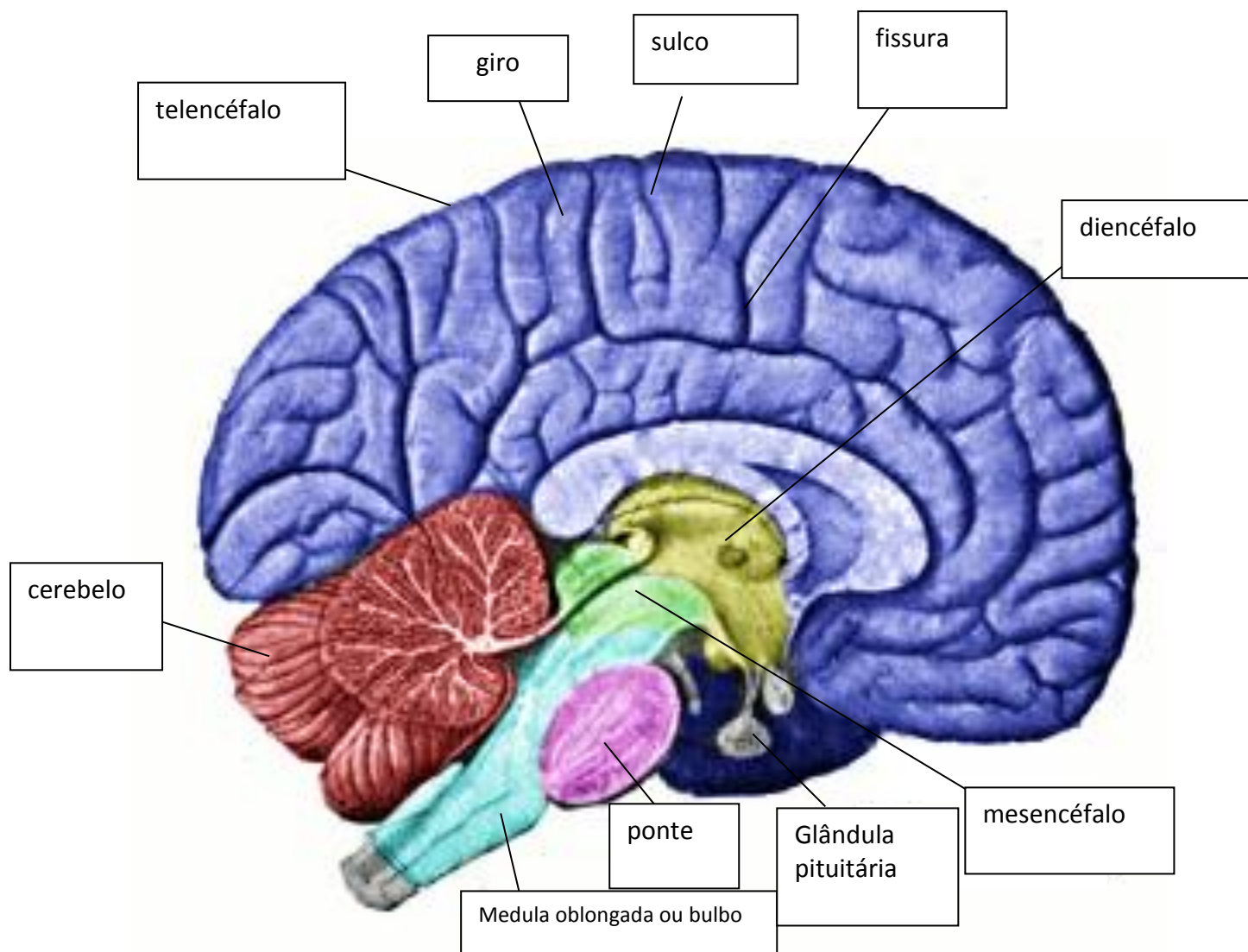


Figura 58: esquema de cérebro em corte longitudinal.

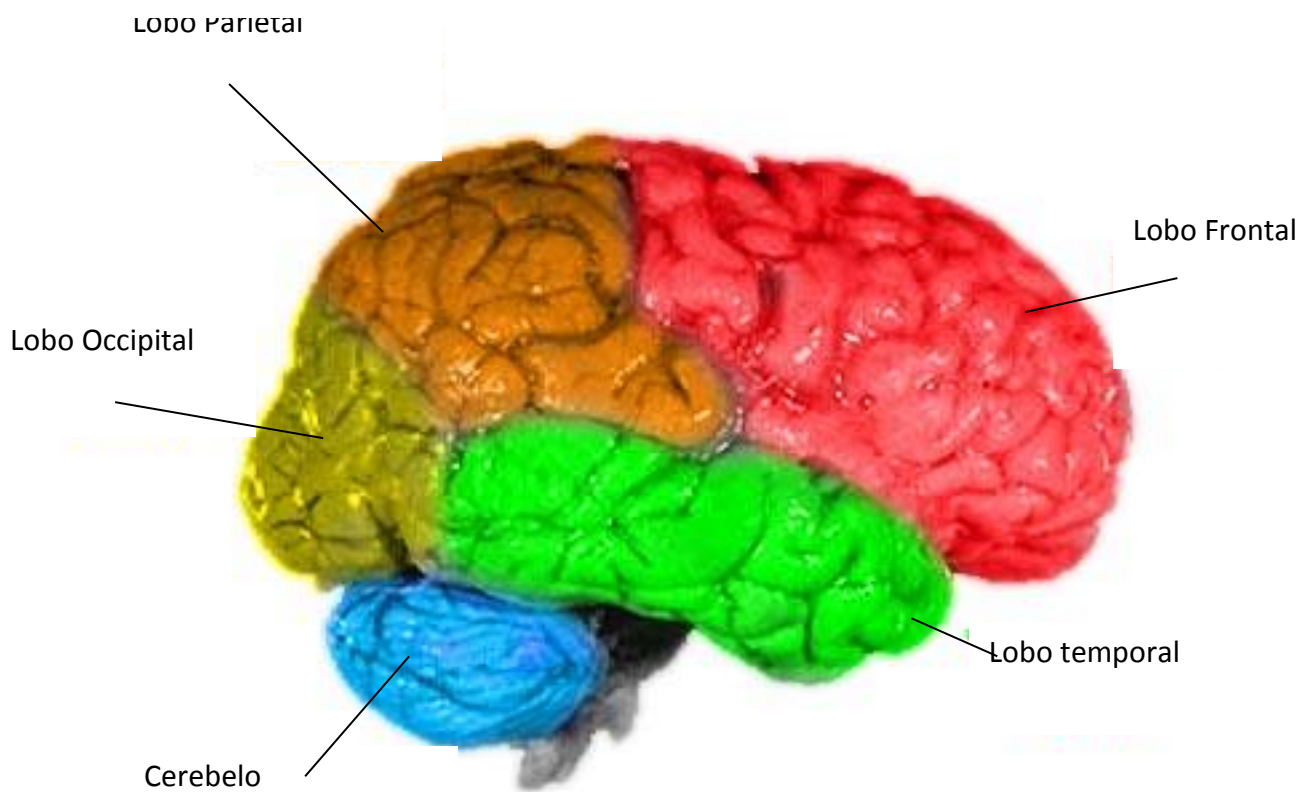


Figura 59: esquema mostra posição dos lobos do telencéfalo.

19- O SISTEMA NERVOSO PERIFÉRICO

O sistema nervoso periférico apresenta **duas divisões funcionais**:

A) Uma divisão aferente que consiste de neurônios ligados a estruturas sensoriais, como olhos e ouvidos, que levam estímulos ao sistema nervoso central para que este interprete os estímulos internos e externos.

Esta divisão consiste, inicialmente, de estruturas presentes em diversas partes do corpo que recebem os estímulos externos ou internos. Estas estruturas são chamadas de **receptores sensoriais (o termo sensitivo também é utilizado)**.

Os nervos ligados aos receptores passam por vias nervosas que levam à coluna e que ao chegarem no cérebro, mais especificamente **no tálamo**, uma região localizada na porção medial e central do órgão, passam para o lado oposto do córtex cerebral, ou seja da sua superfície. Assim, podemos dizer que **os estímulos gerados no lado direito do corpo, serão processados no hemisfério esquerdo do cérebro (do seu lado esquerdo), e vice versa.**

B) Uma divisão eferente que consiste em neurônios que levam sinal do SNC aos músculos, glândulas e adipócitos, com o intuito de que estes façam algo "comandado" pelo SNC.

O **sistema eferente** pode ser por sua vez, dividido em:



- **Sistema nervoso somático** que consiste de nervos cujos axônios se desenvolvem diretamente **do SNC para os músculos esqueléticos**, gerando os **movimentos** e os **reflexos**. O córtex cerebral, o diencéfalo e o cerebelo são regiões do cérebro que participam ativamente do processamento dos movimentos.
- **Sistema nervoso autônomo** que consiste de nervos cujos **axônios passam por gânglios periféricos** depois de partirem do cérebro e da medula espinhal. Divide-se em **sistema nervoso simpático** e **sistema nervoso parassimpático**. Sua função principal é a **manutenção da homeostase** nos sistemas fisiológicos do corpo. Seu centro de controle fica no **hipotálamo que fica no diencéfalo**.

Note que temos uma **divisão anatômica** destes sistemas, que também apresentam **divisão funcional**, ou seja, das funções exercidas pelos dois sistemas. No sistema nervoso somático, os **corpos celulares dos neurônios se encontram no eixo crânio medular e seus axônios se esticam até os músculos onde teremos o encontro dos dendritos com o músculo esquelético formando as sinapses motoras**.

Já no sistema **autônomo**, teremos ao menos **dois neurônios envolvidos**, um de origem crânio medular cujo axônio se desenvolve até os **gânglios paravertebrais** e outro partindo destes gânglios até os órgãos sob seu controle. O mesmo ocorre quando levamos em consideração o sistema simpático e parassimpático. As principais diferenças são que no **sistema simpático**, os **axônios que saem da medula (pré ganglionares) são curtos**, se ligando imediatamente aos **gânglios paravertebrais**. Já no **sistema parassimpático**, estes **axônios se desenvolvem até os órgãos sob seu controle**, onde **formam sinapses com outros neurônios chamados de pós ganglionares**. Estes **gânglios** consistem de regiões que concentram **corpos celulares de neurônios**.

Em relação à **função dos sistemas simpático e parassimpático**, convencionou-se dizer que estes funcionam de **maneiras opostas e antagônicas**, o que é parcialmente verdade. Há porções do corpo que são enervadas por ambos estes sistemas, enquanto há porções que são enervadas somente por um deles. É muito comum nas provas a cobrança deste conhecimento. Qual função cabe a qual sistema? Por isso, estudaremos este assunto com mais afinco.



19.1 O sistema nervoso autônomo simpático

Esta divisão é também conhecida como **toracolombar**, já que os corpos celulares dos neurônios que saem da medula espinhal (antes de chegarem na cadeia de gânglios paravertebral = pré-ganglionares) se posicionam entre as vértebras **T1 e L2**. Os **axônios pré-ganglionares são curtos** e enervam os **gânglios próximos à medula**. Estes gânglios se organizam em uma fileira que corre lateralmente em ambos os lados da medula, chamada de **paravertebral**. Seriam então denominados **gânglios paravertebrais**.

Nas fendas sinápticas destes gânglios, os neurônios que se originam na medula liberam **acetilcolina**, um neurotransmissor que irá gerar o início do potencial de ação que será conduzido aos alguns órgãos (pulmões, coração, glândulas salivares, glândulas sudoríparas, músculos eretores de pelos, adipócitos subcutâneos e olhos) ou outros **gânglios próximos a estes**. Estes últimos consistem de **três gânglios chamados de colaterais**, que apresentam neurônios que irão enervar os órgãos viscerais – **estômago, fígado, pâncreas, intestinos, rins, bexiga e órgãos sexuais**. Um destes três gânglios, chamado de **gânglio celíaco**, irá enervar as **glândulas adrenais** que ao serem estimuladas, liberam a **epinefrina** e a **norepinefrina**, um neurotransmissor também conhecido como **noradrenalina**. Este irá gerar o que é conhecida como **reação de luta ou fuga**, preparando o corpo para estresses físicos.

Assim, a atuação do sistema simpático é em geral ligada a **situações de estresse** ou de emergência, ativando alguns sistemas do corpo. Podemos citar como resultados de sua estimulação:

- **Alerta mental;**
- **Aumento da taxa metabólica;**
- **Redução das funções urinária e digestiva;**
- **Ativação das reservas energéticas;**
- **Aumento da taxa respiratória;**



- **Aumento dos batimentos cardíacos e da pressão sanguínea;**
- **Ativação das glândulas sudoríparas;**
- **Ativação do tônus muscular.**

Quando você pensar na atuação do sistema simpático, lembre-se da reação do corpo a uma **luta!** Você prepara o corpo para usar toda a sua energia e toda sua capacidade mental para lutar e sobreviver.

Como poucos neurônios que partem da medula enervam grandes quantidades de gânglios paravertebrais, é correto afirmar que o **sistema simpático atua sobre várias funções viscerais coordenadas e complexas ao mesmo tempo.**

Conforme vimos acima, o principal neurotransmissor do sistema autônomo é a **acetilcolina**, gerada por todos neurônios pré ganglionares (que saem da medula) e por alguns pós ganglionares. A maioria dos neurônios pós ganglionares **secreta norepinefrina** ou, em menor quantidade, **óxido nítrico e acetilcolina.**

Convenciona-se dizer que o sistema simpático tem como representante o neurotransmissor a noradrenalina ou norepinefrina, já que sua secreção é o que o diferencia do sistema parassimpático.

19.2 O sistema nervoso autônomo parassimpático

Esta divisão do sistema autônomo é conhecida como **craniosacral**, já que seus neurônios se originam no **tronco cerebral** (porção da medula situada próximo ao encéfalo) e na região **sacral** da coluna (S2-S4). O principal nervo deste sistema é o **nervo vago**, que parte do tronco cerebral na região próxima ao pescoço e que enerva grande parte dos **órgãos abdominais, coração e pulmão** (quase 75% do que este sistema controla).

Anatomicamente, como já mencionado, apresenta os **axônios pré ganglionares** (aqueles que saem do sistema nervoso central) **bastante longos**, e os **pós ganglionares curtos**. Estes últimos, podem se



desenvolver até **gânglios periféricos situados próximos aos órgãos ou no interior destes** - chamados neste caso de **intramurais**.

As principais funções deste sistema se relacionam com **descanso e digestão**. Assim, teremos como reações a sua ativação:

- **Constricção das pupilas para foco em objetos próximos.**
- **Secreção das glândulas envolvidas no sistema digestivo.**
- **Secreção de hormônios que promovem absorção e utilização de nutrientes por células do corpo.**
- **Alterações no fluxo sanguíneo e nas glândulas associadas a excitação sexual.**
- **Aumento da atividade de peristaltismo – musculatura lisa do intestino.**
- **Estímulo à defecação e contração da bexiga urinária.**
- **Redução da taxa cardíaca e constricção das passagens aéreas.**

Todos os neurônios deste sistema secretam **acetilcolina**. Neste sistema, nos gânglios, temos receptores chamados de **nicotínicos**. Nos gânglios neuromusculares e glandulares temos receptores chamados de **muscarínicos**. Eles geram diferentes respostas celulares a estimulação do sistema parassimpático.

A resposta a estímulos deste sistema em geral é **rápida e restrita a alguns órgãos específicos**.



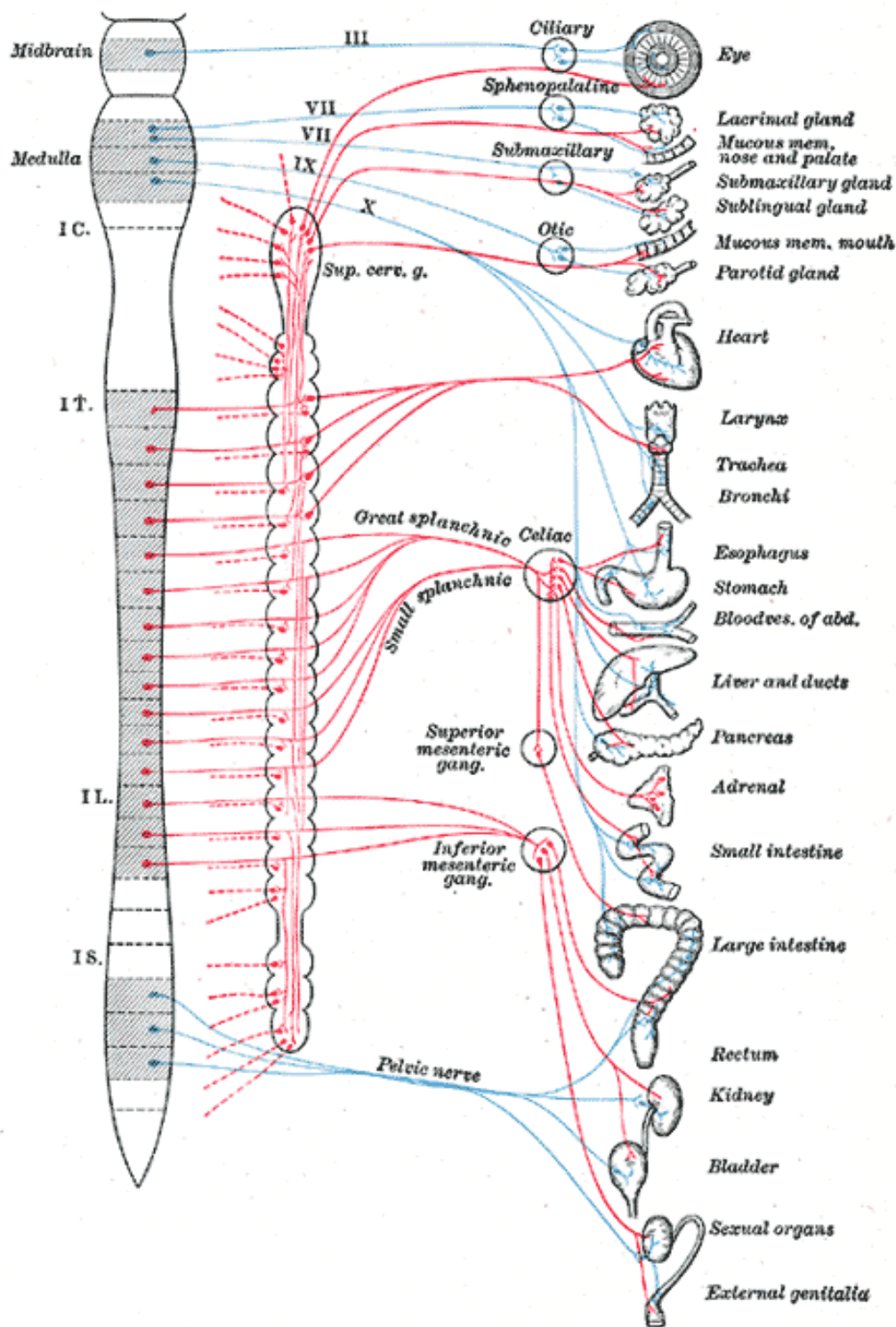


Figura 60: esquema mostra em vermelho os caminhos nervosos do sistema simpático. Em azul os caminhos do sistema parassimpático. Repare que os nervos do sistema simpático param nos gânglios paravertebrais e depois continuam aos órgãos. Já os nervos do sistema parassimpático vão direto para os órgãos ou passam por quatro gânglios cervicais (os nervos numerados em algarismos romanos são nervos cranianos). Podemos ainda verificar a presença de três gânglios colaterais (celíaco, mesentérico inferior e superior). O nervo vago é representado em azul indicado pelo número romano X.

20- O POTENCIAL DE AÇÃO

A membrana celular dos neurônios apresenta **canais proteicos de sódio e de potássio**, além de uma proteína que ativamente bombeia potássio para dentro da célula e sódio para fora (bomba de sódio e potássio).

A concentração **de íons sódio é muito maior do lado de fora da célula do que dentro**, onde por sua vez temos alta concentração de **íons potássio e de proteínas carregadas negativamente**. Esta situação gera uma **diferença de potencial elétrico da ordem de cerca de -70mV** (menos setenta milivolts). Isto quer dizer que, quando um **neurônio não está carregando sinal**, ele apresenta uma **diferença de cargas elétricas** entre a parte interna da célula e a parte externa. Esta diferença é o que gera esse “**potencial elétrico**” que chamaremos de **potencial de repouso**.

As membranas apresentam **canais proteicos que permitem a passagem destes íons** e que podem ser ativados por **agentes químicos** como a **acetilcolina (químico dependentes)**; por alterações de **voltagem - comuns nos axônios – (chamados de “voltagem dependentes”)**; ou por ativação **mecânica**, quando um **agente físico** altera a superfície da membrana (mecano-dependentes).

Quando estes **canais se abrem**, a depender do tamanho da área que foi aberta, teremos uma **despolarização local da membrana**. Esta despolarização ocorre de forma gradual, ou seja, existe um **gradiente de despolarização (ao redor da área excitada)**. Quanto **mais distante** da região que teve os canais abertos, **mais normalizada** (próximo de -70mV) é a diferença de potencial. Isto ocorre por que existe uma **resistência química e elétrica** à movimentação dos íons, além do funcionamento das bombas de sódio e potássio que agem reestabelecendo as concentrações iniciais destes íons, jogando sódio para fora da célula e trazendo o potássio de volta para o citosol.

Os **impulsos nervosos** são justamente esses **eventos de despolarização** que afetam toda uma membrana excitável, como a membrana dos neurônios e de células musculares. Eles são chamados de **potenciais de ação**.



Potencial de ação é a maneira como os neurônios transmitem seus sinais pelos axônios.

O que acontece é que quando ocorre **um estímulo**, por exemplo no terminal de um axônio ou na **extremidade de um dendrito**, este gera a **entrada do sódio** para a membrana despolarizando-a (**alterando sua carga elétrica**) e ativando a abertura de mais canais dependentes de voltagem (ou **voltagem dependentes**). Assim o estímulo viaja (**é propagado**) pelo axônio atingindo outras regiões do neurônio.

Um dos princípios que rege a formação do potencial de ação é o de que caso o estímulo gerado não despolarize a membrana até um mínimo (**limite**), ele não seja gerado. Este princípio se chama **Princípio do tudo ou nada**. Todas as membranas excitáveis funcionam desta forma.

Em geral o impulso é gerado nos dendritos dos neurônios e propagado pelos axônios. Mas ele pode ser também gerado nos axônios. Ele pode ocorrer nos dois sentidos.



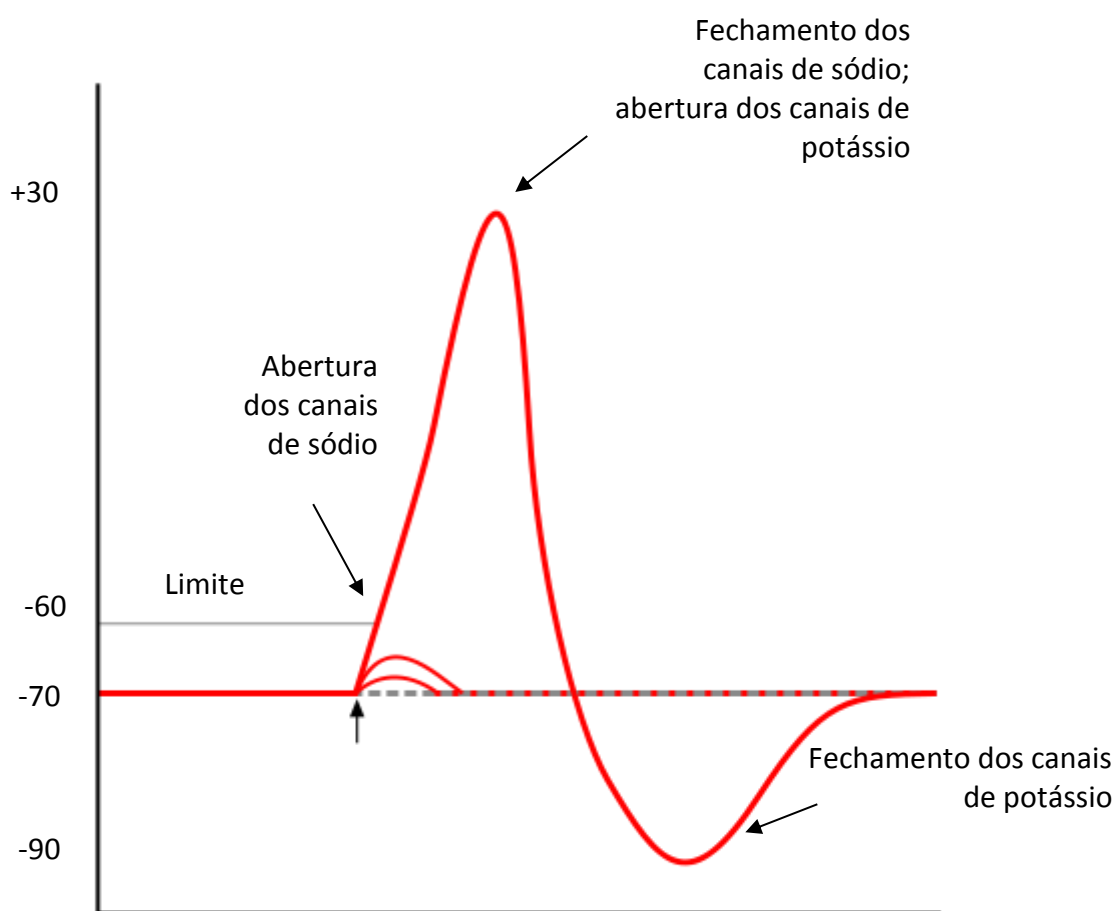


Figura 61: Mudanças no potencial elétrico de uma membrana gerando potencial de ação.

O potencial de ação ocorre em quatro fases:

1. Um estímulo gera **abertura dos canais de sódio** (nos canais de sódio voltagem dependente, quando a diferença de potencial atinge -60mV , eles se abrem);
2. O **sódio entra na célula** despolarizando completamente a membrana ($+30\text{mV}$);
3. Com a despolarização, os **canais de sódio se fecham** e os **canais de potássio se abrem** fazendo com que este **íon saia da célula**;
4. Quando o potencial volta a um valor próximo ao seu valor de repouso (-90mV), **os canais de potássio se fecham**.

O potencial de ação pode se **propagar de duas formas**:

- **Continua:** a despolarização **gradual ativa os canais adjacentes**, gerando uma propagação em velocidade de cerca de 1m/s .
- **Em saltos:** Ocorre nos **axônios mielinizados** (dotados de **bainha de mielina**). Observa-se no **SNC e no SNP**. O que ocorre é que a bainha de mielina oferece muita **resistência** à passagem dos íons. Portanto, quando a despolarização ocorre no terminal de um axônio, ela gera uma corrente de íons internamente na célula que irá ativar somente os canais nas regiões situadas entre as bainhas (estas regiões são chamadas de **nódulos de ranvier**). Como estes nódulos se distanciam uns dos outros, os **impulsos são propagados por saltos**. Em geral eles são **mais rápidos do que os impulsos contínuos** e menos custosos energeticamente, já que menos bombas de sódio e potássio são ativadas.

Os impulsos nervosos serão então transmitidos pelos axônios e deverão ser **retransmitidos para outros neurônios ou células de outros órgãos como músculos**. A região onde um terminal de axônio de encontra com outro ou com a membrana de um órgão é chamada de **sinapse**.



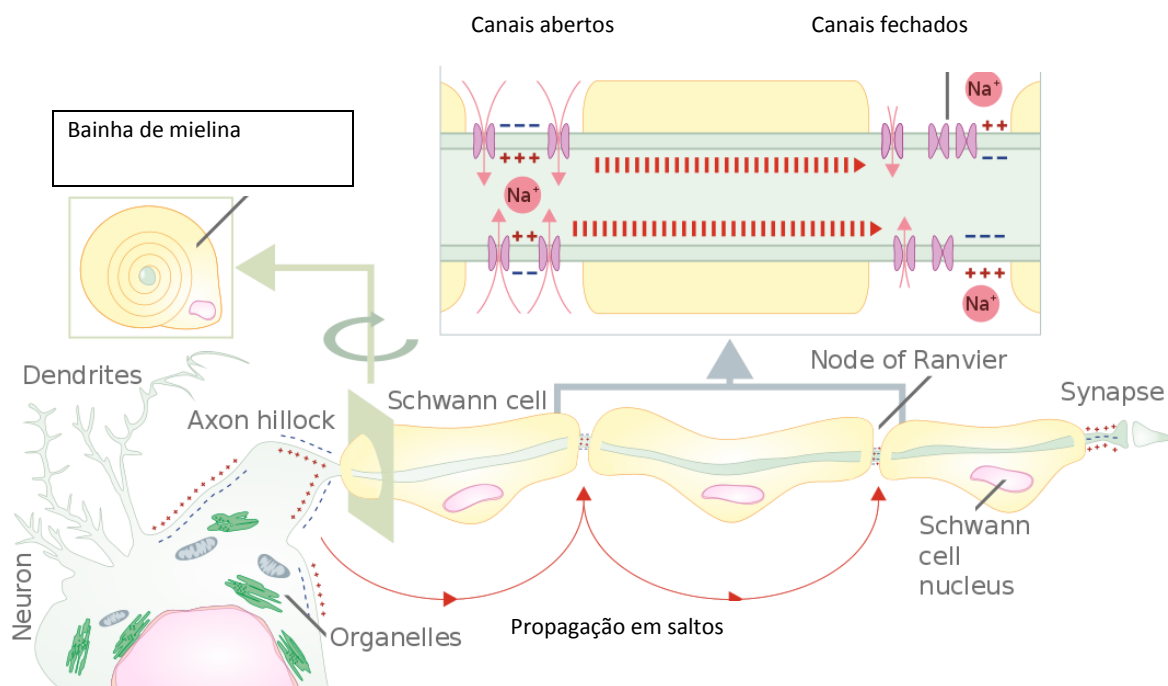


Figura 62: esquema mostra propagação do impulso em saltos.

20.1 Os tipos de sinapse – comunicação entre neurônios e outras células

Podemos encontrar **dois tipos de sinapses**:

- **Sinapses elétricas**: as membranas das células são **ligadas fisicamente** por estruturas de membrana como as **junções gap**. O impulso passa rapidamente entre as células, não podendo ser barrado em

condições normais. **São raras** no SNC e no SNP. Podem ocorrer em algumas áreas do cérebro, nos olhos e nos gânglios ciliares.

- **Sinapses químicas: em geral não há ligação física entre as células que a compõem.** Portanto, o impulso pode ser barrado pela célula pós sináptica (que irá receber o sinal). Elas funcionam por ação de **neurotransmissores**. O mais comumente estudado é a **acetilcolina**. Nestas sinapses, ao chegar o potencial de ação na região terminal do axônio pré-sináptico (aquele que carrega o sinal), **haverá liberação do neurotransmissor** na fenda sináptica, que será recolhido por proteínas de membrana chamados de receptores presentes na célula pós sináptica. O efeito que esta captação de neurotransmissor vai gerar pode depender do tecido e da célula. Pode-se ter **ativação da célula (despolarização) ou inibição (hiperpolarização) de alguma atividade**, gerando supressão de potenciais de ação. Importante notar que **o mesmo neurotransmissor pode gerar diferentes respostas, a depender da célula pós sináptica.**

20.2 Os neurotransmissores

O neurotransmissor mais estudado e mais comum é a **acetilcolina**. Ela atua em praticamente **todas as sinapses neuromusculares**. Esta substância é liberada na fenda sináptica com a chegada do potencial de ação ao terminal de axônio pré-sináptico, onde ocorrerá abertura de canais de cálcio que gerará despolarização da membrana pré-sináptica, liberando o neurotransmissor. A acetilcolina se liga a receptores presentes na célula pós sináptica, gerando abertura dos canais de sódio, despolarizando a membrana e gerando um novo potencial de ação. **Uma enzima chamada de acetilcolinesterase quebra a acetilcolina presente na sinapse finalizando o estímulo.**

Podemos citar outros neurotransmissores como:

- **Norepinefrina ou noradrenalina:** comuns no sistema nervoso autônomo **simpático**. Tipicamente de ação excitatória.



- **Dopamina:** liberada **no cérebro**. Sua ação inibitória é importante para controle de movimentos. Gera **sensação de excitação**.
- **Serotonina:** importante no SNC, tem ação nas **emoções** e na capacidade de atenção de uma pessoa. Sua baixa concentração pode gerar **depressão**.
- **GABA (ácido gama amino butírico):** aparentemente age reduzindo ansiedade. Está presente em 20% das sinapses do cérebro.
- **Oxido nítrico:** geralmente encontrados em sinapses que enervam os músculos lisos dos vasos sanguíneos.

São conhecidos mais de 100 tipos de neurotransmissores.

Os **neuromoduladores** são substâncias que regulam a liberação ou captação de neurotransmissores. Dentre os mais conhecidos, temos os **opioides** como as **endorfinas** que atuam no controle da dor.



21 – SISTEMA ENDÓCRINO

Para **manutenção da homeostase**, as células e órgãos do corpo devem se **comunicar**. Assim, os diferentes sistemas podem atuar em uníssono, gerando as ações necessárias para que o metabolismo se mantenha estável.

O corpo necessita ainda que alguns órgãos ou sistemas se desenvolvam periodicamente – crescer, desenvolver musculatura, desenvolver maturidade sexual - para que assim possamos atingir nossos “objetivos biológicos” – crescer, alimentar, reproduzir.

Estes meios de controle extrapolam a capacidade do sistema nervoso. **O sistema endócrino se encarrega destas funções.**

O sistema endócrino é formado por **tecidos glandulares que secretam hormônios**. Estes tecidos se encontram em **regiões específicas do corpo**. De fato, muitos tecidos do corpo secretam hormônios ou substâncias que agem como **comunicadores químicos**. Estudaremos aqui os maiores deles. Apenas para fins de curiosidade podemos citar que:

- O **tecido adiposo** excreta **leptina**, um hormônio que age sobre o apetite.
- Diversos hormônios envolvidos no controle da fome e no metabolismo da glicose são produzidos pelo **trato digestivo**, como a **secretina e a gastrina**.
- **Os rins** produzem o **calcitriol**, hormônio que atua na absorção de cálcio pelo intestino.
- **O timo** produz **timosina**, que atua na maturação de linfócitos.



21.1 Hormônios

Os hormônios são **substâncias produzidas pelos tecidos glandulares**, que provocam **respostas em células específicas do organismo**. Eles são liberados na **circulação sanguínea** e são percebidos **somente** por células que apresentem sistemas bioquímicos apropriados de captação e resposta a eles, como receptores de membrana específicos. Estas células são chamadas de **células alvo**.

Hormônios são substâncias químicas que fazem parte da **comunicação química** do organismo. Eles são transportados pelo sangue.

As respostas a estes hormônios pelas células alvos podem envolver tanto **alterações na sua atividade secretora**, gerando a ativação gênica e consequente produção de outras substâncias no corpo, quanto **alterações na atividade captadora**, aumentando ou diminuindo a permeabilidade dos tecidos, por exemplo. Podemos ainda ter reações sistêmicas espalhadas pelo corpo todo, gerando contrações e relaxamento de musculaturas, como é o caso da epinefrina (adrenalina).

Os hormônios podem ser divididos em três tipos:

- **Derivados de amino ácidos** – são estruturalmente relacionados a aminoácidos, como os hormônios da **tireoide**, a **epinefrina** e a **melatonina**.
- **Hormônios Peptídeos (proteínas)** – são hormônios **proteicos**, em geral secretados inativos como pró-hormônios. São exemplos o **FSH**, o **LH**, **oxitocina**, **insulina**, **GH**, **prolactina** e **ADH**.
- **Derivados de lipídios** – são produzidos a partir de **ácidos graxos e esteroides**. São as **prostaglandinas**, o **estrógeno**, os **corticoesteroides**, o **calcitriol**, **progesterona** e **testosterona**.



21.2 Os tecidos secretores do sistema endócrino e seus hormônios

A figura abaixo mostra os principais **tecidos secretores de hormônios** e suas localizações anatômicas.

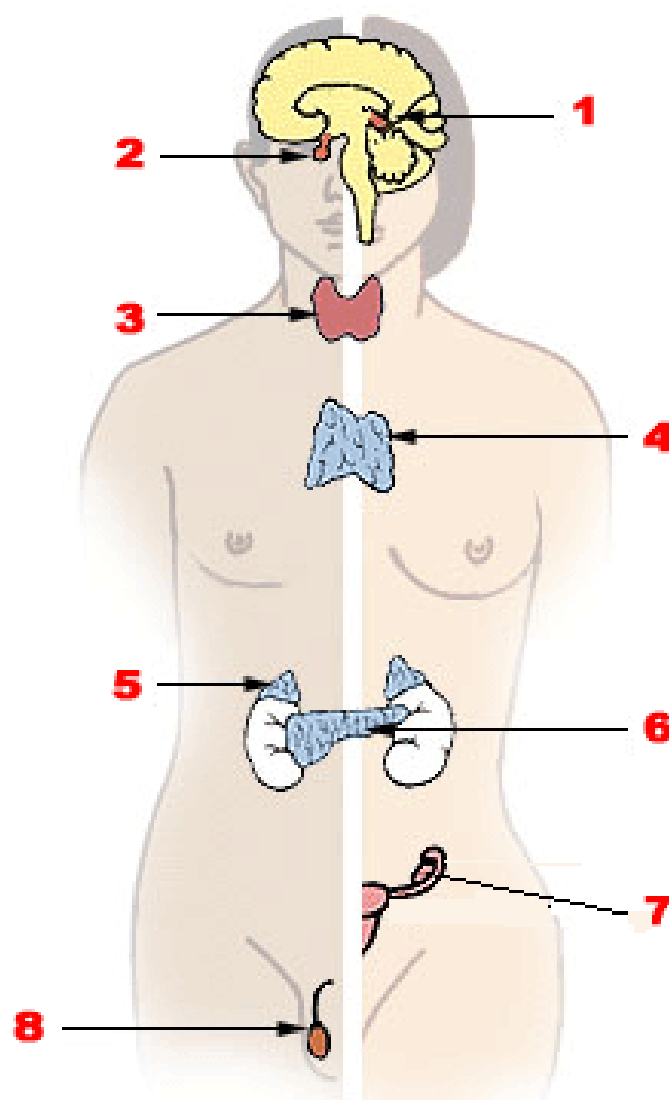


Figura 63: esquema mostra principais tecidos secretores de hormônios do corpo: 1. Glândula pineal ou epífise; 2. Hipotálamo e glândula pituitária ou hipófise; 3. tireoide e paratireoide; 4. Timo; 5. Suprarrenais; 6. Pâncreas; 7. Ovários; 8. Testículos.

21.2.1 Glândula Pineal ou Epífise

Esta pequena glândula situada na **região medial do cérebro** tem formato de uma pinha (daí seu nome). Ela é responsável pela produção de hormônio **melatonina**.

Este hormônio age controlando os **ritmos circadianos**, ou seja, nossos ritmos de alerta e de sono. Ela tem mais atuação secretora em crianças e adolescentes, acreditando-se estar associada à entrada na puberdade. Em adultos, pode ir perdendo a função.

A **melatonina tem sua produção inibida pela luz**, que é percebida pela retina (nos olhos). Esta inibição parece ser importante para o **desenvolvimento das crianças**.

21.2.2 O hipotálamo e a hipófise

O **hipotálamo** é uma região considerada **primária** na produção de hormônios. Isso pois ele produz **dois hormônios que são secretados por outra glândula**, situada bem próximo anatomicamente. O hipotálamo produz a **ocitocina (ou oxitocina)** e o **ADH (hormônio antidiurético)**. Esses hormônios são **armazenados na região posterior da hipófise**, chamada de neurohipófise. O hipotálamo exerce ainda controle sobre a liberação de alguns hormônios da **adenohipófise (região anterior da hipófise)**.

A **ocitocina** tem várias funções, dentre elas, estimular a **produção de leite materno**, estimular as **contrações uterinas na gestação** e gerar **apego e empatia** entre pessoas.

O **ADH ou hormônio antidiurético**, também conhecido como **vasopressina**, atua sobre os rins, fazendo com que eles **umentem a reabsorção de água**, concentrando a urina. Esse hormônio pode ser secretado em situações de **desidratação ou queda de pressão arterial**. Ele induz vaso constrição das



arteríolas do corpo, gerando **aumento da pressão arterial**, daí seu nome, vasopressina. Ele atua também como neurotransmissor, podendo ser associado, quando em altos níveis, à **depressão, agressividade e ansiedade**. Uma menor produção deste hormônio pode gerar a condição de **Diabetes Insipidus**. Nela o indivíduo urina muito, o que gera desidratação e sede.

A **hipófise ou glândula pituitária** se situa imediatamente **abaixo do hipotálamo**. Ela se encontra no interior de uma depressão do osso esfenóide. Anatomicamente ela tem um formato oval e é dividida em dois lóbulos, histologicamente distintos (ou seja, composta por tecidos diferentes), um anterior e um posterior.

O **lóculo anterior** da hipófise é chamado de **adenohipófise**. O **lóculo posterior** é chamado de **neurohipófise**.

Como já explicado anteriormente, a **neurohipófise armazena** hormônios produzidos no hipotálamo. A **adenohipófise** é responsável pela produção de:

- **FSH (Hormônio folículo estimulante)**: um tipo de gonadotropina, ou seja, hormônio que **regula a atividade das gônadas**. Ele estimula **secreção de estrógenos** nas mulheres e estimula o **desenvolvimento de espermatozoides** nos homens.
- **LH (Hormônio Luteinizante)**: induz **ovulação**. Induz secreção de **estrógenos e progesterona**, que prepara o corpo para gravidez. Estimula produção de **testosterona** nos homens. Assim como FSH, é também um tipo de gonadotropina.
- **GH (hormônio do crescimento)**: chamado de **somatotropina**, acelera a síntese proteica, estimulando o **crescimento e desenvolvimento das células**, em especial células musculares e cartilaginosas. Sua produção é regulada pelo hipotálamo.
- **Prolactina**: Estimula **desenvolvimento das glândulas mamárias** e produção de **leite**.
- **TSH (Hormônio estimulador da Tireoide)**: Estimula a **tireoide a secretar hormônios**. Quando estes aumentam sua concentração no sangue, a produção de TSH diminui num processo chamado de **feedback negativo**.
- **ACTH (hormônio adenocorticotrópico)**: estimula o **córtex adrenal** a liberar **esteróides**.



21.2.3 A tireoide

A glândula **tireoide envolve a traqueia** abaixo da cartilagem tireoide, que forma a laringe.

Seus hormônios afetam **quase todas as células do corpo**. Basicamente, eles atuam aumentando a atividade das **mitocôndrias**, ativam a produção de enzimas envolvidas na produção de **energia** (glicólise e produção de ATP). Esta atuação se chama **calorigênica ou termogênica**.

São três os hormônios produzidos pela tireoide:

- **T4** (tiroxina)
- **T3** (triiodotironina)
- **Calcitonina** – regula concentração de **cálcio nos tecidos do corpo**. Ele inibe a ação de osteoclastos e estimula a excreção de cálcio pelos rins. O cálcio é importante em vários processos metabólicos como atividade muscular, atividade neural, atuando na permeabilidade de membranas.

São efeitos do T3 e do T4: **aumento do consumo de oxigênio, aumento da taxa cardíaca, aumento da atividade do sistema nervoso simpático e estimula produção de eritrócitos**.

Devido a sua ampla atividade, a **tireoide é considerada como envolvida no controle celular ou basal**. Grande parte dos efeitos gerados pelos hormônios é gerado pelo **T3**. O T4 produzido, em geral, é convertido pelo fígado, rins e outros tecidos a T3. Estes hormônios são produzidos com o **iodo**, obtido na alimentação. Os íons de iodo consumidos são armazenados na tireoide e utilizados na produção dos hormônios.

Excesso na produção de hormônio T4 pode levar a condição de **Hipertireoidismo**. Neste caso, observa-se aumento da atividade celular além do normal. Indivíduos com hipertireoidismo podem ter **dificuldade de ganhar peso e dificuldade de dormir**, além de irritabilidade acentuada, intolerância ao calor e aumento de volume da tireoide. A condição oposta é chamada de **hipotireoideismo**, gerada por baixa produção de T4. São sintomas: **fadiga, ganho de peso e depressão**.



21.2.4 Paratireoides

As paratireoides encontram-se na **porção posterior da tireoide**. Elas produzem o **paratormônio** que tem três efeitos principais:

- Aumenta **reabsorção de cálcio** pelos rins;
- Aumenta atividade de **osteoclastos**, aumentando a quantidade de **cálcio** no sangue.
- Estimula a formação do **calcitriol pelos rins**.

21.2.5 Pâncreas

O **Pâncreas** é uma **glândula exócrina e endócrina** ligada ao sistema digestivo.

Ele secreta dois importantes hormônios, ambos produzidos por células de regiões específicas chamadas de **Ilhotas de Langerhans**:

- **Insulina:** Tem como atividade a **retirada da glicose do sangue**, aumentando sua captação pelas células. Ele também estimula a utilização da glicose pelas células gerando ATP e seu armazenamento na forma de glicogênio, **gerando reservas para o corpo**.
- **Glucagon:** estimula a **degradação do glicogênio no fígado e nos músculos, liberando glicose no sangue** e aumentando assim sua concentração. Estimula também a degradação de triglicérides no tecido adiposo. Estimula a **gliconeogênese hepática** – formação de glicose no fígado.

Em geral, os níveis de glicose no sangue são bem controlados, de forma que esta molécula seja sempre bem utilizada pelo corpo. Quando sua concentração no sangue aumenta muito, ela pode ser eliminada pela urina, gerando uma condição chamada de **Diabetes Mellitus**.

Existem dois tipos de diabetes mellitus:



- **Tipo 1.** Gerada por **deficiência na produção de insulina**. A pessoa necessita de injeções de insulina para sobreviver.
- **Tipo 2.** Está associada a **obesidade**. É gerada por uma **resistência das células** à insulina produzida pelo corpo.

21.2.6 As Suprarrenais

As glândulas suprarrenais são encontradas **sobre os rins**. Elas apresentam duas porções com diferentes funções endócrinas: uma porção interna chamada de **medula** e uma porção superficial chamada de **córtex**.

A **medula produz os hormônios epinefrina (adrenalina) e norepinefrina (noradrenalina)**. Eles **aumentam o metabolismo celular e a captação de reservas energéticas**. Eles aumentam a força **muscular e a resistência**, aumentam a disponibilidade de ácidos graxos na corrente sanguínea, ativam a quebra de glicogênio hepático, aumentam a carga cardíaca. A secreção destes hormônios é coordenada pelo **sistema nervoso autônomo simpático**.

O **córtex produz mais de 20 tipos de hormônios**. Eles são coletivamente chamados de **corticoesteroides**. Abaixo temos os mais importantes:

- **Aldesterona:** um mineralocorticoide que estimula a **retenção de íons sódio** de fluidos corporais pelos rins, glândulas salivares, glândulas sudoríparas e pâncreas; e a **eliminação de íons potássio** quando sua concentração se torna muito elevada. Ele estimula regiões da língua sensíveis ao sal, fazendo com que o indivíduo tenha mais interesse por comidas salgadas. O aumento da concentração de sódio nos rins tem efeito direto no aumento da **retenção de água**.
- **Glicocorticoides:** o **cortisol**, em parte convertido pelo fígado em **cortisona**, ele acelera a **produção de glicose** e a **formação de glicogênio**. Em tecidos adiposos há liberação de ácidos graxos na corrente sanguínea. Eles também têm **efeitos anti-inflamatórios**. Eles **inibem atuação dos**



leucócitos e do sistema imune. Eles reduzem a ação dos mastócitos, **reduzindo sua secreção de histamina** que promove inflamações.

- **Andrógenos:** em pequena quantidade, podem ser produzidos quando há estímulo pelo **ACTH**. **Estimulam crescimento de pelos pubianos em meninos e meninas antes da puberdade.** Compostos principalmente por **testosterona**.

21.2.7 Gônadas: ovários e testículos

Gônada é um termo genérico utilizado para denominar **órgãos onde se produzem células reprodutivas**. Logo, **não são glândulas**, mas suas células produzem hormônios que atuam em grande parte das células do corpo.

Nas células intersticiais dos **testículos** temos a produção de um andrógeno chamado de **testosterona**. Ele gera **maturação de esperma, desenvolvimento da musculatura e de características sexuais e comportamentais masculinas**.

Os **ovários produzem estrógeno e progesterona**. O estrógeno tem ação mais ampla, gerando **maturação do folículo ovariano e desenvolvimento de características sexuais e comportamentais femininas**. A **progesterona** age no **ciclo ovariano**, preparando o útero para implantação do embrião e preparando as glândulas mamárias para secreção de leite.



22. O SISTEMA IMUNE

O sistema imune de nosso corpo tem como função a **defesa do organismo contra agentes patogênicos**, ou seja, que podem gerar doenças. Estes podem ser vírus, bactérias, vermes, toxinas, etc.

Podemos dividir nossas defesas em duas partes:

- **Imunidade Inata ou inespecífica:** consiste de barreiras físicas como a pele, substâncias como o muco produzido nas nossas fossas nasais, células com capacidades de fagócitos (neutrófilos, eosinófilos, macrófagos), células NK, processos inflamatórios, febre.
- **Imunidade adaptativa ou específica:** resulta na atividade dos linfócitos T e B.

Dele participam ativamente os **leucócitos**, que estudaremos a seguir.



22.1 Os leucócitos

Os leucócitos correspondem às **células brancas de nosso sangue**. Eles são produzidos na **medula óssea vermelha**. Eles apresentam características citológicas peculiares que os distinguem, podendo apresentar um aspecto metabólico e morfológico no sangue e outro quando estão nos tecidos. Não obstante, é importante conhecê-los em especial, quanto às suas funções.

Encontramos **no sangue** os seguintes leucócitos:

- **Monócitos:** são células que têm capacidade de **fagocitar patógenos**. Quando migram para os tecidos por **diapedese**, são chamadas de **macrófagos**, podendo também originar as células **dendríticas**.
- **Granulócitos:** são **neutrófilos, basófilos e eosinófilos**. Têm esse nome pois ao serem observados no microscópio apresentam o **citoplasma granuloso**. Os neutrófilos têm capacidade de **fagocitose**. Os basófilos são conhecidos como **mastócitos nos tecidos**. Recentemente descobriu-se que os mastócitos são uma outra linhagem de célula, semelhante aos basófilos. Estão envolvidos nas respostas inflamatórias. Os **eosinófilos** são células **citotóxicas**, secretoras de toxinas contra **patógenos grandes (vermes - helmintos)**.
- **Linfócitos:** são células produzidas na medula óssea vermelha, mas que podem **amadurecer no timo**. Apresentam-se como:
 - **Linfócitos T CD4+:** amadurecem no Timo; recebem fragmentos de antígeno dos macrófagos, produzindo proteínas de membrana que serão apresentadas aos linfócitos T CD8+. Eles apresentam receptores de membrana chamados CD4.
 - **Linfócitos T CD8+:** amadurecem no Timo; recebem informações dos linfócitos CD4+, gerando uma resposta específica contra os antígenos por eles apresentados. São células citotóxicas, ou seja, produzem substâncias que atacam os patógenos. Eles apresentam receptores de membrana chamados CD8.
 - **Linfócitos B:** amadurecem na medula óssea; recebem informações dos linfócitos CD4 e formam as imunoglobulinas ou anticorpos.



- **Células NK:** são células citotóxicas que atacam outras células, por exemplo, células cancerígenas.

22.2 A imunidade Inata

Dois processos são importantes de serem citados acerca deste tipo de imunidade: **a febre e a inflamação.**

22.2.1 A inflamação

A inflamação é uma **resposta local de um tecido a uma lesão**. Ela produz **rubor (vermelhidão), calor, edema e dor**. Em alguns casos graves pode ocorrer ainda perda de função.

Quando uma lesão ocorre em um tecido, seja por uma perfuração deste, seja por irritação química ou ação de patógenos, as células danificadas liberam no espaço intersticial **prostaglandinas, proteínas e íons potássio**. Nestes casos, os mastócitos dos tecidos liberam **histamina, heparina e prostaglandinas**. A **histamina aumenta a permeabilidade dos capilares no local, gerando maior fluxo sanguíneo (o que gera o rubor), aumenta a perfusão de líquidos para a região gerando o inchaço (edema) e aumenta o calor na região, o que gera aumento na atividade celular e enzimática na região**. Este aumento de permeabilidade faz com que mais células de defesa migrem para a região. Dentre elas **neutrófilos**, que liberam citosinas que são fatores que estimulam os fibroblastos presentes nos tecidos, bem como atraem mais células do sistema imune. A **heparina**, liberada pelos mastócitos atua **impedindo a coagulação do sangue** momentaneamente.

Uma reação em cadeia aumenta cada vez mais a presença de macrófagos e de neutrófilos na região lesionada, ambos agindo contra os patógenos presentes no local. A atuação destas células gera grande



quantidade de fluidos, fragmentos de patógenos e de células de defesa, formando um tecido viscoso chamado de **pus**. Caso este pus fique retido num espaço intertecidual, será formado um **abscesso**.

22.2.2 Febre

A febre é o **aumento da temperatura corpórea a mais do que 37.2°C**. Esse aumento de temperatura é gerado por uma **inativação do termostato natural presente no hipotálamo**. Esta inativação pode ocorrer momentaneamente devido a ação de fatores chamados de pirógenos, dentre eles o TNF e a interleucina 1, que podem ser gerados por macrófagos, estimulados por patógenos ou por toxinas bacterianas, dentre outros.

A febre pode ser benéfica, já que **altas temperaturas podem inibir o desenvolvimento de bactérias e vírus**, além de **acelerar o metabolismo celular, aumentando a velocidade** das reações enzimáticas e a **mobilidade de células de defesa**.

22.3 Imunidade adaptativa

Participam desta modalidade de defesa os **linfócitos T e B**. A imunidade adaptativa pode ser **adquirida naturalmente**, quando entramos em **contato com os patógenos**, ou artificialmente, pode meio de **vacinas, que são meios de administração de patógenos atenuados ou inativos no organismo**.

Este tipo de imunidade apresenta **quatro particularidades**:

- **Especificidade:** gerada por estruturas moleculares específicas dos antígenos, reconhecidas pelos linfócitos T e B. Essas células apresentam receptores específicos para estas estruturas, somente. O que gera alta especificidade.



- **Versatilidade:** A diversidade de linfócitos que nós temos possibilita milhares de diferentes frentes de defesa contra patógenos do ambiente, isso gerado por diferentes receptores de antígenos que eles possuem.
- **Memória:** A memória é gerada pela divisão de linfócitos dotados de receptores específicos para determinados antígenos. Parte das células geradas desta divisão (clonagem) ataca os antígenos, mas outra parte se mantém inativa, aguardando novas invasões.
- **Tolerância:** exposições continuadas a determinados antígenos podem fazer com que nossas células não mais respondam a eles, gerando tolerância. Essa tolerância também existe contra as células do nosso próprio corpo.

22.4 A resposta imune

Quando um **antígeno invade um tecido**, macrófagos ou outras células fagocitárias atuam destruindo. Estas células apresentam um tipo de **glicoproteína de membrana** que se liga a fragmentos de proteína e outros componentes dos antígenos destruídos, presentes agora no citoplasma destas células. Estes fragmentos de antígenos são desta forma **expostos na superfície destas células, ou seja, as células fagocitam os patógenos, os destroem e expõem em suas membranas fragmentos dos invasores.**

Ao serem expostos, **linfócitos T CD8+ inativos reconhecem estes antígenos**, o que gera sua ativação, que pode gerar divisão deste tipo de linfócito para que ele gere: (1.) **Células que ataquem quimicamente** a célula infectada; e (2.) **Células de memória**, ou seja, células que continuarão inativas. Estas células de memória, ao entrarem em contato novamente com o antígeno, imediatamente se diferenciam em células citotóxicas, atacando-o.

A ativação de **linfócitos CD4**, também conhecidos como **auxiliares**, quando forem apresentados a antígenos num processo mediado por células fagocitárias semelhante aquele que ativa as células CD8, irá gerar a **sua divisão e a produção de células inativas de memória e células auxiliares CD4 ativas.** Estas



produzem **citosinas que ativam macrófagos**, ativam **células T citotóxicas** e as atraem para o local infectado, e **ativam os linfócitos B**.

Os **linfócitos B** apresentam nas suas membranas **receptores específicos para antígenos**, chamados de **imunoglobulinas ou anticorpos**. Quando eles se encontram com os antígenos, ocorre a sua ativação, em geral mediada por linfócito T CD4 auxiliador. Essa ativação faz com que os **linfócitos B se dividam gerando células de memória e células secretoras de anticorpos chamadas de plasmócitos**.

Quando o corpo entra em contato pela **primeira vez com um antígeno**, temos uma produção de anticorpos em quantidade suficiente para suprir a defesa, por um tempo determinado. Num **segundo contato** com o mesmo antígeno, **teremos já muitas células de memória formadas quando ocorreu o primeiro encontro**, o que irá gerar uma resposta com maior quantidade de anticorpos e que irá durar mais tempo. **Esses tipos de resposta são chamados de resposta primária e resposta secundária**.

22.4.1 Os anticorpos

Anticorpos são **proteínas em formato de Y**, que apresentam **dois pares de cadeias proteicas**: um par de **cadeia leve e um par de cadeia pesada**. Estes apresentam uma região constante (geneticamente determinada) que gera classes diferentes de anticorpos e uma **região variável**, que é responsável pela imensa **diversidade e especificidade dos anticorpos**.

São classes de anticorpos:

- **IgA** – estão presentes em secreções glandulares como **saliva, leite, lágrimas**. Eles atacam os patógenos antes que acessem os tecidos internos.
- **IgD** – Encontrado na membrana de **células B**, atua na ligação a antígenos no plasma sanguíneo e fluido extracelular.
- **IgE** – Se liga a **basófilos e mastócitos**, quando ligados a antígenos, ativando resposta **alérgica**. Podem estar envolvidos em defesas contra **parasitas**.



- **IgG** – Classe mais diversa e mais **abundante**. São os **principais da resposta imune**. Podem atravessar a barreira placentária.
- **IgM** – São os primeiros a serem secretados quando um antígeno é detectado. São os anticorpos que ativam **aglutinação de tipos sanguíneos diversos** (Anti A e Anti B).

23 – SISTEMA CIRCULATORIO – O SANGUE

O **sangue** é um **tecido conjuntivo especializado** que se movimenta no sistema circulatório (ou cardiovascular). Ele consiste de uma **emulsão de células** chamadas de **elementos figurados**, que ficam suspensos e uma **solução de água, proteínas e sais chamada de plasma**. Podemos então dizer que o sangue é composto por duas fases: **plasma e elementos figurados**. Ele apresenta temperatura de cerca de 38°C, é cerca de cinco vezes mais viscoso do que a água e tem pH próximo a 7,4.



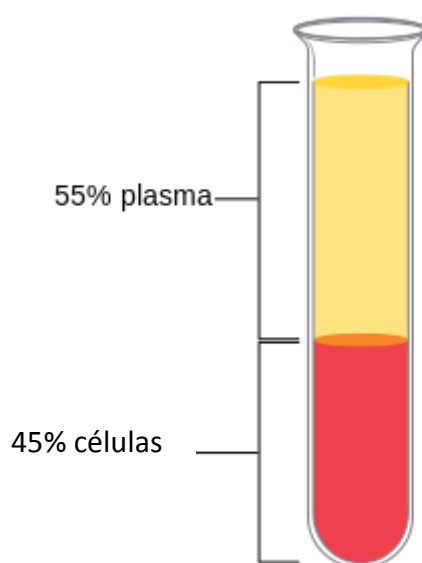


Figura 64: esquema mostra um hipotético tubo de sangue com 100ml e as proporções de seus componentes.

As **principais funções** do sangue são:

- **Transporte** de gases, nutrientes, hormônios e excretas metabólicas.
- **Regulação** do pH e da composição iônica dos fluidos intersticiais.
- **Restrição** da **perda** de fluidos em lesões.
- **Defesa** contra toxinas e patógenos.
- **Manutenção** da temperatura corpórea.

23.1 Composição do sangue - Plasma

O plasma sanguíneo é composto em sua maioria **(92%) por água**. O restante de sua composição consiste de **proteínas (7%)** e outros solutos como **lipídios, glicose, aminoácidos, eletrólitos como íons sódio**,

potássio, cálcio, cloro, magnésio, fosfato, carbonato e sulfato, além de excretas metabólicas como ácido úrico, ureia, creatinina, bilirrubina e íons de amônia.

As proteínas presentes no plasma são em sua maioria produzidas pelo **fígado**. Elas se encontram **dissolvidas no sangue**, o que faz com que a pressão osmótica deste fluido seja bastante peculiar. A estrutura destas proteínas (grande tamanho e formato globular) também impede que elas passem pelos capilares, mantendo-as em grande quantidade no próprio sangue.

As **principais proteínas do sangue** são:

- **Albumina** – são importantes **transportadoras** de ácidos graxos, hormônios da tireoide, hormônios esteroides entre outras substâncias. Consistem de 60% das proteínas do plasma.
- **Globulina** – consistem de 35% das proteínas do plasma. São as **imunoglobulinas**, também conhecidas como **anticorpos**, envolvidos na defesa do organismo. Há ainda as **globulinas de transporte** que auxiliam na solubilização e transporte de hormônios, íons como o ferro (proteína chamada de transferrina), lipídios e esteroides.
- **Fibrinogênio** – tem atuação no processo de **coagulação**.

23.2 Composição do sangue – Elementos figurados

Os elementos figurados do sangue consistem das **células** nele presentes. Sua porção celular é representada em **grande maioria (99%) de células vermelhas**, chamadas de **eritrócitos** e de **células brancas**, chamadas de **leucócitos**. Temos também uma porção pequena de fragmentos de células chamadas **plaquetas**, que são importantíssimas no processo de **coagulação**.



23.2.1 Os leucócitos

As células brancas da porção figurada do sangue, chamadas de **leucócitos**, apresentam ao menos **cinco tipos diferentes de células** com funções, desenvolvimento e morfologia específicas. Diferentemente dos eritrócitos, estas células **não apresentam hemoglobina**, a proteína que confere ao sangue sua cor vermelha. Elas são produzidas nas medulas ósseas, o tecido vermelho que se encontra no interior de ossos longos.

Em geral estas células estão envolvidas nos processos de **defesa do organismo**, sendo parte do nosso **sistema imune**. Elas se apresentam em quantidades que variam de 5000 a 10000 por microlitro de sangue, sendo encontradas em sua **maioria no interior dos tecidos** (conjuntivo propriamente dito ou nos órgãos do sistema linfático). As poucas células brancas que se encontram circulando no sistema sanguíneo podem **detectar sinais químicos** gerados por tecidos lesionados, fazendo com que elas **acessem as áreas danificadas** a partir da corrente sanguínea. O processo de saída da corrente sanguínea através do tecido epitelial dos capilares é conhecido como **diapedese**. Ao chegar nos tecidos, todos os leucócitos se locomovem por **movimentos ameboides**. Os **monócitos, neutrófilos e eosinófilos atuam defendendo as células por meio de fagocitose**.

Os leucócitos podem ser encontrados como:

- **Neutrófilos:** em quantidade média de 4150 por microlitro de sangue, são células esféricas com **núcleos em forma de lóbulos**. Atua como **fagócito**, ou seja, na **fagocitose de patógenos** como bactérias, em especial aquelas marcadas com anticorpos, e fragmentos de células mortas. Podem **secretar enzimas citotóxicas e outros químicos como peróxido de hidrogênio (H_2O_2) e ânions superóxido (O_2^-)**. São em geral os **primeiros a chegar** em uma região lesionada do corpo devido a sua **alta mobilidade**. Quando os neutrófilos atacam um patógeno, eles produzem **prostaglandinas** que aumentam a **permeabilidade dos vasos** na região, aumentando a entrada de líquido, causando **inflamação** que dificulta a dispersão do patógeno, bem como **leucotrienos** que são **hormônios que atraem mais células com capacidade de fagocitose** para o local infectado. São células de **vida curta**



(em geral 10h ou 30 minutos quando em atividade de fagocitose). Fragmentos de neutrófilos mortos e restos de células destruídas formam o **pus**.

- **Eosinófilos (ou acidófilos):** Apresentam-se em quantidade de cerca de 165 por microlitro de sangue. Em geral apresenta **grânulos vermelhos** e **núcleos bilobados** visíveis em microscópio óptico. Estas células em geral são ativadas por **infecções de parasitas multicelulares**. Primariamente, atuam secretando **enzimas citotóxicas e óxido nítrico**, o que as torna mais eficientes contra aqueles tipos de patógenos. Ao serem atraídos para regiões infeccionadas, eles produzem substâncias que **reduzem a inflamação**. Podem ser atraídos por alérgenos o que os torna abundantes em **reações alérgicas**.
- **Basófilos:** em quantidade média de 44 células por microlitro de sangue, são caracterizados por apresentarem **muitos grânulos escuros no citoplasma**. Eles **acessam tecidos danificados** onde **liberam histamina e heparina**, que geram o **processo inflamatório**. Eles **auxiliam os mastócitos** no mesmo processo.
- **Monócitos:** são encontrados em cerca de 450 células por microlitro de sangue. São células relativamente **grandes**, apresentando o núcleo em **formato de feijão**. Ele entra nos tecidos onde se torna o **macrófago**, que é uma célula capaz de **fagocitar**. Ao ser ativado, ele secreta substâncias que **atraem neutrófilos e outros monócitos**, além de **fibroblastos**, que atuam na cicatrização.
- **Linfócitos:** são em quantidade de cerca de 2200 por microlitro de sangue. A grande maioria se encontra nos tecidos conjuntivos. **São produzidos na medula óssea e em órgãos linfáticos como baço, timo e linfonodos**. Eles têm capacidade de **entrar e sair dos tecidos** e sobrevivem por meses ou décadas. Existem três tipos de linfócitos:
 - **Células T:** coordenam respostas imunes e **atacam células invasoras** num processo chamado de resposta imune mediada por célula. **São maturadas no timo (daqui vem a letra que o nomeia)**. São a maioria dos linfócitos circulantes.
 - **Células B:** são produtoras de **anticorpos**, chamados de imunoglobulinas. Responsáveis pela **resposta imune humoral (humoral vem de “líquido”, logo, imunidade associada aos líquidos onde se encontram os anticorpos)**. Esses anticorpos podem atuar em qualquer parte do corpo, sendo transportados pela corrente sanguínea. Ou seja, as **células B não precisam estar no mesmo lugar que o antígeno**. As células B são maturadas na medula óssea (**Bone Marrow** em inglês).



- **Natural Killers ou células NK:** são importantes para **detectar e destruir células** anormais, como células cancerígenas. Participam da nossa vigilância imunológica.

23.2.2 As plaquetas

Consistem de **fragmentos de células** alongados de tamanho relativamente pequeno. Elas circulam no sangue por cerca de 10 dias, depois de formadas a partir de células chamadas de **Megacariócitos** que, na **medula óssea**, crescem e **perdem fragmentos de citoplasma** que formarão as plaquetas. No sangue, elas se encontram em cerca de 350000 por microlitro, estando um terço no **baço como reserva**.

São funções das plaquetas:

- **Secretar enzimas** que atuam na **coagulação**.
- **Formar uma placa** que veda aberturas nos vasos danificados, reduzindo perda de sangue.

23.2.3 Os eritrócitos

Os eritrócitos consistem da **maior quantidade de células dos elementos figurados** do sangue. Em um microlitro de sangue podemos encontrar até 5,2 milhões de células vermelhas. Elas apresentam a **cor vermelha devido à presença de grande quantidade do metal ferro** na estrutura das proteínas encarregadas **pelo transporte de oxigênio** e de gás carbônico como veremos à frente. Estas células são discoides (formato de discos) e apresentam **duas concavidades nas laterais**, o que as torna aparentemente achatadas. Morfologicamente, são chamadas de células **bicôncavas**. **Este formato aumenta sua relação área/volume, gerando maior superfície para trocas gasosas**. Elas **não têm núcleos (anucleadas)**, mitocôndrias ou ribossomos, restando somente o citoesqueleto. Desta forma, elas não conseguem realizar manutenções



internas, o que faz com que elas durem em média 120 dias na circulação. Cerca de 1% dos eritrócitos circulantes são reciclados por dia e cerca de 3000000 novas células entram na circulação a cada segundo.

Os eritrócitos, durante nosso desenvolvimento são inicialmente **produzidos no fígado e no baço até o 5º mês de vida**. Depois eles passam a ser **produzidos exclusivamente na medula óssea (tecido mieloide)** presente em ossos como **esterno, vértebras, fêmur, úmero e escapulas**. O processo de formação de células vermelhas é chamado **eritropoese**.

Eritropoese é o nome do processo de formação dos eritrócitos.

Este processo leva em média 7 dias. Na **medula óssea**, se encontram **células tronco mieloides** que formam células progenitoras. Estas se transformam em **proeritroblastos** ou **mieloblastos**. Os **mieloblastos** irão se diferenciar em **mielócitos** e por fim em **basófilos, eosinófilos ou neutrófilos**. As células que geram os mieloblastos podem também formar **monoblastos** que irão se maturar em **monócitos**. Os **proeritroblastos** irão se diferenciar em **eritroblastos** que irão produzir hemoglobina até perderem o núcleo e se tornarem **reticulócitos**. Estes contêm cerca de 80% da hemoglobina que contém um eritrócito maduro. O **reticulócito** então entra na corrente sanguínea e em 24h **amadurece a eritrócito**. Os **linfócitos** que fazem parte das células brancas se formam a partir de **células tronco linfoides**. Estas se desenvolvem em **linfoblastos** e finalmente em **linfócitos**. As células tronco citadas são formadas a partir de células chamadas **hemocitoblastos**.



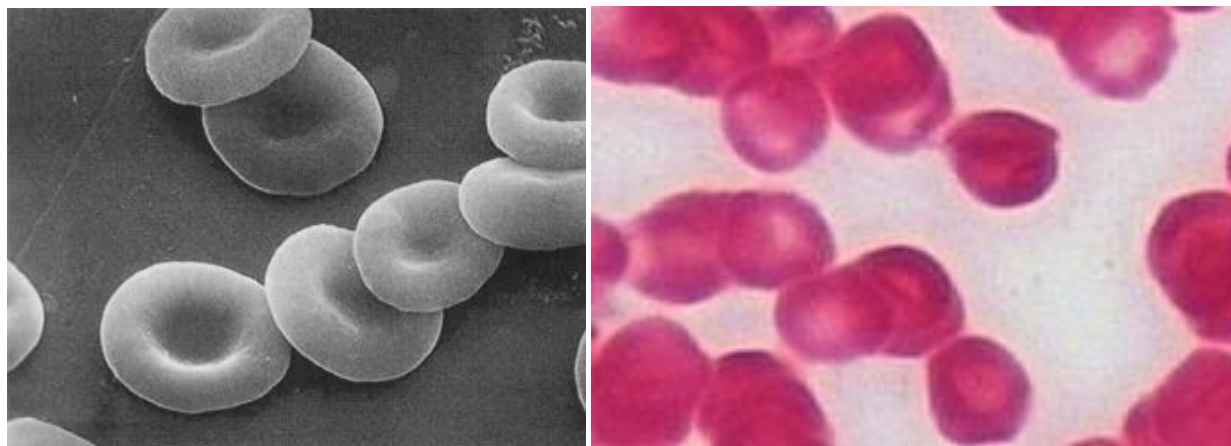


Figura 65: células vermelhas do sangue vistas em microscópios.

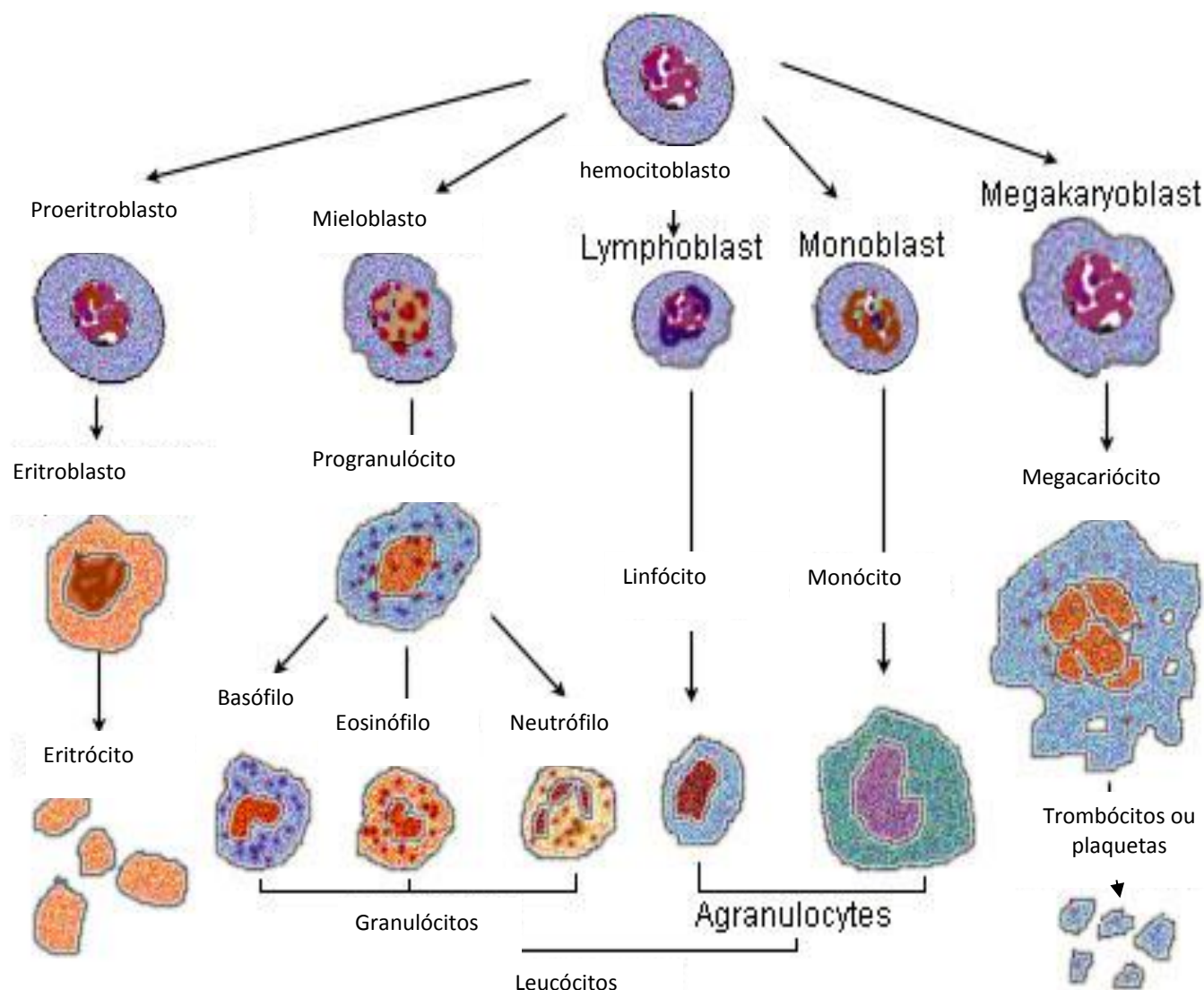


Figura 66: esquema mostra processo de formação das células que compõe o sangue.

23.2.3.1 A hemoglobina

Noventa e cinco por cento da célula vermelha consiste de uma proteína chamada de hemoglobina. Esta proteína tem como principal **função o transporte de oxigênio e de gás carbônico**.

O transporte de oxigênio e gás carbônico no sangue ocorre pela hemoglobina.

Elas são formadas por **quatro subunidades proteicas** que são cadeias de polipeptídeos (subunidade alfa e subunidade beta). Cada uma destas subunidades contém um grupo orgânico chamado **heme**, que é um tipo de **pigmento**. Cada **grupo heme tem em sua composição um íon de ferro**.

Este grupo tem a capacidade de **se ligar ao oxigênio** de forma **reversível**. Quando isso ocorre, chamamos a molécula de **oxiemoglobina**. Elas também se ligam ao **gás carbônico ou dióxido de carbono**, formando a **carbaminoglobina ou carbodioxiemoglobina**.

Quando há **grande quantidade de oxigênio no plasma do sangue** (elevada pressão parcial de oxigênio), como por exemplo, nos **capilares pulmonares**, a **hemoglobina se liga a este gás** e o transporta aos tecidos. Nos **capilares dos tecidos**, há **pouco oxigênio** fazendo com que a **hemoglobina libere este gás**, tornando-o disponível para as células. Nesta região, contrariamente, há **grande quantidade de gás carbônico**, fazendo com que ocorra a sua **ligação à hemoglobina** que acabou de liberar o oxigênio.

Quando os **eritrócitos morrem**, a hemoglobina acaba sendo liberada no organismo. Ela pode então ser **fagocitada por células brancas**, que retornam os amino ácidos que a formam para a corrente sanguínea. Cada **grupo heme** que forma a hemoglobina será convertido em **biliverdina**, uma substância que tem cor verde. Este composto depois é convertido em **bilirrubina**, que tem uma coloração alaranjada e que pode ser transportada ligada a albumina do plasma para o **fígado** onde será excretada **como bile**. O ferro que estava ligado ao grupo heme pode ficar no fagócito ou se ligar a transferrinas presentes no plasma. O **fígado e o baço** também participam da captação de ferro produto de degradação das hemoglobinas.



23.3 O sistema ABO – Tipagem sanguínea

Os grupos sanguíneos são determinados pela presença de determinados **antígenos** na **membrana plasmática dos eritrócitos**.

Antígenos são substâncias que podem ativar o nosso sistema imune.

Os antígenos que geram os **quatro tipos sanguíneos** conhecidos são os **antígenos (aglutinogênios) A, B e Rh**. Assim, pessoas que são **tipo sanguíneo A** apresentam somente o **antígeno A na membrana** dos eritrócitos. As pessoas do **tipo B** apresentam somente o **antígeno B na superfície**. Pessoas que apresentam ambos **A e B** apresentam o **tipo AB** e pessoas que **não apresentam** qualquer um dos antígenos A ou B são representantes do **tipo O (ou tipo zero)**. Relacionado ao **Rh**, podemos dizer que um indivíduo é **Rh positivo** quando apresenta **este antígeno nas membranas das células vermelhas**, ou Rh negativo quando não o apresentam. O Rh, em geral não é apresentado quando se demonstra o tipo sanguíneo de indivíduos. Desta forma, podemos ter indivíduos A- ou A+ que significa que estas pessoas apresentam o antígeno A nas suas células vermelhas e a primeira é Rh negativa, não apresentando este antígeno e a segunda é Rh positiva, ou seja, apresenta este antígeno.

Interessantemente, o plasma de **indivíduos de sangue tipo A** apresentam **anticorpos (aglutininas) contra antígeno B**. O oposto também é verdade. Pessoas de **sangue B** apresentam **anticorpos contra antígeno A** – chamados de **anti-A**. Indivíduos que tem **sangue AB não tem anticorpos** contra estes antígenos e **indivíduos de sangue O** apresentam anticorpos contra **antígenos A e B** (anti-A e anti-B).

A presença destes anticorpos é **determinada geneticamente, não dependendo de exposição anterior, diferentemente do que ocorre com o fator Rh**. Indivíduos que são Rh negativos não tem anticorpos



anti Rh. Essas pessoas podem ser **sensibilizadas** quando sofrem alguma transfusão de sangue de indivíduo Rh positivo.

A reação dos anticorpos ao contato com sangue de outros indivíduos é a **aglutinação** das células vermelhas. Assim, se uma pessoa tem o sangue A e recebe sangue de um indivíduo B, seu sangue irá imediatamente reagir aglutinando o sangue invasor, formando **coágulos**. Assim são efetuados os testes de **tipagem sanguínea**. Gotas de sangue são colocadas em três placas, nas quais é adicionado soro contendo **anticorpos anti-A, anti-B e anti-Rh** (também conhecido como anti-D), uma gota em cada placa. A depender do padrão de aglutinação, podemos determinar o tipo do sangue.

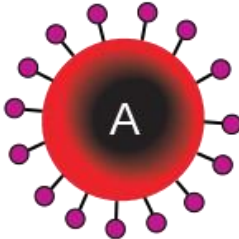
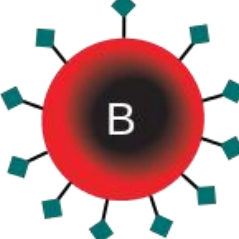
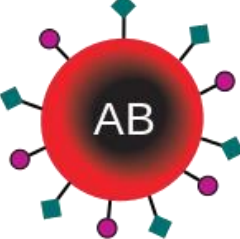
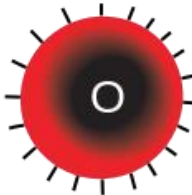
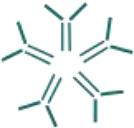
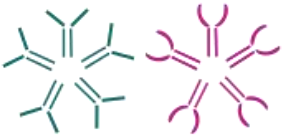
	Tipo A	Tipo B	Tipo AB	Tipo O
Eritrócitos e os antígenos de membrana				
Anticorpos no plasma	 Anti-B	 Anti-A	None	 Anti-A and Anti-B
Antígenos	 A antigen	 B antigen	 A and B antigens	None

Figura 67: tabela mostra os grupos sanguíneos e os anticorpos presentes no sangue.

23.4 A coagulação do sangue

A coagulação irá se iniciar quando um vaso for rompido. Neste caso, o vaso irá expor porções de sua estrutura (exemplo: a lamina basal), nas quais as **plaquetas circulantes irão se ligar**. Elas formam uma camada de células inicial e **produzem fatores que iniciam a fase de coagulação**. No sangue há fatores de coagulação, dentre eles o íon **cálcio**. Muitos destes fatores são **proteínas produzidas no fígado, como a protrombina**. Eles se encontram circulantes no plasma em formas inativas, como **proenzimas, dependendo de outros fatores para serem ativadas**.

Quando uma lesão em um vaso é produzida o **próprio tecido lesionado produz fatores que iniciarão a cascata de reações que levam à coagulação**. Portanto, temos a participação de fatores produzidos pelos tecidos lesionados e também de **fatores produzidos pelas plaquetas** que se ligam à região lesionada. Os fatores liberados irão ativar um fator de nome **fator X (este X é o número romano 10)**. Este irá ativar um **ativador de protrombina**, o qual irá transformar a **protrombina** presente no plasma em **trombina**. Esta irá transformar o **fibrinogênio em fibrina, uma proteína insolúvel** que irá formar **uma rede** na região lesionada, na qual irão se aderir **mais plaquetas e células do sangue**, até que se forme o **coagulo**. Esta última fase é chamada de **via comum de coagulação**. Ela é a mais solicitada pelas bancas em concursos.

24 – O CORAÇÃO

O coração é uma **bomba de tecido muscular**, do tamanho de um pulso fechado, que **impulsiona o sangue** para dentro de um verdadeiro sistema integrado de canais que formam os vasos sanguíneos. Este sistema fechado de movimentação de líquido promove todo o transporte de nutrientes e gases pelo corpo.



O coração se encontra na **porção médio-lateral esquerda do tórax, atrás do esterno**. Apresenta formato dotado de uma ponta, ou **ápice**, voltada para baixo e para frente. Sua base fica voltada para a porção posterior e esquerda do corpo.

24.1 Anatomia do coração

O coração é composto por **musculatura cardíaca**, denominada **miocárdio**. Ele é envolvido por uma membrana de **tecido fibroso** constituído de colágeno chamado de **saco pericardial** que mantém a posição do coração no mediastino. Este saco se apresenta como uma dupla camada de tecido preenchida com líquido que funciona como lubrificante. A camada interna deste saco, voltada para o coração é chamada de **pericárdio**.

Se cortarmos um coração longitudinalmente, poderemos observar em seu interior a presença de **quatro cavidades**. Verificaremos também que ele é composto por **três camadas**:

- O **epicárdio**: consiste de uma membrana serosa sobre tecido conjuntivo areolar.
- O **miocárdio**: consiste do **músculo cardíaco** – compostos por células pequenas, uninucleadas, ramificadas e unidas por discos intercalares. Estas células propagam potencial de ação.
- O **endocárdio**: formado por epitélio escamoso, apresenta continuidade com o endotélio dos vasos sanguíneos que se ligam ao coração, está no interior das cavidades cardíacas.



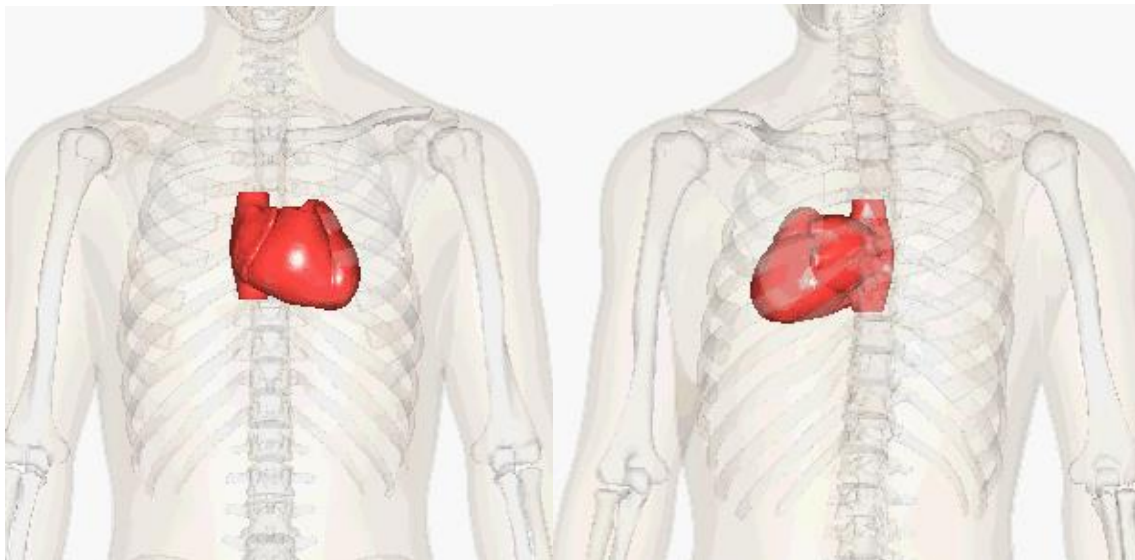


Figura 68: nos esquemas, visualizamos a posição do coração no nosso corpo. Acima e à esquerda, vista frontal do corpo. Acima e à direita, vista dorsal ou posterior do corpo. Abaixo, o coração visto no corpo pela lateral esquerda.

24.1.1 As cavidades cardíacas

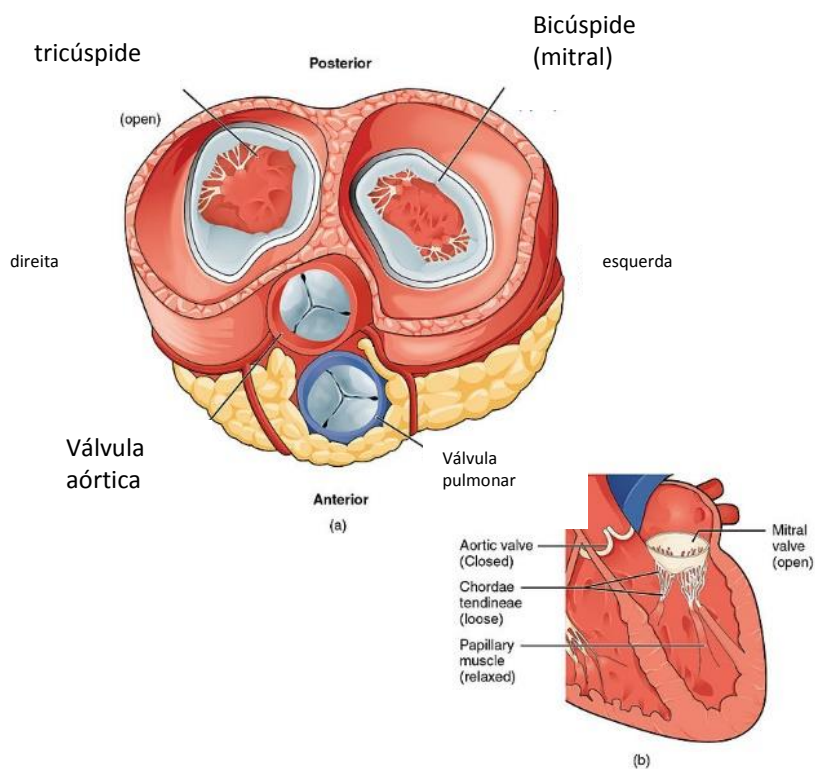
O coração apresenta **quatro cavidades** formadas por tecido muscular cardíaco interconectadas longitudinalmente por aberturas encerradas por **válvulas de tecido fibroso**. São elas dois átrios superiores e dois ventrículos inferiores.

Os **átrios** situam-se na **porção superior do coração**. São separados por uma parede muscular chamada de **septo interatrial**. Os **ventrículos** se encontram na **porção inferior do órgão**, sendo separados por uma parede muscular chamada **septo interventricular**. Os átrios são separados dos ventrículos adjacentes (situados abaixo deles) por **válvulas de tecido fibroso chamadas de válvulas atrioventriculares**. São características destas cavidades:

- **Átrio direito:** situado na porção superior direita do coração, ele **recebe sangue das veias cavas superior e inferior a partir de duas aberturas**. Este sangue vem do corpo para o coração, carregando sangue pobre em oxigênio e rico em gás carbônico.

- **Átrio esquerdo:** consiste da cavidade superior esquerda do coração. Ela apresenta abertura na porção superior que **recebe sangue vindo dos pulmões** por meio de quatro ramificações de **veias pulmonares**. Depois do sangue passar por este átrio ele segue para o ventrículo inferiormente adjacente, o **ventrículo esquerdo**. A passagem entre o átrio esquerdo e este ventrículo é guardada por uma válvula atrioventricular chamada de **bicúspide ou válvula mitral**.
- **Ventrículo direito:** é a cavidade situada imediatamente abaixo do átrio direito. Ela recebe **sangue do átrio direito**. Este sangue passa por uma válvula de tecido fibroso chamada de **válvula tricúspide**. Quando o ventrículo direito se contrai, esta válvula fecha impedindo **refluxo de sangue para o átrio**. O ventrículo direito apresenta abertura em sua porção superior e anterior que leva o sangue para o **tronco pulmonar** que compõe as artérias pulmonares. Essa abertura é vedada por válvulas chamadas de **semilunares ou válvulas pulmonares**. Elas impedem que o sangue volte para o ventrículo quando ele o impulsiona para os pulmões.
- **Ventrículo esquerdo:** é o maior e **mais musculoso dos ventrículos**, já que tem que efetuar grande pressão para bombear o **sangue para todo o corpo**. Ele recebe o sangue oxigenado do átrio esquerdo. Apresenta uma abertura na porção superior e anterior que se liga à artéria aorta. Essa abertura também é guarnecida por uma **válvula semilunar** que impede que o sangue volte para o ventrículo ao ser bombeado (impede o refluxo sanguíneo).





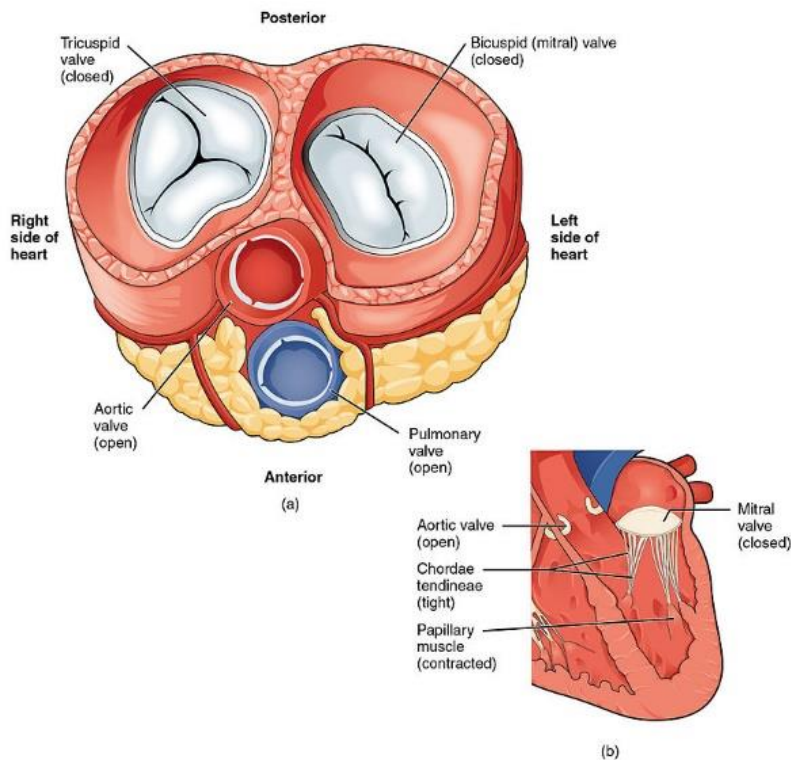


Figura 69: nos esquemas podemos ver as válvulas cardíacas que guardam as aberturas atrioventriculares e as aberturas da aorta e da artéria pulmonar. Acima podemos ver as válvulas mitral e tricúspide abertas na sístole atrial. Neste momento as válvulas das artérias se encontram fechadas. Abaixo verificamos o momento de sístole ventricular quando as válvulas atrioventriculares se fecham e as válvulas arteriais se abrem.

O coração apresenta uma **demand energética bastante elevada** devido ao seu trabalho incessante. Desta forma, **ele tem suprimento sanguíneo próprio** que ocorre através das artérias **coronárias**. Estas artérias podem ser visualizadas na porção externa do coração, sobre sua estrutura. Elas se originam no início da artéria aorta, como pequenas ramificações desta, para a direita e para a esquerda. O sistema que coleta sangue do miocárdio é formado por **veias coronárias** que se ramificam assim como as coronárias que carregam o sangue para a base da veia cava e para o átrio direito.

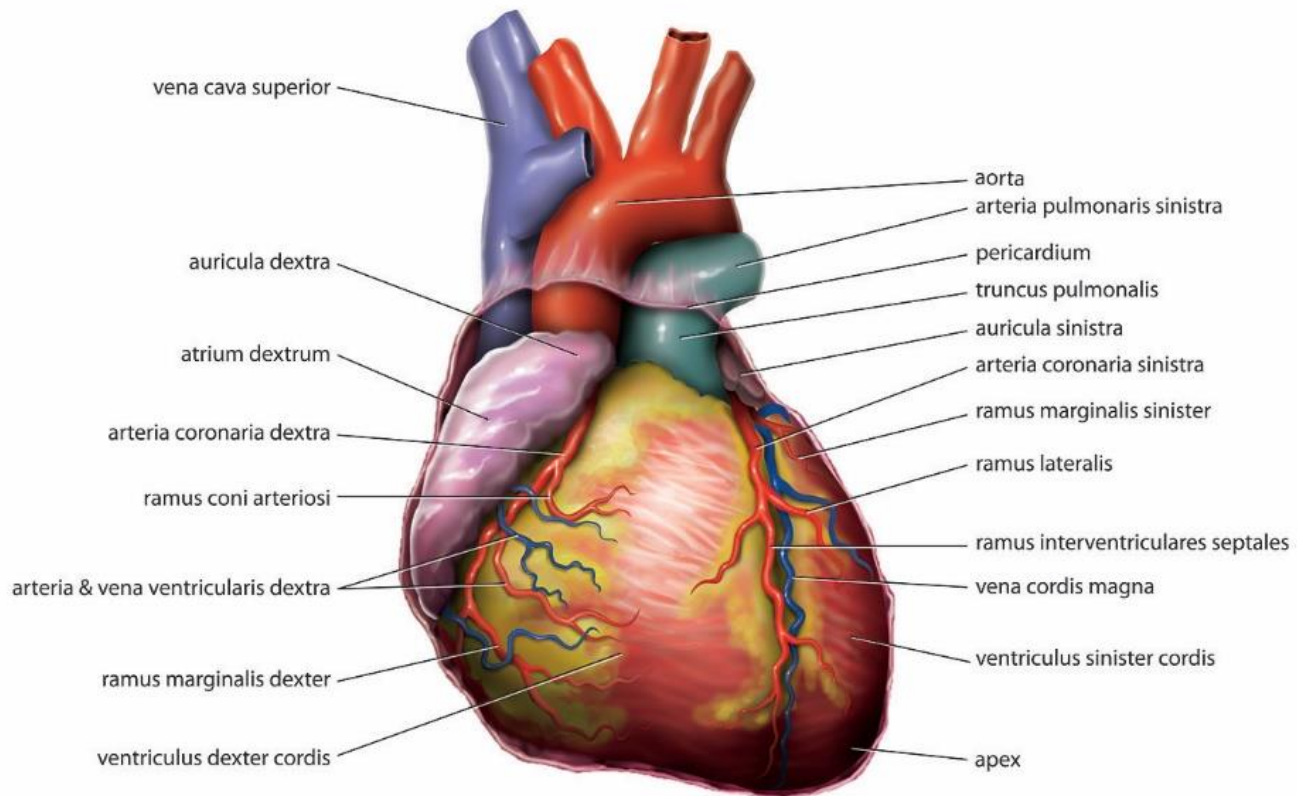


Figura 70: o coração visto de frente. Note em vermelho e azul, sobre a sua estrutura, a presença das coronárias. Acima do coração podemos ver em azul a veia cava, em vermelho a artéria aorta e em azul claro o tronco pulmonar (artérias pulmonares).

24.2 As contrações cardíacas – Sístole e diástole

O coração apresenta seu **próprio aparato de controle das contrações musculares**, chamado de **sistema nodal**. Diferente de nossos músculos esqueléticos que necessitam de impulsos nervosos voluntários (na maioria das vezes), o **coração se contrai sem nosso consentimento** de forma contínua (ainda bem!).

Estas contrações são geradas por **células musculares especiais – células marca passo** - situadas em uma região chamada de **nódulo sinoatrial** que fica na região do átrio direito. Células musculares presentes

nesta região geram **potenciais de ação** que se propagam nas células cardíacas de forma ritmada e contínua, gerando a **contração sequencial da musculatura dos átrios e depois dos ventrículos**. A partir do sinal gerado no nódulo sinoatrial, o impulso que irá gerar contrações se propaga para outro nódulo chamado de **nódulo atrioventricular** (situado também no átrio direito, mas mais inferior e à esquerda). De lá ele se propaga para os ventrículos por células condutoras como as **fibras de Purkinje**.

A capacidade de contração involuntária do coração é chamada de **automaticidade cardíaca**.

As células que geram o impulso de contração são chamadas de **células marca-passo**.

Conforme estudado, o coração não se contrai como um todo de uma única vez. Ele apresenta **alternâncias de contração e relaxamento** que ocorrem entre os ventrículos e os átrios. A essa alternância rítmica, titulamos **ciclo cardíaco**. O ciclo é dividido em **sístole e diástole**.

A **sístole** consiste na **contração** da musculatura cardíaca de qualquer cavidade. Assim podemos ter **sístole atrial ou sístole ventricular**. A **diástole** consiste no **relaxamento** da musculatura cardíaca. Para que as cavidades cardíacas se encham de sangue, é necessária uma **diferença de pressão interna**. O líquido sempre irá fluir de uma **região de maior pressão para de menor pressão**.

24.3 O ciclo cardíaco

O ciclo cardíaco pode ser dividido em fases – **sístole atrial, diástole atrial, sístole ventricular, diástole ventricular**. Ele funciona da seguinte forma:

1. Os átrios entram em contração ou sem sístole, fazendo com que o **sangue flua para os ventrículos que estão relaxados**, em diástole.



2. O sangue flui para os ventrículos e **os átrios entram em diástole**. Neste mesmo momento os **ventrículos entram em sístole**, impulsionando o sangue para a artéria pulmonar e para a artéria aorta.
3. Os **ventrículos entram em diástole** reduzindo a pressão interna, momento em que o sangue flui passivamente para **o interior dos átrios** a partir da circulação do corpo e do pulmão. Estes se enchem de sangue e parte desse sangue flui passivamente para o interior dos ventrículos. Ambos átrios e ventrículos estão em diástole.
4. Os átrios entram em sístole e o ciclo reinicia.

A pressão que medimos quando vamos ao médico é a pressão gerada na **sístole ventricular**. Ela em geral mede **120mmHg** (cento e vinte milímetros de mercúrio). Na **diástole ventricular**, a pressão diminui a **80mmHg**. Por isso dizemos que a pressão de uma pessoa normal é de **12 por 8**. Pessoas com valores de pressão maiores são ditas **hipertensas**. Com valores menores são chamadas de **hipotensas**.

O ciclo cardíaco pode ser **afetado pelo sistema nervoso autônomo**. A partir do centro de controle cardíaco situado **no bulbo (medula oblongada)**, os nervos do plexo cardíaco enervam os nódulos presentes no coração e controlam o **ritmo dos batimentos**, aumentando ou diminuindo a carga cardíaca de acordo com a **necessidade do corpo**, medida por receptores de **pressão e quimiorreceptores** que medem a quantidade de **gás carbônico e de oxigênio no sangue**. Caso haja baixa de pressão ou aumento da quantidade de gás carbônico, o coração aumenta o ritmo cardíaco para suprir as necessidades periféricas. **Assim o sistema simpático aumenta o ritmo cardíaco, e o parassimpático o reduz.**

Hormônios como a **epinefrina (adrenalina)** e a **norepinefrina** e **neuroreceptores como a acetilcolina** afetam o batimento cardíaco.



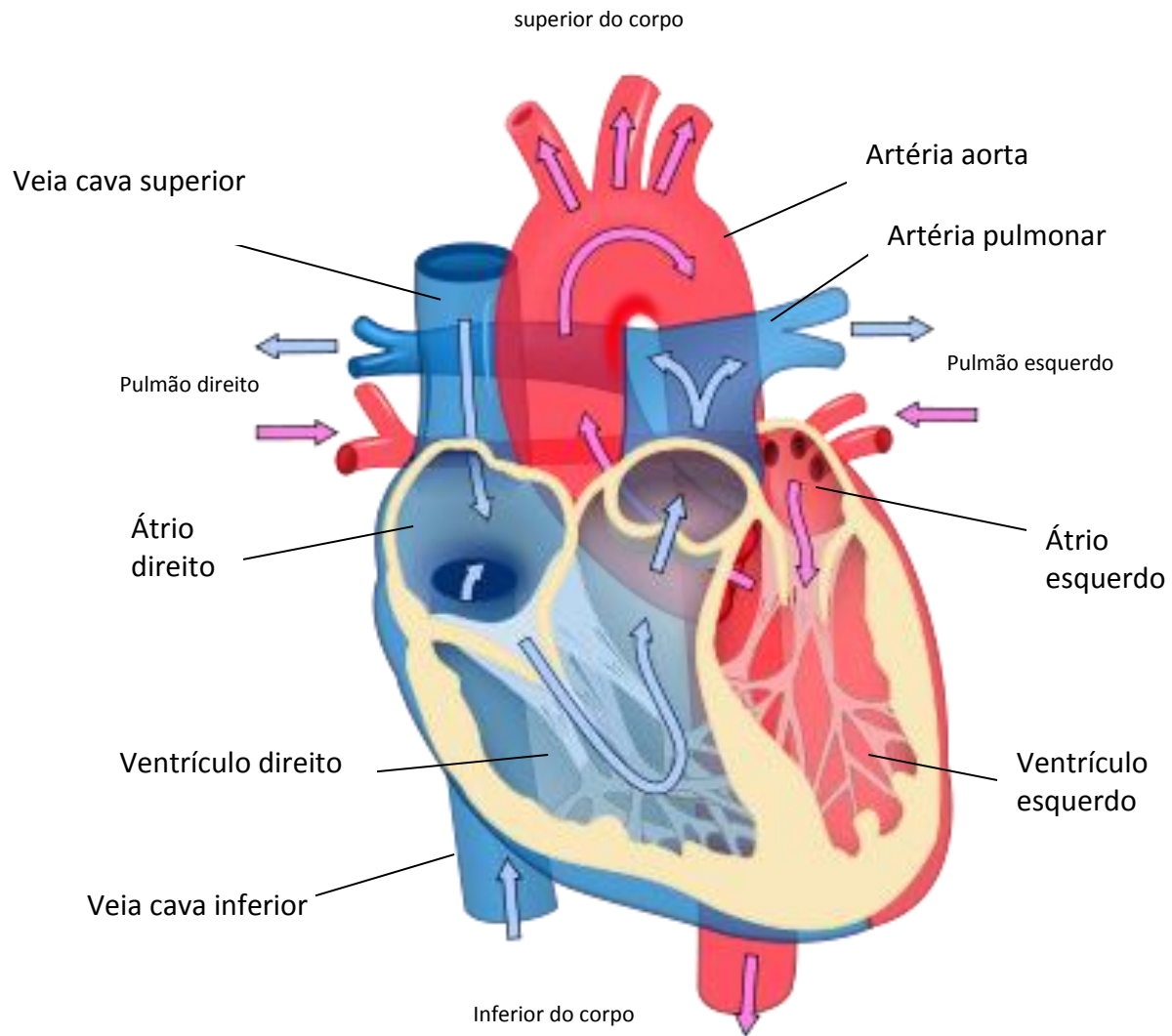


Figura 71: figura mostra o caminho do sangue nas cavidades cardíacas. Setas azuis mostram sangue pobre em oxigênio, rico em gás carbônico. Setas rosas indicam sangue oxigenado.

O coração sozinho **não consegue garantir** que todo o corpo receba o sangue com o fluxo necessário. Por isso, o sistema vascular o auxilia, sendo também controlado pelo sistema nervoso autônomo para o **controle da pressão periférica**. Vamos estudar agora este sistema.

25 – Os VASOS SANGUÍNEOS

A partir do coração, os **vasos sanguíneos conduzem o sangue para todos os tecidos do corpo e destes de volta para o coração e para os pulmões**. Estes vasos têm que ter **calibres e paredes grossas** o suficiente para suportar as **elevadas pressões geradas pelo coração**, mas também devem apresentar-se **delgados e dotados de paredes finas o suficiente** para que os nutrientes, gases, hormônios e excretas do metabolismo celular sejam trocados entre os tecidos e o sangue por difusão. Veremos adiante que estes vasos apresentam constituições histológicas diferentes, a depender da pressão exercida pelo sangue sobre suas paredes.

Podemos ter no corpo os seguintes tipos de vasos sanguíneos: **artérias, arteríolas, capilares, vênulas e veias**.

25.1 Anatomia dos vasos sanguíneos

Tanto **artérias como veias** apresentam **três camadas de tecido** em suas paredes. Estas camadas são:

- **Túnica íntima:** consiste de uma camada de tecido epitelial (endotélio) e uma camada de tecido conjuntivo. Apresenta uma camada grossa de fibras elásticas na margem com a túnica média nas artérias.
- **Túnica média:** consiste da camada do meio ou intermediária. É formada por **musculatura lisa** organizada em meio a tecido conjuntivo. É uma camada grossa nas artérias. Nestas, assim como ocorre na túnica íntima, encontramos uma camada de fibras elásticas na margem com a túnica externa.
- **Túnica externa ou adventícia:** consiste de uma bainha de tecido conjuntivo externa às demais camadas. Nas veias ela é maior do que a túnica média e apresenta células de tecido muscular liso.

Importante notar algumas diferenças entre veias e artérias:



A **túnica média** é mais grossa nas **artérias**, apresentando mais musculatura lisa.

As artérias têm que suportar pressões maiores do que as veias. A musculatura lisa e as **fibras elásticas** que a formam auxiliam nesta função.

As artérias em geral mantêm sua forma quando dissecadas. Caso seccionadas, elas reduzem a sua abertura devido a ação das fibras elásticas. Elas são mais resistentes a trações do que as veias.

Veias contém válvulas!

Nos vasos de menor calibre, ou seja, nas **arteríolas e nas vênulas**, podemos diferenciá-los pela presença de **tecido muscular liso somente na arteríola**. A vênula é composta basicamente por tecido conjuntivo que compõe a túnica externa e endotélio.



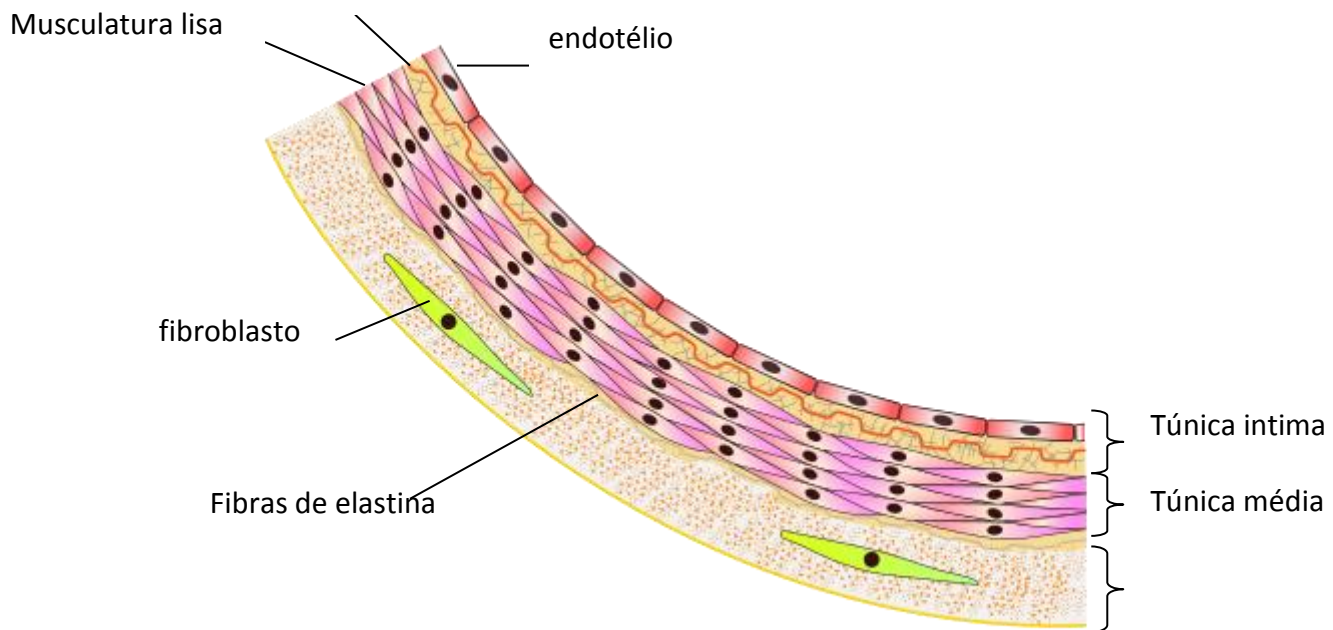


Figura 72: histologia de uma artéria. Esquema mostra um corte longitudinal na artéria, permitindo visualização de suas camadas. Nas veias teríamos menos fibras elásticas entre as túnicas.

25.2 As artérias

A estrutura das artérias permite que elas **resistam às grandes pressões** geradas pelo coração, em especial aquelas situadas próximas a este órgão.

A presença de grande quantidade de **musculatura lisa** permite que elas **alterem** seu diâmetro, o que ocorre por controle do **sistema nervoso autônomo**, gerando **vasoconstrição ou vasodilatação**. Além disso, sua capacidade elástica gera força a mais para empurrar o sangue para os capilares depois da contração do ventrículo esquerdo.

Podemos classificar as artérias em:

- **Artérias elásticas:** elas se encontram na saída do coração. São a artéria aorta e o tronco pulmonar (ou artérias pulmonares). Apresentam alta densidade de fibras elásticas na túnica média. Apresentam abertura média de 2,5cm (diâmetro da luz do vaso).
- **Artérias musculares:** são aquelas que levam sangue aos músculos esqueléticos e aos órgãos. Apresentam uma camada grossa de músculo liso na túnica média.
- **Arteriolas:** apresentam diâmetro de lúmen da ordem de 30 micrometros. Sua túnica externa é indefinida e apresentam uma fina camada de músculo liso na túnica média.

São importantes artérias do corpo:

- **Aorta** – situada na porção superior esquerda do coração, ela carrega sangue para todo o corpo a partir do ventrículo esquerdo do coração. Anatomicamente, ela faz uma curva à esquerda, a partir de onde se ramifica em:
 - Artéria **subclávia esquerda:** que carrega sangue para cabeça e pescoço (pelas artérias vertebrais e pelo tronco tirocervical) e membros superiores (pelas artérias axilares e braquiais).
 - Artéria **carótida comum esquerda:** que leva sangue para cabeça, pescoço e cuja divisão leva sangue ao cérebro.
 - **Tronco braquiocefálico** direito: este se divide em carótida comum direita (leva sangue ao pescoço e à cabeça) e artéria subclávia direita (leva sangue ao braço direito e ao pescoço).

Depois da curva ela se torna descendente, levando sangue para o restante do corpo nas regiões do tórax e abdômen. Nestas regiões ela se ramifica formando as artérias que irrigarão os órgãos. Na região pélvica ela se divide em duas **artérias ilíacas**, que levam sangue aos membros inferiores e à região pélvica. Mais abaixo, nas coxas, forma a **artéria femoral**, que leva sangue às pernas e aos pés.

- **Pulmonar:** Encontra-se entre o coração e o pulmão, fazendo parte da pequena circulação ou circulação pulmonar. Leva sangue “venoso”, ou seja, **pobre em oxigênio**, do coração para os pulmões. É a única artéria do corpo que tem essa propriedade – carregar sangue “venoso” desoxigenado.



As artérias se caracterizam por levar sangue do coração para alguma região do corpo. Portanto, sempre que observarmos esquemas ou figuras mostrando o sangue se afastando do coração, ou seja, sendo bombeado para o corpo ou para os pulmões, saberemos que estamos olhando uma **artéria**.

Assim, **não podemos generalizar** dizendo que toda artéria carrega sangue “arterial” oxigenado, ou que “somente sangue arterial flui pelas artérias”. Veremos mais sobre este assunto quando estudarmos especificamente a circulação do sangue.



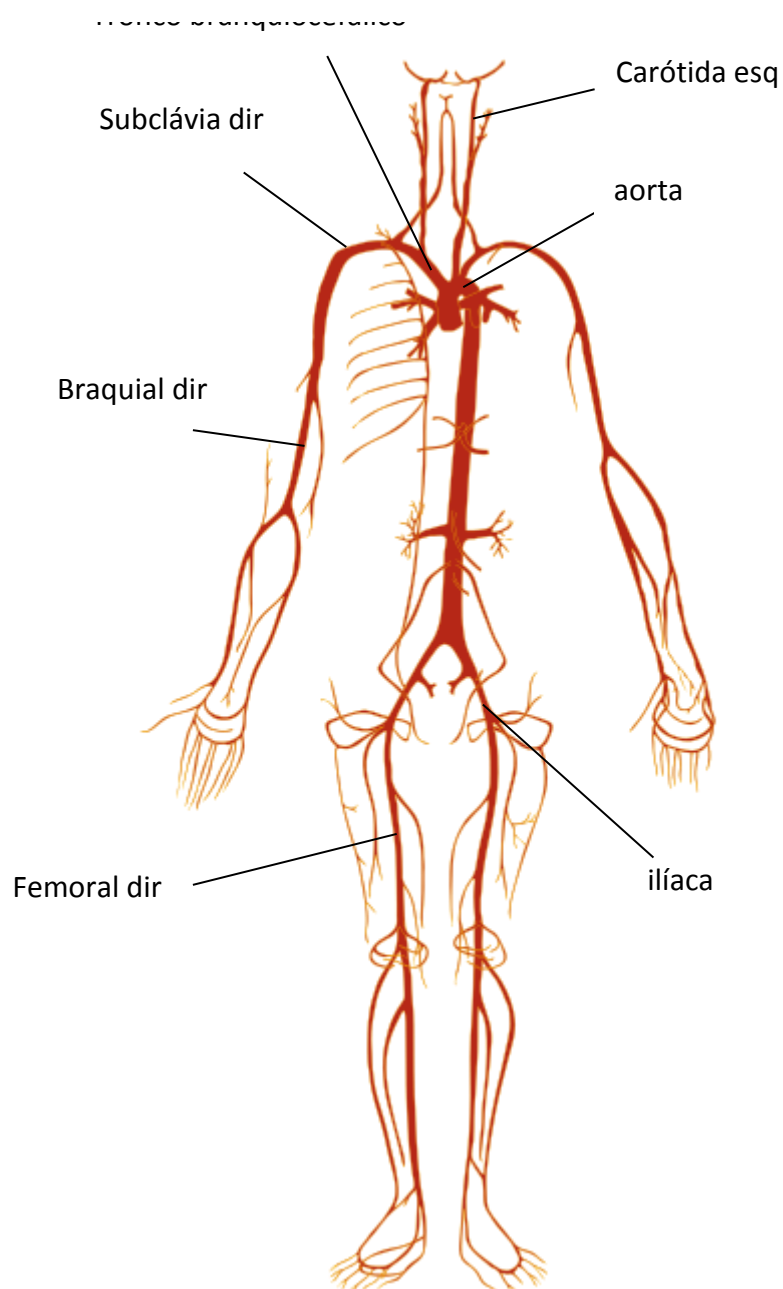


Figura 73: Um esquema do sistema arterial humano.

25.3 As veias

Diferente das artérias, as **veias não apresentam a mesma quantidade de elastina e de musculatura lisa em suas paredes** que são mais finas do que as paredes das artérias. Desta forma, ao serem

anatomicamente dissecadas, elas tendem a se colapsar, ocorrendo quase o fechamento do lúmen (da sua abertura). Elas suportam **pressões menores** do que as artérias. Algumas veias podem ter diâmetros maiores do que algumas das maiores artérias.

Teremos então veias de diferentes calibres no corpo assim classificadas:

- **As veias grandes:** o maior exemplo é a **veia cava**, que traz sangue do corpo para o coração. Ela apresenta as três membranas externas bem caracterizadas, com a túnica adventícia mais proeminente e rica em elastina e colágeno.
- **As veias médias:** tem diâmetro de 2 a 9mm e podem ser comparadas às artérias musculares em termos de tamanho. Apresentam uma grossa túnica adventícia e uma delgada túnica média com pouca musculatura lisa.
- **As vênulas:** coletam o sangue dos capilares. São bastante delgadas e podem não apresentar a túnica média.

As veias se caracterizam por conduzirem o **sangue em direção ao coração**, depois de coleta-lo dos tecidos. Assim, da mesma forma que estudamos nas artérias, há um tipo de veia que pode carregar sangue “arterial”, ou seja, **sangue rico em oxigênio: a veia pulmonar**.

As veias apresentam válvulas. A pressão no interior das veias é tão baixa que em algumas localidades a força da gravidade é mais forte do que a pressão que carregaria o sangue para cima, em direção ao coração. Desta forma, para impedir que o sangue volte no sistema vascular, algumas veias nos membros apresentam **projeções da túnica íntima no sentido do fluxo sanguíneo**. Essas projeções formam as **válvulas** que impedem o refluxo do sangue. De fato, a musculatura esquelética das pernas, em especial o **gastrocnêmio (panturrilha)**, é considerada um **segundo coração do corpo**, pois sua contração força o sangue para cima, em direção ao coração. O próprio fato de **respirarmos auxilia também na movimentação do sangue venoso**. Quando inspiramos reduzimos a pressão interna do tórax o que facilita o aporte de sangue para o coração através da veia cava.

São importantes veias do corpo:

- **Veias cavas:** Consistem em uma das mais calibrosas veias. Elas recebem sangue de todo o corpo e o carregam ao átrio direito do coração. Apresentam um **ramo superior** e um **ramo inferior**. O ramo **superior recebe sangue da cabeça e dos membros superiores**. O ramo **inferior recebe sangue do resto do corpo (membros inferiores, abdômen)**.



- **Veias pulmonares:** como já estudamos, estas veias levam o sangue rico em oxigênio dos pulmões ao coração, fazendo parte da pequena circulação.
- **As veias jugulares:** situadas na região do pescoço, elas trazem sangue do cérebro para a veia cava superior e, conseqüentemente, para o coração.
- **As veias safenas:** São formadas a partir de veias que drenam os pés, ascendendo para se juntar à veia femoral, que por sua vez formarão as veias ilíacas na região pélvica.

Uma importante diferença anatômica em relação a veias e artérias pode ser observada na **região do pescoço e dos membros**. As artérias nestas regiões são em geral mais **profundas** no corpo, protegidas por músculos e ossos. **As veias apresentam ramificações internas e periféricas, o que facilita o controle da temperatura do corpo.**



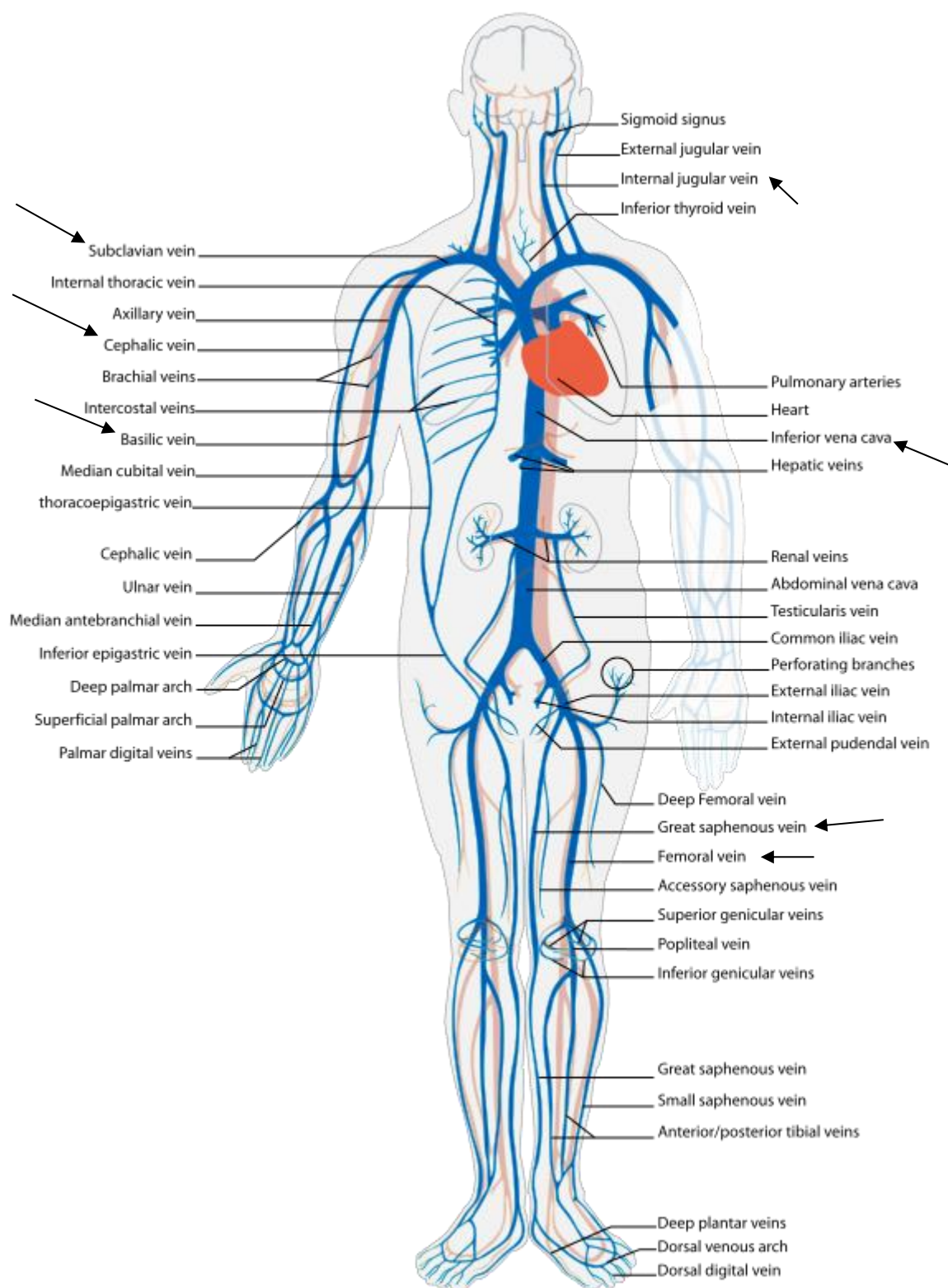


Figura 74: Esquema das veias humanas. Setas indicam veias importantes. As veias basílica e cefálica são bem conhecidas por nós, pois são elas que em geral são alvo para punções venosas.

25.4 Os capilares

Os capilares são encarregados de fazer a **coleta dos gases e excretas nos tecidos intersticiais**, ou seja, nas regiões entre as células, bem como a **entrega de gases necessários para respiração e de nutrientes e hormônios**. Assim, estes pequenos vasos (diâmetros de cerca de 8 micrômetros) são de fato os grandes responsáveis pela realização da função primordial do sistema cardiovascular.

As trocas de nutrientes e gases somente ocorrem nos capilares.

Este processo ocorre por **difusão**, ou seja, um processo físico que depende de gradientes de concentração, podendo também ocorrer por **transporte ativo**. Esses processos são **lentos**, portanto, o sangue nos capilares tem que passar com **velocidade reduzida**, para que eles ocorram eficientemente.

Os capilares são compostos de um tecido epitelial simples chamado de **endotélio**, que fica sobre uma **membrana basal**. Eles podem ser de dois tipos:

- **Contínuos**: são bastante comuns, estando presentes em todos os tecidos exceto nos epitélios e nas cartilagens. Suas células se ligam completamente, algumas cobrindo toda a abertura do tubo. Eles permitem a difusão de água, íons, alguns solutos e matérias lipossolúveis, e controlam por endocitose ou exocitose as trocas de demais substâncias como proteínas grandes hidrossolúveis. Eles estão presentes na barreira sanguínea presente no sistema nervoso central.
- **Fenestrados**: eles apresentam aberturas ou poros no endotélio que permitem **rápidas trocas** de solutos, de proteínas hidrossolúveis e de água entre sangue e tecido intersticial, estando presentes



em regiões do cérebro, tecidos de função endócrina como **hipotálamo, glândula pineal e pituitária, regiões de absorção como intestinos e rins**. Um tipo de sistema capilar chamado de **sinusóide** ocorre no fígado, na medula óssea, no baço e em tecidos endócrinos. Ele apresenta ramificações e aberturas no endotélio.

Alguns capilares podem apresentar **esfíncteres** que controlam o fluxo de sangue. Ao fechar estes esfíncteres, possibilita-se o **redirecionamento do fluxo**. De fato, todo o sangue do corpo não é suficiente para irrigar toda nossa rede de capilares, de forma que esse redirecionamento se faz necessário para tornar o sistema eficiente.

A pressão sanguínea nos capilares, ao final das arteríolas pode chegar a **35mmHg**. No interior da rede de capilares, essa pressão pode chegar a **18mmHg**. Essa pressão se mantém no sistema venoso até a entrada do átrio direito, onde pode medir 2mmHg.



26- A CIRCULAÇÃO SANGUÍNEA

Nosso sangue circula pelo corpo constantemente. Se observarmos a sua distribuição em nossos vasos, momentaneamente, veremos que cerca de 30% do sangue se encontram o coração, artérias e capilares, 70% se encontram nas veias e destes, um terço se encontra no fígado, na medula óssea e na pele. A nossa circulação consiste de **duas rotas principais: A circulação sistêmica e a circulação pulmonar.**

26.1 A circulação pulmonar

O início do ciclo cardíaco, como vimos anteriormente, ocorre com a **entrada do sangue no coração.** Isso ocorre através das **veias cavas**, que carregam **sangue do corpo para o átrio direito.** O átrio direito então se enche de sangue “venoso” (pobre em oxigênio e rico em gás carbônico) e ao entrar em **sístole, ou seja,** ao se contrair, envia o sangue para o **ventrículo direito.** Quando o **ventrículo direito entra em sístole,** depois do relaxamento ou diástole do átrio, o sangue é bombeado pela **artéria pulmonar para os pulmões (tronco pulmonar é o nome das artérias pulmonares próximo do coração).** Ali ele será direcionado para as artérias pulmonares direita e esquerda, e para os **capilares pulmonares** que estão em íntimo contato com **os alvéolos.** Lá ocorrerá a **hematose do sangue,** ou seja, **as trocas de gases.** Lembre-se que o sangue que chegou no átrio direito, passou para o ventrículo direito e para as artérias pulmonares é sangue venoso, pobre em oxigênio e rico em gás carbônico. Estudaremos a hematose do sangue no capítulo de sistema respiratório.



Efetuada as trocas gasosas nos capilares dos alvéolos, o **sangue retorna pelas veias pulmonares ao átrio esquerdo do coração. Quando o átrio esquerdo entra em sístole, o sangue que veio dos pulmões passa para o ventrículo esquerdo.** Aqui se inicia a circulação sistêmica.

Todo este circuito ocorre em cerca de 15cm de vasos sanguíneos. Este fato faz com que esta circulação seja também conhecida como **pequena circulação**.

26.2 A circulação sistêmica

Depois de entrar no **ventrículo esquerdo**, vindo do átrio esquerdo, o sangue segue para a circulação sistêmica.

Quando o **ventrículo esquerdo entra em sístole**, ou seja, quando ele se contrai, o **sangue é bombeado para a artéria aorta**. A partir dela, ele será carregado para todo o corpo. Note que aqui temos sangue que veio dos pulmões para o coração, portanto, **temos sangue oxigenado**, rico em oxiemoglobina, chamado também de **sangue “arterial”**.

O sangue então será carregado para as artérias do corpo como as carótidas, a artéria ilíaca e demais artérias que irrigam os órgãos. Lá irá passar pelas arteríolas e pelos capilares, **irrigando o espaço intersticial**. Ele irá retornar para o sistema venoso por vênulas, e veias, até chegar novamente à veia cava e ao átrio direito, com uma pressão de cerca de 2mmHg, quando reiniciará todo o circuito.



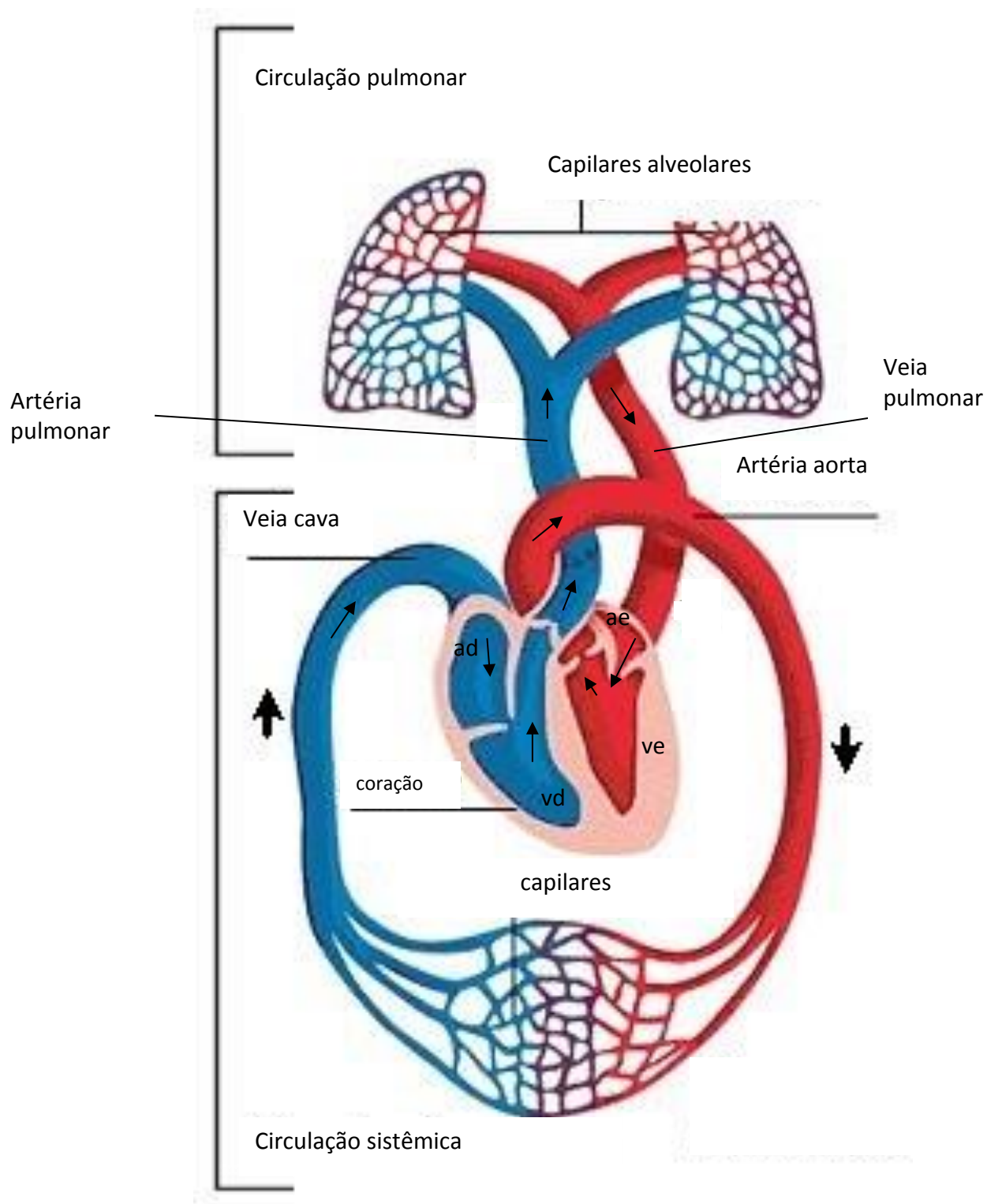


Figura 75: a circulação do sangue no corpo humano, esquematizada.

27 - O SISTEMA LINFÁTICO

O sistema linfático consiste de um **emaranhado de vasos** que acompanham os vasos sanguíneos, bem como de **órgãos e células** específicos envolvidos em nossos **sistemas de defesa**.

Este sistema apresenta um fluido chamado de **linfa**, produzido pelo intestino delgado e pelo fígado, que consiste basicamente de **plasma (o mesmo plasma do sangue)**, mas com **menor concentração de proteínas**. A linfa se encontra no interior dos vasos linfáticos que se iniciam nos tecidos periféricos e se **conectam ao sistema venoso**.

Os **linfócitos**, células de defesa que populam o sistema linfático, são produzidos em órgãos considerados **primários**, como o **timo e a medula óssea**. Os órgãos **secundários** são aqueles onde os **linfócitos amadurecem ou se dividem**. São eles os **nódulos linfáticos** também chamados de **linfonodos**, encontrados espalhados pelo corpo, o **baço**, as **amídalas** (ou tonsilas) e **tecidos de mucosa especializados presentes nos tratos digestivo, respiratório, urinário e reprodutivo** (MALT).

A principal função do sistema linfático é **produzir, manter e distribuir linfócitos pelo corpo, atuando na defesa do organismo**.

O sangue que passa nos capilares acaba carregando mais fluidos do que o necessário para as células. Este fluido tende a se acumular no espaço intersticial. Ali ele passa para o sistema linfático, fazendo com que ocorra a movimentação dos **linfócitos no sentido do sangue para o interstício**. Desta forma, controla-se também o **volume do sangue**. Assim, o sistema linfático promove a **movimentação do líquido intersticial**, auxiliando na **distribuição e na retirada** de nutrientes, gases, hormônios e de excretas.



Os capilares linfáticos são em geral maiores do que os capilares sanguíneos. Eles não formam tubos contínuos nas suas extremidades. Eles formam **bolsões ou sacos terminais**. Suas paredes são mais finas do que os capilares sanguíneos e, diferentemente destes, os capilares **linfáticos não apresentam membrana basal**. Interessantemente, o arranjo das células do endotélio destes capilares faz com que **o fluxo de linfa nos capilares ocorra somente em um sentido: do interstício para seu interior (unidirecional)**. Os capilares linfáticos são coletados por vasos linfáticos maiores que **apresentam válvulas** que garantem **o sentido único de circulação da linfa**. Estes vasos podem ser superficiais ou profundos. Eles se unem formando vasos maiores, chamados de **troncos linfáticos**. Estes se unem em um vaso ainda maior chamado de **duto torácico**, que recebe linfa da porção superior direita e inferior do corpo. Ele se une ao duto **linfático direito**, que coleta linfa da porção superior direita do corpo. Estes dutos ascendem e depositam a **linfa nas veias subclávias direita e esquerda**, garantindo o retorno da linfa ao sangue e ao lado direito do coração, pela veia cava superior.

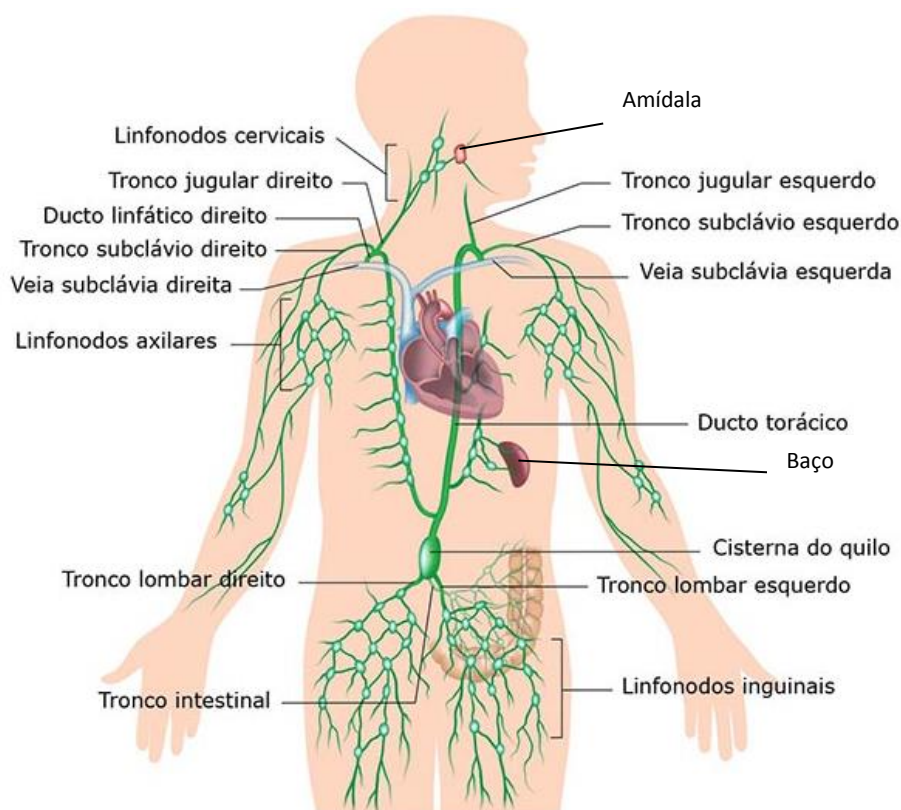


Figura 76: Esquema mostrando o sistema linfático humano. Fonte www.todamateria.com.br/sistema-linfatico/. Autor: Dra. Lana Magalhães.

O sistema linfático apresenta **tecidos especializados ricos em linfócitos** chamados de **tecidos linfoides**. Estes tecidos podem ser:

- **Amídalas:** Encontradas na parede da faringe e da nasofaringe, são em geral em número de cinco. Elas se desenvolvem e crescem na puberdade, atrofiando depois.
- **Tecido linfoide associado a mucosa (MALT):** foram nódulos nos tecidos epiteliais do trato digestivo, respiratório, urinário e reprodutivo.

Alguns destes tecidos podem ser **encapsulados por tecido conjuntivo**, formando **órgãos linfoides**. São eles:

- **Linfonodos:** podendo ter até 2cm, podem ser encontrados majoritariamente no pescoço, axilas e virilhas, sendo também encontrados no abdômen. Os linfonodos funcionam como um “filtro” de linfa. Eles contêm altas concentrações de macrófagos, linfócitos e outras células de defesa que impedem que antígenos permaneçam na linfa. Esta acessa os linfonodos por um vaso aferente e o deixa por um vaso eferente – sentido unidirecional. Imagine o linfonodo como bases de fiscalização da polícia. Nelas o fluxo de veículos é único e ali ocorre a detenção de tudo o que for irregular.
- **Timo:** localizado no mediastino, ele regride ao longo da vida, tornando-se menor e mais fibroso na velhice. Ele regula o desenvolvimento e maturação dos linfócitos T, em especial por meio da produção de hormônios chamados timosinas.
- **Baço:** ele pode ser considerado a barreira de controle da qualidade do sangue circulante. Tem como funções: o armazenamento do ferro reciclado de eritrócitos, remover eritrócitos e outras células sanguíneas anormais e iniciar a resposta imune contra patógenos no sangue por meio da ativação de linfócitos T e B. Anatomicamente o baço tem cor vermelha viva devido a grande quantidade de ferro, ele apresenta cerca de 12cm de comprimento máximo e se encontra na curva do estômago, acima dele. Ele é encapsulado por tecido conjuntivo rico em colágeno e elastina. É um órgão bastante sensível, mas não é essencial. Uma pessoa pode viver sem o baço, mas com alto risco de infecção bacteriana.



28 – O SISTEMA RESPIRATÓRIO

A nossa capacidade de respirar é sem dúvida uma das mais importantes para nossa sobrevivência. Somos seres que utilizamos os 21% de oxigênio de nossa atmosfera nos processos bioquímicos mais básicos de obtenção de energia na forma de ATP. Vamos estudar como este gás fica disponível para nosso corpo e para nossas células e como o gás carbônico, resultado da nossa respiração é retirado do corpo.

O sistema respiratório, definido como **conjunto de órgãos que promovem as trocas gasosas** do organismo, tem como funções principais:

- Gerar **superfície de área** suficientemente grande para que ocorram as **trocas gasosas**, em ambiente **aquecido, umedecido e protegido**;
- **Movimentar** o ar para dentro e para fora do aparelho respiratório;
- Identificar odores e promover a fala.

De fato, as trocas gasosas ocorrem por **simples difusão**, um processo que depende de **gradientes de concentração**. Desta forma, para podermos promover trocas gasosas em quantidade suficiente para suprir a demanda do corpo, necessitamos de uma **enorme área de superfície** sobre a qual ela irá ocorrer. Se pegarmos toda a superfície de nossos pulmões e a estendermos num plano, teríamos a ocupação de uma área que poderia variar de 70 a 140 metros quadrados. Necessitamos também de um **sistema de transporte** deste gás que seja eficiente, para que todos os tecidos do corpo consigam respirar.

O ar que entra no corpo não pode ficar estacionado nos pulmões, caso contrário, não iremos gerar os gradientes de concentração de gases, os quais irão entrar em equilíbrio, impedindo as trocas entre o sangue e o meio. Portanto, necessitamos que **esse ar presente nos pulmões seja constantemente renovado**.



O aparelho respiratório conta com **músculos intercostais** e com o **diafragma** para gerar alterações de pressão da caixa torácica que irão promover a movimentação do ar.

Anatomicamente, podemos dividir o sistema respiratório **em superior e inferior**. Vamos estudar as particularidades de cada uma destas divisões.

28.1 O sistema respiratório superior

O sistema respiratório superior é composto por: **nariz, cavidade nasal, sinos paranasais e faringe**.

As **cavidades nasais (ou fossas nasais)** são formadas na região anterior da face pelo **vestíbulo nasal**, gerado pelos tecidos moles do nariz e pelos **ossos nasal, frontal, etmoide, esfenóide e maxilar**. Elas são separadas por projeções ósseas e de tecido cartilaginoso que geram o **septo nasal**. Este septo separa a cavidade nasal em **duas câmaras, a direita e a esquerda**. Na sua porção superior encontramos o **epitélio olfativo**, responsável pela identificação **dos odores**. No interior destas cavidades temos muitos **pelos**, que funcionam como um verdadeiro **filtro de ar, impedindo de partículas grandes entrem no sistema respiratório**.

No interior da cavidade nasal encontramos projeções chamadas de **conchas nasais**. Estas são observadas em ambos os lados do septo e são em três – **superior, média e inferior**. Estas conchas funcionam como obstáculos à entrada do ar, gerando **turbulências na corrente de ar**, facilitando assim seu **contato com a mucosa protetora presente na cavidade**. O tecido que reveste a cavidade nasal é **altamente vascularizado**. Esta vascularização elevada promove um ambiente de troca de calor e de umidade com o ar que entra no corpo, **aquecendo-o e umedecendo-o**, antes que chegue aos pulmões.

Cavidades nasais **limpam, aquecem e umedecem** o ar que entra no corpo.



Na região da face temos ainda **os sinos paranasais**. Estes são gerados por **cavidades nos ossos** frontal, esfenóide, etmoide e maxilopalatino. Seu revestimento produz **muco** que mantém a cavidade nasal úmida e limpa.

Toda a **porção condutora de ar do sistema respiratório**, ou seja, das **cavidades nasais até os bronquíolos**, apresenta suas paredes revestidas por **tecido epitelial**, ligado a tecido conjuntivo areolar que por sua vez forma a **lamina própria**. Esse tecido epitelial pode ser pseudoestratificado e **ciliado**, ou seja, apresentando **cílios**, podendo ser encontrado das cavidades nasais até a faringe. Na laringe e nos brônquios, este tecido passa a ser **escamoso estratificado**. Nos alvéolos ele passa a ser **escamoso simples**, promovendo uma proximidade entre o ar e os capilares de em média 0,5 micrometros. O tecido conjuntivo encontrado sobre o tecido epitelial de praticamente toda a porção condutora apresenta **glândulas mucosas**. Essas glândulas secretam **muco** que recobre os tubos respiratórios, gerando uma **barreira protetora** interna contra patógenos e material particulado que esteja em suspensão no ar. Os **cílios** presentes no epitélio da região **nasal se movimentam** de forma que o muco seja **encaminhado para a faringe**. Os **cílios** dos epitélios dos **tubos do sistema respiratório inferior** se movimentam de forma oposta, para **cima**, levando o muco para a faringe. Este muco, carregando os patógenos é **conduzido à faringe e de lá ao esôfago**, sendo encaminhado ao **estômago**, onde o suco gástrico, extremamente ácido, auxilia na **destruição destes micróbios**.

Ao final da região nasal interna, temos o início da **faringe** (popularmente conhecida como **garganta**). Esta **cavidade** comunica-se com o **sistema respiratório e com o sistema digestivo**. Suas paredes laterais são flexíveis e musculares possibilitando movimentos que facilitam a deglutição.



28.2 O sistema respiratório inferior

A **faringe** se comunica com o sistema respiratório por uma abertura chamada de **glote**. Esta abertura apresenta uma projeção de **cartilagem elástica em forma de prega chamada de epiglote** que se fecha quando bolo alimentar passa pela faringe para o esôfago, devido a uma elevação momentânea da laringe. O ato de **engasgar** se relaciona com a entrada de alimento para a laringe quando engolimos de forma muito rápida ou quando há mau funcionamento da epiglote. A glote é formada por **pregas**, das quais **as mais inferiores que produzem sons**, permitindo nossa capacidade de **vocalização**. Essas pregas são formadas por **ligamentos elásticos** e são chamadas de **pregas vocais ou cordas vocais**. As pregas superiores da glote são chamadas de pregas vestibulares. Essas pregas protegem as pregas vocais. Caso algum alimento toque as pregas vestibulares, gera-se a reação de tosse. A glote se fecha e os músculos torácicos e abdominais se contraem.

A **laringe** consiste de um **cilindro cartilaginoso**, formado por placas e anéis de cartilagem intermediados por ligamentos e músculos. A maior destas placas é a **cartilagem tireoide**, que se encontra como um escudo na sua porção anterior. Ela apresenta uma **proeminência que gera o pomo de Adão**, chamado anatomicamente de **proeminência laríngea**. As pregas vocais estão na laringe.

Ao final da **laringe**, inicia-se a **traqueia**. Esta consiste de um cilindro de cerca de 11cm de comprimento, **flexível e resistente**, que começa na região cervical C6 e termina no mediastino onde se divide em **brônquios direito e esquerdo**. Ela apresenta cerca de 20 cartilagens em forma de C que **impedem que ela colapse**. Suas paredes internas são revestidas por tecido mucoso ciliado. Ela apresenta **músculos lisos** dispostos ao seu redor que, **sob controle do sistema nervoso autônomo**, podem aumentar ou diminuir seu diâmetro de abertura.

A traqueia se divide em dois **brônquios** que adentram nos pulmões **direito e esquerdo em uma bifurcação chamada de carina**. Eles são formados de cartilagens hialinas, músculos e tecido fibroso da mesma forma que as traqueias. O **brônquio direito é anatomicamente diferente do esquerdo**. Apresentando-se mais curto, com maior diâmetro e mais verticalizado. Estes brônquios por sua vez, no



interior dos pulmões se ramificam, formando passagens cada vez menores ao ar. **Estas passagens apresentam cada vez menos cartilagens que vão sendo substituídas por musculatura lisa.**

Os pulmões são estruturas **alveolares semelhantes a árvores**, dotadas de ramificações que reduzem de tamanho até em suas pontas observarmos **pequenos sacos esféricos**. Os pulmões se encontram no **interior da cavidade pleural** e são recobertos por **duas camadas de membranas serosas chamadas pleuras**, que apresentam em seu interior um líquido denominado **interpleural**. Este líquido funciona como **lubrificante** para reduzir a fricção nos movimentos respiratórios. São divididos em **lóbulos: o pulmão direito apresenta três lóbulos e o pulmão esquerdo apresenta dois.**

Os pulmões são formados **pelos bronquíolos e pelos alvéolos** situados nas suas porções terminais. Os bronquíolos são sustentados por **musculatura lisa** que pode ter suas contrações ativadas pelo **sistema nervoso autônomo**. Assim, quando há necessidade fisiológica de maior entrada de ar nos alvéolos, o sistema nervoso dilata os bronquíolos, gerando uma situação chamada de **broncodilatação**. O oposto ocorre quando o sistema nervoso reduz a passagem de ar para os alvéolos, reduzindo as aberturas dos bronquíolos, gerando **broncoconstrição**.

Nas extremidades dos bronquíolos encontram-se “sacos” esféricos chamados de **alvéolos**. Eles se encontram em grande quantidade nos pulmões dando a eles um **aspecto esponjoso**. Os alvéolos consistem de uma fina camada de **tecido epitelial escamoso**, que apresenta células que produzem um líquido oleoso de fosfolípidios e proteínas chamado de **surfactante**, que recobre sua superfície externa. Este líquido **impede que o alvéolo colapse** devido à tensão superficial da água presente na sua superfície.

Os alvéolos são ricamente irrigados por capilares. Eles se apresentam envolvidos por **fibras de elastina** que auxiliam na movimentação do ar. Eles se dispõem ao redor dos alvéolos, separados de seu epitélio pulmonar por uma **fina camada de membrana**. Assim, a distância entre o sangue e o ar é gerada pelo epitélio do capilar, a membrana fina intermediária, o epitélio do alvéolo e o surfactante. Esta distância é em geral de **0,5micrometros**. Para fins de comparação, uma hemácia tem cerca de 7micrometros. Desta forma, **é nos alvéolos que ocorrem as trocas gasosas.**



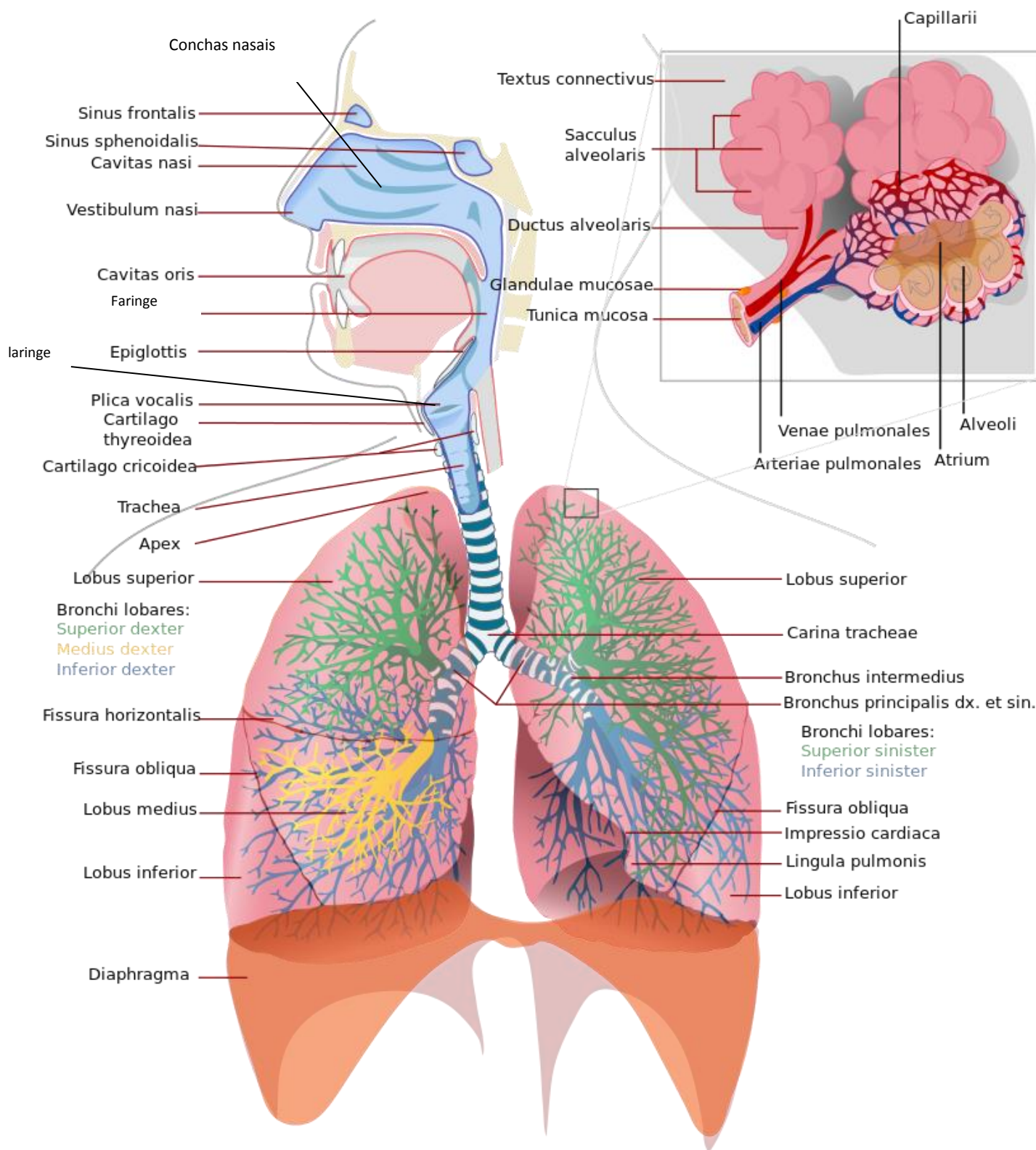


Figura 77: Esquema mostra o aparelho respiratório completo. Os nomes das estruturas estão em latim.

28.3 O processo respiratório

Quando usamos o **termo respiração** devemos nos lembrar que ele pode ser **bastante amplo**, já que podemos considerar tanto a **respiração gerada pela entrada de ar nos pulmões** como a **respiração metabólica que ocorre nas células**. Estes dois processos são distintos. Trataremos aqui a **respiração pulmonar**, também chamada de **respiração externa**.

A movimentação do ar para os pulmões ocorre devido a uma **diferença de pressão**. Trata-se, portanto de um **processo físico**. Para entendê-lo, precisamos que você entenda que os **gases quando comprimidos aumentam sua pressão**, ou seja, **aumentam a quantidade de colisões** moleculares contra as paredes do invólucro que os contêm. Da mesma forma, quando **aumentamos o volume de um invólucro contendo gases**, a **quantidade de colisões** contra a parede do invólucro que os contêm **diminui**, ou seja, a **pressão diminui (Lei de Boyle)**. O ar se movimenta devido a diferenças de pressão. Logo, o ar será empurrado por um aumento de pressão para uma área onde a pressão for menor.

O ar se movimenta de uma zona de alta pressão para uma zona de baixa pressão.

Na porção inferior da cavidade torácica encontramos um **músculo esquelético achatado chamado diafragma**. Este músculo se dispõe como um domo, com a porção convexa voltada para os pulmões. Suas fibras musculares são **radialmente dispostas**, de forma que, quando ocorre sua contração, elas reduzem de tamanho e o **diafragma se abaixa, aumentando o volume da cavidade torácica**. Neste processo atuam também os músculos encontrados entre as costelas, a chamada **musculatura intercostal interna**. Estes músculos se dispõem longitudinalmente em relação ao corpo, de forma que quando se contraem, **puxam as costelas para cima**, promovendo também o aumento do volume da cavidade torácica. Como vimos acima, o aumento do volume de um invólucro causa **redução da pressão dos gases nele contidos**. Com a **redução da pressão interna** da cavidade torácica a valores **menores do que a pressão atmosférica externa ao corpo**,



cria-se uma condição ideal para a movimentação do **ar da região de maior pressão (meio externo) para a de menor pressão (pulmões)**. Assim o ar entra nos pulmões, em um processo fisiológico chamado de **inspiração**. A contração do diafragma participa de **75% do processo de inspiração**. Os outros 25% são gerados pela contração dos músculos externos intercostais. A inspiração é um processo ativo.

Inspiração: processo que leva a entrada de ar nos pulmões por redução da pressão interna da caixa torácica.

Quando o **diafragma** e **os músculos intercostais relaxam**, o **volume** da cavidade torácica **reduz, aumentando**, portanto a **pressão interna** dos gases presentes no pulmão. Participam também deste processo os músculos externos intercostais e os músculos abdominais que podem auxiliar ainda mais no processo de elevar o diafragma. **Quando a pressão interna dos gases se torna maior do que a pressão atmosférica, o ar sai dos pulmões**. Este processo é chamado de **expiração**. Ele pode ser um processo ativo (com contrações musculares) ou passivo (com relaxamento).

Expiração: processo que gera a saída do ar dos pulmões por aumento da pressão interna da caixa torácica.



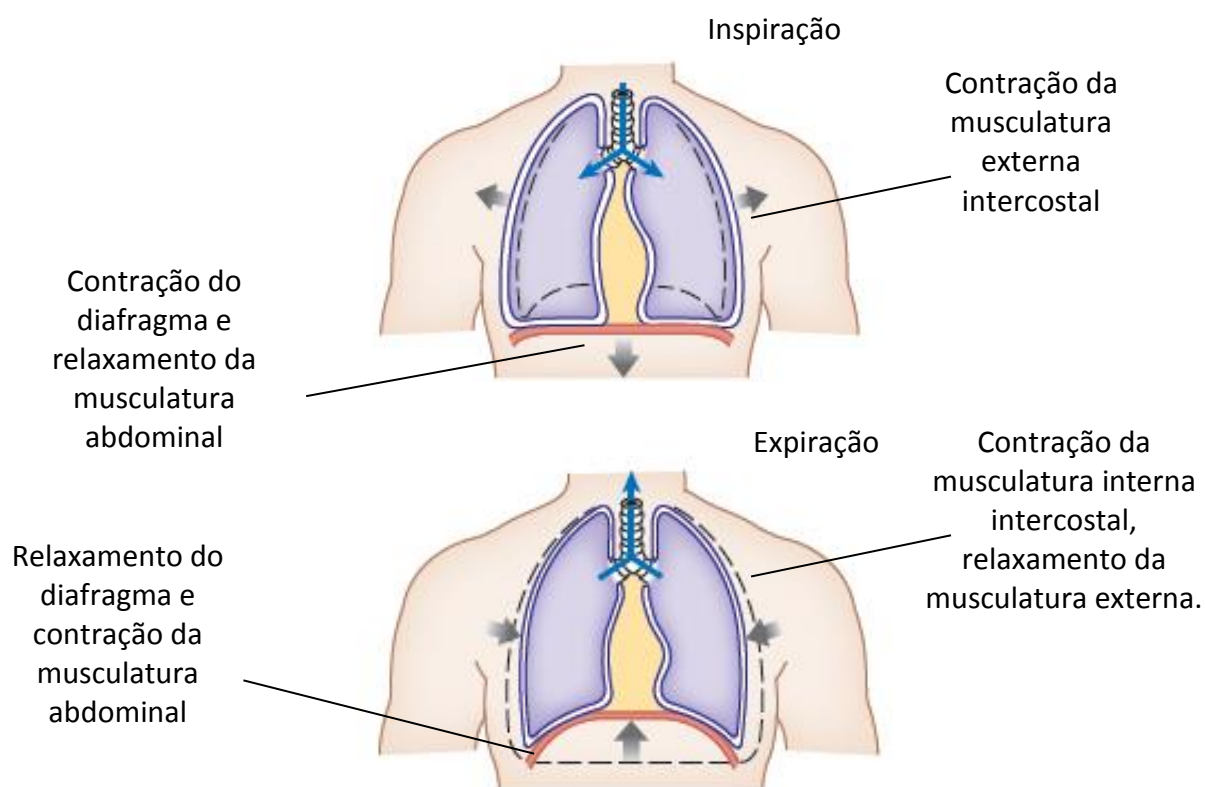


Figura 78: Esquema mostra movimentações torácicas geradas na respiração. Modificado de Frederik, 2014.

28.4 Hematose e o transporte de gases

O ar que entra nos alvéolos apresenta 21% de sua composição em gás oxigênio e 0,04% de gás carbônico. A grande maioria do ar é composta por nitrogênio (78%) e gases nobres. Para nós, o **oxigênio é o**

gás mais importante, pois está diretamente envolvido no processo de respiração celular. Todos os gases que compõem nosso ar colidem com a superfície terrestre gerando uma **pressão de 760mmHg** (pressão atmosférica). Quando dizemos que a quantidade de oxigênio é de 21%, estamos dizendo que para cada 100mmHg de pressão atmosférica, 21mmHg de pressão são gerados pelo oxigênio. **Isso se chama pressão parcial do oxigênio**. Este conceito é importante por que quando falamos de respiração pulmonar, precisamos inicialmente entender que este processo se realiza com a **entrada do ar nos pulmões, somada à entrada e transporte do oxigênio no corpo**. Essa **entrada do oxigênio no corpo ocorre por difusão**. Este processo depende diretamente das **concentrações de substâncias**. Lembrando que as substâncias ocupam espaços onde sua concentração é menor, **movendo-se de uma região de maior para uma de menor concentração**.

Com os gases, este princípio também se aplica. Assim, quando temos uma interface ar-líquido, a **quantidade de gás que entra no líquido é proporcional à sua pressão parcial (Lei de Henry)**. Desta forma, **quanto mais oxigênio há no ambiente**, maior sua pressão parcial e, portanto, **maior a quantidade deste gás que difunde para o líquido**, até que se atinja uma situação de equilíbrio, quando as moléculas de gás que entram no líquido são em mesma quantidade das que saem dele. Caso a pressão parcial no líquido diminua, mais oxigênio estará presente no ar e logo, mais deste gás entrará no líquido.

Quando o ar chega aos alvéolos, ele apresenta pressão parcial de oxigênio elevada, mas não igual à do ar atmosférico. Isso por que em nosso sistema respiratório, sempre sobra um pouco do ar respirado, que apresenta elevada pressão parcial de gás carbônico (5,2%) e baixa pressão parcial de oxigênio (13,2%). Desta forma, o ar que entra nos pulmões se mistura com esse ar residual, diluindo a quantidade de gás carbônico e aumentando a quantidade de oxigênio. Não obstante, essa **quantidade de oxigênio nos alvéolos é muito maior do que a sua pressão parcial no sangue venoso**, o que gera a diferença de pressões parciais que será necessária para que as trocas gasosas ocorram.

Para termos uma ideia em valores absolutos, **o sangue venoso que chega aos capilares alveolares tem pressão parcial de oxigênio da ordem de 40mmHg**. Essa pressão parcial é gerada depois que o sangue passa pelos tecidos, liberando o oxigênio para as células. **No interior dos alvéolos a pressão parcial de oxigênio é de 100mmHg**. Assim, com as diferenças de pressões parciais, **o oxigênio difunde para o sangue**, aumentando sua pressão parcial para 100mmHg. Este sangue oxigenado segue então para o coração e depois para os tecidos na circulação sistêmica. No espaço intersticial, os capilares chegam com pressão parcial de



95mmHg de oxigênio. A pressão parcial no líquido intersticial é menor do que essa, pois o **oxigênio ali já foi consumido** pelas células, sendo ela da ordem de 40mmHg. **Esse gás então passa para o líquido intersticial e o sangue reduz sua pressão parcial de oxigênio para cerca de 40mmHg.** Ao retornar ao pulmão este ciclo de trocas reinicia.

O mesmo ocorre com o gás carbônico. Mas as pressões parciais são mais próximas em termos de valores. No ar alveolar, a pressão parcial deste gás é de 40mmHg. O sangue “venoso” que chega ao capilar alveolar apresenta pressão parcial de 45mmHg de gás carbônico. Como essa **pressão é maior do que a do ar alveolar**, este gás **difunde para fora do sangue**. O sangue retorna, oxigenado, para a circulação sistêmica com pressão parcial de gás carbônico de 40mmHg. Nos tecidos esta pressão é maior, na casa de 45mmHg, devido a produção deste gás nos processos de respiração celular. O gás então difunde dos tecidos para o sangue e este retorna ao coração e aos pulmões com pressão parcial de 45mmHg.

O processo de oxigenação do sangue que ocorre nos pulmões, explicado acima, é chamado de **hematose**.



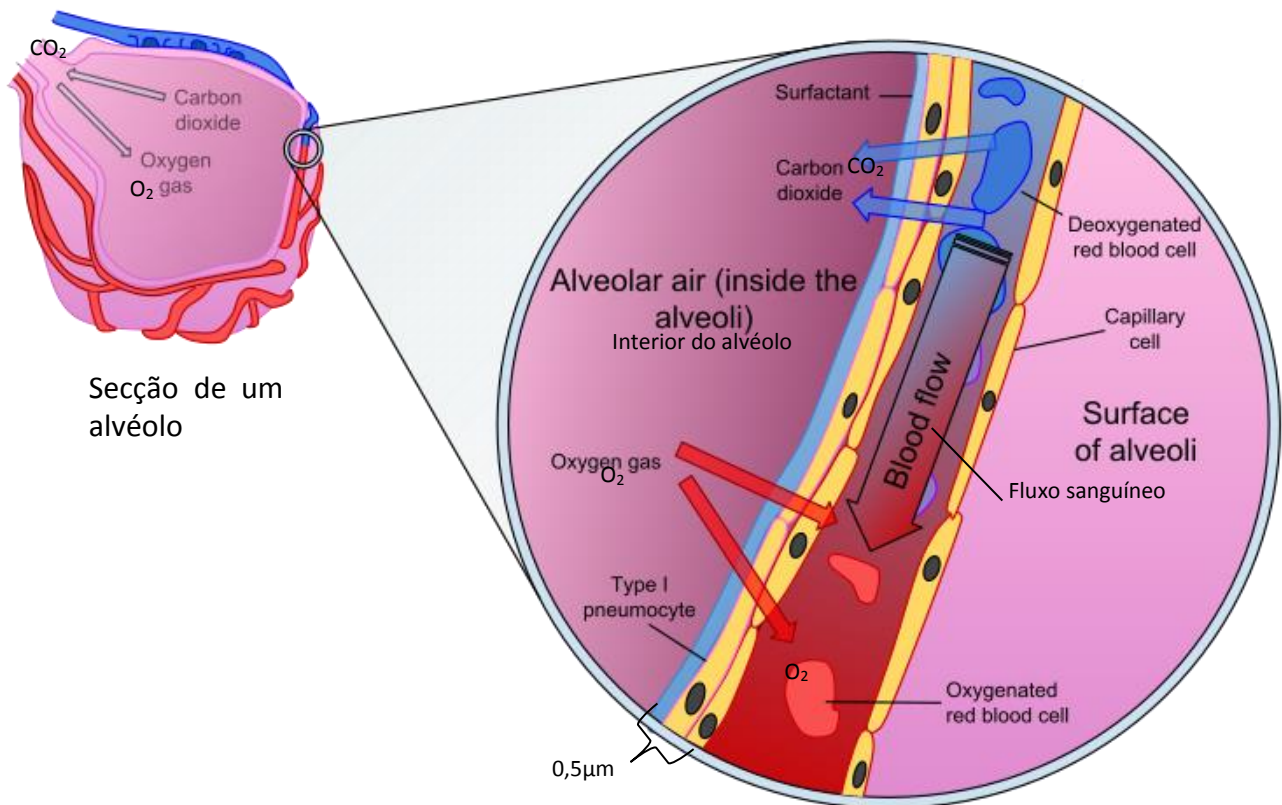


Figura 79: esquema mostra o processo de trocas gasosas que ocorre nos capilares sanguíneos.

28.4.1 O transporte de oxigênio

A solubilidade do oxigênio no plasma sanguíneo é bastante **limitada**. Cerca de 3% do gás é carregado pela corrente sanguínea desta forma. A **maior parte do oxigênio é transportada ligada à hemoglobina**, uma proteína (pigmento) presente nos eritrócitos do sangue. Esta ligação é **reversível**, o que garante que o oxigênio **entre e saia** das células vermelhas facilmente de acordo com as necessidades do corpo.

Quando o oxigênio se liga à hemoglobina, forma-se a **oxiemoglobina**.



Figura 80: hemoglobina mais oxigênio formam oxiemoglobina, de forma reversível.

Se formos analisar a quantidade de hemoglobinas ligadas a oxigênio sob determinadas pressões parciais deste gás (o que chamamos de **saturação das hemoglobinas**), verificaremos que não precisamos de 100mmHg de oxigênio para termos 100% das hemoglobinas de nossa amostra ligadas ao oxigênio. De fato, quando atingimos a pressão parcial de 60mmHg, praticamente 90% da hemoglobina do sangue já estará ligada ao oxigênio. Isto é o que permite que mesmo em grandes altitudes, onde o ar tem menores quantidades de oxigênio, nós possamos sobreviver.

Esse grau de saturação das hemoglobinas é afetado pelo **pH do sangue e pela temperatura**. **Quanto menor o pH menor a saturação da hemoglobina**, ou seja, mais oxigênio é liberado no meio. Da mesma forma quando a **temperatura do sangue aumenta a mais do que 37°, mais oxigênio será liberado nos tecidos**.

28.4.2 O transporte do gás carbônico

O gás carbônico, ou **dióxido de carbono**, de fórmula química CO_2 , é formado no metabolismo aeróbico celular. Ele é formado nos processos de respiração celular. Sua pressão parcial nos tecidos intersticiais é próxima de 45mmHg.



Grande parte deste gás (70%) é transportada sob a forma química de um íon chamado de **bicarbonato**, formado a partir da **dissociação do ácido carbônico**. O restante é transportado ligado à hemoglobina, quando se forma a **carboemoglobina** ou dissolvido no plasma sanguíneo.

Abaixo mostramos a equação química da formação do ácido carbônico (fig28), que tem fórmula H_2CO_3 . Ele se dissocia nos íons H^+ e HCO_3^- , dentro da hemácia. Em geral, as células vermelhas do sangue atuam também como **tampões**, “sequestrando” os íons H^+ e impedindo que o pH do sangue seja alterado. O **íon bicarbonato** é liberado no plasma sanguíneo pela hemácia em um processo no qual ela o **troca por um íon de cloro** (Cl^-), sem gasto de energia.

Anidrase carbônica



Figura 81: esquema mostra ação da anidrase carbônica, utilizando água e gás carbônico, gerando o ácido carbonico que se dissocia em íons H^+ e HCO_3^-

Para a formação do **ácido carbônico**, a hemácia conta com uma enzima, que é uma proteína que acelera reações (dizemos que ela catalisa reações). Esta enzima é a **Anidrase carbônica**. Ela atua tanto na **formação do ácido carbônico**, quanto no caminho inverso, utilizando íon H^+ e íon bicarbonato (HCO_3^-) para formação de gás carbônico, e para sua liberação na forma de gás nos pulmões.

Tanto a ligação do oxigênio como a do gás carbônico à hemoglobina são facilmente **reversíveis**. Diferente, por exemplo do que ocorre quando o **monóxido de carbono** se liga a ela. O monóxido de carbono é um gás **gerado na queima de combustíveis fósseis** e de outros materiais orgânicos. Sua fórmula química é **CO**. Ele se liga de forma **irreversível à hemoglobina**, ocupando os espaços químicos disponíveis para a ligação do oxigênio ou do gás carbônico. Caso isto ocorra com um indivíduo, pode-se chegar a níveis críticos de saturação de hemoglobina, o que pode levar a condição de **asfixia química**, que pode “evoluir” a óbito.



28.5 O controle da respiração

A nossa respiração está **tanto sob controle de centros voluntários do cérebro**, em especial aqueles ligados a movimentação da musculatura esquelética intercostal e diafragmática, presentes no hipotálamo, centro límbico e no córtex, **quanto sob controle do sistema nervoso autônomo**, com centros presentes **no bulbo (medula oblongada) e na ponte**.

No bulbo encontram-se centros de controle **rítmico da respiração**. Estes centros são associados a **barorreceptores e quimiorreceptores**, que monitoram a **pressão parcial de oxigênio e de gás carbônico no sangue**, além de monitorar o seu pH.

Como vimos antes, caso a pressão parcial de gás carbônico aumente muito, será aumentada a quantidade de íons H^+ no sangue o que irá baixar o seu pH, tornando-o **mais ácido**. Isto será percebido pelos centros receptores do bulbo que irá comandar um **aumento do ritmo respiratório**.

Este controle ocorre **também em termos locais**. Quando a quantidade **de gás carbônico aumenta muito nos pulmões**, gera-se **broncodilatação por relaxamento da musculatura lisa associada aos bronquíolos**, aumentando a quantidade de ar que entra nos alvéolos.



29 – O SISTEMA DIGESTIVO

O sistema digestivo tem como funções:

Ingestão

A ingestão é o **ato ativo e consciente** de permitir a **entrada de substâncias no trato digestivo**, a partir da cavidade oral. Seria o ato de colocar algo na boca e, por movimentos musculares voluntários, encaminhar este material para a faringe e para o esôfago.

Digestão

A digestão pode ser definida como a **quebra química de nutrientes** para que eles possam ser absorvidos e utilizados pelo organismo nos processos anabólicos e com principal finalidade de manutenção da homeostase. **Os nutrientes obtidos nos alimentos, em geral se encontram quimicamente insolúveis e polimerizados**, ou seja, agrupados em polímeros, como por exemplo, o amido encontrado na batata. O amido é um polímero da glicose, consistindo de algumas moléculas daquele açúcar interligadas. Para ser absorvido pelo corpo, na parede intestinal, deve ser quebrado em suas unidades básicas – unidades de glicose. Este processo de quebra química é desenvolvido por **enzimas digestivas**.



Enzimas são proteínas que se ligam de forma específica a determinadas substâncias (chamados de substratos). Quando esta ligação, bastante específica, ocorre, **as enzimas aceleram o processo de degradação** destas substâncias, num processo conhecido como **hidrólise**. Em geral, as enzimas recebem o nome da substância que é seu alvo de atuação, somado ao sufixo ASE. Assim, a AMILASE, é uma enzima que se liga ao AMIDO, promovendo sua degradação em glicose. Isto vai ser **importante** para identificarmos as enzimas que farão parte do processo de digestão.

No processo de alimentação, para termos uma dieta balanceada, devemos absorver basicamente **seis tipos de nutrientes**:

Carboidratos (açúcares), lipídios (gorduras), proteínas, vitaminas, minerais e água.

Estes **nutrientes, com exceção da água, dos minerais e das vitaminas, serão processados mecanicamente e quimicamente**, para que suas unidades básicas possam ser absorvidas pelo organismo, conforme mostrado abaixo:

Nutriente disponível nos alimentos	Unidade que será absorvida
Carboidrato (ex. amido, sacarose, frutose, açúcares)	Monossacarídeos (glicose)
Lipídios (gorduras)	Ácidos graxos
Proteínas (músculos)	Aminoácidos
Ácidos Nucleicos (DNA, RNA)	Nucleotídeos

Importante notar, conforme iremos estudar nos próximos capítulos, que **regiões específicas do aparelho digestivo secretam as enzimas que promovem a quebra dos nutrientes**. Abaixo temos uma tabela com resumo de onde carboidratos, lipídios e proteínas são digeridos e das principais enzimas envolvidas.



Local	Carboidratos	Lipídios	Proteínas
Cavidade oral	Amilase salivar (ptialina)	Lipase lingual	x
Estômago	x	x	Pepsina
Intestino delgado	Alfa-amilase pancreática, lactase, maltase, sacarase	Sais da bile e lipase pancreática	Tripsina, quimotripsina, elastase, carboxipeptidase, dipeptidases
Absorção final	monossacarídeos	Quilomicrons, triglicérides, ácidos graxos	Amino ácidos

Processamento mecânico

No processo de ingestão que ocorre na boca, podemos ter o **processamento mecânico dos alimentos, em especial dos sólidos**. Isto ocorre pela ação da **mastigação**, gerada pela mandíbula e pelos **dentes**, com auxílio da **língua**. Este processo **aumenta a superfície dos alimentos disponível para ação das enzimas digestivas**, além de **mistura-los com a saliva**, formando o **bolo alimentar**. Os líquidos não sofrem este processamento mecânico, sendo ingeridos no seu estado original.



Secreção

A secreção é a **liberação de enzimas, ácidos, água e sais pelo epitélio do trato digestivo e por glândulas associadas.**

Absorção

A absorção é a **movimentação** de compostos orgânicos (monossacarídeos, ácidos graxos), vitaminas, eletrólitos e água **através do epitélio digestivo**, para a região intersticial do trato e consequentemente para o organismo.

Excreção

Definida como a **remoção de excretas do corpo**. O trato digestivo secreta alguns dejetos gerados pelo metabolismo do corpo, os quais se juntam com o bolo alimentar não digerido e deixam o organismo na forma de **fezes**.

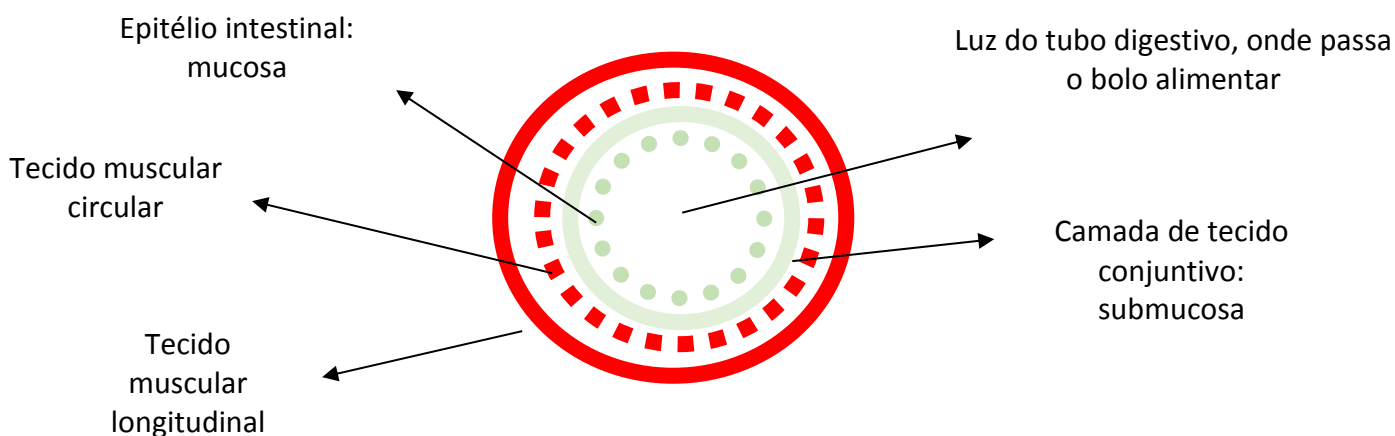
O sistema digestivo é composto por: boca, faringe, esôfago, estômago, intestino (delgado e grosso). Ele apresenta órgãos considerados acessórios que são: dentes, língua, glândulas salivares, fígado, vesícula biliar e pâncreas.



De forma geral, o **trato digestivo se desenvolve como um tubo contínuo**, interrompido por **válvulas ou esfíncteres** (que são regiões dotadas de musculatura circular que ao se contrair veda a passagem de substâncias), que se inicia **na boca e termina no anus**.

Este tubo apresenta particularidades em relação ao **tipo de enzimas que são secretadas** e à função de **absorção de nutrientes**, mas apresenta algumas características compartilhadas. Dentre elas, sua natureza histológica, na qual observamos que existe uma **camada epitelial mucosa** que recobre a abertura interna do tubo, seguida imediatamente abaixo por uma camada de **tecido conjuntivo** onde há vasos sanguíneos, linfáticos e nervos, seguido abaixo por **duas camadas musculares**, sendo uma de **contração longitudinal** e uma de **contração circular**, as quais ao serem acionadas geram os **movimentos peristálticos** que impulsionam o bolo alimentar pelo tudo. Algumas porções do trato digestivo apresentam diferenciações nesta musculatura, podendo ser tanto em sua composição como músculos esqueléticos ou músculos lisos, ou na presença de camadas musculares adicionais, como no caso do estômago.

Veja o esquema abaixo, que representa a organização geral dos tecidos do tubo digestivo.



Estudaremos as particularidades dos principais componentes do sistema digestivo nos capítulos a seguir.

30 – A CAVIDADE ABDOMINAL

Grande parte dos órgãos do sistema digestivo se encontra na cavidade abdominal, onde encontramos a **cavidade peritoneal**. Esta última é coberta internamente por tecido areolar e por uma membrana serosa, que constantemente produz um **fluido que lubrifica os órgãos** nela presentes, **evitando assim irritações decorrentes das fricções que podem vir a ocorrer**.

Na cavidade abdominal podemos ter órgãos que estão dispostos ligados à sua parede posterior e órgãos que estão suspensos, presos aos mesentérios. Os órgãos ligados à parede posterior, chamados de retroperitoneais são revestidos em suas porções anteriores por mesentérios. São eles o cólon ascendente e descendente, o reto, o pâncreas, os rins, as adrenais, a aorta a veia cava e os ureteres. Porções do duodeno são também retroperitoneais.

São órgãos peritoniais, ou seja, suspensos na cavidade peritoneal: estômago, início do duodeno, intestino delgado e cólon transversal do intestino grosso.

31 – A CAVIDADE ORAL (BOCA)



Na cavidade oral temos o início do processo alimentar. Qualquer nutriente que ingresse no corpo naturalmente tem que passar pela boca.

São funções da cavidade oral no processo de digestão: **análise sensorial do alimento, processamento mecânico do alimento, lubrificação do alimento misturando-o com muco e saliva, início da digestão de carboidratos e lipídios.**

Praticamente **não ocorre absorção na cavidade oral**, tendo em vista a estrutura queratinizada de grande parte do epitélio da mucosa interior. No entanto, a **região sublingual** e **região das bochechas** apresenta epitélio relativamente fino e bem vascularizado, o que possibilita a absorção de algumas drogas lipossolúveis.

Na cavidade oral temos a língua, as glândulas salivares e os dentes, que serão de nosso interesse.

31.1 A língua.

A língua é uma estrutura muscular que apresenta em sua porção superior um epitélio grosso que auxilia na função de manipular o alimento e que forma as papilas linguais. O epitélio inferior é mais fino e nesta região encontra-se o freio da língua, importante para limitar sua movimentação, composto por uma membrana mucosa. Próximo do freio da língua há aberturas de dutos de dois pares de glândulas salivares.

A língua apresenta importante **função sensorial**, detectando **temperatura e sabores** como azedo, doce e amargo, o que promove uma primeira barreira do sistema digestivo contra alimentos que possam ser inadequados para o organismo.

A língua também secreta uma enzima denominada **lipase lingual**. Esta enzima funciona em ambientes **ácidos** e **auxilia na digestão de lipídios (em especial triglicérides)**. Devido a faixa de pH na qual funciona ser mais baixa, ela continua efetuando a digestão de lipídios mesmo quando estes atingem o estômago.



31.2 Glândulas salivares

Três pares de glândulas salivares produzem a saliva:

- **As parótidas** localizadas na região do masseter próximo ao arco zigomático (fig4), produzem saliva e a **enzima amilase salivar**, que digere o amido.
- As **glândulas sublinguais** produzem **muco que lubrifica a cavidade oral**, encontram-se sob a língua, no assoalho da boca.
- As **submandibulares** são glândulas situadas na porção inferior da mandíbula, produzem **mucina (uma glico proteína)** que compõe o muco que lubrifica a cavidade oral e **amilase salivar (ptialina)**. Estas glândulas produzem 70% da saliva.

A saliva é composta majoritariamente por água (99,4%) e por eletrólitos, mucina, enzimas e anticorpos. Ela mantém o Ph da boca próximo de 7 e está continuamente limpando a boca, impedindo o acúmulo de bactérias.

31.3 Os dentes

Os dentes dos animais apresentam **diferentes formatos que são associados a funções específicas** o que reflete nos **hábitos alimentares de cada espécie**. Nos humanos encontramos na arcada dentária cerca de **32 dentes**. Sua função primordial é a **mastigação**. Lembre-se que somos **animais onívoros** o que caracteriza a nossa dentição.

Temos basicamente **quatro tipos de dentes** (entre parênteses a quantidade destes dentes na boca) (fig3):

- **Incisivos** (8): apresentam-se achatados no sentido antero-posterior, formando uma crista superior que é utilizada para clipar ou cortar os alimentos.



- **Cuspídes ou caninos** (4): Os dentes caninos são cônicos apresentando uma ponta na extremidade. São utilizados para esgarçar ou rasgar.
- **Bicuspedes ou pré-molares** (8): Apresentam a superfície achatada apresentando algumas pontas (cúspides), sendo utilizados para amassar e triturar.
- **Molares** (12): Apresentam grande superfície chata com algumas proeminências, sendo utilizados para amassar, triturar e misturar.

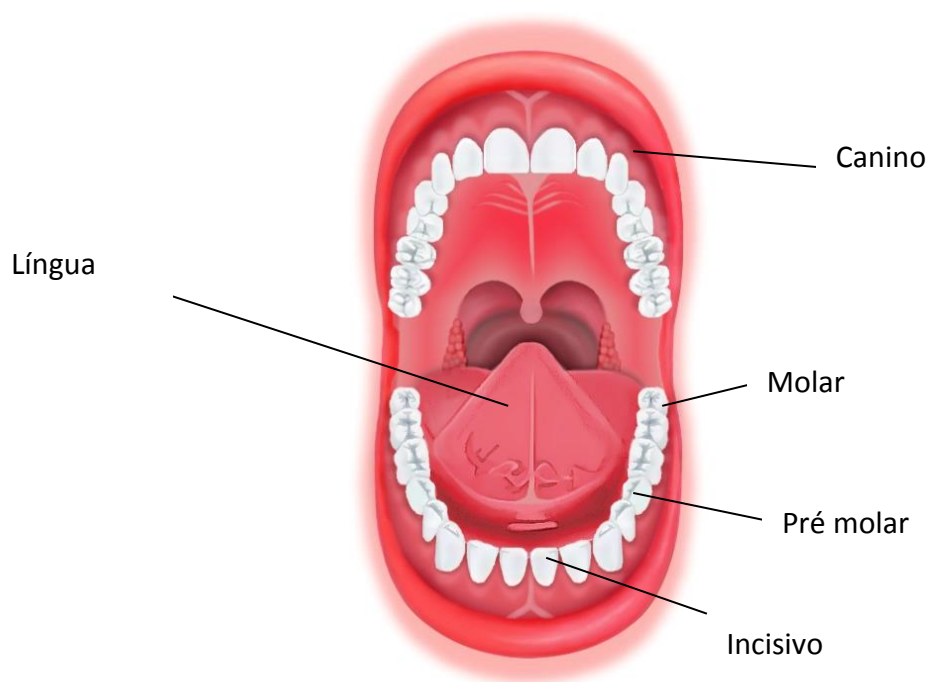


Figura 82: a cavidade oral esquematizada.

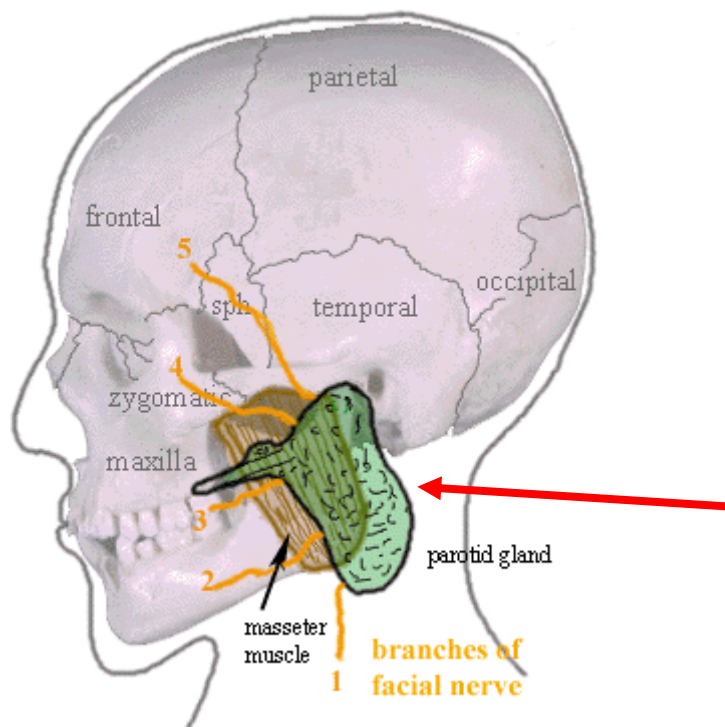


Figura 83: localização das parótidas, vista na lateral esquerda da face.

32- A FARINGE E O ESÔFAGO

A **faringe** consiste na porção conhecida como **garganta**, que serve como **passagem comum para alimentos e ar**. A **laringe** é a **região que antecede a traqueia** – não confundam!

A faringe apresenta **músculos esqueléticos** ligados a fibras elásticas que a revestem e que tem como função: **encaminhar o bolo alimentar ao esôfago** (por ação do músculo constritor da faringe), elevar a faringe e elevar o palato mole da porção posterior da boca (por ação dos músculos palatofaríngeos e stylofaríngeos). A movimentação do bolo alimentar para o esôfago é o processo de **engolir ou deglutir**.

Depois de passar pela faringe, o bolo alimentar segue para o **esôfago**. Este consiste de um **tubo muscular** de 25cm de comprimento por 2cm de largura máxima, que se **inicia na região da vértebra C6**, descendo na cavidade torácica **atrás da traqueia** na porção inferior e posterior do mediastino, passando pelo **hiato esofágico**, uma abertura no **diafragma** que permite sua entrada na cavidade abdominal até a abertura do

estômago, aproximadamente na altura da vértebra T7. Na sua porção superior e inferior o esôfago apresenta musculatura que quando contraída restringe a entrada de ar e o refluxo estomacal, respectivamente. Estas regiões são conhecidas como **esfíncter esofágico superior e inferior**, este último chamado de **esfíncter cardíaco, por estar perto de região do estômago chamada de cárdia.**

O esôfago é composto por uma camada de tecido epitelial escamoso na sua superfície (na parede da sua luz) chamada de camada mucosa, que é constantemente lubrificada por glândulas esofágicas presentes numa região chamada camada submucosa. Músculos lisos formam uma camada irregular ao redor da submucosa chamada de mucosa muscular. A camada mais externa do esôfago apresenta duas **faixas de musculatura** esquelética **dispostas perpendicularmente**, uma de forma **circular** ao redor do tubo na porção interior e outra **longitudinalmente disposta** na sua porção externa. Estas camadas são formadas totalmente por músculo esquelético no início do tubo. Na porção mediana, apresentam-se misturadas com músculos lisos e na porção final apresentam somente musculatura lisa. **O movimento gerado por estas camadas musculares possibilita a deglutição do bolo alimentar.**

O ato de deglutir se inicia de forma voluntária, mas assume forma involuntária conforme o sistema nervoso é acionado com a passagem do bolo alimentar pelo final da boca e início da faringe. O processo de deglutir, portanto, se inicia na boca, quando o bolo é empurrado pela língua e músculos da face para a entrada da faringe. Ali ao passar pelo palato mole o bolo alimentar passa pela entrada da laringe a qual se fecha, por meio de oclusão gerada pela **epiglote**, impedindo que o bolo acesse o sistema respiratório. Então, **movimentos peristálticos** da musculatura esofágica empurram o bolo alimentar para o estômago.



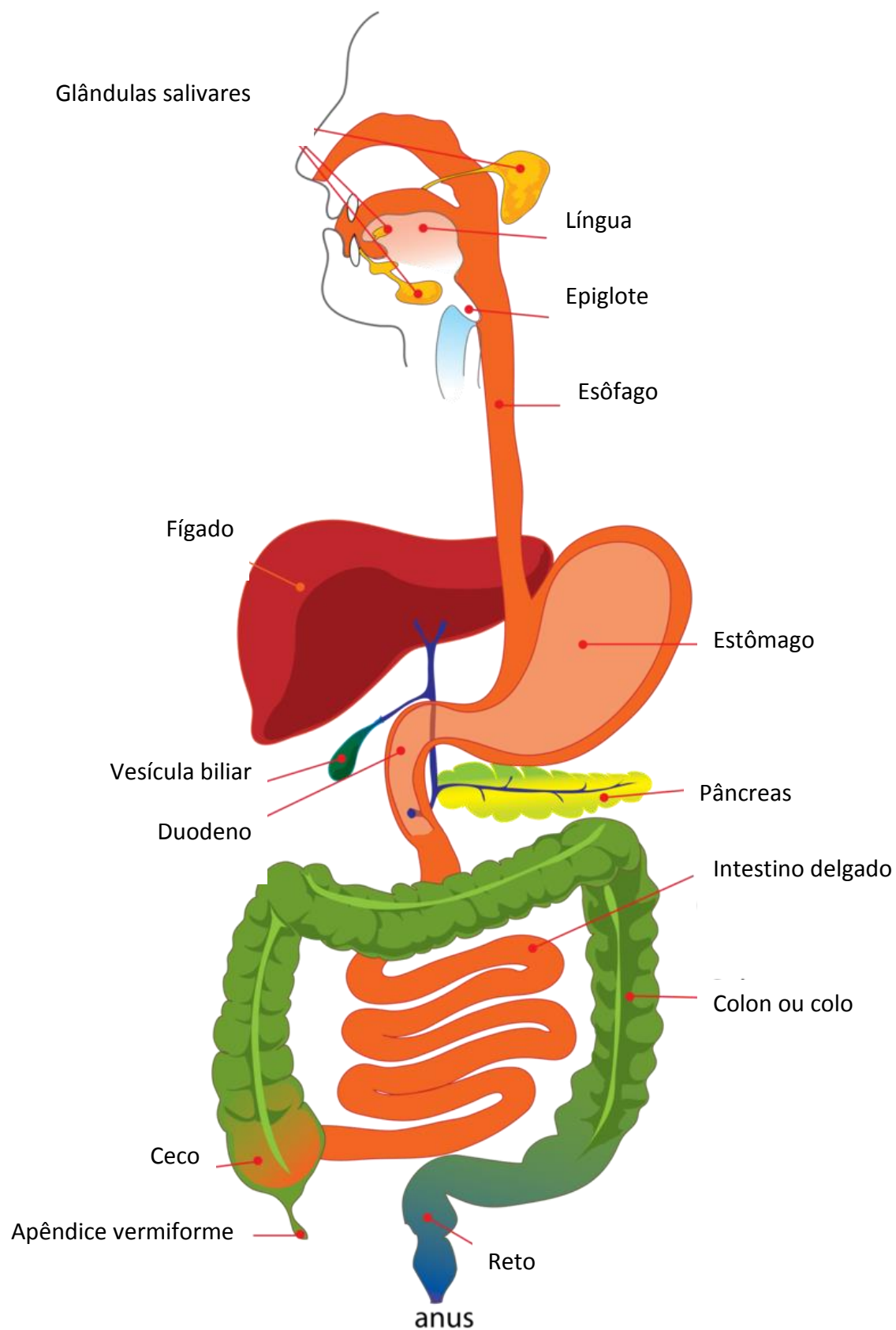


Figura 84: porções do sistema digestivo.

33- O ESTÔMAGO

O estômago consiste de **uma bolsa** em formato de “J”, que se desenvolve em geral da vértebra **T7 à L3**, apresentando-se na porção **medial esquerda do corpo**, com **uma abertura superior**, onde termina o **esôfago** e **uma abertura inferior** e lateralizada à direita do corpo onde se inicia o **intestino delgado na região chamada de duodeno**.

O estômago pode ser dividido anatomicamente em **quatro partes**:

- **Cárdia**: situada pouco abaixo da junção com o esôfago, caracteriza-se por apresentar **grande quantidade de glândulas que secretam muco** que cobre a porção final do esôfago protegendo-o dos ácidos e enzimas estomacais.
- **Fundo**: é a porção superior do estômago, acima da cárdia, cuja superfície externa entra em contato com a porção inferior do diafragma. **Secreta suco gástrico**.
- **Corpo**: Consiste na maior parte do estômago, onde encontramos glândulas que **secretam suco gástrico**.
- **Píloro**: Região situada próximo da junção com o intestino delgado, na sua porção denominada duodeno. Aqui encontramos um **esfíncter** que controla a quantidade de bolo alimentar que é enviada para o intestino. No píloro temos glândulas que produzem muco e o hormônio **gastrina** que estimula glândulas do corpo e fundo estomacal. Outros hormônios são produzidos por glândulas presentes nesta região: **grelina** – relacionado a sensação de fome; **obestatina** – se acredita estar relacionado a redução do apetite e da sede; **somatostatina** – inibe a liberação de gastrina.

A superfície interior do estômago apresenta proeminências chamadas de **rugos** que possibilitam aumento do tamanho deste órgão quando cheio (estômago cheio varia de 1 a 1,5L de volume de bolo alimentar). Nestas rugas, encontra-se um **epitélio mucoso que secreta muco de caráter alcalino** que protege as células do estômago contra o ácido estomacal.



O corpo e o fundo do estômago apresentam **glândulas gástricas** que são compostas por **dois tipos de células: parietais e zimogênicas**. Estas células produzem o **ácido clorídrico** que abaixa o pH do líquido estomacal, possibilitando a **degradação de bactérias e enzimas presentes no alimento, além de auxiliar na degradação do tecido conjuntivo da carne e quebra da parede celular dos vegetais**. O ácido clorídrico é produzido indiretamente por estas células. Elas secretam íons H^+ e Cl^- para o interior do estômago, enquanto secretam para a corrente sanguínea íons bicarbonato. A **saída dos íons bicarbonato possibilita a entrada dos íons Cl^- na célula**. Eles são provenientes de ácido carbônico (H_2CO_3), produzido nas células parietais. As células zimogênicas produzem **pepsinogênio**, um precursor da **pepsina** que será ativada em pH baixo que será gerado no estômago pelo ácido clorídrico.

A produção de ácido e enzimas estomacais sofre controle do **sistema nervoso central**, de **estímulo do sistema nervoso entérico** coordenado na parede do estômago e regulação por **hormônios do trato digestivo**.

O estômago apresenta como **funções principais**:

- **Quebra química do alimento, armazenamento de alimento ingerido**
- **Produção de uma glicoproteína (fator intrínseco) necessária para absorção de vitamina B12 pelo intestino delgado.**

No interior do estômago, ocorre a **digestão inicial de proteínas** por meio da ação da **pepsina**, bem como **continua a digestão de lipídios e carboidratos** pela **amilase salivar e lipase lingual**, neste caso até o pH do seu interior se tornar muito baixo, inibindo estas duas enzimas. O alimento ao chegar no estômago, vindo do esôfago, se mistura com seu conteúdo gástrico ácido formando o **quimo**.

No estômago não ocorre absorção de nutrientes, em especial por que sua quebra química ainda não está completa e por que as paredes internas são fortemente cobertas por muco alcalino. **Algumas drogas podem ser absorvidas neste órgão: álcool e aspirina.**



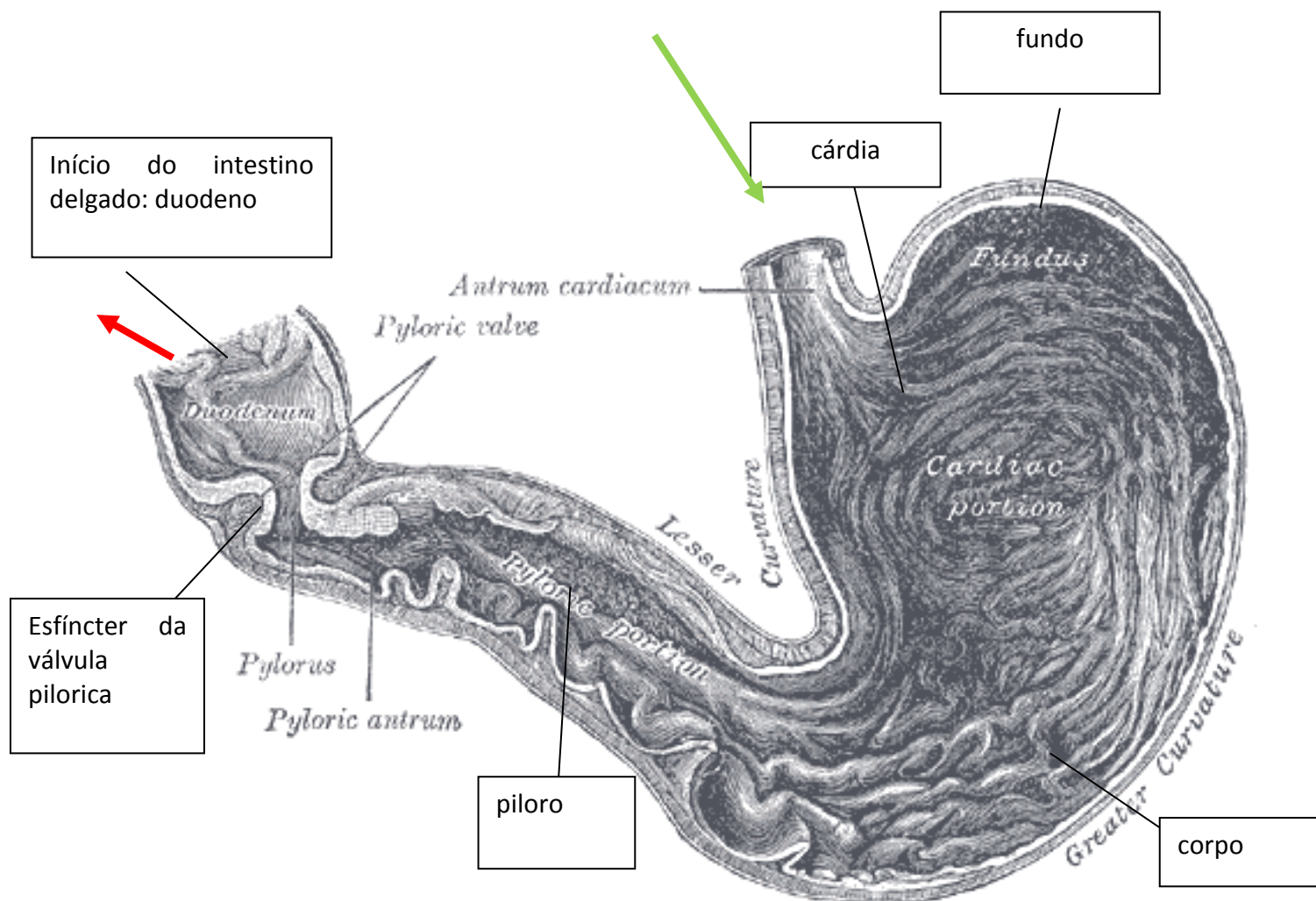


Figura 85: um esquema de corte do estômago, indicando suas partes. O alimento passa da cárdia para o piloro. A seta verde indica caminho do alimento vindo do esôfago. A seta vermelha indica a saída do quimo para o intestino.

34- O INTESTINO DELGADO

Neste órgão **grande parte da digestão e da absorção ocorrem**. De fato, 90% da absorção de nutrientes ocorre aqui. O **intestino delgado recebe o líquido alimentar (quimo) contendo ácido e pepsina vindos do estômago**.

Ele consiste de um tubo que mede em média 6m, apresentando de 4 a 2,5cm de diâmetro interno. Anatomicamente, ocupa praticamente toda a cavidade abdominal, exceto as regiões dos hipocôndrios e epigástrica. Em geral, o alimento que chega ao início do intestino delgado demora cerca **de 5 horas para sair dele** e entrar no intestino grosso.

Este órgão se divide em três partes: **Duodeno, jejuno e íleo**.

O **duodeno** se caracteriza por apresentar aberturas que **recebem secreções do pâncreas e do fígado**. Ele apresenta em média 25cm, desenvolvendo-se em formato de “C” retroperitonealmente (para a porção posterior ou dorsal do corpo) em volta do pâncreas. Ele apresenta uma curva acentuada para baixo, onde se inicia o **jejuno**. No duodeno encontram-se glândulas que secretam **muco e íons bicarbonato** que ajudam a **aumentar o pH** do suco alimentar recebido do estômago.

O **jejuno** apresenta em média 2,5m e se desenvolve para a porção **anterior da cavidade peritoneal**. Nele acontece a **maioria da digestão e absorção de nutrientes, o que é evidenciado pela grande quantidade de dobras intestinais presentes na sua mucosa (vilosidades e microvilosidades)**. Ele termina no **íleo**, a porção



final e **maior do intestino** delgado apresentando em média 3,5m. O final do íleo apresenta um **esfíncter** chamado de **válvula ileocecal**. Ele **controla a passagem de material para o início do intestino grosso**, na região chamada de ceco (*Cecum*). O íleo apresenta grande quantidade de **linfonodos que produzem linfócitos**, os quais protegem o intestino da entrada de bactérias que populam o intestino grosso.

O intestino delgado tem sua posição mantida no abdômen por **mesentérios** que estudamos em capítulo anterior. Através destes mesentérios passam nervos e vasos sanguíneos que irrigam o intestino.

Histologicamente, o intestino, assim como o restante do tubo digestivo, apresenta **duas camadas de musculatura lisa**, organizadas **perpendicularmente**, sendo uma de contração **longitudinal** e uma de **contração circular**, as quais permitem a realização dos movimentos **peristálticos que conduzem o bolo alimentar pelo trato digestivo**.

Ao longo do intestino encontram-se projeções da mucosa interior chamadas de **dobras circulares ou plicae circulares**. A superfície epitelial destas dobras, por sua vez apresenta **projeções** semelhantes a uma escova de dentes, chamadas de **vilosidades intestinais**. Cada uma destas vilosidades apresenta na **camada epitelial células com prolongamentos de membrana chamados de microvilosidades**. Todas estas dobras e prolongamentos epiteliais **aumentam em centenas de vezes a superfície de contato da mucosa intestinal**, de forma que a área para **absorção de nutrientes** seja muito grande ($2.000.000\text{cm}^2$).

A camada de tecido conjuntivo abaixo do epitélio intestinal apresenta **vasos sanguíneos** que recebem os nutrientes e os encaminham para o fígado, que os processa para acesso à circulação corpórea. Esta via vascular de acesso de nutrientes ao corpo, passando antes pelo fígado é chamada de **circulação porta hepática**.

Ácidos graxos (lipídios) não são diretamente absorvidos pelos vasos sanguíneos. Eles são processados e **ligados a proteínas formando substâncias chamadas quilomicrons**. Estes são absorvidos em capilares linfáticos chamados de **lacteais**, devido sua coloração clara. Estes capilares se juntam ao duto torácico e despejam linfa na **veia subclávia esquerda**.

Glândulas secretoras de **enzimas, muco e hormônios** são encontradas no epitélio do intestino. Grande parte das enzimas secretadas são enzimas que compõe **a membrana das células epiteliais e que auxiliam na digestão**. Geralmente, elas são despejadas no lúmen intestinal (na abertura do intestino) quando as



células se desprendem do epitélio devido a passagem do líquido alimentar. Uma destas enzimas é a **enteropeptidase** que é responsável por **ativar o tripsinogênio** produzido no pâncreas, formando **tripsina**. Alguns exemplos de hormônios que são produzidos por estas glândulas são a **gastrina**, a **secretina** e a **colecistoquinina**. Cerca de 1,8L de material aquoso chamado suco intestinal são secretados para o interior do intestino por dia. Este fluido ajuda a reduzir a acidez do material vindo do estômago, mantendo os produtos da digestão e enzimas digestivas em solução.



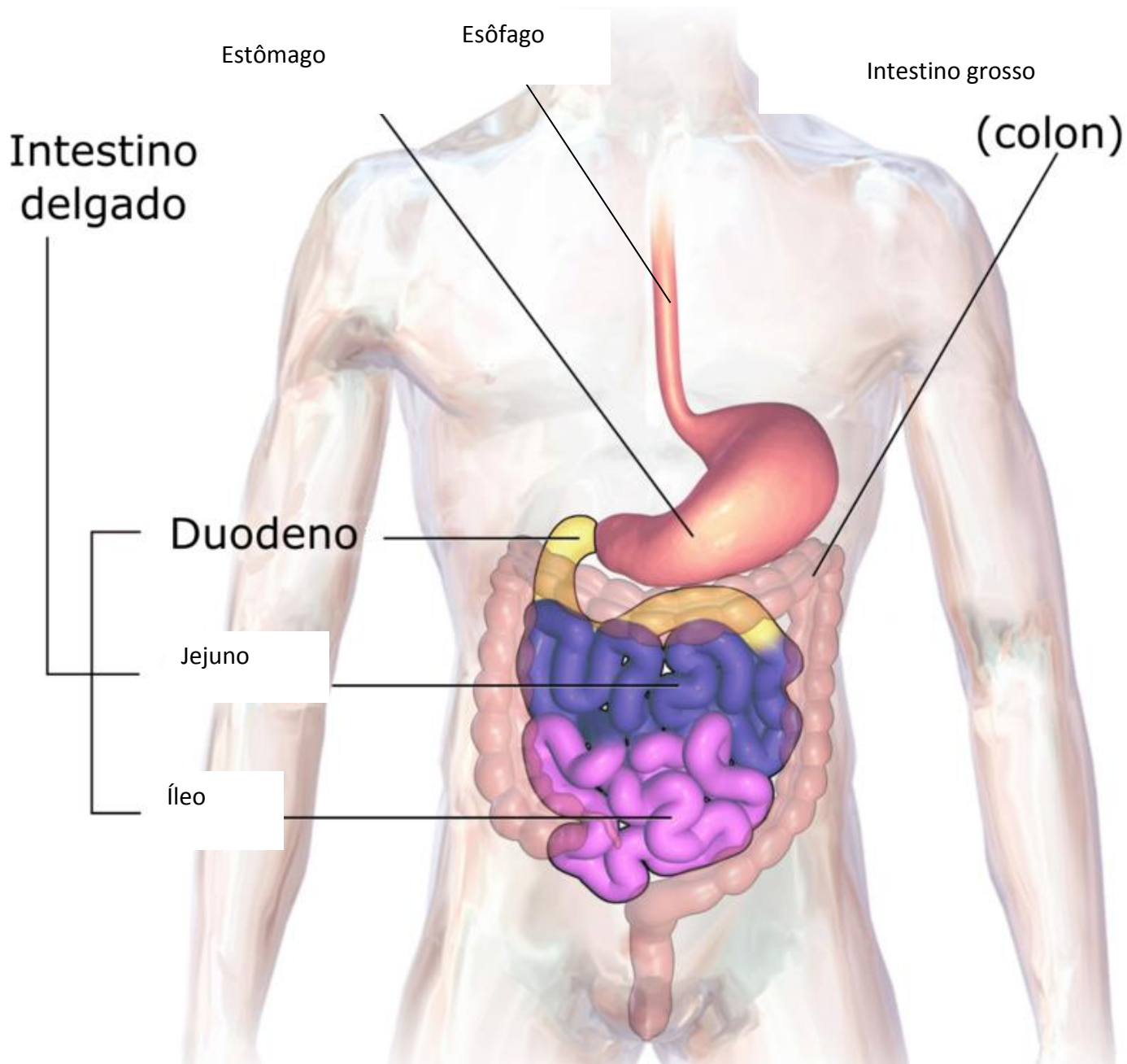


Figura 86: de forma integrada ao resto do sistema, este esquema mostra as porções do intestino delgado.

35 – O PÂNCREAS

O pâncreas é um **órgão primariamente (mas não exclusivamente) exócrino** que se apresenta na região retroperitoneal, abaixo do fígado e sobre a curva do duodeno, preso à porção posterior da cavidade abdominal. Ele consiste de uma **glândula do tipo composta tubuloalveolar**. Ele apresenta um **duto que se abre na porção mediana do duodeno**, onde secreta seus produtos, o **duto pancreático**. Anteriormente a essa abertura, chamada de **ampola duodenal** (*ampulla de Vater*), o duto se conecta ao **duto comum da bile** que vem do fígado e da vesícula biliar.

Histologicamente, o pâncreas apresenta **células especializadas chamadas de ilhotas pancreáticas ou ilhotas de Langerhan**, que produzem e secretam para o corpo os hormônios **insulina e glucagon**, em uma função primordialmente endócrina. Sua função exócrina consiste na secreção de **suco pancreático** para o interior do intestino delgado.

A **insulina** ativa a **entrada de glicose nas células**, reduzindo a glicemia sanguínea. O **glucagon** estimula a degradação de glicogênio no fígado, **aumentando a glicemia** sanguínea – quantidade de glicose no sangue.

Cerca de 1L de suco pancreático é secretado por dia. A secreção é controlada por hormônios secretados pelo duodeno com a chegada do bolo alimentar vindo do estômago e por ação do nervo vago. Os hormônios **secretina e colecistoquinina** ativam a secreção de suco pancreático, consistindo de **solução aquosa que irá abaixar o pH do material vindo do estômago e de enzimas digestivas** que promoverão a maior parte da digestão intestinal.

O suco pancreático apresenta as seguintes enzimas:

- **Alfa amilase:** que quebra carboidratos, em especial o amido.



- **Lípase:** que quebra lipídios.
- **Nucleases:** quebram RNA e DNA.
- **Proenzimas proteolíticas:** o pâncreas secreta proenzimas proteolíticas, ou seja, **precursores de enzimas proteolíticas**. Isso ocorre, pois caso as enzimas fossem produzidas pelas células pancreáticas em suas formas ativas, elas atacariam o próprio órgão. Assim, o pâncreas secreta no intestino: **tripsinogênio, quimotripsinogênio, procarboxipeptidase, proelastase, pepsinogênio, angiotensinogênio, plasminogênio, fibrinogênio**, dentre outras. As principais enzimas formadas quando em contato com o bolo alimentar, por ação de enzimas presentes nas células epiteliais do intestino são: **tripsina, carboxipeptidase, quimotripsina e elastase**. Estas são responsáveis pela quebra das ligações peptídicas que formam as proteínas, reduzindo-as às suas unidades formadoras, os aminoácidos, ou a di ou tri peptídeos.



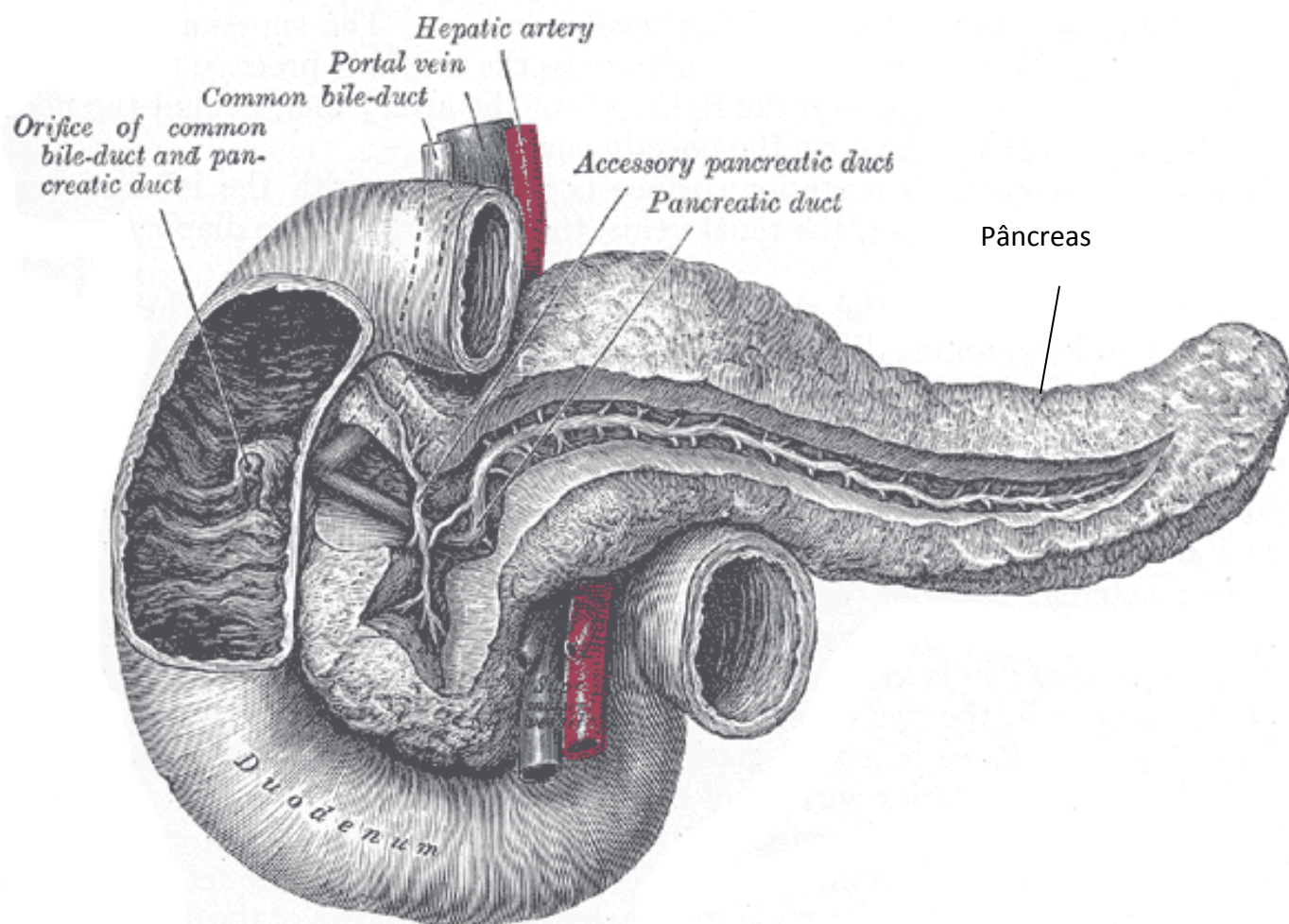


Figura 87: esquema mostrando o pâncreas e sua relação com o duodeno.

36- O FÍGADO E A VESÍCULA BILIAR

O **fígado** consiste de um órgão extremamente importante metabolicamente. Ele apresenta dois grandes lóbulos, ou duas massas separadas por um ligamento chamado **de ligamento falciforme**.

É composto por células chamadas de **hepatócitos** que são responsáveis **por ajustar os níveis de nutrientes que serão enviados à circulação sanguínea**. As células se organizam em pequenos lóbulos ou conjuntos menores com no máximo 1mm de comprimento máximo, que são a sua **unidade funcional**.

No fígado encontramos células assessoriais chamadas de **células de Kupffer** (ou células reticuloendoteliais esteladas). Estas células consistem **de fagócitos que se encarregam de degradar patógenos, fragmentos celulares, células sanguíneas danificadas além de armazenar metais pesados, lipídios e ferro.**

O fígado apresenta **ductos biliares** que coletam a bile produzida neste órgão. Estes dutos se unem formando um único duto chamado de **duto hepático comum**. Este por sua vez, se divide em dois, sendo um **ramo direcionado à vesícula biliar** chamado de **duto cístico** e um ramo **direcionado ao duodeno** chamado de **duto biliar comum** ou duto comum da bile. Este último se junta com o duto pancreático na **ampola duodenal**.

São funções do fígado:

- **Regulação metabólica:** As células do fígado recebem as substâncias que foram absorvidas pelo intestino pela circulação da porta hepática. Dentre as regulações efetuadas podemos citar:
 - Regulação da **quantidade de glicose no sangue**, produzindo-a num processo denominado gliconeogênese, ou inserindo-a no sangue a partir de degradação do glicogênio armazenado no próprio órgão.
 - O fígado retira ou insere **ácidos graxos, triglicérides e glicerol** na corrente sanguínea quando seus níveis variam.
 - Remoção de excesso de **amino ácidos da corrente sanguínea**. Estes podem ser utilizados para síntese de lipídios ou glicose. Quando esta síntese ocorre gera-se amônia, um produto tóxico que o fígado converte em ureia que é enviada aos rins para excreção.
 - As **vitaminas K, A, D, E (lipossolúveis) e B12** são absorvidas e armazenadas no fígado.
 - Armazena **ferro** na forma de ferritina (um complexo de proteína e ferro).
 - Remoção e **inativação de drogas**.
- **Regulação hematológica:** O fígado recebe uma grande quantidade de sangue do corpo, o que permite que ele realize:
 - Remoção de **patógenos, células sanguíneas danificadas e fragmentos de células mortas**.
 - Produção das **proteínas do plasma sanguíneo** como a albumina.



- Remoção e **degradação de hormônios circulantes** no sangue como epinefrina, hormônios sexuais e hormônios da tireoide, além de alteração da **vitamina D3** (coleciferol) produzida pela pele para que os rins produzam o calcitriol, importante para a absorção de cálcio pelo sistema digestivo.
- Remoção e armazenamento de **toxinas e remoção e destruição de anticorpos**.
- **Produção da bile:** a **bile** produzida no fígado consiste de um líquido composto por **água, alguns íons, bilirrubina** – pigmento derivado da hemoglobina-, **colesterol e sais biliares**. A função da bile é **emulsionar** os **agrupamentos de lipídios** que se formam no líquido alimentar. Quando ingerimos gorduras, estas tendem a se unir formando **grandes gotas** de lipídios (imagine jogar óleo na água, formam-se gotas de óleo que se unem tornando-se cada vez maiores). As **enzimas lipases não conseguem penetrar nestas gotas**, agindo somente nas suas superfícies. A **bile auxilia na quebra destas gotas**, tornando-as menores, o que gera **mais superfície para ação das enzimas**. A bile é reabsorvida no íleo e volta ao fígado onde é reciclada para nova utilização num processo chamado de **circulação enterohepática da bile**.

A **bile é armazenada** em uma vesícula ou bolsa muscular, situada na porção posterior do lóbulo direito do fígado, chamada de **vesícula biliar**. Este armazenamento ocorre quando não há estímulo hormonal para liberação da bile no duodeno. O hormônio colecistoquinina (CCQ ou CCK) produzido pelo duodeno é liberado quando bolo alimentar vindo do estômago passa por ele. Quando isto ocorre há relaxamento do **esfíncter hepatopancreático**, que veda o duto comum da bile e o duto do pâncreas, liberando a secreção para o duodeno. Quando não há esse estímulo hormonal esse esfíncter permanece contraído, fechando a abertura para o duodeno, o que faz com que a bile produzida no fígado seja direcionada para o duto cístico e para a vesícula biliar. O armazenamento de bile na vesícula por longos períodos faz com que água de sua composição seja absorvida para o corpo, concentrando-a. Isso pode gerar pedras na vesícula, devido à cristalização de sais e minerais nela presentes.



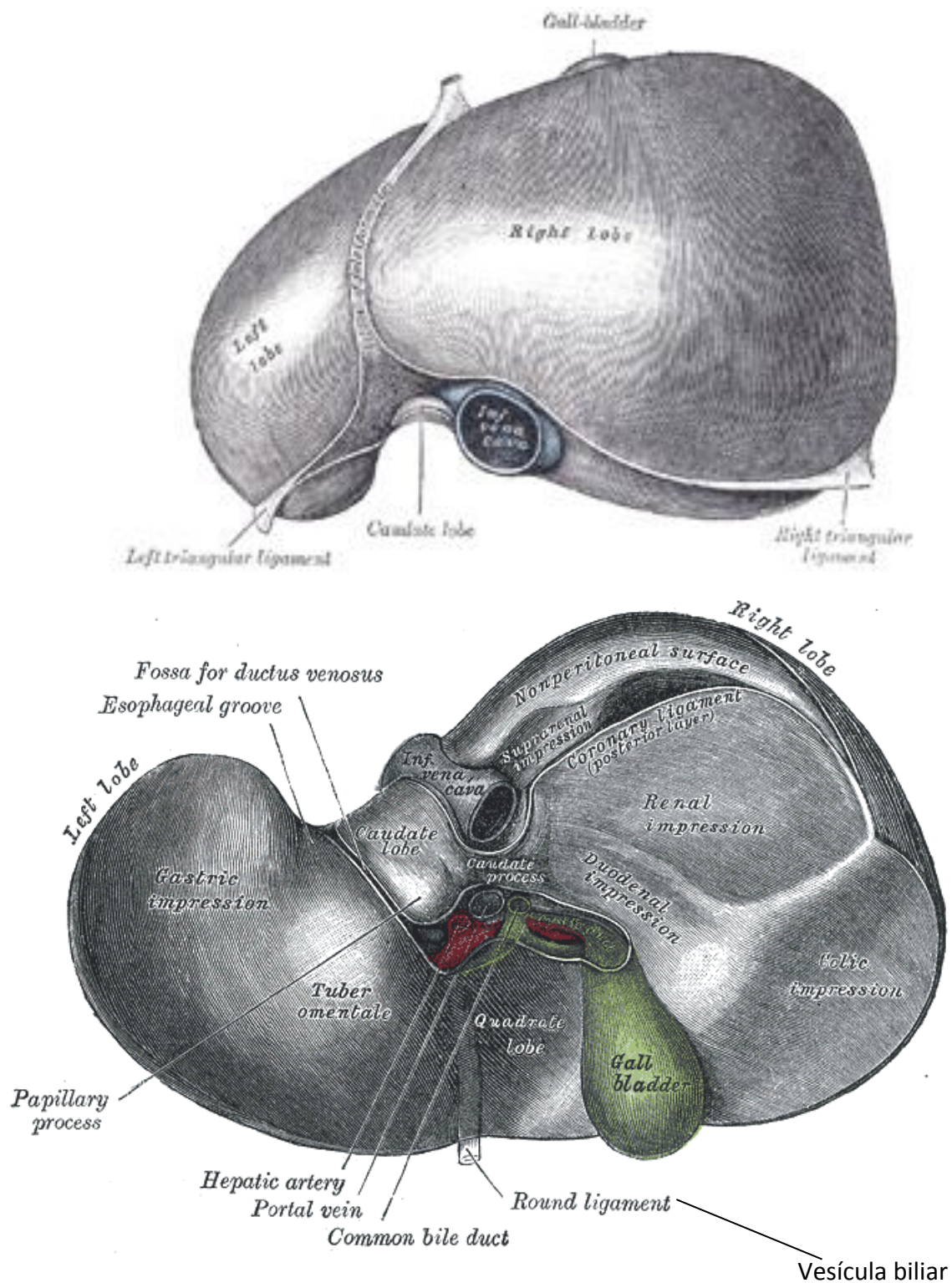


Figura 88: esquemas do fígado em vista anterior (acima) e posterior (abaixo),

37- O INTESTINO GROSSO

O intestino grosso consiste de um tubo de cerca de 1,5m de comprimento e 7,5cm de largura, que se **inicia na junção com o íleo e finaliza no reto. Nele ocorre armazenamento de material não digerido que formará as fezes e absorção de água, bile e vitaminas.** Importante sabermos que as **células do intestino grosso não secretam enzimas.** A digestão que ocorre aqui é decorrente de enzimas que vieram do intestino delgado.

Principal função do intestino grosso é **reabsorver água!**

Ele é anatomicamente dividido em três partes: **ceco, cólon e reto.**

O **ceco** é a porção do órgão aonde o material vindo do intestino delgado **adentra no intestino grosso.** A porta de entrada nele é uma válvula reguladora chamada de **válvula ileocecal.**

O **cólon** consiste da **maior porção do intestino grosso** e também daquela que apresenta as **paredes mais finas.** Ele é dividido em quatro porções: **cólon ascendente, cólon transverso, cólon descendente e cólon sigmoide.** Sua superfície interna não apresenta as vilosidades que observamos no intestino delgado, mas apresenta uma grande quantidade de células produtoras de muco. **No cólon encontramos ainda bactérias residentes que produzem vitamina K, biotina e vitamina B5,** importantes para a produção de fatores de coagulação, para o metabolismo de glicose e para a produção de esteroides e neurotransmissores, respectivamente. Veja a importância da nossa flora bacteriana! Estas bactérias são responsáveis também pela digestão de algumas proteínas gerando íons de amônia (NH_4^+), gás sulfídrico (H_2S) e compostos nitrogenados que resultam no odor das fezes. Além disso, elas produzem os gases da flatulência quando há alimentação com muitos carboidratos não digeríveis (ex. feijão).



O **cólon ascendente** se inicia depois do ceco na porção da fossa ilíaca direita, de forma ascendente em direção ao fígado. Próximo a este órgão ele se curva para a esquerda numa região chamada **plexo hepático**. Ali se inicia o **cólon transverso** que se desenvolve até a região do baço, onde se curva para baixo, numa porção chamada de **plexo esplênico**. Inicia-se então o **cólon descendente** que desce até a fossa ilíaca esquerda e finaliza no **cólon sigmoide**, que por sua vez acaba no reto.

O **reto** consiste na **porção final do intestino grosso**. Ele tem como função armazenar e expelir as **fezes**. Ele termina no anus, a abertura do intestino por onde as fezes são expelidas. O **anus apresenta dois esfíncteres**. Um **interno** que apresenta musculatura lisa de controle involuntário e um **externo**, que apresenta musculatura esquelética sob controle voluntário.

Na região do ceco encontramos o **apêndice vermiforme**, um prolongamento do intestino grosso na região da fossa ilíaca direita. Ele não apresenta função na digestão. Quando ocorre um acúmulo de material fecal nesta região, o apêndice inflama gerando uma condição médica chamada de **apendicite**, devendo, em geral, ser removido cirurgicamente.



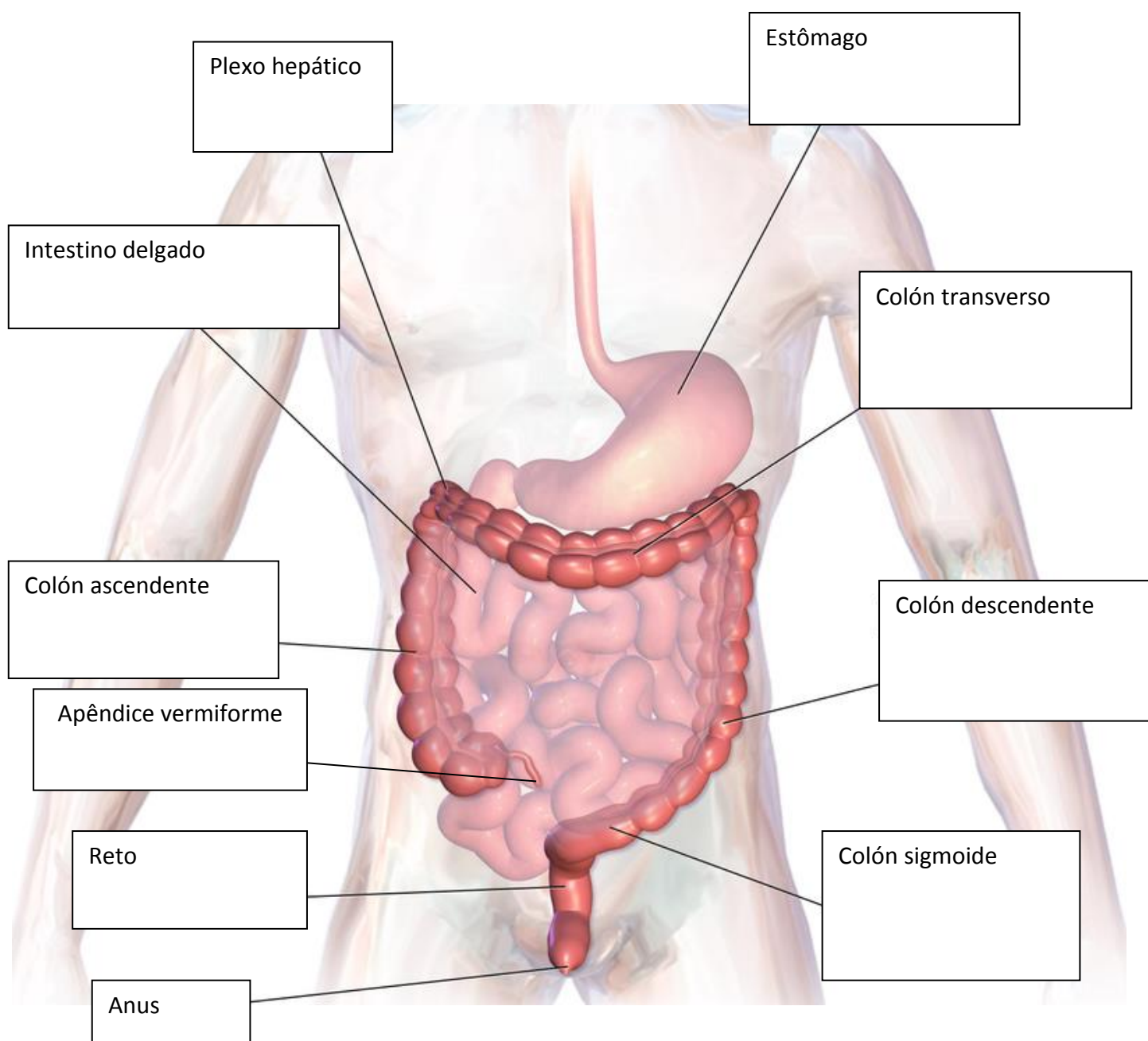


Figura 89: porções do intestino grosso.

38- O SISTEMA URINÁRIO

Nos processos metabólicos do nosso corpo, nós produzimos compostos que podem ser tóxicos ao organismo e terão que ser eliminados. A exemplo do que ocorre no intestino grosso, que excreta as fezes compostas por restos alimentares e por alguns dos compostos que mencionamos, temos o **sistema urinário**.

Este sistema consiste basicamente dos: **rins, ureteres, bexiga urinária e uretra**.

O sistema urinário tem como funções:

- A **remoção** de compostos orgânicos dos nossos fluidos – **excreção**
- A **eliminação** destes compostos para o meio ambiente
- A **regulação** da concentração de solutos e do volume do sangue.



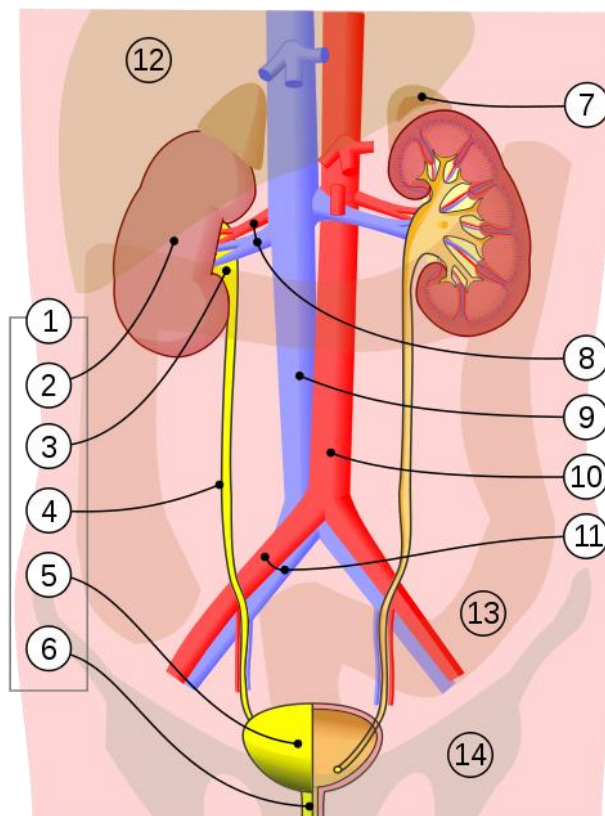


Figura 90: esquema mostrando partes do sistema urinário. 1. sistema urinário: 2 rins, 3, pélvis renal, 4 ureter, 5 bexiga, 6 uretra, 7 glândula adrenal, 8 veia e artéria renal, 9 veia cava inferior, 10 aorta abdominal, 11 artéria e veia ilíacas comuns, 12 fígado, 13 intestino grosso, 14 ossos da pélvis.

O principal órgão deste sistema é o **rim**. Temos dois deles, situados posteriormente na cavidade peritoneal (retroperitoniais). Estes órgãos funcionam na **excreção** exercida por este sistema. Os materiais extraídos do sangue são então convertidos a **urina**, um líquido que contém **água, íons e compostos solúveis**, que é encaminhado pelos ureteres a um **saco muscular chamado de bexiga**, onde será armazenado. De lá, o líquido será **expelido do corpo através da uretra**.

Os rins são anatomicamente divididos em uma porção **cortical mais externa e uma porção interna chamada de medula**. A unidade funcional dos rins se chama **nefron**. Ele consiste de uma **porção tubular alongada e de uma região esférica**. Esta última é chamada de **corpúsculo renal** (formado por um glomérulo de capilares e uma capsula de filtração chamada de capsula de Bowman) onde ocorre a **filtração do sangue**. O material depois de filtrado segue para os **túbulos renais** – aquela porção tubular alongada - onde ocorrerá

reabsorção de água e de nutrientes úteis para o corpo, além da absorção de produtos que não tenham passado pelo corpúsculo renal.

Os rins formam a **urina**, como estratégia para a **manutenção da homeostase corpórea, regulando o volume do sangue**. Os principais excretos metabólicos, encontrados dissolvidos no nosso sangue são:

- **Ácido úrico** – formadas por reciclagem de bases nitrogenadas de RNA.
- **Ureia** – gerada pela quebra de amino ácidos que compõe proteínas.
- **Creatinina** – gerada pela utilização da creatina fosfato, um composto que fornece ATP para os músculos esqueléticos.

Estes serão **dissolvidos na urina**. Veja que a **concentração** destes compostos na urina é bastante grande. Caso os rins não conseguissem reabsorver a água da urina, deixando-a concentrada, possivelmente nós não sobreviveríamos devido à desidratação.

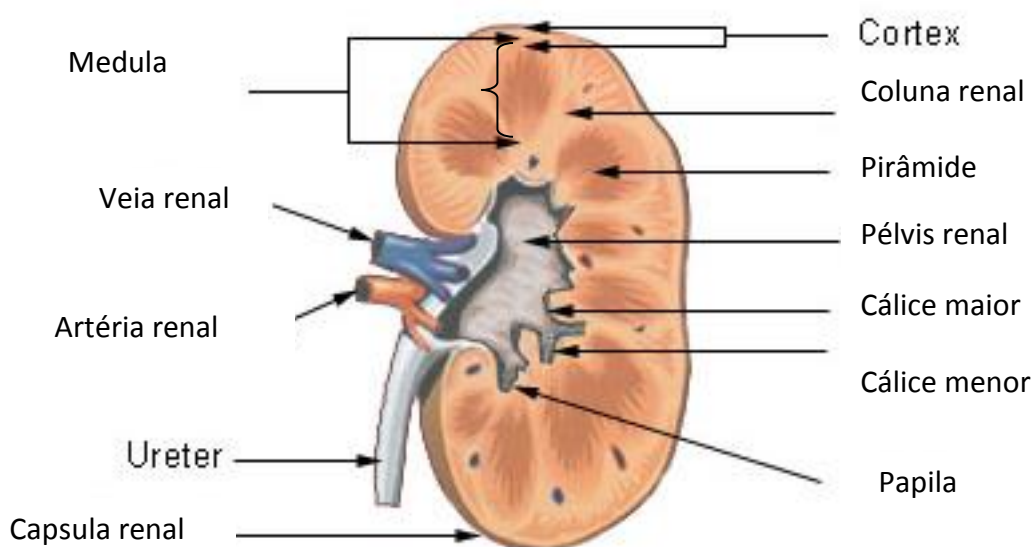


Figura 91: estruturas anatômicas do rim.

39 – O SISTEMA REPRODUTOR

O sistema reprodutivo tem como principal função **promover a continuidade da vida**, por meio da **geração, maturação, armazenamento e nutrição de células reprodutivas**, chamadas de **gametas**.

Ele é composto basicamente por:

- **Gônadas** – são os órgãos reprodutivos que produzem os gametas, no homem são os testículos e na mulher são os ovários. Elas também produzem hormônios sexuais.
- Dutos ou **duto**s que irão servir de passagem para os gametas.
- **Glândulas e dutos acessórios** que produzem líquidos que protegem os gametas, como a próstata.
- Estruturas situadas no períneo chamadas de **genitálias**, utilizadas não exclusivamente para a reprodução, mas também para a excreção.

39.1. O sistema reprodutor masculino.

As **gônadas masculinas são os testículos**. Eles se encontram externalizados em relação ao corpo no interior de um invólucro flexível chamado de escroto ou saco escrotal, que fica exposto abaixo do pênis. Este último é uma **unidade erétil de formato cilíndrico** por onde passa a **uretra**, formado por **corpos cavernosos e corpos esponjosos**, que são compostos por **tecido tridimensionalmente organizado de canais vasculares separados por tecido conjuntivo elástico**. Este tecido, também chamado de **tecido erétil**, se enche de sangue por ativação parassimpática e atuação do neurotransmissor **óxido nítrico**, gerando aumento da circulação local e preenchimento das cavidades, tornando-se ereto.

A partir dos testículos, temos a emissão de **duto**s que **levam os gametas masculinos chamados de espermatozoides à uretra** para que sejam externalizados num processo chamado de **ejaculação**. Neste sentido, temos os dutos organizados, do escroto para a uretra, em **epidídimo, duto deferente, e duto**



ejaculatório. Esta última porção passa pela **próstata e pela glândula seminal.** Estas glândulas, em conjunto com a **glândula bulbouretral** são responsáveis por **secretar o líquido seminal.** Este líquido tem como **funções nutrir e ativar os espermatozoides, gerar um meio para que eles se movimentem e regular a acidez da uretra e da vagina.** A secreção das **glândulas seminais** contém grande quantidade de **frutose, prostaglandinas e fibrinogênio.** A **próstata** é uma glândula esférica que se encontra abaixo da bexiga, apresentando musculatura lisa associada. Ela secreta de 20 a 30% do líquido seminal. Dentre suas secreções encontra-se a **seminaplasmina**, uma proteína com propriedades **antibióticas.** As **glândulas bulbouretrais** encontram-se na base do pênis e secretam um muco alcalino (de pH básico).

Nos testículos ocorre a **espermatogênese**, ou seja, o processo de **formação dos espermatozoides.** Neste processo, células chamadas de **espermátogônias** sofrem mitose formando um **espermátócito** que sofrerá meiose, formando células chamadas de **espermátides**, que por sua vez sofrerão **maturação física** até se formarem os **espermatozoides.** Estes últimos são células diferenciadas que apresentam uma cabeça, uma região intermediária que pode ser chamada de pescoço e uma cauda. Na cabeça, a porção apical ou anterior é chamada de **acrossomo.** Esta região contém enzimas importantes para o processo de fertilização.

Os testículos produzem a **testosterona**, um hormônio esteroide responsável pela **maturação e desenvolvimento de características sexuais nos indivíduos.** Esta produção ocorre em resposta a atuação da glândula pituitária e do hipotálamo (duas regiões do tecido neural). Estas produzem os hormônios **gonadotrofina e luteinizante** que estimulam a produção da testosterona. Este hormônio atuará mais na **puberdade** quando irá gerar o desenvolvimento das características sexuais, dentre elas o aparecimento de pelos pubianos, desenvolvimento das genitálias, alteração do timbre da voz, etc.



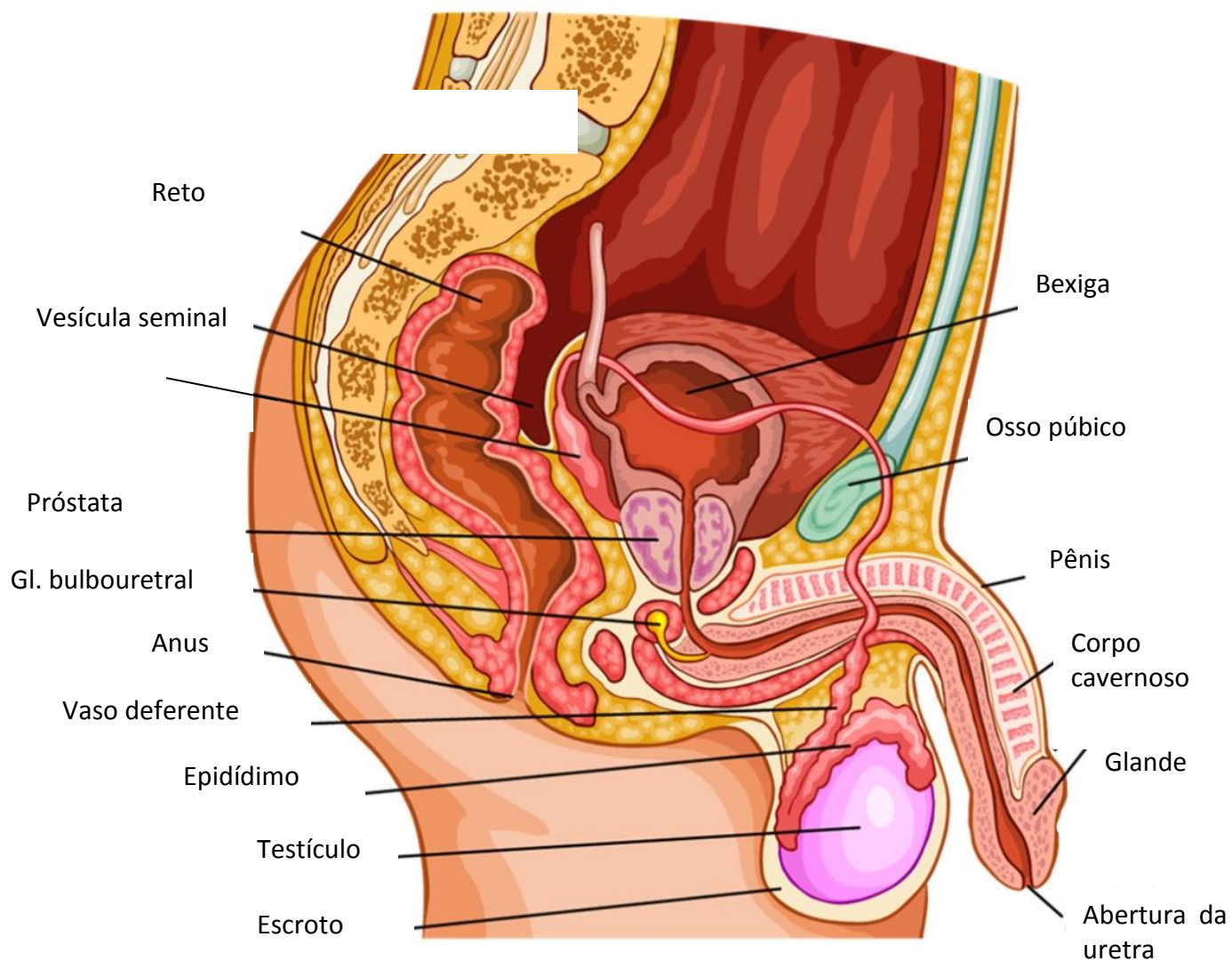


Figura 92: esquema mostra em corte o sistema reprodutor masculino.

39.2. O sistema reprodutor feminino.

O sistema reprodutor feminino consiste **dos ovários, dos tubos uterinos, do útero e da vagina**. Ele tem como função o **desenvolvimento dos gametas femininos e o desenvolvimento e nutrição do feto**.

Os ovários são dois órgãos pequenos que se encontram nas laterais da pélvis. Eles apresentam como funções principais a **secreção de hormônios femininos como progesterona e estrógeno e a maturação e produção dos ovócitos (gametas femininos)**.

Nos ovários ocorre a **ovogênese, mensalmente**, da puberdade até a menopausa. Este processo se inicia antes do nascimento, com diversas divisões mitóticas de células chamadas **ovogônias**. A partir destas divisões serão formados os **ovócitos primários** que sofrerão **meiose**, formando um **ovócito secundário, e uma célula polar inativa**. O ovócito secundário fica estacionado na fase de **metáfase da segunda divisão meiótica**, até sua liberação mediada por hormônios. É correto chamar este ovócito de **óvulo imaturo**, já que ele somente completará a divisão meiótica tardiamente **caso ocorra fertilização**, quando será formada mais **uma célula polar**. O ovócito secundário é liberado no tubo uterino (**trompas de Falópio**) a depender de seu estado de maturação mediado pela quantidade de hormônio luteinizante circulante na mulher. Ao ser liberado, a estrutura celular que o circundava no interior do ovário forma uma estrutura chamada **de corpo lúteo**, que secreta **estrógeno** e auxilia na produção de **progesterona**. Quando dentro do tubo uterino, o **ovócito é carregado** até o útero por movimentações de **cílios** que compõe o epitélio do duto. Esta movimentação leva o ovócito secundário até a cavidade uterina.

O útero é uma bolsa muscular que tem como funções **proteger, nutrir e remover excretas do embrião**. Contrações uterinas são responsáveis pela expulsão do feto. A camada mais interna do útero é chamada de **endométrio**. Ela é responsável pelo **suporte fisiológico** demandado pelo feto.

A porção inferior do útero é chamada de **cervix ou colo do útero**. Esta porção se conecta com a **vagina**, a porção final do sistema reprodutivo feminino. Esta consiste de um tubo de 7,5 a 9cm de



comprimento, cujas paredes internas apresentam um **epitélio estratificado e escamoso, com tecido conjuntivo abaixo, formado por musculatura lisa**. Uma camada de tecido epitelial sela a entrada da vagina. Este tecido é chamado **hímen**. Ele se rompe na primeira relação sexual da mulher. **A uretra não passa no interior da vagina, mas na sua porção anterior, imediatamente acima dela.**

A genitália feminina é a **vulva**. Ela consiste de um vestíbulo onde se abre a vagina, que é protegido por duas protrusões de pele chamadas de **pequenos lábios**. Acima da vagina encontra-se a abertura da **uretra** e acima desta encontra-se o **clitóris**, que consiste de uma pequena unidade erétil que tem a **mesma origem embrionária do pênis**. Externamente, envolvendo todas estas estruturas encontram-se prolongamentos de pele e de tecido adiposo que formam os **grandes lábios**.

O **sistema parassimpático** irá ativar a circulação na região vaginal aumentando a secreção interna quando há o ato sexual.

Os **estrógenos** produzidos pelos ovários são responsáveis por **manter e desenvolver as características sexuais femininas**. Assim como nos homens, a sua secreção também está ligada a atuação cerebral do **hipotálamo e da glândula pituitária**, atuando por meio dos hormônios **gonadotrofina, luteinizante (LH) e estimulante do folículo (FSH)**.



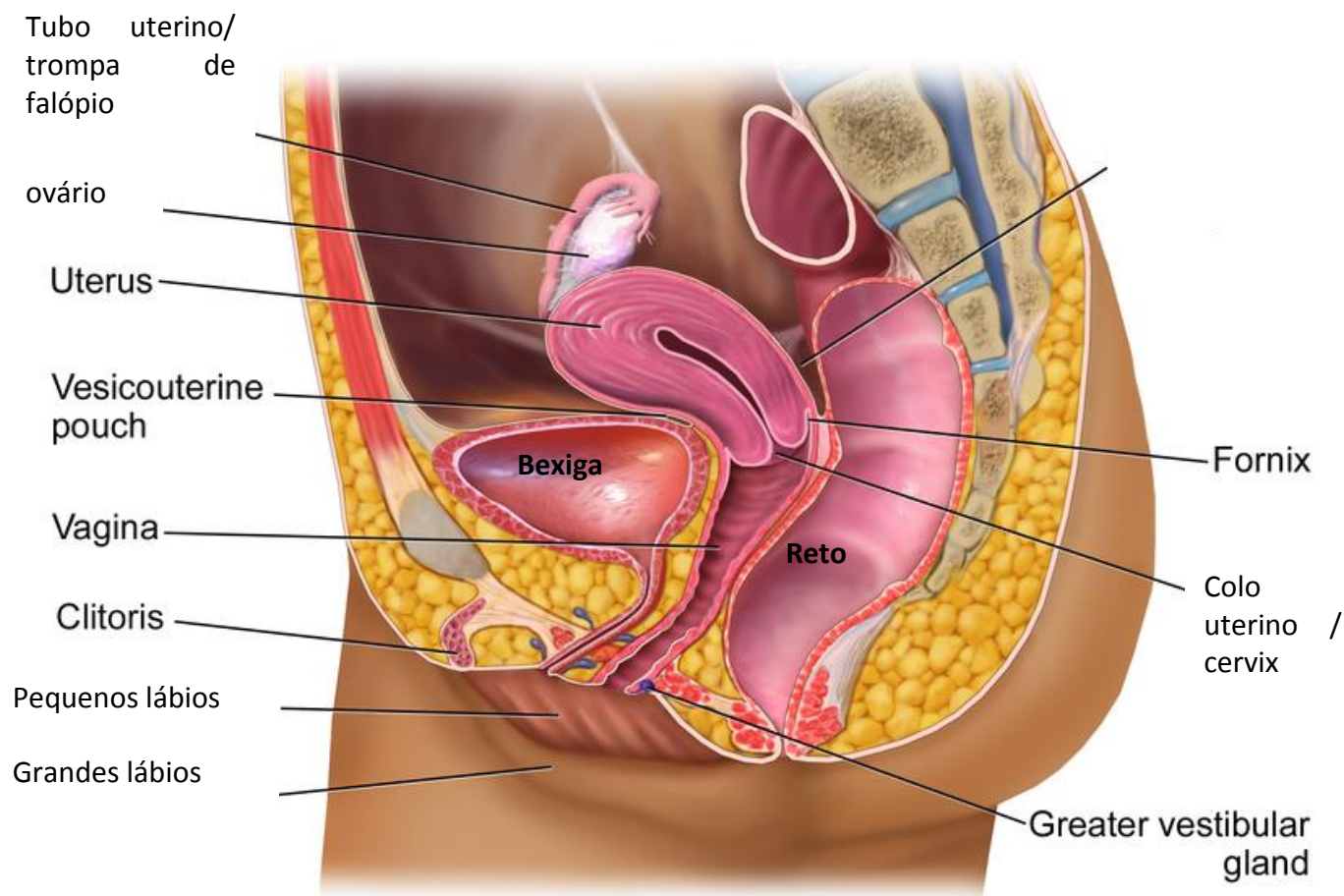


Figura 93: sistema reprodutor feminino.

Abaixo temos uma tabela com a **ação dos principais hormônios** envolvidos no sistema reprodutivo.

Hormônio	Fonte	Efeitos
Gonadotrofina (GnH)	Hipotálamo	Estimula secreção de LH e LSH
Estimulador do folículo (FSH)	Pituitária	Estimula espermatogênese nos homens; estimula crescimento do folículo,

		produção de estrógeno e maturação do ovócito nas mulheres
Luteinizante (LH)	Pituitária	Estimula secreção de testosterona; estimula ovulação formação do corpo lúteo e secreção de progesterona.
Testosterona	Testículo	Mantém e desenvolve características sexuais masculinas e inibe o GnH
Estrógeno – estradiol	Corpo lúteo do ovário	Estimula LH, mantém e desenvolve características sexuais femininas e estimula o crescimento do endométrio.
Progesterona	Ovário	Estimula o crescimento do endométrio.



40 - EXERCÍCIOS

1. (UEMT) A presença de uma epiderme queratinizada, do ponto de vista adaptativo, está diretamente relacionada à:

- a) preservação da vida, servindo para ataque e defesa.
- b) adaptação ao meio ambiente terrestre, sendo responsável por maior economia hídrica.
- c) vida no meio aquático, impedindo a hidratação do animal.
- d) reserva nutritiva.
- e) proteção contra ações mecânicas do meio.

2. (UFSJ) Os diversos tipos de tecido epitelial podem ser classificados basicamente em glandulares e de revestimento; entretanto, todos eles possuem, em comum, células:

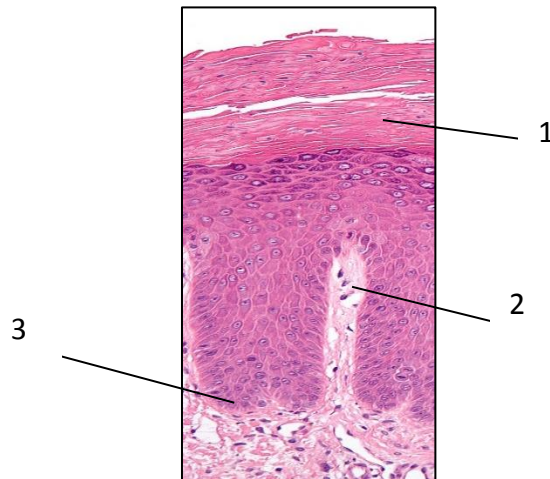
- a) Diversificadas em forma e em função, com material intercelular rico em fibras.
- b) Alongadas e apropriadas à distensão e à contração, dispostas paralelamente em feixes.



c) Com prolongamentos e ramificações intercomunicantes.

d) Justapostas, com material intercelular escasso e ausência de vasos sanguíneos.

3. A figura abaixo mostra um corte histológico de uma porção de pele.



Em relação às regiões indicadas pelos números, julgue as frases abaixo.

I. O estrato apontado pelo número 1 é denominado estrato granuloso.

II. O número 2 indica uma papila dérmica.

III. O número 3 indica o estrato basal, onde há células mortas.

IV. As regiões indicadas pelos números 1 e 2 tem a mesma composição tecidual.

Com relação às frases acima, assinale a alternativa correta.

- A. Estão corretas I, II e IV
- B. A alternativa II está correta
- C. Estão incorretas II e III.
- D. IV está correta.
- E. Somente a alternativa I está incorreta.

4. (UFPI/2005) Para amenizar rugas e vincos na pele sem intervenção do bisturi, os médicos contam com algumas substâncias como o colágeno, o silicone e os ácidos (Restylane e afins), que apresentam atividade fraca quando aplicadas na pele por uso externo, mas mostram bons resultados quando injetadas na derme. Assinale a alternativa que apresenta a explicação correta.

- a) A derme é a camada mais externa da pele, e sua localização facilita a atuação das substâncias, que vão atuar no tecido epitelial.
- b) A derme, composta de tecido conjuntivo, é quem confere elasticidade e resistência à pele, e a aplicação interna dessas substâncias atua no preenchimento dos locais falhos.
- c) A perfeita união entre as células epiteliais faz com que o epitélio seja totalmente impermeável à água e a essas substâncias.
- d) As substâncias, quando aplicadas pelo uso externo, estimulam a duplicação das camadas do tecido epitelial da derme, mas a camada de queratina não permite que atuem na derme.



e) As glândulas exócrinas presentes no tecido epitelial atuam como barreiras físicas e químicas, impedindo a passagem das substâncias até a derme, evitando sua atividade.

5. **(PUC-MG)** Quanto à origem da secreção, uma glândula será classificada como holócrina quando:

- a) ela apenas elimina seus produtos de secreção, não alterando sua forma e seu volume.
 - b) perde parte do seu protoplasma, tendo que se regenerar para reiniciar o processo de secreção.
 - c) a célula, como um todo, acumula a secreção gordurosa e se desintegra.
 - d) a célula estiver em plena atividade secretora.
 - e) a atividade secretora da célula estiver encerrada.
-

6. **(Tec Necro PC RJ 2009)** A pele é constituída essencialmente por duas camadas de tecidos diferentes: epiderme e derme. A respeito das características morfológicas e fisiológicas desses tecidos, é correto afirmar que:

- (A) a epiderme é constituída de células derivadas da derme, mortas por acúmulo de queratina.
- (B) as células epidérmicas recebem nutrientes por difusão a partir dos vasos capilares presentes na derme.



(C) a ausência de vasos capilares na epiderme provoca a morte das suas células, caracterizando a epiderme como tecido morto.

(D) a epiderme está separada da derme por uma membrana basal impermeável.

(E) a derme está apoiada na epiderme e dá origem às glândulas sudoríparas e sebáceas.

7. (PC RJ 2009) As várias estruturas associadas à pele, tais como pelos, unhas, glândulas sebáceas e sudoríparas têm funções específicas. A respeito dessas estruturas, é correto afirmar que:

(A) pelos e unhas são derivados da epiderme porque são estruturas mortas e as glândulas derivam da derme porque são estruturas vivas.

(B) pelos e unhas derivam da epiderme e as glândulas se originam a partir da derme.

(C) pelos e unhas são derivados da derme e as glândulas a partir da epiderme.

(D) pelos, unhas e glândulas são derivados da derme, camada da pele em que estão presentes vasos sanguíneos.

(E) todas são derivadas da epiderme embora algumas se estendam até a derme.



8. **(Tec Necro PC RJ 2009)** Cortes na pele, ainda que pouco profundos, sangram. Mas em condições normais, após alguns minutos, o sangramento cessa devido à formação de uma massa gelatinosa de cor vermelha escura, o coágulo, que atua como “tampa” do ferimento.

O coágulo é o resultado:

(A) da aglomeração de células do tecido epidérmico rompido no local do ferimento.

(B) da formação de uma rede de filamentos de fibrina, uma proteína derivada do fibrinogênio plasmático, que retém as células sanguíneas.

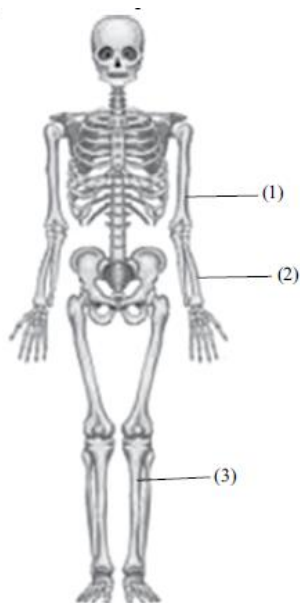
(C) da aglutinação de hemácias no local lesado, numa reação ao contato do sangue com o ar.

(D) da ação de plaquetas que se transformam em filamentos de fibrina aos quais as células sanguíneas aderem.

(E) da ação conjugada de leucócitos e hemácias para permitir a transformação das plaquetas em uma espécie de gel.

9. **(PCSP –2014)** O sistema esquelético é importante na sustentação e proteção dos órgãos vitais do corpo humano.





(<http://www.alunosonline.com.br/biologia/sistema-esqueletico.html>)

Na ilustração apresentada, as estruturas apontadas em 1, 2 e 3 correspondem, correta e respectivamente, aos seguintes ossos:

- a) Rádio, ulna, ísquio.
- b) Úmero, rádio e tíbia.
- c) Úmero, ílio e fíbula.
- d) Metacarpo, fíbula e ílio.
- e) Tarso, metatarso e fíbula.

10. (PCSP – aux necro 2014) Em um cadáver em fase de esqueletização, os ossos que permitem a identificação do sexo são:

- a) Fêmur e úmero.
- b) Cranio e pelve.
- c) Ossos das mãos.
- d) Ossos dos pés.
- e) Ossos da coluna vertebral.

11. **(PC RJ 2002)** Em uma aula prática sobre tipos de ossos, um grupo de alunos recebeu como tarefa escolher e arrumar quatro ossos de acordo com a seguinte sequência: dois ossos longos, um osso laminar (plano ou chato), e um osso curto. Assina-lhe a opção em que a tarefa foi cumprida corretamente.

- a) Parietal, frontal, ulna e cuneiforme medial (osso do tarso).
- b) Ilíaco, tíbia, occipital e cóccix.
- c) Úmero, esterno, frontal e patela.
- d) Fêmur, fíbula, escapula e semilunar (osso do carpo)
- e) Tíbia, radio, ulna e falange.

12. **(aux necro PC RJ 2002)** Analise as descrições abaixo que se referem a duas estruturas ósseas do corpo humano:

1- formada por ossos coxais (do quadril), sacro e cóccix.

2- formada por parte da coluna vertebral, costelas e esterno.

As estruturas descritas em 1 e 2 são chamadas, respectivamente, de:

- a) Cintura escapular e tórax.
- b) Esqueleto apendicular e esqueleto axial.
- c) Cintura pélvica e caixa torácica.
- d) Esqueleto apendicular e cintura escapular.
- e) Pelve e esqueleto axial.

13. **(Cesgranrio)** O armazenamento de cálcio no organismo se processa principalmente no:

- a) Tecido conjuntivo denso.
- b) Tecido adiposo.
- c) Tecido cartilaginoso.



- d) Tecido ósseo.
- e) Tecido muscular.

14. (**aux necro PC RJ 2002**) Em relação ao número de ossos do esqueleto é correto afirmar que:

- a) Aumenta com a idade porque certos ossos se fragmentam formando ossos menores.
- b) Diminui após a fase adulta porque certos ossos se degeneram e são absorvidos pelo organismo.
- c) Aumenta do nascimento até a adolescência e diminui após a fase adulta.
- d) Diminui com a idade porque certos ossos se soldam durante o desenvolvimento do indivíduo.
- e) É o mesmo do nascimento à senilidade.

15. (**PCRJ 2009**) Cartilagens são tecidos que desempenham funções esqueléticas e protetoras além de serem precursoras da maior parte do esqueleto ósseo. A respeito das cartilagens hialinas, as mais abundantes, é correto afirmar que:

- a) Têm ampla irrigação sanguínea e grande poder de regeneração.
- b) Constituem os anéis que mantêm a abertura da traqueia e dos brônquios.
- c) Constituem os discos intervertebrais.
- d) São pobres em fibras colágenas e conseqüentemente pouco resistentes.
- e) Possuem escasso material intercelular.

16. (**Tec Necro PCRJ 2009**) Entre as peças ósseas que constituem a coluna vertebral ocorrem estruturas flexíveis conhecidas como discos intervertebrais. A respeito dessas estruturas flexíveis, é correto afirmar que:

- a) Apresentam uma perfuração por onde passa a medula espinhal.
- b) São os pontos de origem dos pares de nervos que, a partir da coluna, se ramificam pelo corpo.
- c) São constituídos por um núcleo ósseo revestido por cartilagem que garante a sua flexibilidade.



- d) Têm a função de colar as vértebras, mantendo-as firmemente unidas, garantindo o alinhamento da coluna.
 - e) Amortecem o impacto entre as vértebras e permitem a flexibilidade da coluna.
-

17. (Tec Necro PCRJ 2009) A respeito da organização estrutural e da fisiologia de um osso longo como o fêmur, é correto afirmar que:

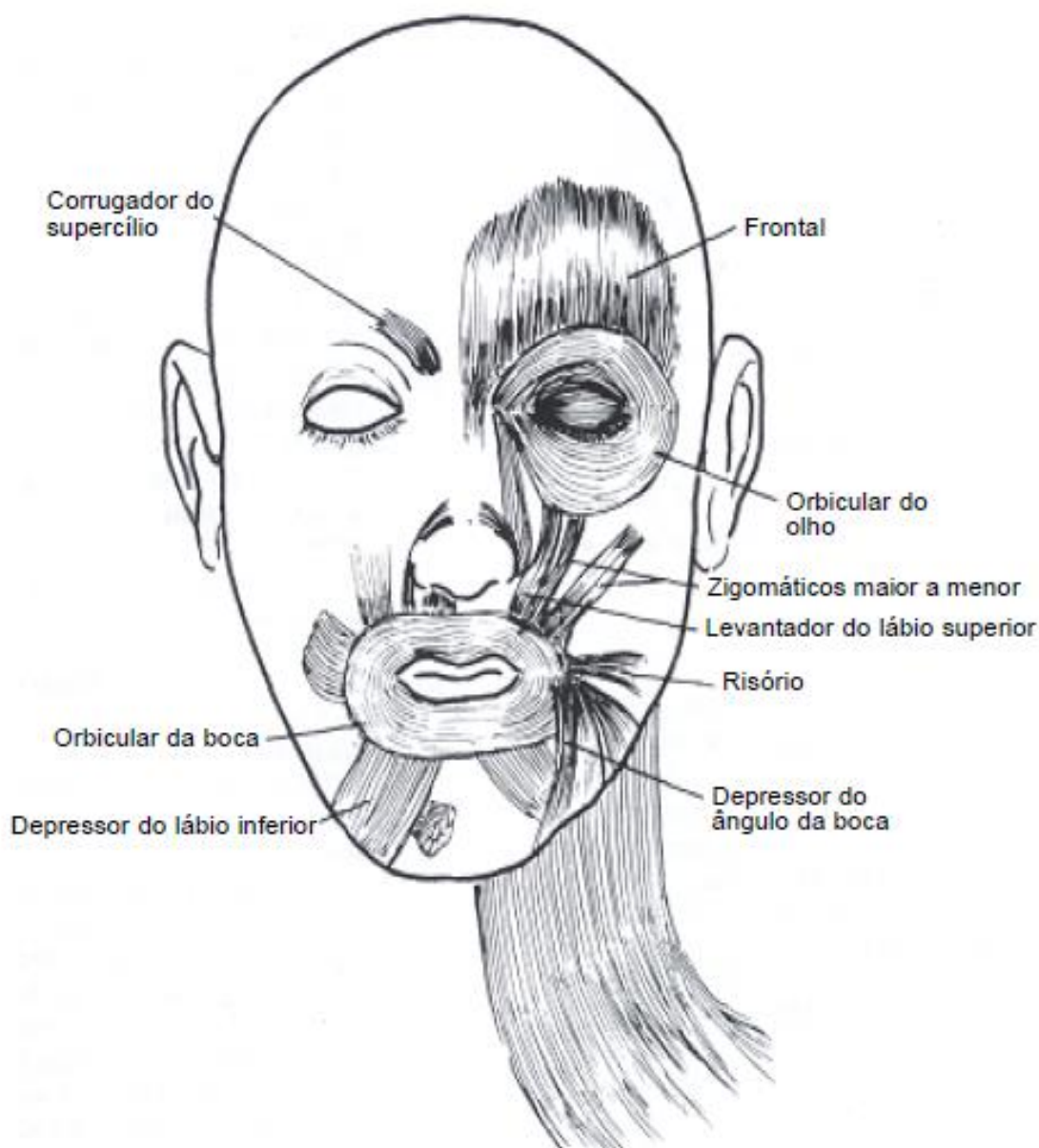
- a) Por ter matriz calcificada, rígida, impermeável, só é possível encontrar células vivas na parte superficial da membrana conjuntiva do revestimento externo, onde existem vasos sanguíneos.
 - b) Por ser um tecido desprovido de irrigação sanguínea, suas células têm metabolismo muito reduzido e sua capacidade de regeneração é muito pequena.
 - c) Possui uma ampla rede de irrigação sanguínea, com vasos capilares percorrendo uma rede de canalículos.
 - d) As células ósseas são nutridas por difusão de nutrientes e oxigênio a partir da rede de capilares existentes no periósteo.
 - e) A matriz intercelular rígida e calcificada é muito permeável, permitindo a fácil difusão de oxigênio e nutrientes a partir do endósteo.
-

18. (PCRJ 2002) O músculo cardíaco, também chamado de miocárdio, possui células:

- a) Alongadas, cilíndricas e unidas, com estrias transversais e contração rápida e voluntária.
 - b) Alongadas e isoladas, sem estrias transversais e contração lenta e involuntária.
 - c) Alongadas e ramificadas, com estrias transversais e contração rápida e involuntária.
 - d) Curtas e ramificadas, com estrias transversais e contração rápida e voluntária.
 - e) Curtas e unidas sem estrias transversais e contração lenta e involuntária.
-



19. (aux necro PCRJ 2002) Na figura abaixo encontram-se alguns dos músculos da face.



Associe o músculo que mais diretamente se relaciona com cada uma das afirmativas abaixo:

1-Sua contração faz com que os lábios fiquem unidos fortemente, comprimindo um contra o outro.

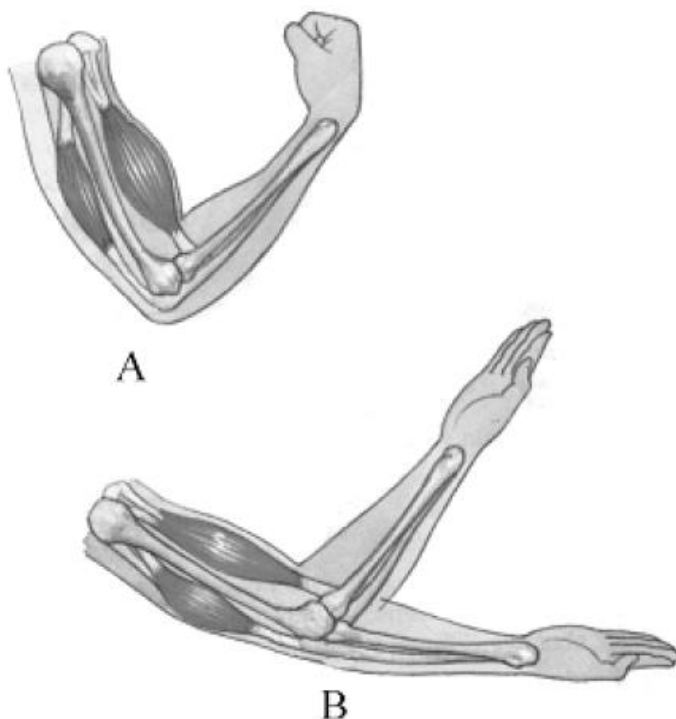
2-sua contração eleva os supercílios e enrugua a testa.

Estes músculos são, respectivamente:

- a) Orbicular da boca e frontal.
- b) Depressor do ângulo da boca e corrugador do supercílio.
- c) Risório e orbicular do olho.
- d) Depressor do lábio inferior e frontal.
- e) Zigomáticos e corrugador do supercílio.

20. (PCRJ 2002) A eficiência na movimentação de certos ossos depende muito da ação de músculos que trabalham de modo antagônico, isto é, quando um músculo se contrai, o outro relaxa e vice versa.

Sobre as figuras A e B, analise as afirmativas que se seguem:



I- em A, enquanto o tríceps braquial se contrai, o bíceps relaxa.

II- em B, o bíceps braquial relaxa, empurrando os ossos rádio e ulna e o antebraço se estende.

III- em A a contração do bíceps braquial puxa os ossos do antebraço, que se dobra sobre o braço.

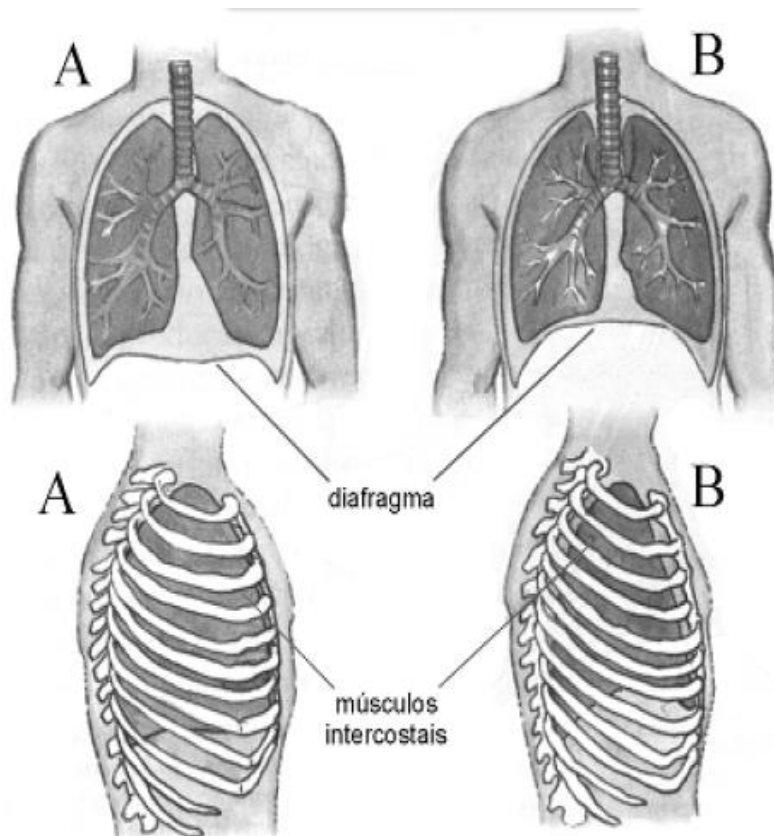
IV- em B o bíceps braquial relaxa e o tríceps braquial se contrai, diminuindo de tamanho e fazendo com que o antebraço se estenda.

A(s) afirmativa(s) correta(s) é/são somente:

- a) I
- b) III
- c) I e II
- d) II e IV
- e) III e IV

21. (aux necro PCRJ 2002) Nas figuras abaixo, estão representados os movimentos respiratórios que determinam a entrada e saída de ar nos pulmões.





Assinale a alternativa que explica corretamente o que está ocorrendo:

- a) Em A ocorre a inspiração porque o diafragma se contrai, o volume da caixa torácica aumenta e a pressão interna diminui.
- b) Em A ocorre a expiração porque os músculos diafragma e intercostais relaxam, o volume da caixa torácica e a pressão interna diminuem.
- c) Em B ocorre a expiração porque os músculos intercostais se contraem, o volume da caixa torácica aumenta e a pressão interna diminui.
- d) Em B ocorre a inspiração porque os músculos diafragma e intercostais se contraem, o volume da caixa torácica e a pressão interna aumentam.
- e) Em B ocorre a expiração porque o diafragma relaxa, o volume da caixa torácica e a pressão interna aumentam.

22. (**mundoeeducação**) Os músculos são tecidos especializados que constituem aproximadamente 40% de toda nossa massa corporal. Podemos classificá-los em três tipos básicos: estriado esquelético, estriado

cardíaco e não estriado. O tipo não estriado não apresenta estriações transversais características dos outros tecidos musculares. Isso ocorre porque:

- a) não existem filamentos de actina e miosina nesse tipo de tecido muscular.
- b) existe apenas actina nesse tipo de tecido muscular.
- c) os filamentos de actina e miosina não estão organizados em um padrão regular nesse tipo de tecido muscular.
- d) as células não estão agrupadas formando feixes nesse tipo de tecido muscular.
- e) não se observa a presença de miosina nesse tipo de tecido muscular.

23. (**mundoeeducação** - **modificado**) Sobre o tecido muscular estriado cardíaco, marque a alternativa incorreta.

- a) O tecido muscular estriado cardíaco apresenta contração involuntária.
- b) O tecido muscular estriado cardíaco apresenta estriações transversais.
- c) O tecido muscular estriado cardíaco apresenta células multinucleadas.
- d) No tecido muscular estriado cardíaco, é possível observar os chamados discos intercalares, que são complexos juncionais.
- e) O tecido muscular estriado cardíaco é encontrado apenas no coração.

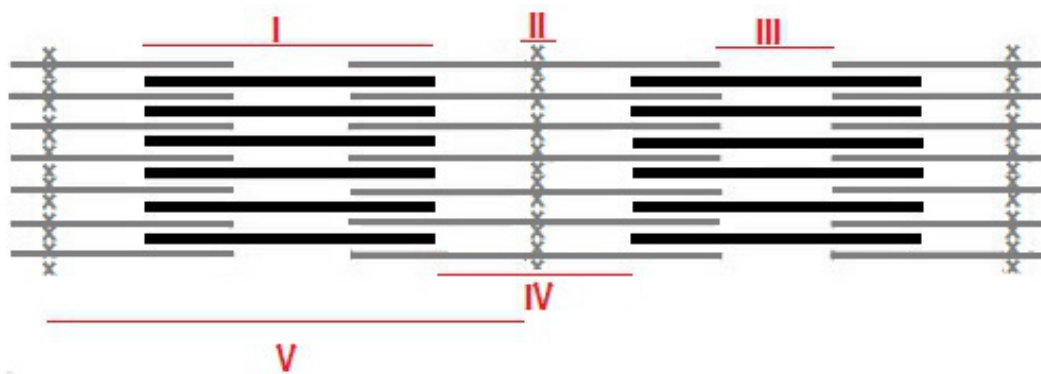
24. (**mundoeeducação**) No tecido muscular estriado esquelético, as células formam feixes. Estes são envolvidos por um tecido conjuntivo denso não modelado chamado de:

- a) epimísio.
- b) perimísio.
- c) endomísio.
- d) sarcômero.



e) miofibrilas.

25. (mundoeducação - UFV-MG) Considerando o esquema dos sarcômeros representados abaixo e suas características durante a contração, assinale a afirmativa INCORRETA:



O esquema acima representa o sarcômero

- a) I contém miofilamentos e corresponde à banda A, que não se encurta.
- b) IV contém actina e corresponde a uma banda que se encurta.
- c) II delimita o sarcômero e corresponde às linhas Z, que se aproximam.
- d) III contém miosina e corresponde à banda H, que se estreita.
- e) V contém miofibrilas e corresponde ao sarcômero, que não se encurta.

26. (https://professor.bio.br/provas_questoes.asp?section=Anatomia&curpage=16) Localizado na parte anterolateral da parede abdominal, este músculo possui suas fibras orientadas no sentido inferoanterior e

medial na mesma direção que os dedos estendidos quando estão em um dos bolsos laterais. A medida que as fibras deste músculo dispõem-se medialmente, tornam-se aponeuróticas, que terminam medialmente na linha Alba. Marque a opção que nomeie o músculo descrito:

- A) Oblíquo externo
- B) Oblíquo interno
- C) Transverso
- D) Reto abdominal
- E) Piramidal

27. (https://professor.bio.br/provas_questoes.asp?section=Anatomia&curpage=16) Este músculo é três vezes mais largo superiormente que inferiormente e é estreito e espesso em baixo e largo e fino em cima. Este é um músculo em faixa, largo e longo que é o principal músculo vertical da parede anterior do abdome. Marque a opção que nomeie este músculo:

- (A) Piramidal
- (B) Oblíquo externo
- (C) Oblíquo interno
- (D) Transverso
- (E) Reto abdominal

28. (MED. CATANDUVA) As miofibrilas, responsáveis pela contração muscular, são constituídas de:

- a) fosfocreatina e glicogênio;
- b) actina e miosina;
- c) fosfolípide e creatina;
- d) globulina e insulina;
- e) queratina e ácido glutâmico



29. (CESGRANRIO) A energia imediata que supre o processo de contração muscular é derivada de ligações ricas em energia proveniente de:

- a) trifosfato de adenosina;
- b) creatina fosfato;
- c) ácido fosfoenolpirúvico;
- d) difosfato de adenosina;
- e) acilmercaptanas.

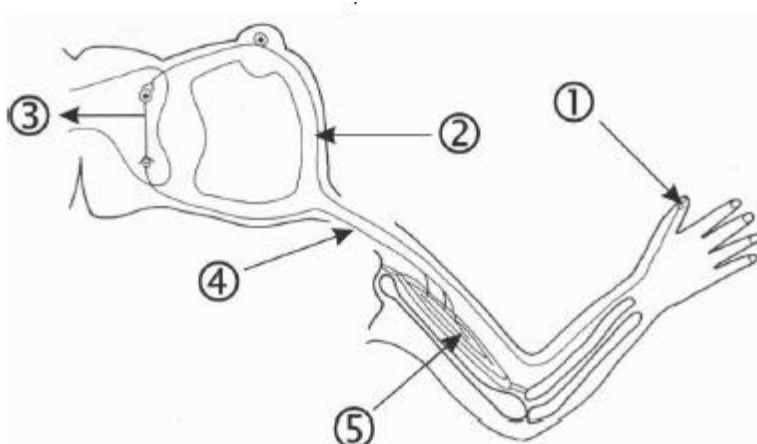
30. (CESPE – Tec enferm – STJ) Com relação a anatomia e fisiologia muscular, julgue o item seguinte.

O músculo bucinador localiza-se na margem orbital medial e atua como esfíncter da órbita fechando as pálpebras.

(Certo)

(Errado)

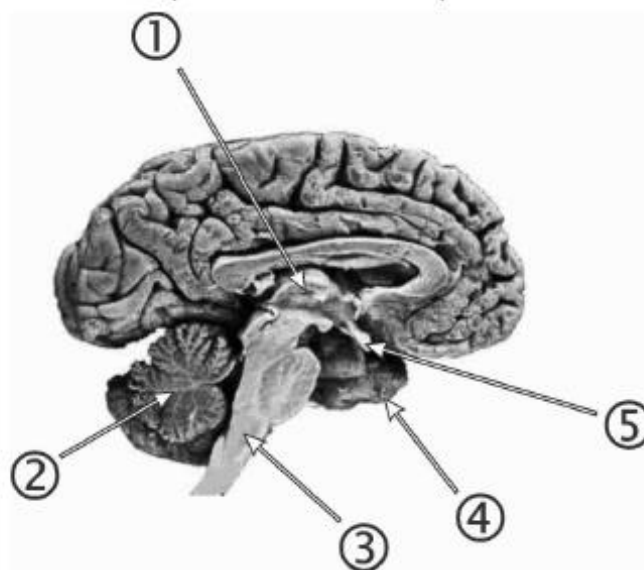
31. (Tec Necro PC RJ 2009) O esquema a seguir representa um arco reflexo que participa da reação de uma pessoa que, ao tocar um objeto quente, rapidamente afasta sua mão.



O caminho do impulso nervoso, no caso descrito acima, é:

- a) 1 -2- 3- 4- 5
- b) 5 - 4 - 3 - 2- 1
- c) 3 -2 - 1 e 3 -4 - 5
- d) 1- 2 -3 e 5- 4 - 3
- e) 1 - 5 e 5 - 1

32. (PC RJ 2009) O sistema nervoso central compreende o encéfalo e a medula e, parte dele, está representada no esquema abaixo:



Nesse esquema, o bulbo, responsável pela coordenação de diversas funções, está indicado por:

- A) 1.
- B) 2.
- C) 3.

D) 4.

E) 5.

33. (PC RO 2014) Homem não identificado é encontrado morto com um tiro na cabeça. Na necropsia, o perito legista constatou que o projétil de arma de fogo entrou pela nuca, atravessando todo o tronco encefálico, saindo pela face, e que o indivíduo morreu imediatamente, por uma súbita parada cardiorrespiratória. A estrutura do encéfalo atingida foi:

- a) Córtex cerebral
- b) Hipófise
- c) Bulbo
- d) Medula
- e) cerebelo

34. (Tec Necro PC RO 2014) O neurônio, quando estimulado, realiza uma série de reações em sua membrana com a entrada e saída de dois íons. Essas reações geram alterações elétricas na membrana do neurônio, caracterizando o impulso nervoso.

Assinale a opção que apresenta os íons envolvidos na formação o impulso nervoso e o sentido de sua propagação em um neurônio típico multipolar.

- a) Sódio e magnésio. Dendritos – corpo celular – axônio.
- b) Sódio e potássio. Corpo celular – dendritos – axônio
- c) Sódio e Potássio. Dendritos – corpo celular – axônio
- d) Cálcio e potássio. Corpo celular - axônio – dendritos
- e) Cálcio e magnésio. Axônio – dendritos – corpo celular.



35.(**PC RJ 2002**) Relacione corretamente a 1a coluna com todas as afirmativas da 2a coluna:

I – Sistema Nervoso Central

II – Sistema nervoso periférico

() Os neurônios sensitivos recolhem informações dos órgãos dos sentidos e dos órgãos internos.

() Os neurônios motores levam mensagens para os músculos e glândulas.

() É constituído pelo encéfalo e pela medula espinhal.

() É constituído por gânglios nervosos, nervos cranianos e nervos medulares.

() Encontra-se protegido por ossos e por três membranas: as meninges.

A seqüência numérica correta é:

a) I, I, II, I, II;

b) I, II, I, II, II;

c) II, I, II, I, II;

d) II, II, I, II, I;

e) II, II, II, I, I.



36.(PC RJ 2002) Imagine as seguintes situações:

A - Ao verificar se o ferro elétrico já estava quente, você o tocou levemente sem nenhuma reação brusca.

B - Você estava distraído e encostou a mão em um ferro elétrico quente. Sua reação foi a de afastar rapidamente a mão do ferro.

Os órgãos do sistema nervoso que controlaram as reações em A e B foram, respectivamente:

- a) medula e cerebelo;
- b) bulbo e telencéfalo;
- c) cérebro e medula;
- d) telencéfalo e ponte;
- e) cerebelo e cérebro.

37.(PC RJ 2002) No corpo humano, o órgão do sistema nervoso central que, além de interferir em algumas emoções como o medo e a raiva, controla a sede e a fome é o:

- a) hipotálamo;
- b) hipófise;



- c) córtex;
- d) tálamo;
- e) mesencéfalo.

38. **(Mundo Educação)** Sabemos que o sistema nervoso pode ser dividido em sistema nervoso central e sistema nervoso periférico. A respeito do sistema nervoso central, marque a alternativa incorreta:

- a) O sistema nervoso central é composto por medula espinhal e encéfalo.
- b) O encéfalo, parte integrante do sistema nervoso central, é responsável por controlar diversas funções vitais do nosso organismo.
- c) Fazem parte do sistema nervoso central diversos nervos e gânglios nervosos.
- d) A medula espinhal fica alojada no interior do canal formado pelas perfurações das vértebras.
- e) O sistema nervoso central processa informações vindas de outras partes do corpo

39. **(Mundo Educação)** Que nome recebe a célula especializada na propagação do impulso nervoso? Marque a alternativa que responde a essa pergunta:

- a) Neutrófilos
- b) Neurônios
- c) Condrócitos



d) Miócitos

e) Basófilos

40. (UFSM) Pode-se dizer que o acúmulo de mercúrio afeta a sobrevivência e o funcionamento dos..... Tanto a transmissão do impulso nervoso, que ocorre sempre dos para os quanto a liberação de neurotransmissores são prejudicadas. Indique a alternativa que completa corretamente as lacunas:

a) dendritos — neurônios — axônios

b) axônios — dendritos — neurônios

c) neurônios — dendritos — axônios

d) axônios — neurônios — dendritos

e) neurônios — axônios — dendritos

41. (Mundo Educação) A respeito do potencial de repouso e potencial de ação, marque a alternativa incorreta:

a) Quando um neurônio está em repouso, sua membrana externa apresenta carga elétrica positiva.

b) Quando um neurônio está em repouso, sua membrana interna apresenta carga elétrica negativa.

c) Quando um neurônio é estimulado, ocorre a despolarização.

d) A despolarização consiste na inversão das cargas elétricas da membrana.



e) Após o impulso, a membrana volta ao estado de repouso, com carga positiva na membrana externa e interna.

42. **(PUC-RJ-2007)** Consideramos uma vacina um material que contém:

- a) anticorpos contra determinado patógeno, que estimulam a resposta imunológica do indivíduo.
- b) anticorpos contra determinado patógeno produzidos por outro animal e que fornecem proteção imunológica.
- c) soro de indivíduos previamente imunizados contra aquele patógeno.
- d) células brancas produzidas por animais, que se multiplicam no corpo do indivíduo que recebe a vacina.
- e) um patógeno vivo enfraquecido ou partes dele para estimular a resposta imunológica, mas não causar a doença.

43. **(PUC-MG)** Gripe e AIDS são doenças provocadas por vírus. Entretanto, a gripe tem uma evolução benigna, e a AIDS já não tem. Isso ocorre porque:

- a) o vírus da gripe é mais fraco que o vírus da AIDS.
- b) o vírus da AIDS destrói as células responsáveis pela defesa imunológica.
- c) nosso organismo já é naturalmente imune ao vírus da gripe.
- d) o vírus da AIDS não é reconhecido como antígeno pelo sistema imunológico.
- e) os mecanismos de infecção são diferentes.

44. **(Portal Brasil Escola)** O sistema imunológico humano apresenta como função primordial a defesa do organismo. Uma das formas de proteção é a produção de _____, proteínas que reagem de forma específica com agentes estranhos denominados genericamente de _____.

Marque a alternativa que completa adequadamente os espaços acima:



- a) anticorpos e leucócitos.
- b) leucócitos e anticorpos.
- c) anticorpos e antígenos.
- d) antígenos e anticorpos.
- e) leucócitos e antígenos.

45. (**Portal Mundo Educação**) As células de memória são produzidas no nosso corpo em uma resposta imunitária conhecida como:

- a) primária.
- b) secundária.
- c) terciária.
- d) quartenária.
- e) quizenária.

46. (**Tec Necro PC RJ 2009**) As glândulas tireoide e paratireoides estão relacionadas com o controle do metabolismo energético e do cálcio.

A respeito da localização dessas estruturas e suas relações anatômicas, é correto afirmar que:

(A) a tireoide está aderida à superfície posterior da traqueia.



(B) as paratireóides estão aderidas à superfície anterior da laringe.

(C) a tireoide envolve a superfície anterior da traqueia expandindo-se em dois lobos em torno deste tubo.

(D) as paratireóides envolvem a superfície anterior da tireoide, recobrindo-a.

(E) as paratireóides estão aderidas à superfície anterior da traqueia, acima da tireoide.

47. (Aux. Necro PCRJ2002) Relacione os hormônios abaixo com algumas das funções que são realizadas por cada um deles:

1 - testosterona () Responsável pelo crescimento do endométrio e a formação dos órgãos externos do sistema reprodutor feminino.

2 – estrogênio () Responsável pelo desenvolvimento das características sexuais secundárias no sexo masculino, como o aparecimento da barba.

3 – progesterona () Responsável pelo desenvolvimento das características sexuais secundárias no sexo feminino, como o crescimento das mamas.

() Prepara o endométrio para uma futura gravidez, tornando-o mais espesso e vascularizado .

A sequência numérica correta é:



- a) 1, 2, 1, 3;
- b) 1, 3, 1, 2;
- c) 2, 1, 2, 3;
- d) 2, 3, 1, 2;
- e) 3, 2, 1, 1.

48. **(Aux Enf 2018 PR FADCT)** Um tipo de DST (Doença Sexualmente Transmissível) que faz com que seu agente causador comprometa o funcionamento do sistema imunológico humano, impedindo-o de executar adequadamente a sua função de proteger o organismo contra as agressões externas, tais como: bactérias, outros vírus, parasitas e células cancerígenas é conhecida como:

- A) Cancro Mole.
- b) Condiloma Acuminado.
- c) AIDS.
- d) Linfogranuloma Venéreo

49. **(Aux Enferm 2017 PR IE)** A temperatura corporal pode sofrer alterações durante processos infecciosos ou inflamatórios, devendo ser verificada mediante a utilização de termômetro. Ao verificarmos a temperatura axilar do paciente, e constatarmos que a mesma se encontra normal, esta deverá estar na seguinte variação:

- a) 35,8°C - 37,0°C.
- b) 36,3°C - 37,4°C.
- c) 37°C - 38°C.
- d) Nenhuma das alternativas.



50. **(Aux Enferm 2017 PR IE)** O paciente com Diabetes Mellitus recebe tratamento pelo SUS, e a assistência de enfermagem para este tipo de paciente orienta para um processo de educação que o auxilie a conviver melhor com a sua condição crônica. Portanto, as ações a serem desenvolvidas envolvem diversas orientações, com exceção de:

- a) Controlar a glicemia.
- b) Melhorar a qualidade de vida, através de alimentação regular e exercícios físicos.
- c) Comer doce após cada refeição.
- d) Nenhuma das alternativas.

51. **(Prefeitura RJ - 2013)** A pequena circulação compreende o sangue que passa:

- a) Pela artéria aorta, pela bexiga e pela veia cava.
- b) Pela artéria pulmonar, pelo pulmão e pela veia pulmonar.
- c) Pelos átrios.
- d) Pelos ventrículos.

52. **(PC RJ 2002)** Associe corretamente os elementos figurados do sangue humano apresentados na 1ª coluna com todas as afirmativas listadas na 2ª coluna.

I- Hemácias

II-Leucócitos

III- Plaquetas

() Participam da coagulação do sangue

() transportam O₂



- () Possuem a forma de um disco bicôncavo e não possuem núcleo
- () atravessam a parede dos vasos capilares dirigindo-se para uma região infectada do organismo
- () são fragmentos de citoplasma desprovidos de núcleo

Assinale a opção que apresenta a sequência numérica correta:

- a) I, II, II, III, I
- b) I, III, III, I, II
- c) II, III, II, I, I
- d) III, I, I, II, III
- e) III, I, III, II, II.

53. (**Aux Necro PC RJ 2002**) Formando um verdadeiro exercito contra os microorganismos causadores de doenças, células especiais do organismo realizam a tarefa de defesa, através da fagocitose e da produção de anticorpos.

Como exemplos dessas células podemos citar, respectivamente:

- a) Neutrófilos e macrófagos
- b) Eritrócitos e trombócitos
- c) Linfócitos e eritrócitos
- d) Monócitos e eosinófilos
- e) Macrófagos e linfócitos.

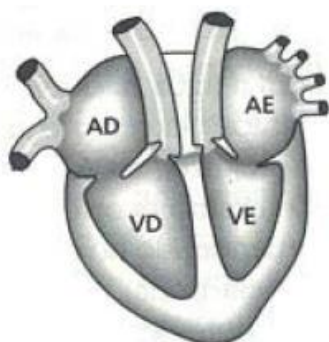
54. (**PC RJ 2002**) O músculo cardíaco também chamado de miocárdio possui células:

- a) Alongadas, cilíndricas e unidas, com estrias transversais e contração rápida voluntária.
- b) Alongadas e isoladas, sem estrias transversais e contração lenta e involuntária



- c) Alongadas e ramificadas, com estrias transversais e contração rápida involuntária
- d) Curtas e ramificadas, com estrias transversais e contração rápida e voluntária.
- e) Curtas e unidas sem estrias transversais e contração lenta e involuntária.

55. (PC RJ 2002) Sobre o esquema abaixo que representa um coração humano, é correto afirmar que:



- a) O sangue que sai do ventrículo esquerdo é enviado aos pulmões onde sofre hematose
- b) O sangue que circula nas veias pulmonares e na aorta é rico em gás oxigênio
- c) A artéria pulmonar traz sangue oxigenado dos pulmões para o coração
- d) O sangue que circula no lado direito do coração é rico em gás oxigênio e pobre em gás carbônico
- e) O átrio esquerdo se comunica com o ventrículo esquerdo por um orifício protegido pela válvula tricúspide.

56. (PC RJ 2002) No corpo humano as trocas de substâncias entre o sangue e as células ocorre nos (as):

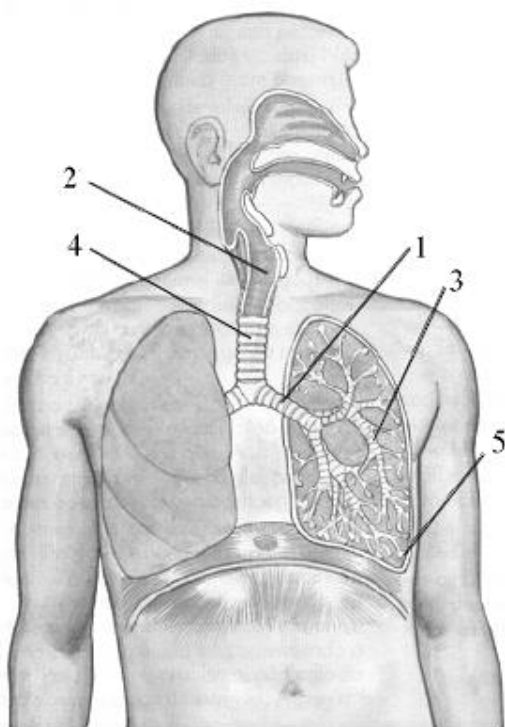
- a) Artérias
- b) Veias
- c) Arteríolas
- d) Vênulas
- e) Capilares

57. (PC RJ 2002) O miocárdio precisa ser abastecido por grandes quantidades de sangue rico em gás oxigênio e em nutrientes, caso contrário o coração pode parar de funcionar.

A irrigação do miocárdio se dá através da (das):

- a) Veias pulmonares
- b) Veia cava superior
- c) Artérias coronárias
- d) Artérias carótidas
- e) Artéria aorta

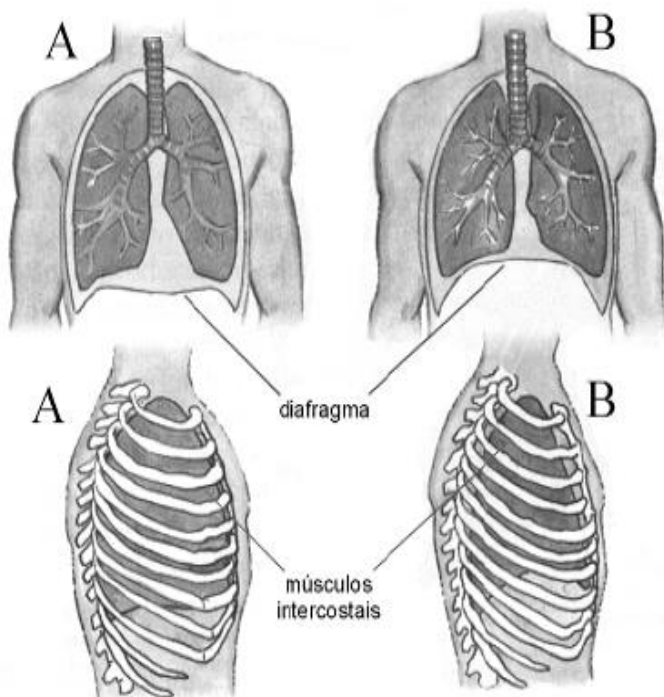
58. (PC RJ 2002) No esquema abaixo, que representa o sistema respiratório, identifique as estruturas numeradas:



A opção que representa a associação correta entre os números e as estruturas é (sequencialmente de 1 a 5):

- a) Bronquíolo, traqueia, brônquio, laringe, alvéolo
- b) Brônquio, faringe, traqueia, alvéolo, pleura
- c) Traqueia, brônquio, laringe, alvéolo, bronquíolo
- d) Brônquio, laringe, bronquíolo, traqueia, alvéolo
- e) Bronquíolo, pleura, alvéolo, laringe, brônquio

59. (PC RJ 2002) Nas figuras abaixo, estão representados os movimentos respiratórios que determinam a entrada e saída de ar nos pulmões:



Assinale a alternativa que explica corretamente o que está ocorrendo:

- a) Em A ocorre a inspiração porque o diafragma se contrai, o volume da caixa torácica aumenta e a pressão interna diminui.
- b) Em A ocorre a expiração porque os músculos diafragma e intercostais relaxam, o volume da caixa torácica e a pressão interna diminuem.

- c) Em B ocorre a expiração porque os músculos intercostais se contraem, o volume da caixa torácica aumenta e a pressão interna diminui.
- d) Em B ocorre a inspiração porque os músculos diafragma e intercostais se contraem, o volume da caixa torácica e a pressão interna aumentam.
- e) Em B ocorre a expiração porque o diafragma relaxa, o volume da caixa torácica e a pressão interna aumentam.

60. (PC RJ 2002) A alternativa que apresenta o órgão comum ao sistema respiratório e digestivo é:

- a) Brônquios
- b) Esôfago
- c) Laringe
- d) Traqueia
- e) Faringe

61. (PC SP 2014) Em um exame de necropsia, foi detectada a ausência de um órgão, o baço, na cavidade abdominal de um corpo humano. Considerando a função do baço, a consequência da remoção desse órgão no organismo é um quadro de:

- a) Anemia severa
- b) Cansaço excessivo após atividade física
- c) Deficiência de digestão
- d) Imunidade reduzida
- e) Icterícia devido a destruição das hemácias

62. (Aux Necro PC SP 2014) O coração é um órgão de importância vital no sistema cardiovascular. Quanto à circulação do sangue pelo sistema cardiocirculatório humano, é correto afirmar que:



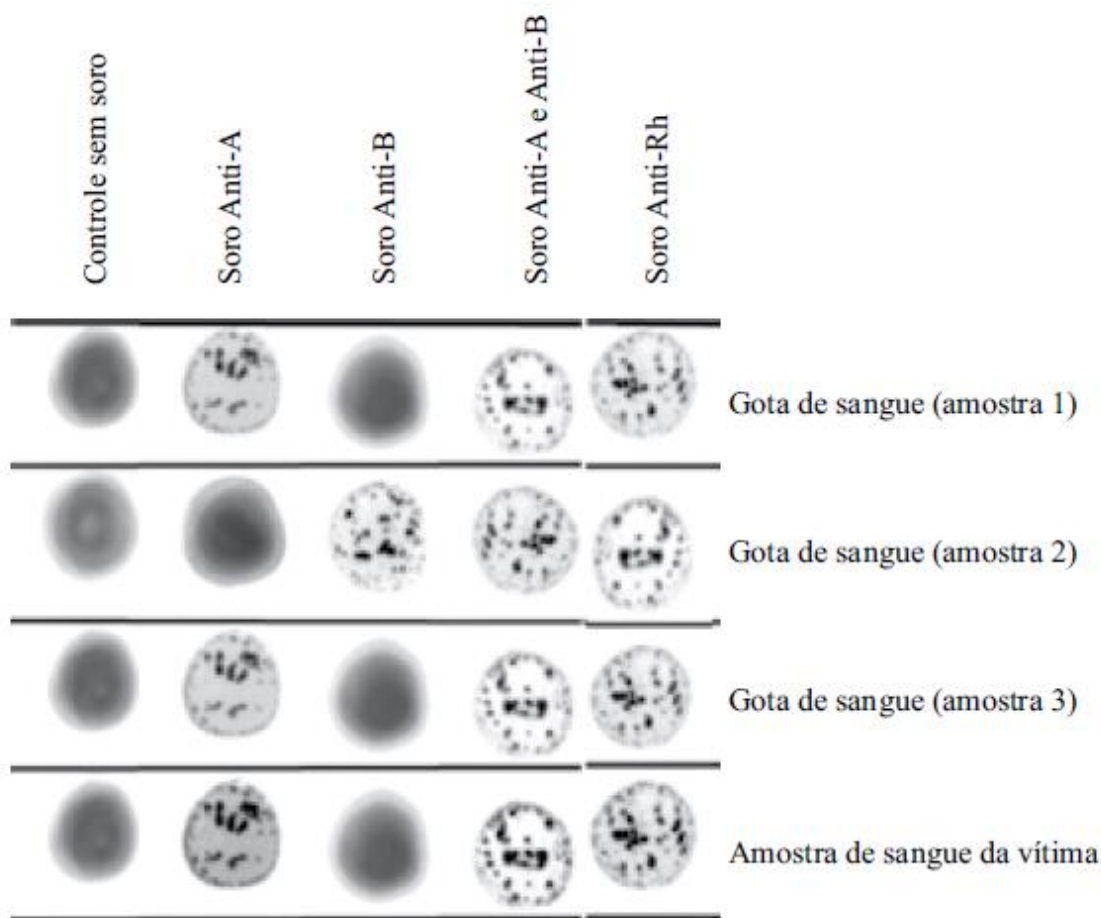
- a) Sangue rico em gás carbônico chega ao coração pelas veias cava superior e inferior, entrando pelo átrio direito, que se contrai e envia o sangue para o ventrículo direito e depois o sangue é transportado para os pulmões pelas artérias pulmonares.
- b) Sangue rico em gás carbônico chega ao coração pela artéria aorta até o átrio esquerdo, que se contrai e envia o sangue para o ventrículo esquerdo, e depois o sangue é transportado aos pulmões e fígado.
- c) O sangue rico em gás carbônico chega ao coração pela veia cava superior, entrando no ventrículo direito, que se contrai e envia o sangue para o ventrículo esquerdo, onde o sangue é oxigenado e enviado aos pulmões pelas artérias pulmonares.
- d) O sangue oxigenado chega ao coração pela veia cava inferior, entrando no átrio direito, que se contrai e envia o sangue para o átrio esquerdo, e depois o sangue será transportado para os pulmões pelas veias pulmonares.
- e) O sangue oxigenado chega ao coração pela artéria aorta e capilares sanguíneos que ligam as artérias e veias cardíacas, entra no átrio esquerdo que se contrai e envia o sangue para o ventrículo esquerdo, onde será oxigenado e transportado para os pulmões, fígado e intestino.

63. (Vunesp SP 2014) No sistema respiratório humano, o ar inspirado pelas fossas nasais é filtrado, umedecido e aquecido antes de ser transportado para os pulmões. Nos pulmões, as trocas gasosas ocorrem:

- a) Nos alvéolos pulmonares
- b) No mediastino
- c) No lobo superior
- d) Na pleura
- e) Nos brônquios.

64. (Vunesp SP 2014) Em uma cena de crime, onde ocorreu luta corporal entre vítima e agressor, foram coletadas três amostras de sangue que estavam em condições adequadas para análise de tipagem sanguínea dos sistemas ABO e Rh. A figura a seguir mostra o resultado das tipagens das três amostras coletadas e do sangue da vítima. Considere que o controle sem soro é o controle negativo da reação de imunoaglutinação.

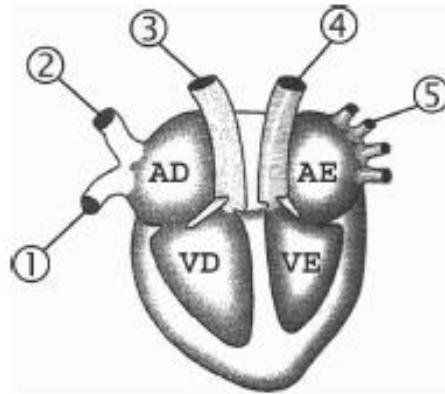




Analisando tais resultados, é correto concluir que

- Todas as amostras devem pertencer à vítima, pois aglutinam na presença dos soros AntiA, AntiB e sofrem hemólise na presença do soro AntiRh
- A amostra de sangue da vítima é do tipo A, Rh positivo, pois sofre aglutinação na presença do soro antiA e sofre hemólise na presença do soro antiRh
- A amostra de sangue da vítima é do tipo B, Rh positivo pois sofre aglutinação na presença do soro anti A e anti B e não sofre hemólise na presença do soro anti Rh
- A única amostra que não é da vítima é a 2, pois mostra falsa aglutinação ao soro anti A, mas aglutina na presença dos soros antiB e antiAB e não sobre hemólise na presença do soro antiRh.
- A amostra de sangue da vítima é do tipo AB, Rh positivo pois sofre aglutinação na presença dos soros antiA e antiB e sofre hemólise na presença do soro antiRh.

65. (Tec Necro 2009 PC RJ) O esquema a seguir representa, de modo simplificado, um coração humano.



Estão representadas as cavidades cardíacas e os principais vasos ligados ao coração, numerados da seguinte forma:

I. 1, 2 e 5 são veias

II. 3 e 4 são artérias

O sangue arterial é encontrado somente em:

- a) 3 e 4
- b) 4 e 5
- c) 3 e 5
- d) 1, 2 e 3
- e) 1, 2 e 5

66. (2009 PC RJ) O baço é um órgão importante do sistema imunitário. Com relação à sua localização e à função que exerce em indivíduos adultos, assinale a afirmativa correta:

Localização

função



- a) Abaixo do diafragma e atrás do estômago / destruição de hemácias anormais
- b) Acima do diafragma e atrás do estômago / produção de hemácias
- c) Abaixo do diafragma e à frente do estômago / produção de leucócitos
- d) Abaixo do diafragma e abaixo do estômago / produção de leucócitos e de hemácias
- e) Acima do diafragma e à frente do estômago / produção de plaquetas sanguíneas

67. (**2009 PC RJ**) Cortes na pele, ainda que pouco profundos, sangram. Mas em condições normais, após alguns minutos, o sangramento cessa devido à formação de uma massa gelatinosa de cor vermelha escura, o coágulo, que atua como tampa do ferimento.

O coágulo é o resultado:

- a) Da aglomeração de células do tecido epidérmico rompido no local do ferimento
- b) Da formação de uma rede de filamentos de fibrina, uma proteína derivada do fibrinogênio plasmático, que retém as células sanguíneas.
- c) Da aglutinação de hemácias no local lesado, numa reação em contato com o ar.
- d) Da ação de plaquetas que se transformam em filamentos de fibrina aos quais as células sanguíneas aderem.
- e) Da ação conjugada de leucócitos e hemácias para permitir a transformação das plaquetas em uma espécie de gel.

68. (**2009 PC RJ**) O exame de um coração humano normal, usando técnicas adequadas de dissecação, mostra que:

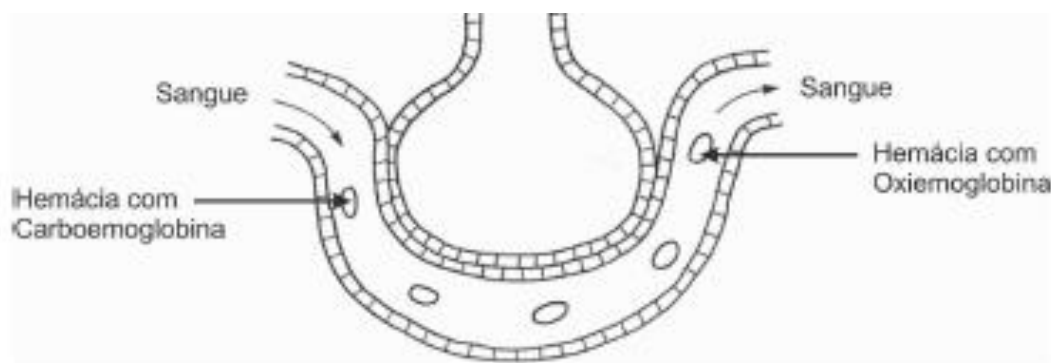
- a) As veias cavae e pulmonares estão conectadas aos ventrículos.
- b) A espessura do miocárdio é maior na parede do ventrículo esquerdo.
- c) O volume do átrio esquerdo é maior do que o do ventrículo direito.
- d) A maior cavidade cardíaca é o átrio direito.
- e) As artérias aorta e pulmonar partem das cavidades atriais.



69. (Tec Necro 2009 PC RJ) O diafragma que separa a cavidade abdominal da torácica é constituído por:

- a) Um tendão laminar
- b) Um ligamento plano
- c) Músculo liso
- d) Músculo estriado
- e) Uma cartilagem laminar

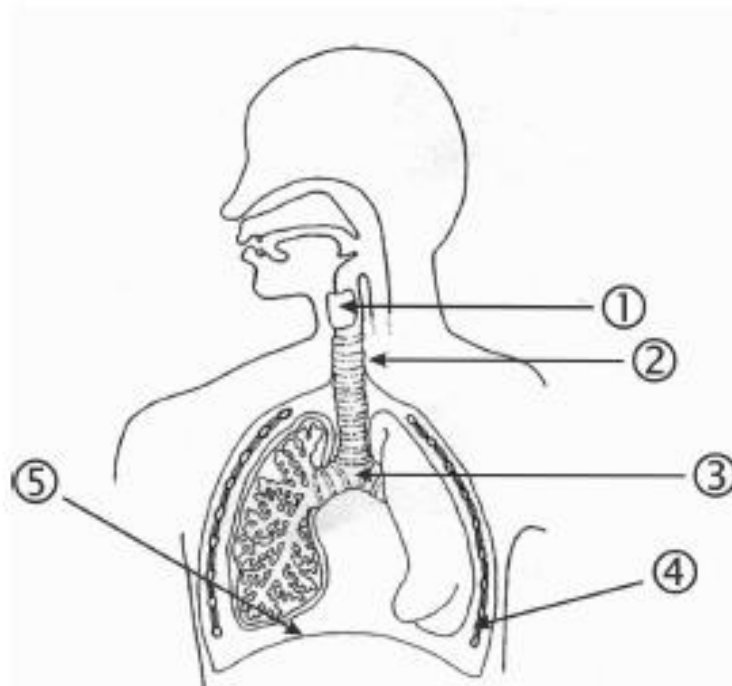
70. (2009 PC RJ) O esquema a seguir representa, de modo simplificado, a seção de uma estrutura do corpo humano.



A estrutura acima esquematizada é encontrada:

- a) Na pele
- b) Nos pulmões
- c) Nos rins
- d) No coração
- e) No estômago

71. . (Tec Necro 2009 PC RJ) Na região do pescoço e do tórax situam-se diversos órgãos como os representados de modo simplificado no esquema a seguir:



Com relação aos órgãos indicados no esquema, é correto afirmar que:

- a) 1 representa a laringe
- b) 2 representa o esôfago
- c) 3 representa um bronquíolo
- d) 4 representa a pleura
- e) 5 representa uma costela

72. (PC RO 2014) “Laudos confirmam 100% das mortes por asfixia e superlotação na Kiss”.

“Vítimas inalaram os gases cianeto e monóxido de carbono, conclui perícia.”(...)

“Todas as mortes ocorridas dentro da boate Kiss durante o incêndio do dia 27 de janeiro foram causadas por asfixia provocada pela inalação dos gases tóxicos cianeto e monóxido de carbono. É o que comprovam os laudos da necropsia entregues nesta sexta-feira (15) à polícia pelo Instituto Geral de Perícias (IGP) em Santa Catarina, Rio Grande do Sul. (...)”

(fonte portal G1 em 15/3/2013).

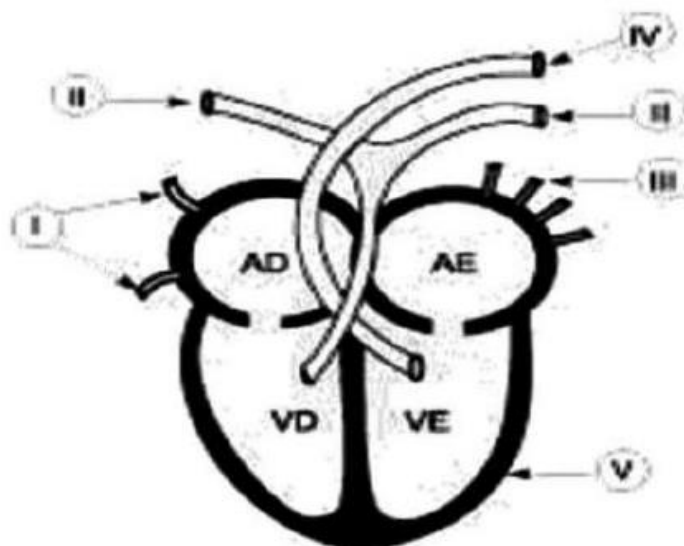
No sangue o monóxido de carbono inalado promove a formação de:

- a) Carboxiemoglobina - composto estável que impede o transporte de oxigênio para as células, diminuindo a produção de energia pelo processo de respiração celular aeróbica.
- b) Carboemoglobina – composto estável que retarda o transporte de gás carbônico para fora das células, diminuindo a taxa de respiração celular aeróbica.
- c) Carboemoglobina – composto instável, formado da fermentação láctica das células musculares a menor taxa de respiração.
- d) Carboxiemoglobina – composto instável que não altera o transporte de oxigênio para os tecidos, mas impede a expiração de gás carbônico.
- e) Carboxiemoglobina – composto estável que é formado pela reação de água e gás carbônico no interior das hemácias, quando a taxa de oxigênio inalado diminui.

73. (Tec Necro PC RO 2014) O coração humano é o órgão responsável pelo percurso do sangue através de todo o corpo. A completa circulação do sangue pelo organismo é realizada em, aproximadamente, 45 segundos, estando o corpo em repouso. O coração bate cerca de 109440 a 110880 vezes por dia, bombeando aproximadamente, 5 litros de sangue.

O esquema abaixo representa a estrutura do coração humano. Nele, estão representadas as cavidades cardíacas, as válvulas cardíacas e os vasos sanguíneos.





Sobre os vasos sanguíneos observados e numerados no esquema, pode-se afirmar que:

- a) I e III são veias por onde circulam respectivamente, sangue venoso e sangue arterial.
- b) III e IV são veias por onde circula o sangue arterial.
- c) I e II são artérias por onde circula o sangue venoso.
- d) V é o miocárdio, músculo responsável pela sístole (movimento de relaxamento) e pela diástole (movimento de contração).
- e) II e IV são artérias por onde circulam, respectivamente, sangue arterial e sangue venoso.

74. (PC RO 2014) A entrada e a saída de ar dos pulmões ocorre graças à contração e ao relaxamento do músculo (A) e dos músculos intercostais. Quando o músculo (A) abaixa, o volume da caixa torácica (B) e, com isso, a pressão interna (C) em relação ao ar atmosférico. Desta forma, ocorre a (D).

Assinale a alternativa que substitui corretamente as letras A, B, C e D do texto acima.

- a) A-diafragma; B-aumenta; C-diminui; D- inspiração.
- b) A-diafragma; B-aumenta; C- aumenta; D-inspiração.
- c) A-alvéolo; B-diminui; C-diminui; D-expiração.
- d) A-Alvéolo; B-diminui; C-aumenta; D-expiração.
- e) A-bronquio; B-diminui; C-diminui; D-expiração.

75. (Aux. Necro PC PI 2012) Sobre as formas de tecido linfático estão associadas ao tecido epitelial, analise as seguintes afirmativas.

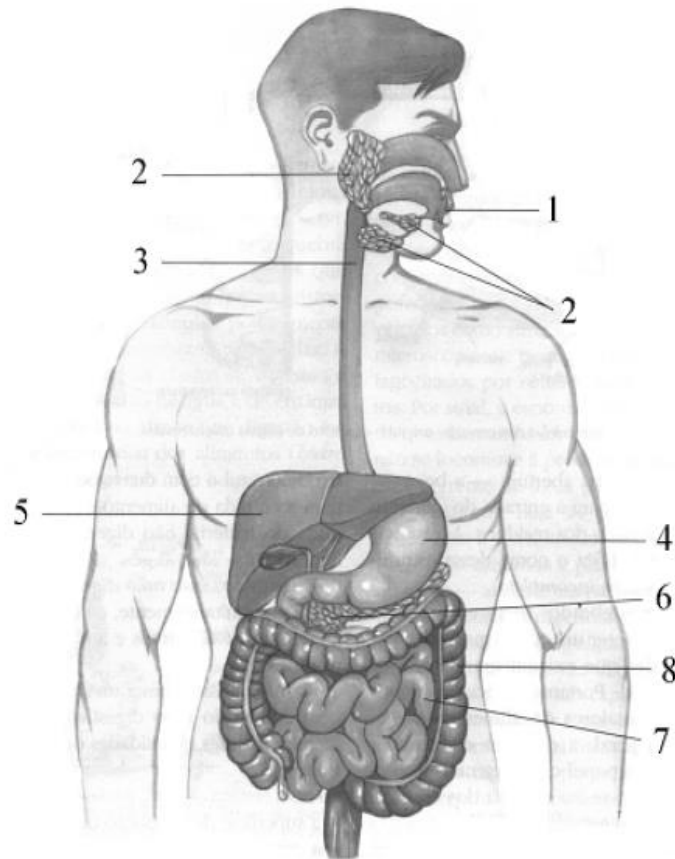
1. não existe tecido linfático fora de timo, linfonodos e baço.
2. o tecido associado às mucosas (MALT) é difuso e presente em regiões diferentes do organismo.
3. as tonsilas são órgãos presentes na porção superior do trato digestório, sempre em contato com o tecido epitelial.
4. o tecido nunca se associa ao epitélio.

Estão corretas:

- a) 1 e 2 apenas
- b) 2 e 3 apenas
- c) 3 e 4 apenas
- d) 1, 3 e 4 apenas
- e) 1, 2, 3 e 4

76. (Aux Necro PCRJ 2002) Relacione os órgãos do sistema digestivo que se encontram numerados, com as afirmativas que se seguem:





I – Os órgãos assinalados pelo numero 2 produzem a saliva que atua na digestão de vitaminas e lubrifica o alimento, facilitando a deglutição.

II – A bile, produzida no órgão de número 5, possui sais biliares que, ao emulsionares as gorduras, facilitam a sua digestão.

III- A absorção das moléculas simples de nutrientes e a formação de fezes ocorrem, respectivamente, nos órgãos indicados pelos números 7 e 8.

IV- A digestão das proteínas contidas nos alimentos é feita por enzimas secretadas pelos órgãos de números: 4, 6 e 7.

A(s) afirmativa(s) correta(s) é/são somente:

- a) I
- b) II e III
- c) III e IV
- d) I, II e IV
- e) II, III e IV

77. (PCRJ 2002) Durante o processo de digestão de uma refeição constando, basicamente, das substâncias I, II e III, ocorreram as seguintes situações:

- Na boca iniciou-se a digestão de I.
- No estômago cessou a digestão de I e iniciou-se a digestão de III
- No duodeno ocorreu a digestão de I, II e III.

Considerando os fatos acima, pode-se afirmar que I, II e III são, respectivamente:

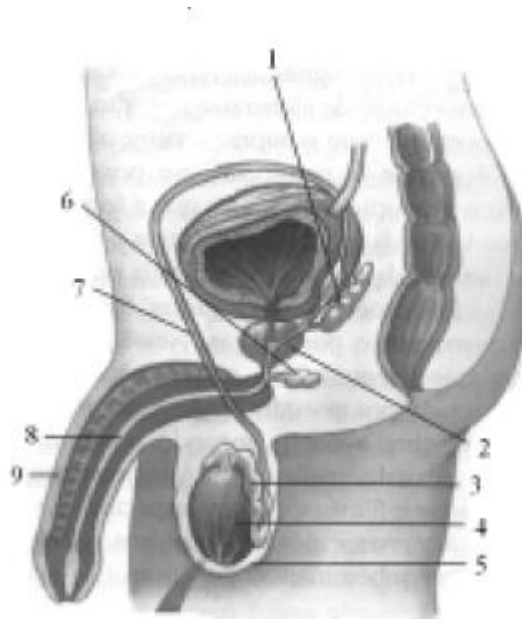
- a) Glicogênio, lipídio e proteína
- b) Amido, proteína e vitamina
- c) Proteína, amido e lipídio
- d) Glicogênio, lipídio e vitamina
- e) Lipídio, proteína e amido

78. (Aux Necro PCRJ 2002) sobre as enzimas que atuam na digestão dos alimentos, é correta a associação:

- a) Pepsina – maltose
- b) Lípase – lactose
- c) Ptialina – amido
- d) Tripsina – gordura
- e) Sacarase – proteína



79. (PCRJ 2002) Sobre a figura abaixo, que representa o sistema reprodutor masculino, são feitas três afirmativas:



I. Em seu interior encontram-se os tubos seminíferos, onde são produzidos os espermatozoides.

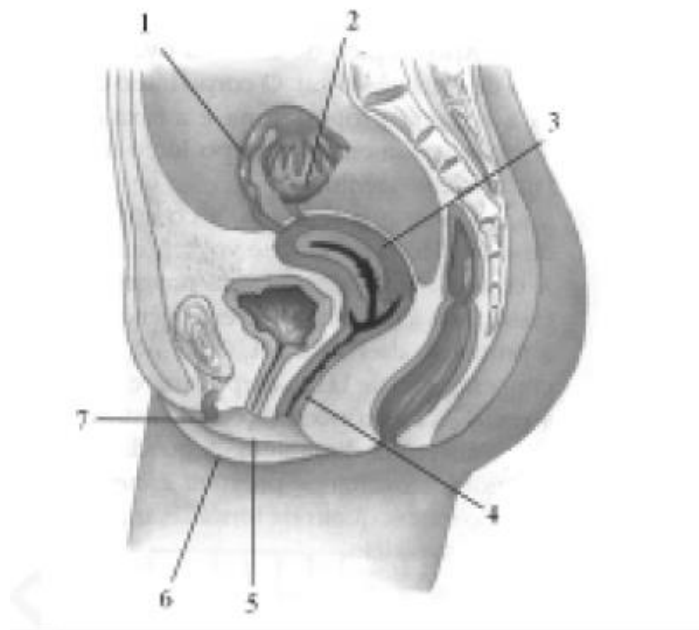
II. em seu interior os espermatozoides ficam armazenados e adquirem mobilidade.

III. sua secreção, rica em substâncias nutritivas, facilita a sobrevivência dos espermatozoides no seu trajeto em direção ao óvulo.

É correto afirmar que os órgãos a que se referem as afirmativas I, II e III são, respectivamente:

- a) 5, 2, 7
- b) 4, 3, 1
- c) 9, 7, 2
- d) 1, 4, 6
- e) 3, 6, 5

80. (PCRJ 2002) Na figura a seguir, que representa o sistema reprodutor feminino, os órgãos se apresentam numerados.



Associe o esquema às afirmativas abaixo:

- I. em 2 é produzido o óvulo, célula reprodutora feminina.
- II. Em 1, um óvulo é lançado uma vez por mês, é a ovulação.
- III. Em 4 ocorre a fecundação, união do espermatozoide com o óvulo.
- IV. Em 3 o embrião se aloja, recebe alimento e se desenvolve.

As afirmativas corretas são somente:

- a) II
- b) I e III
- c) III e IV
- d) I, II e IV
- e) II, III e IV

81. (**Aux Necro PCRJ 2002**) Relacione os hormônios abaixo com algumas das funções que são realizadas por cada um deles:

1 – testosterona

2- estrógeno

3- progesterona

() responsável pelo crescimento do endométrio e a formação dos órgãos externos do sistema reprodutor feminino.

() Responsável pelo desenvolvimento das características sexuais secundárias no sexo masculino como aparecimento da barba.

() Responsável pelo desenvolvimento das características sexuais secundárias no sexo feminino, como o crescimento das mamas.

() prepara o endométrio para uma futura gravidez, tornando-o mais espesso e vascularizado.

A sequência numérica correta é:

a) 1 2 1 3

b) 1 3 1 2

c) 2 1 2 3

d) 2 3 1 2

e) 3 2 1 1

82. (**PC SP 2014**) O principal órgão que compõe o sistema excretor dos vertebrados é o:

a) Fígado

b) Rim



- c) Pele
- d) Vesícula biliar
- e) Intestino delgado

83. (Aux Necro PC SP 2014) Dentre as muitas funções do fígado, é correto citar as funções de:

- a) Armazenamento de bile e resíduos digestórios e absorção de água.
- b) Produção e secreção de hormônio gástrico e processamento de bilirrubina.
- c) Dissolução de triglicerídeos, síntese de ácidos nucleicos e proteínas.
- d) Secreção de resíduos de medicamentos, transporte de bile e sais minerais.
- e) Processamento de medicamentos e hormônios e excreção de bilirrubina.

84. (Tec Necro PC RJ 2009) O estômago é um órgão em forma de saco onde ocorrem importantes etapas da digestão. Comunica-se com outros componentes do tubo digestivo a partir da abertura de esfíncteres. A esse respeito é correto afirmar que:

- a) A cárdia impede, quando fechada, a passagem do alimento do estômago para o esôfago.
- b) O piloro se abre durante a deglutição, permitindo a passagem do alimento para o interior do estômago.
- c) O piloro permanece fechado durante a passagem do alimento para o duodeno.
- d) O piloro evita o refluxo do alimento para o esôfago.
- e) A cárdia se abre para permitir a passagem do alimento semidigerido do estômago para o duodeno.

85. (Tec Necro PC RJ 2009) Assinale a alternativa que indique os órgãos que participam do sistema digestório:

- a) Laringe e esôfago
- b) Faringe e laringe
- c) Faringe e esôfago
- d) Laringe e traqueia

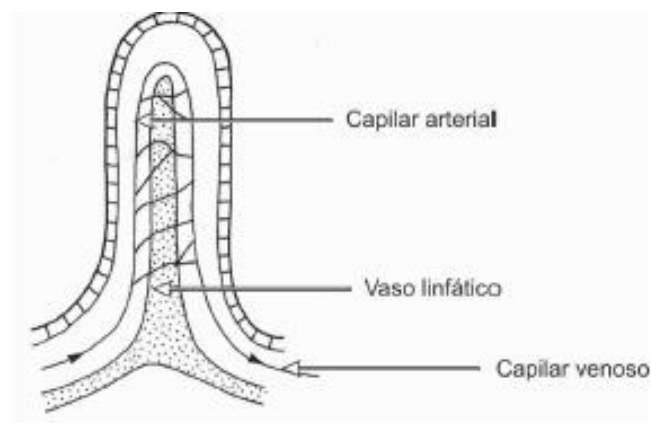


e) Faringe e traqueia

86. (PC RJ 2009) O duodeno é a porção do intestino delgado na qual são liberadas secreções relacionadas com o processo digestivo. Assinale a alternativa que indique os produtos glandulares lançados no duodeno.

- a) Insulina e suco pancreático.
- b) Ptialina e insulina
- c) Insulina e bile
- d) Bile e suco pancreático
- e) Insulina e glucagon

87. (PC RJ 2009) O esquema a seguir representa uma estrutura característica do corpo humano.



Essa estrutura é encontrada:

- a) Nos dedos
- b) No estômago
- c) No intestino delgado
- d) No intestino grosso
- e) Na superfície celular

88. (Tec Necro PC RJ 2009) A respeito da fisiologia e organização do sistema urinário, analise as afirmativas a seguir:

- I. A produção de urina ocorre na bexiga urinária
- II. A urina proveniente dos rins é acumulada nos ureteres
- III. os ureteres conectam os rins à bexiga urinária.

Assinale:

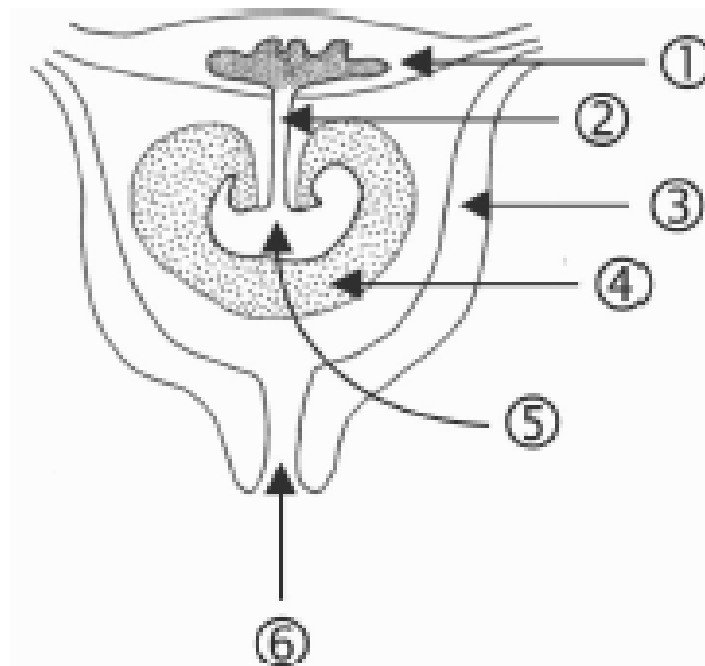
- a) Se somente a afirmativa I estiver correta
- b) Se somente a afirmativa II estiver correta
- c) Se somente a afirmativa III estiver correta
- d) Se somente as afirmativas I e II estiverem corretas
- e) Se todas as afirmativas estiverem corretas

89. (Tec Necro PC RJ 2009) O intestino constitui a parte mais longa do sistema digestório. Compreende regiões diferenciadas, ao longo das quais a maior parte do processo de digestão ocorre. A respeito das características do tubo intestinal é correto afirmar que:

- a) O trecho mais longo é o intestino delgado.
- b) O apêndice vermiforme está ligado ao duodeno.
- c) O intestino grosso conecta-se diretamente ao duodeno.
- d) O fígado, o pâncreas e o baço são glândulas anexas ao intestino.
- e) A conexão entre o ceco e o reto é feita pela válvula ileocecal.

90. (Tec Necro PC RJ 2009) Durante o período de desenvolvimento, o embrião humano situa-se no interior do útero, conforme o esquema simplificado a seguir:

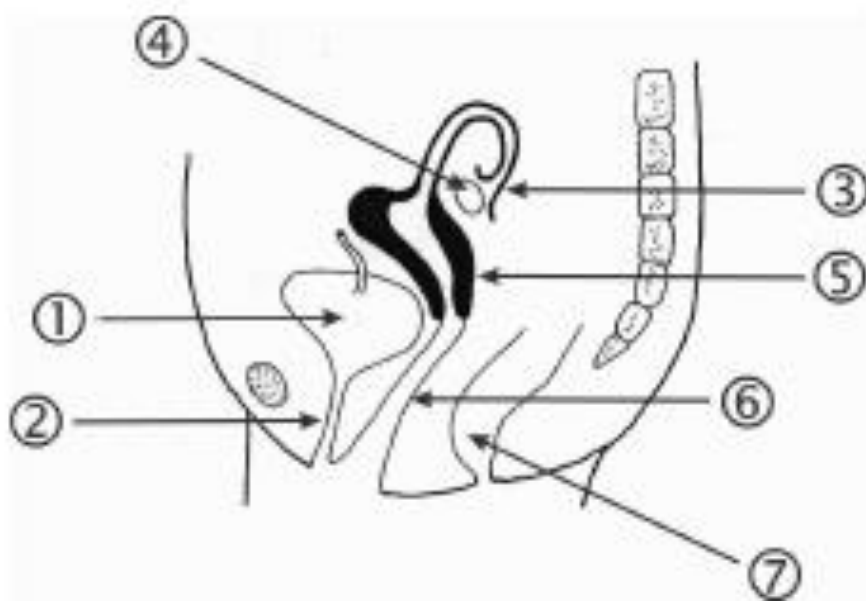




Considerando que, no esquema acima, 2 seja o cordão umbilical, é correto afirmar que:

- a) 1 é o colo do útero
- b) 3 é a bolsa amniótica
- c) 4 é o endométrio
- d) 5 é o embrião
- e) 6 é a vagina

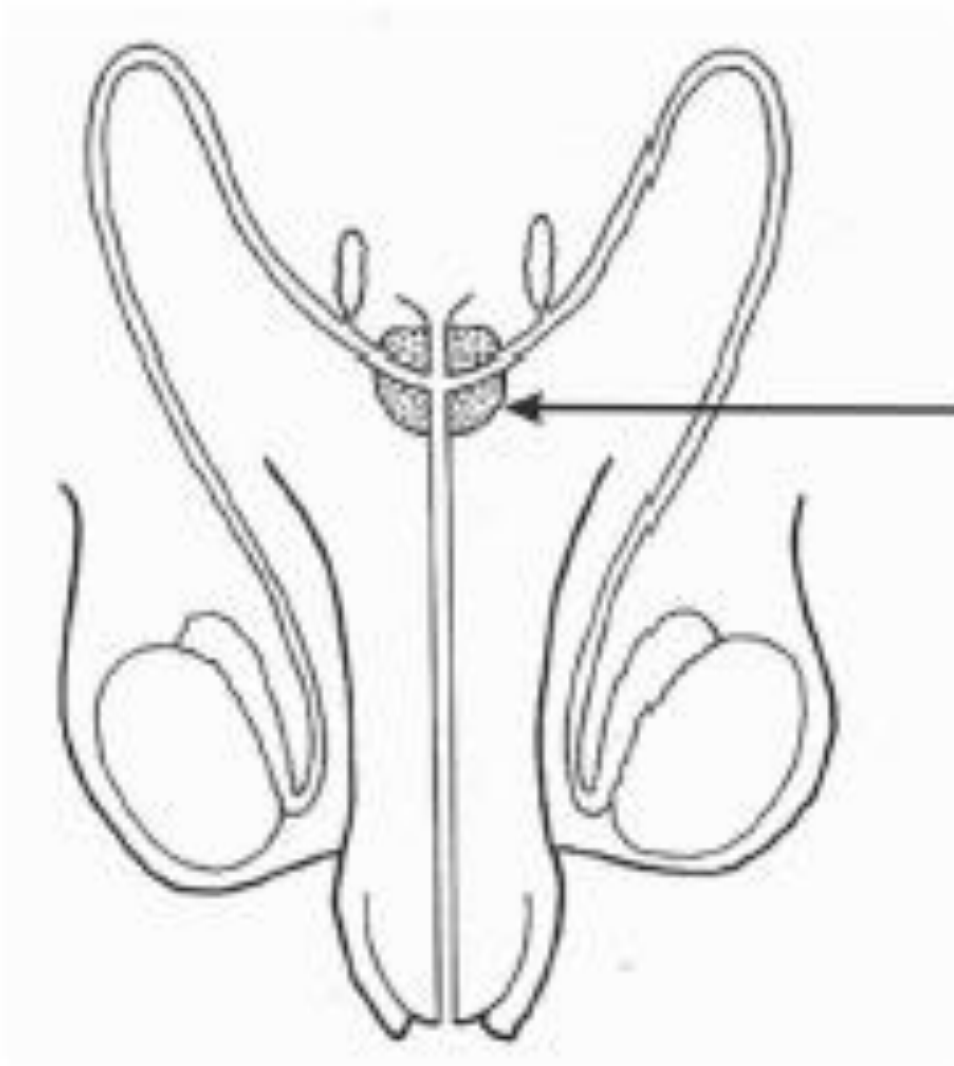
91. (Tec Necro PC RJ 2009) O esquema a seguir representa, de modo simplificado, uma seção vertical de algumas estruturas do abdome de uma mulher.



No esquema, os órgãos do sistema reprodutor estão representados por:

- a) 1, 2, 6
- b) 1, 2, 3, 4
- c) 1, 2, 6, 7
- d) 3, 4, 5, 6
- e) 3, 4, 5, 6, 7

92. (PC RJ 2009) O esquema a seguir representa, de forma simplificada, o sistema reprodutivo de um homem.

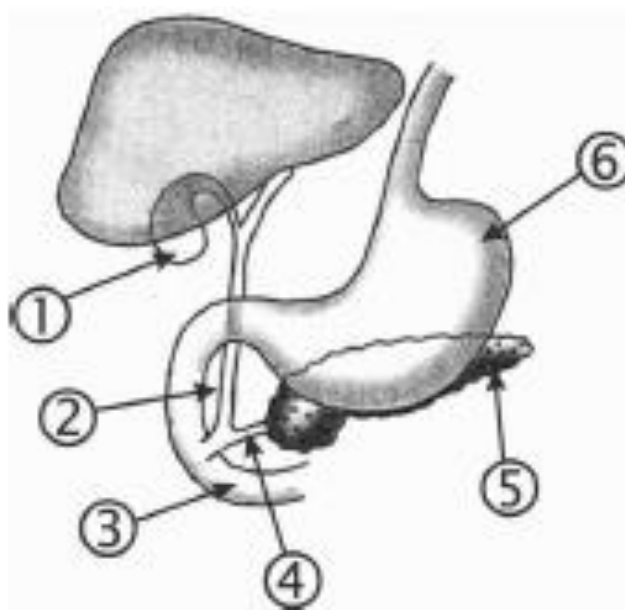


No esquema, a seta indica:

- a) A bexiga
- b) A próstata
- c) A vesícula seminal
- d) A glândula bulbouretral
- e) O epidídimo

93. (PC RJ 2009) A figura abaixo apresenta alguns órgãos encontrados na cavidade abdominal.

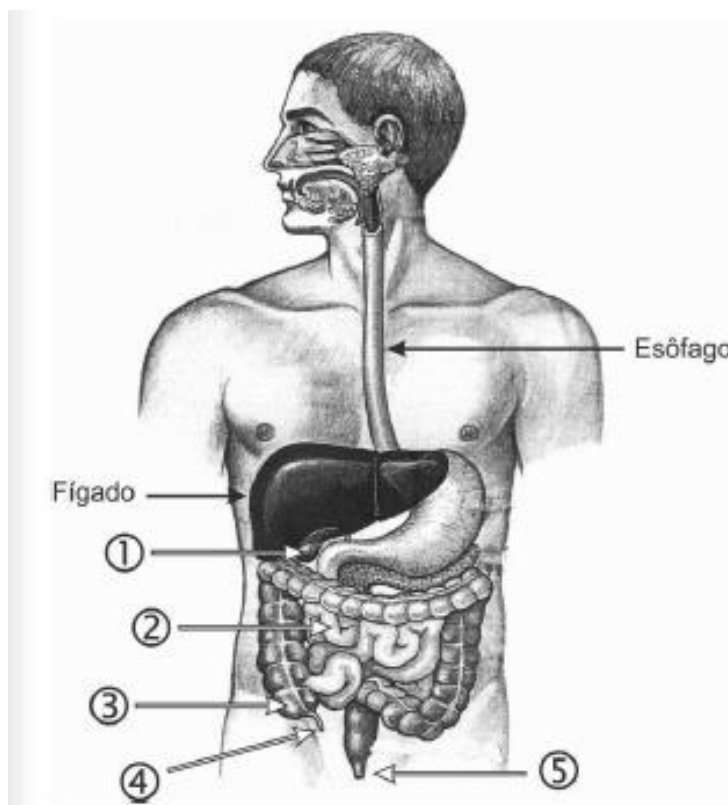




Com relação às partes indicadas pelas setas, é correto afirmar que:

- a) 1 recebe alimentos absorvidos em 5.
- b) 2 e 3 levam alimentos para 1 e 4, respectivamente.
- c) 4 produz hormônios e não atua na digestão.
- d) 5 envia alimentos e líquidos digestivos para 6.
- e) 5 e 6 atuam na digestão e na produção de hormônios.

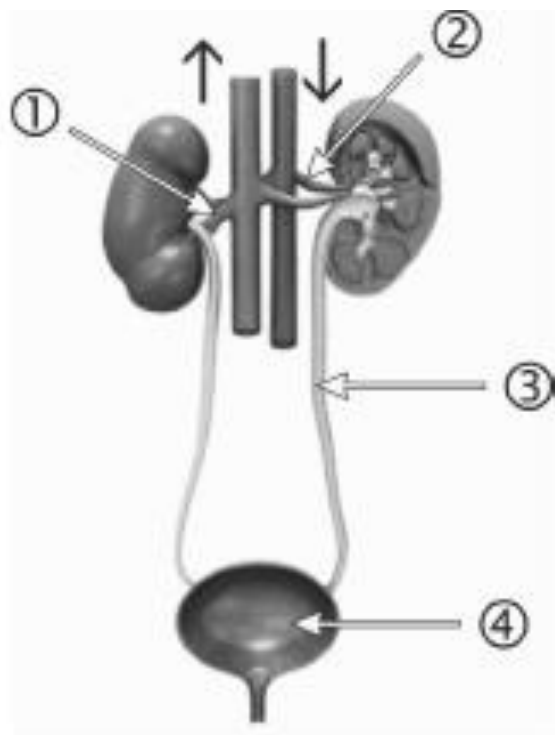
94. (Tec Necro PC RJ 2009) Na região abdominal encontram-se diversos órgãos como os que estão ilustrados no esquema a seguir:



Com relação aos órgãos representados no esquema, é correto afirmar que:

- a) 1 representa o pâncreas
- b) 2 representa o colo
- c) 3 representa o ceco
- d) 4 representa o intestino delgado
- e) 5 representa o apêndice

95. (Tec Necro PC RJ 2009) O sistema urinário humano localiza-se na região abdominal. No esquema abaixo estã representado, de modo simplificado, parte do sistema urinário de um homem.

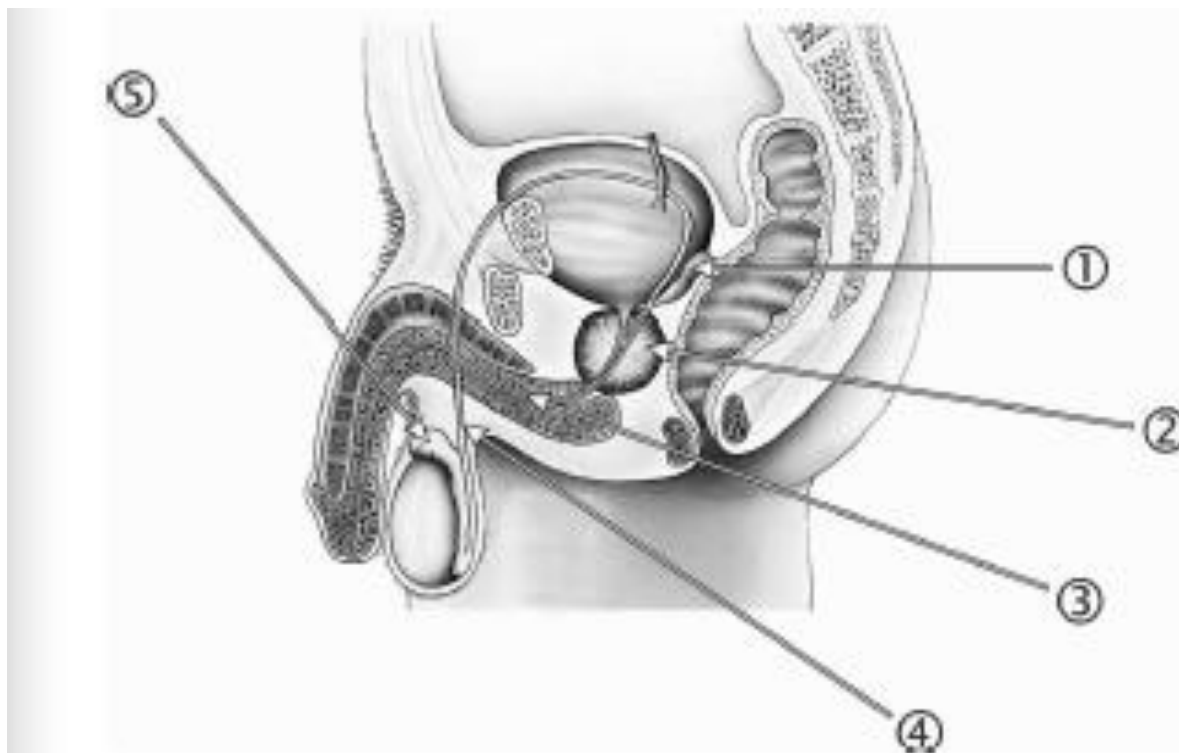


Com relação às partes indicadas no esquema, é correto afirmar que:

- a) 1 transporta sangue oxigenado
- b) 2 transporta sangue venoso
- c) 3 representa ureter
- d) 4 representa o rim
- e) 2 e 3 representam ureteres

96. (Tec Necro PC RJ 2009) Num processo judicial de paternidade duvidosa, uma mulher, grávida de dois meses, acusou um homem, anteriormente vasectomizado, como o responsável pela sua gravidez.





A prova visual da vasectomia poderá ser obtida caso se constate uma interrupção na região indicada por:

- a) 1
- b) 2
- c) 3
- d) 4
- e) 5

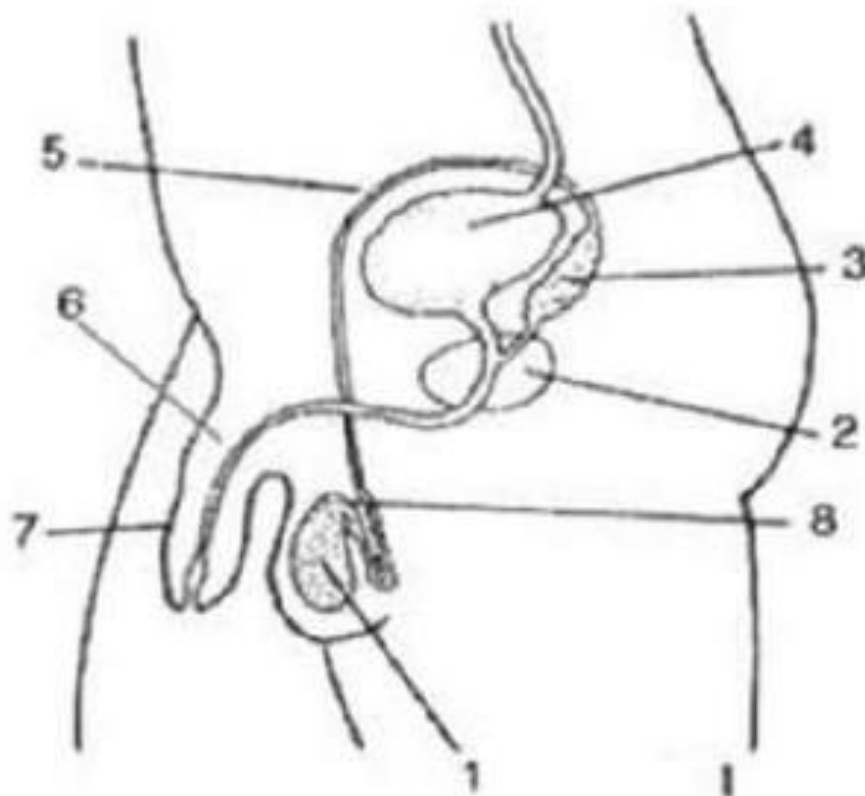
97. (PC PIAUI 2012) Qual dos seguintes órgãos não é considerado parte do sistema digestório?

- a) Pâncreas
- b) Baço
- c) Língua
- d) Dentes
- e) Vesícula biliar

98. (PC PIAUI 2012) Qual das seguintes estruturas não é parte da vulva?

- a) Monte do púbis
- b) Clitóris
- c) Vestíbulo vaginal
- d) Lábios menores
- e) vagina

99. (Tec Necro Rondonia) Observe o esquema abaixo, que é uma representação do aparelho reprodutor masculino.



A alternativa que apresenta a correta relação para os números destacados é:

- a) 2. Prostata; 5. Uretra; 8. Testículo
- b) 1. Testículo; 2. Epidídimo; 5. Canal deferente
- c) 2. Próstata; 3. Vesícula seminal; 6. Uretra
- d) 4. Bexiga; 7. Epididimo; 8. Testículo
- e) 4. Bexiga; 3. Vesícula seminal; 5. Penis

100. (Tec Necro Rondonia) “Menino de três anos morre engasgado em creche de Jacareí (SP)”. “O corpo passou por exames no IML e foi constatado que a criança morreu por asfixia depois de ficar com um pedaço de salsicha preso na garganta. Segundo a família, os educadores não estavam preparados para lidar com uma situação de emergência como essa.” (portal R7 – 04/04/2014).

Qual estrutura anatômica foi obstruída com a salsicha, contribuindo assim para a morte da criança?

- a) Esôfago
- b) Cárdia
- c) Laringe
- d) Traqueia
- e) Píloro



41. RESOLUÇÃO DOS EXERCÍCIOS

1. A pele dos animais é uma adaptação ao meio terrestre. É algo que permitiu a eles se livrarem do meio aquático protegendo o corpo contra desidratação. Resp b.
2. O tecido epitelial se caracteriza por apresentar as células mecanicamente ligadas entre si por especializações da membrana plasmática, encontrando-se justapostas. Elas não tem um citoplasma especializado sendo em geral utilizados como proteção contra desidratação ou ação mecânica do meio. Todo tecido epitelial é avascular. Resp D.
3. A figura do corte histológico mostra em 1 o estrato córneo, que é o estrato mais superficial da epiderme. É formado por tecido epitelial, como toda a epiderme. A seta 2 indica uma papila dérmica, formada por tecido conjuntivo. A seta 3 indica o estrato basal, mais interior da epiderme, composto por células que se dividem e formam queratinócitos e melanócitos. Resp b
4. A derme não é a camada mais externa da pele. Ela se localiza abaixo da epiderme. O epitélio não é perfeitamente impermeável. De fato existe uma evaporação involuntária que pode gerar perda de água. A derme não apresenta tecido epitelial. Ela é composta por tecido conjuntivo. Glândulas secretam substâncias. Elas não formam barreiras diretamente. Resp b.



5. Glandulas são classificadas de acordo com o tipo de secreção, podendo ser apócrinas, merócrinas ou holócrinas. As glândulas apócrinas perdem parte do citoplasma ao secretar. As merócrinas secretam por exocitose. As holócrinas perdem células inteiras de sua composição. Resp c.

6. A epiderme é constituída por células que são geradas na sua camada basal e não na derme como afirma a alternativa A. Não é a ausência de vasos na epiderme que ocasiona a morte das suas células mas o processo de queratinização o que faz da C uma alternativa incorreta. A membrana basal que separa a derme da epiderme é permeável, do contrário a epiderme não conseguiria obter nutrientes da derme vascularizada, o que faz da alternativa D uma inverdade. As glândulas são uma especialização do tecido epitelial que compõe a epiderme e não a derme como relata a alternativa E. Portanto, alternativa B está correta.

Resp. b.

7. A alternativa apontada como correta pela banca examinadora é a alternativa E. No entanto é importante ressaltar que os as estruturas anexas como pelos, unhas e glândulas estão presentes na derme e se projetam para a epiderme. A sua origem tecidual, ou seja, o tecido que as forma é de origem epitelial e não de origem conjuntiva como a derme e a hipoderme. Vejamos: o cabelo é formado pela matriz capilar do bulbo, composta por tecido conjuntivo mas inserida na derme em meio ao folículo. A unha se forma em uma camada de tecido epitelial que se projeta na derme e se torna superficial na epiderme. As glândulas são especializações de tecido epitelial mas estão localizadas na derme. Logo, acreditamos que o examinador tenha se referido a “epiderme” como origem dos anexos pensando em tecido epitelial que a compõe. De fato esta seria uma interessante questão para anulação.

8. O coágulo de sangue é formado por uma rede de proteína fibrina, que é gerada por uma cascata de reações envolvendo as plaquetas do sangue que produzem tromboplastina que se torna trombina que forma



fibrinogênio que por fim forma a fibrina. A esta rede se aderem as células vermelhas formando um tampão que impede o sangramento. Resp. b.

9. Resp. b. Os números indicam ossos do sistema apendicular, sendo 1 o osso do braço úmero, 2 o osso lateral do antebraço rádio e 3 o osso medial da perna a tíbia.

10. Resp. B. Os ossos da pélvis e do crânio diferem em algumas marcações e tamanhos entre os sexos, possibilitando essa determinação.

11. resp. d. Os ossos elencados podem assim ser classificados: parietal, frontal, occipital, esterno, ílio ou ilíaco e escápula são ossos laminares ou chatos; ulna, tíbia, úmero, rádio, fêmur e fíbula são ossos longos; patela é um osso sesamoide; cóccix é formado por vértebras fundidas podendo ser considerado um osso irregular; ossos do carpo e do tarso são ossos pequenos ou curtos.

12. resp. c. A cintura pélvica é formada pelos ossos do quadril adicionados ao sacro e ao cóccix. A caixa torácica é formada pelas costelas, pelas vértebras torácicas e pelo esterno.

13. Resp D. A matriz dos ossos é rica em cálcio o que faz com que 90% deste mineral esteja alocado neste tecido no corpo.

14. resp. D. Quando o indivíduo nasce os ossos são praticamente constituídos de cartilagem que será convertida em tecido ósseo. Alguns ossos do corpo como o sacro e o cóccix são compostos por algumas vértebras que irão se fundir conforme o indivíduo envelhece.



15. Resp. B. A cartilagem hialina apresenta aspecto claro. Ela não é vascularizada e pode se degenerar com uso e tempo. Esta presente na região traqueobronquial.

16. resp E. Os discos intervertebrais são formados por tecido fibrocartilaginoso e cartilagem hialina apresentando núcleo pulposo de líquido fibroso. Tem como função amortecer impactos (choques) da coluna.

17. Resp.C. O tecido ósseo é altamente irrigado. Nos ossos longos há os osteons que são unidades concêntricas de organização celular ao redor de canais por onde passam os vasos sanguíneos. As células apresentam dendritos que se comunicam formando os canalículos.

18. resp. C. As células são ramificadas e alongadas. Apresentam estrias por serem musculatura estriada dotada de sarcômeros. Sua contração é rápida e involuntária.

19. Resp A. Vemos que o orbicular da boca é um músculo circular, logo, sua contração faz com que a abertura ao seu redor se feche, conforme o que está descrito no item 1. A contração do músculo frontal levanta a testa, franzindo-a. Conforme descrito no item 2. Lembre-se de examinar a disposição das fibras, sempre representada pelas linhas paralelas.

20. resp. E. Em A verificamos o efeito da contração do bíceps do braço ou bíceps braquial. Sua contração eleva o antebraço, dobrando o cotovelo, lembrando que ele se origina na região deltoide e se insere na articulação com o antebraço. Neste momento o tríceps, encontrado abaixo do bíceps, relaxa. Em B, temos



o movimento antagônico. O tríceps braquial se contrai estendendo o cotovelo. O bíceps está relaxado. Lembre-se que músculos não empurram! Eles somente têm a capacidade de puxar!

21. Resp A. Verificando a organização das fibras do diafragma na figura 23 do livro, notamos que elas se dispõem concêntricamente, ou seja, quando houver contração haverá redução da superfície do músculo e tração das suas inserções, puxando a musculatura intercostal para dentro do corpo. Isto fará com que aumente o volume da caixa torácica reduzindo sua pressão interna, fazendo com que o ar externo onde a pressão é maior entre nos pulmões. Esta situação é mostrada na figura A. Na figura B encontra-se o oposto. O músculo relaxa, aumentando sua superfície, diminuindo o volume da caixa torácica e aumentando a pressão interna, fazendo com que o ar seja expirado.

22. Resp C. As estriações são relacionadas a organização dos filamentos de actina e miosina na célula. Quando estas proteínas encontram-se organizadas em formato de rede como na musculatura lisa, o padrão estriado não existe.

23. Resp C. As células do tecido muscular cardíaco são em geral uninucleadas. Algumas podem apresentar mais de um núcleo, mas via de regra apresentam apenas um.

24. resp. B. As células da musculatura estriada esquelética formam fibras que são envolvidas pelo endomísio. Estas fibras em conjunto formam os feixes ou fascículos que são envolvidos pelo perimísio.

25. resp e. de fato V indica um sarcômero, no entanto, esta é a unidade contrátil do músculo esquelético.



26. Resp A. Observando a figura 20 da pg40 do livro, notamos na lateral do tronco a presença do músculo oblíquo externo, compatível com a descrição da questão.
27. Resp E. Os dois músculos que formam o reto abdominal são separados pela linha Alba e localizam-se próximos inferiormente. A maior parte do músculo reto abdominal está no interior da bainha formada pelas aponeuroses dos três músculos abdominais planos. A lâmina anterior da bainha do músculo reto abdominal está firmemente fixada ao músculo em três ou mais interseções tendíneas (fonte: professor bio).
28. Resp B. As miofibrilas são compostas majoritariamente por proteínas actina e miosina.
29. Resp A. O ATP – adenosina trifosfato ou trifosfato de adenosina, é responsável pela transferência de energia química para a musculatura contrair e relaxar.
30. Resp. Errado. O bucinador se encontra na porção lateral da face, auxiliando na deglutição e mastigação.
31. Resp. A. O arco reflexo se inicia no receptor (no caso no dedo), ativa o nervo aferente, chega à medula onde se ativa o nervo motor que por sua vez ativa o músculo para reação do reflexo.
32. Resp C. O bulbo ou medula oblongada se encontra no tronco encefálico, indicado pelo número 3.
33. Resp C. A medula oblongada ou bulbo controla atividade cardiovascular, respiratória e digestiva.



34. Resp. C. Os íons são o sódio e potássio. O caminho da ativação no caso de um neurônio multipolar seria dendritos, corpo e axônio.

35. Resp D. O sistema nervoso periférico é constituído por nervos que se organizam em feixes nervosos e gânglios, sensitivos ou sensoriais e motores que em grande parte, partem da medula espinhal e se desenvolvem para músculos e órgãos, formando sistema nervoso somático e autônomo. O sistema nervoso central é composto por medula e crânio, estando estas partes protegidas por três membranas, as meninges, e por estrutura óssea (crânio e coluna vertebral).

36. Resp C. Na primeira situação, de forma consciente e controlada, você comanda sua musculatura para tocar o ferro. Este processo envolve a decisão de tocar o ferro e o ajuste fino muscular motor, portanto, há atuação direta do cérebro. Na segunda situação há reação de reflexo para se afastar da fonte de calor. Esta reação ocorre de forma involuntária, envolvendo a medula.

37.Resp A. A região do hipotálamo, situada no diencefalo tem funções associadas a fome, sede e a reações de fuga e luta.

38.Resp C. O SNP consiste de nervos periféricos e gânglios.

39.Resp. B. Os neurônios são células especializadas, dotadas de membrana excitável que propaga o impulso nervoso.



40. Resp. C. O mercúrio é um metal pesado neurotóxico. Os impulsos nervosos em geral ocorrem dos dendritos para o axônio.

41. Resp. E. A carga interna da membrana é mais baixa do que a carga externa, tornando-se levemente negativa, devido a presença de proteínas com cargas negativas, quando em repouso. Ao ser estimulada, ocorre despolarização da membrana, devido a entrada de íons sódio na célula, invertendo as cargas. A célula ativamente expulsa os íons sódio e reestabelece a diferença de potencial abrindo os canais de potássio.

42. Resp. E. Vacinas apresentam antígenos atenuados.

43. Resp. B. O HIV atua destruindo células linfócitos TCD4, envolvidos na resposta imune, reduzindo nossas defesas.

44. Resp. C. Anticorpos são proteínas envolvidas na resposta contra antígenos.

45. Resp. A. As células de memória são produzidas em geral no primeiro contato com os antígenos.

46. Resp. C. A tireoide envolve a região anterior da traqueia e se desenvolve como dois lobos. As paratireóides encontram-se na região posterior da tireoide.



47. Resp C. A testosterona atua no desenvolvimento de características sexuais masculinas. O estrógeno atua no desenvolvimento de características sexuais femininas. A progesterona prepara o corpo da mulher para a gravidez.

48. Resp. C. A síndrome da imunodeficiência humana (AIDS) compromete nosso sistema imune. O vírus HIV se reproduz no interior de linfócitos CD4, limitando nossa resposta imunológica.

49. Resp A. Temperaturas acima de $37,2^{\circ}$ são consideradas febris.

50. Resp C. A diabetes é condição na qual o corpo tem dificuldade de produzir insulina. Isso causa aumento da glicemia sanguínea e pode levar a complicações de saúde. Estes pacientes devem evitar alimentos doces.

51. Resp B. A pequena circulação é a circulação pulmonar; ela começa no ventrículo direito, passa pela artéria pulmonar, pelo pulmão, retorna ao coração pela veia pulmonar e finaliza no átrio esquerdo.

52. Resp D. As hemácias transportam oxigênio, não apresentam núcleo e apresentam formato de disco bicôncavo. As plaquetas são fragmentos de células desprovidos de núcleos e envolvidos na coagulação sanguínea. Os leucócitos são células de defesa do organismo que tem capacidade de entrarem e saírem dos capilares, invadindo tecidos lesionados ou infectados.

53. Resp E. Os macrófagos estão presentes nos tecidos e são células fagocitárias, ou fagócitos, com capacidade de fagocitar patógenos. Os linfócitos B são células produtoras de anticorpos, produzidos pelo sistema linfático.



54. Resp C. As células do músculo cardíaco são alongadas, mas apresentam ramificações. Apresentam algumas estrias geradas pela organização das proteínas contratoras. Tem controle involuntário e apresentam contração rápida.

55. Resp B. As veias pulmonares trazem sangue do pulmão, portanto sangue rico em oxigênio. Esse sangue passa para o átrio esquerdo e para o ventrículo esquerdo pela válvula mitral ou bicúspide, seguindo então para a artéria aorta e para todo o corpo.

56. Resp E. Todas as trocas de gases, nutrientes e demais substâncias transportadas pelo sangue ocorrem nos capilares.

57. Resp C. As coronárias irrigam o músculo cardíaco. Elas são originadas em ramificações da aorta.

58. Resp D. Temos representado o sistema respiratório, apontadas as estruturas: 1-bronquio, 2-laringe, 3-bronquíolo, 4- traqueia, 5-alvéolo.

59. Resp A. Na inspiração a cavidade torácica aumenta seu volume o que gera redução da pressão interna, fazendo com que o ar entre. Isso é gerado pela contração do diafragma e da musculatura intercostal. Importante lembrar que pressão e volume são inversamente proporcionais, ou seja, se um aumenta, o outro diminui.



60. Resp E. A faringe corresponde a região conhecida como garganta. Ela apresenta uma abertura chamada glote que a separa da laringe. Ela também conduz o alimento ao esôfago.

61. Resp D. O baço se envolve diretamente em atividade imune no controle de patógenos presentes no sangue. Caso ele seja removido, pode-se ter a imunidade reduzida sob alto risco de infecções bacterianas.

62. Resp A. O caminho do sangue no corpo: sangue rico em gás carbônico – veias cava – átrio direito – ventrículo direito – artéria pulmonar – pulmão (sangue fica oxigenado) – veia pulmonar – átrio esquerdo – ventrículo esquerdo – artéria aorta – corpo.

63. Resp A. Todas as trocas gasosas ocorrem nos alvéolos.

64. Resp B. Ao analisarmos o teste, podemos notar reação de aglutinação quando tratamos a amostra 1, 3 e vítima com soro antiA. Isso mostra que nessas amostras de sangue temos hemácias com antígeno A na sua membrana, o que representa sangue do tipo A. O soro antiRh também reagiu aglutinando todas as amostras, mostrando que são todos Rh positivos. Temos então: amostra 1 tipo A+, amostra 2 tipo B+, amostra 3 tipo A+ e amostra da vítima tipo A+.

65. Resp B. Quando a questão diz sangue arterial, ela se refere ao sangue oxigenado, que será enviado ao corpo. Este tipo de sangue é transportado pela veia pulmonar e pela artéria aorta, representados pelos números 4 e 5.



66. Resp A. o Baço está atrás do estômago e abaixo do diafragma, na região esquerda e médio superior do abdômen. Ele limpa o sangue de patógenos e hemácias anormais.
67. Resp B. coágulo é resultado de formação de redes de fibrila nas quais ficam presas células do sangue.
68. Resp B. o ventrículo esquerdo tem musculatura mais espessa já que bombeia sangue para todo o corpo.
69. Resp D. o diafragma é um músculo estriado esquelético achatado.
70. Resp B. o esquema representa um alvéolo e um capilar onde ocorre trocas gasosas.
71. Resp A.1 laringe 2 traqueia 3 brônquio 4 costela 5 pleura.
72. Resp A. carboxiemoglobina é resultado da ligação da hemoglobina com o CO, monóxido de carbono, que forma uma ligação estável.
73. Resp A. Temos I – veias cava superior e inferior; II-artérias pulmonares; III-veias pulmonares; IV- artéria aorta; V miocárdio. Sístole é movimento de contração. Diástole é movimento de relaxamento.
74. Resp A. diafragma contrai, volume torácico aumenta, pressão diminui, inspiração.



75. Resp. B. tecido linfático pode estar associado a epitélio como ocorre no trato digestivo, a exemplo das MALT.

76. Resp E. Na alternativa I, a saliva apresenta lipase salivar e amilase, que promovem digestão de lipídios e carboidratos.

77. Resp A. Na boca inicia-se a digestão de carboidratos como o glicogênio. No estômago, devido a acidez, alguns carboidratos tem sua quebra finalizada e inicia-se a digestão dos lipídios e das proteínas. No duodeno, ocorre a digestão de lipídios, carboidratos e proteínas.

78. Resp C. A ptialina é a amilase salivar. Ela digere amido. As demais associações corretas seriam: Pepsina – proteína; Lipase – lipídios ; Tripsina – proteína ; Sacarase – açúcar sacarose (carboidrato).

79. Resp. B. Nos testículos são produzidos os espermatozoides que são armazenados no epidídimo, o início do duto seminal. A glândula seminal produz líquido que contém frutose que nutre os espermatozoides.

80. Resp D. O número 4 indica a vagina, canal por onde o pênis lança o sêmen. O óvulo estará no útero, onde será fecundado. Não é possível fecundação na vagina.

81. Resp C. Dos três hormônios, o único que atua no desenvolvimento masculino é a testosterona. O estrogênio atua na maturação sexual feminina e no crescimento do endométrio.



82. Resp B. Os rins são o principal órgão filtrante do sistema excretor.

83. Resp E. O fígado tem funções metabólicas expressivas, sendo algumas delas a produção da bilirrubina, a alteração de toxinas e medicamentos.

84. Resp A. Na região inferior do esôfago, onde há junção com o estômago, encontra-se o esfíncter cardíaco, que impede o refluxo estomacal do líquido alimentar para o esôfago. No piloro temos a válvula pilórica, um esfíncter que regula a passagem de alimento ao duodeno.

85. Resp. C. Faringe e esôfago se conectam a partir da boca, fazendo parte do sistema digestivo.

86. Resp D. A bile e o suco pancreático são gerados pelo fígado e pelo pâncreas.

87. Resp. C. O esquema mostra uma vilosidade intestinal, encontrada na superfície do intestino delgado. Essa estrutura aumenta a superfície de contato, gerando mais área para absorção de nutrientes.

88. Resp C. A bexiga armazena urina, quem produz o líquido são os rins.

89. Resp A. De fato, o intestino delgado é constituído de um tubo longo, sendo ele região de absorção de nutrientes.



90. Resp D. O esquema mostra em corte um útero. Temos indicados em 1 a placenta, 2 o cordão umbilical, 3 o endométrio, 4 a bolsa amniótica, 5 o embrião e 6 o colo do útero.

91. Resp D. Temos na figura: 1. Bexiga; 2. Uretra; 3. Trompas uterinas; 4. Ovário; 5. Útero; 6. Vagina e 7. ânus.

92. Resp. B. A seta indica a próstata.

93. Resp E. A questão foca no conhecimento do caminho do alimento e na função dos órgãos do sistema digestório. Temos em 1. Indicada a vesícula biliar, que armazena e concentra a bile produzida pelo fígado. Em 2 um ducto biliar que encaminha a bile ao duodeno. Em 3 o duodeno, porção do intestino inicial, próxima a junção do estômago. Em 4 o ducto pancreático que encaminha o suco pancreático ao duodeno. Em 5 o pâncreas produtor de suco pancreático que contém enzimas e sais para digestão. Em 6 o estômago que atua diretamente na digestão.

94. Resp C. 1. Vesícula biliar; 2. Duodeno; 3. Ceco; 4. Apêndice vermiforme; 5. Reto.

95. Resp. C. 1. Veia renal; 2. Artéria renal ; 3. Ureter; 4. Bexiga.

96. Resp. D. 1. Vesícula seminal, 2. Próstata; 3. Uretra; 4. Vaso deferente; 5. epidídimo. A vasectomia é a seção do vaso deferente, impedindo os espermatozoides produzidos no testículo de chegarem à uretra.



97. Resp. B. o baço não faz parte do sistema digestivo.

98. Resp E. A vulva é a genitália feminina. Ela consiste de todas as estruturas externas do órgão como clitóris, lábios, vestibulo vaginal, etc. A vagina é um canal interno do corpo que faz parte do sistema reprodutor.

99. Resp. C. 1. Testículo; 2. Prostata; 3. Vesícula seminal; 4. Bexiga; 5. Vaso ou duto deferente; 6. Uretra; 7 penis; 8. Epidídimo.

100. Resp C. A laringe é a porção do sistema respiratório situada na separação da traqueia com o esôfago. Obstruções nesta região impedem a passagem de ar aos pulmões.



42 – RESUMO

- A pele é o maior órgão do corpo humano.
- A pele tem como funções: proteção contra o ambiente externo, excreção de sais e água, manutenção da temperatura, auxílio metabólico e exploração do ambiente.
- A pele apresenta três camadas de células, de origens embrionárias distintas e com características peculiares: epiderme de origem ectodermal, derme e hipoderme de origem mesodermal.
- A epiderme é composta por cinco camadas: estrato córneo, estrato lúcido, estrato granuloso, estrato espinhoso e estrato basal.
- A epiderme é formada por tecido epitelial esquamoso estratificado não vascularizado (avascular).
- No estrato basal, encontrado próximo à lamina basal que separa a epiderme da derme, temos células germinativas ou células basais que se dividem por mitose formando os queratinócitos e os melanócitos.
- Os queratinócitos em seu desenvolvimento produzem queratina que preenche seu citoplasma até que ocorre a desidratação total e morte da célula. Os queratinócitos sobem para os estratos superficiais da epiderme.
- Os melanócitos produzem melanina, um pigmento que ascende para as camadas superiores da epiderme, protegendo as suas células da luz ultravioleta que pode danificar seu DNA.



- No estrato basal e no estrato espinhoso há células que produzem vitamina D3, importante para absorção de cálcio no intestino.
- No estrato basal temos prolongamentos da epiderme para o interior da derme e vice versa formando as papilas dérmicas e as cristas epidérmicas. Estas aumentam a superfície de contato entre estas camadas da pele. As papilas dérmicas são responsáveis pela formação das impressões digitais.
- No estrato espinhoso estão células do sistema imune chamadas de células dendríticas ou células de Langerhan.
- No estrato granuloso e estrato lúcido temos queratinócitos que não mais se dividem e que apresentam pouco citoplasma devido a elevada quantidade de queratina. O estrato lúcido é mais pronunciado nas palmas das mãos e plantas dos pés.
- O estrato córneo apresenta células completamente queratinizadas e mortas, fortemente ligadas, formando uma barreira física e hidrofóbica superficial.
- A derme se divide em duas camadas: papilar e reticular.
- Camada papilar é formada por tecido conjuntivo areolar (propriamente dito) e nela formam-se as papilas dérmicas. A camada reticular é formada por tecido conjuntivo denso, que contém colágeno e elastina, que conferem resistência e elasticidade a pele. Ambas são vascularizadas.
- As linhas de clivagem ou linhas de tensão são formadas como resultado do arranjo dos pacotes de colágeno e elastina da derme.
- A circulação na derme ocorre por meio de capilares que formam plexus ou redes que se alongam até a camada papilar, de onde os nutrientes e gases passam por difusão para a epiderme.
- A circulação na derme, a melanina e o caroteno influenciam na coloração da pele.
- Na hipoderme há tecido conjuntivo que contém adipócitos que são células que contêm reservas de lipídeos (gordura). Grande parte da reserva energética lipídica do corpo está nesta parte da pele.
- A hipoderme estabiliza a pele sobre os músculos do corpo.
- As glândulas sebáceas são do tipo holócrina. Produzem sebo composto por triglicerídeos (óleos) que impermeabilizam as superfícies do corpo, em especial no couro cabeludo.
- As glândulas sudoríparas podem ser merócrinas ou apócrinas, diferindo somente na localização do corpo. Aquelas são a maioria estando presente em todo o corpo. Estas são mais comuns nas axilas e regiões púbicas. Estas glândulas produzem suor que é composto majoritariamente por água e sais. Tem como função refrescar o corpo, excretar metabolitos e proteger a pele.



- Pelos e cabelos se formam na derme e se projetam na epiderme.
- Pelos e cabelos são bastante semelhantes.
- Pelos e cabelos se formam em folículos pilosos ou folículos capilares.
- Nos folículos há o bulbo capilar formado por tecido conjuntivo. Na base do bulbo há tecido epitelial em constante divisão formando as células que irão gerar o fio.
- O fio é composto por células queratinizadas organizadas em medula, córtex e cutícula.
- No córtex há deposição de pigmento melanina que irá gerar a cor do pelo ou do cabelo.
- Músculos erectores ou eretores são músculos lisos que quando contraídos erigem os pelos.
- Glândulas sudoríparas e/ou sebáceas podem estar associadas aos folículos capilares.
- As unhas são estruturas rígidas formadas por células queratinizadas que se originam em tecido epitelial, situado na camada dérmica da pele.
- As unhas têm como função dar suporte às pontas dos dedos.
- O processo de cicatrização da pele ocorre por meio de uma cascata bioquímica que envolve o sistema circulatório e células do tecido conjuntivo.
- Quando ocorre uma lesão o tecido lesionado produz sinais químicos que geram a migração de células de defesa para a região.
- As plaquetas do sangue atuam na região lesionada dos capilares, onde haverá deposição de fibrina.
- A fibrina é uma proteína que gera uma rede onde eritrócitos ficam aderidos formando o coágulo sanguíneo que bloqueia a abertura dos capilares e demais vasos provocada pela lesão.
- Os mastócitos do tecido conjuntivo da derme secretam histamina gerando a reação inflamatória.
- Fibroblastos da derme produzem colágeno para recompor o tecido.
- Macrófagos agem na lesão limpando a região de microrganismos patogênicos.
- Células da membrana basal migram para a região da lesão recompondo as camadas de células danificadas.
- Células endoteliais secretam fatores de crescimento que promovem o desenvolvimento de capilares na região da lesão. Haverá a formação de tecido granuloso.
- O tecido formado na cicatrização não é igual ao tecido anterior.
- As células de Merkel e os Corpúsculos de Pacini são mecanorreceptores da pele responsáveis pela sensação de toque ou de pressão. Aquelas estão no estrato basal da epiderme, sendo bastante comuns nas palmas das mãos. Estes estão na derme.



- Os ossos têm como função: suporte, armazenar minerais, proteção, gerar células do sangue e ser base para movimentação.
- As cartilagens compõe o esqueleto na fase fetal. Estas cartilagens se ossificam formando o esqueleto adulto. Este esqueleto apresenta regiões ósseas que se fundem como o sacro e o cóccix.
- Cartilagens são avascularizadas.
- Cartilagens hialinas se encontra nas regiões ósseas das articulações sinoviais.
- Cartilagens fibrosas são resistentes e encontradas nos discos intervertebrais.
- Cavidade elástica encontrada na orelha apresenta elastina.
- Ossos são estruturas dinâmicas e vivas.
- Ossos são formados por tecido conjuntivo, de matriz altamente mineralizada.
- São células do tecido ósseo: osteoblastos, osteoclastos e osteócitos.
- Os osteócitos estão em lacunas e apresentam dendritos que formam canalículos por onde se nutrem e se comunicam com outras células.
- Os ossos apresentam canais por onde passam nervos e vasos chamados de canais de Haver. Estes são paralelos à superfície do osso.
- Os canais de Volkmann são perpendiculares a superfície do osso e são responsáveis por distribuição de nutrientes para o osso junto com os *canaliculi*.
- Os ossos podem ser compactos ou trabeculares.
- Os ossos compactos apresentam unidade de formação chamada osteon.
- Osteons são unidades concêntricas que se formam devido a disposição dos osteócitos ao redor dos canais de Haver.
- Os ossos trabeculares apresentam o interior preenchido por ar ou medula. Podem ser encontrados nas metáfises dos ossos longos.
- Ossos podem ser classificados de acordo com os formatos: longos, curtos, sesamóides, chatos, laminares, irregulares.
- Ossos apresentam marcações secundárias que servem para passagem de estruturas ou ligação de tendões ligamentos e músculos. São projeções, perfurações, cristas, entalhes, etc.
- Ossos longos são preenchidos por medula vermelha que produz sangue.



- Perióstio é tecido conjuntivo que recobre superfície externa do osso.
- Endóstio é tecido conjuntivo que recobre superfícies internas dos ossos.
- Ossos se desenvolvem de forma aposicional.
- Matriz óssea é produzida por osteoblastos e mantida por osteócitos. Os osteoclastos reabsorvem matriz desfazendo-a.
- O esqueleto do corpo pode ser dividido didaticamente em esqueleto axial e esqueleto apendicular.
- Compõe esqueleto axial ossos da cabeça, coluna vertebral, costelas, sacro e cóccix.
- Ossos do crânio são pneumáticos e chatos.
- Ossos da costela são ossos alongados.
- A gaiola torácica é formada pelas costelas, vértebras torácicas e esterno.
- A coluna é composta por vértebras que são ossos irregulares e que diferem entre si de acordo com a região.
- O sacro e o cóccix são estruturas formadas por vértebras fundidas.
- O esqueleto apendicular é formado pelas cinturas pélvica e escapular, e pelos ossos dos membros.
- Funções das articulações: Facilitar o crescimento, transmitir as forças entre os ossos permitindo a movimentação
- Diartroses permitem grande gama de movimentos
- Sinartroses permitem restringem a movimentação.
- Anfiartroses permitem moderada movimentação.
- Suturas, gonfoses e sindesmoses são articulações fibrosas.
- Sincondroses e sínfises são articulações cartilaginosas.
- Articulações sinoviais estão em geral associadas a ossos longos. São compostas por tecido fibroso que forma uma capsula que contém líquido sinovial – um tipo de lubrificante. Os ossos são recobertos por cartilagens.
- Podem ser classificadas quando a gama de movimentos que permitem como monoaxiais, biaxiais ou triaxiais. Apresentam estruturas anexas como bursas, colchões de tecido adiposo e ligamentos.
- A articulação glenoumeral é que permite maior gama de movimentos do corpo.
- As articulações intervertebrais apresentam muitos ligamentos. As vértebras apresentam entre si discos de fibrocartilagem que contêm um núcleo pulposo.
- A articulação do cotovelo permite somente movimentos em um plano.



- A articulação do joelho apresenta meniscos que são estruturas de fibrocartilagem que auxiliam no acolchoamento da ligação.
- Função dos músculos: movimentação corpórea e de substâncias no interior do corpo, fornecimento de calor.
- Os músculos do corpo podem ser: estriado esquelético, estriado cardíaco ou liso.
- Células musculares apresentam grande quantidade de duas proteínas: actina e miosina
- Músculo Estriado esquelético forma o cerne do corpo, apresenta células longas, cilíndricas, multinucleadas. Enervado por nervos motores somáticos. São ditos de contração voluntária.
- Músculo Cardíaco - de estrutura contrátil semelhante ao esquelético, mas com células formando uma rede que se contrai involuntariamente, com menos força do que o músculo esquelético, mas mais resistência à fadiga. Encontrado no coração e vasos arteriais próximos. As suas células são menores do que as células esqueléticas. Elas apresentam tipicamente um núcleo, podendo algumas apresentar dois ou mais. As células podem ser ramificadas.
- Músculo Liso – Encontrado em todos os sistemas do corpo. Fibras de actina e miosina não são organizadas como nos outros tipos, não sendo observadas miofibrilas e sarcomeros. Os filamentos de actina se organizam em redes, presos a corpos celulares densos com proteínas densinas, e a eles se ligam filamentos de miosina encontrados dispersos no citoplasma das células. Estes corpos densos conectam as células e transitem a contração. Suas células são fusiformes – alongadas com as extremidades afiladas, apresentando somente um núcleo. Apresentam contração involuntária gerada por sistema autônomo; responde a hormônios assim como o músculo cardíaco.
- A contração dos músculos depende de ATP.
- As células da musculatura estriada apresentam os filamentos de actina e miosina organizados em sarcômeros – unidade contrátil do músculo.
- A contração ocorre na presença de cálcio liberado pelo retículo sarcoplasmático.
- O ATP é necessário para contração e para o relaxamento.
- Os músculos podem ser nomeados de acordo com formato, posição, tamanho, etc.
- Quanto mais frequentes os impulsos no músculo, maior a força da contração
- Para fins didáticos dividimos a musculatura do corpo em axial e apendicular.
- A musculatura axial compreende músculos da cabeça, coluna, tronco e quadril.
- A musculatura apendicular compreende músculos dos membros.



- Para o estudo dos músculos é importante conhecer a disposição das fibras, o que facilita o entendimento do tipo de movimento que o músculo realiza.
- O sistema nervoso pode ser dividido anatomicamente em sistema nervoso central e sistema nervoso periférico.
- O SNC é composto por medula espinhal e cérebro.
- A medula espinhal consiste de uma porção central de massa cinzenta que corresponde a corpos celulares de neurônios e de massa branca que consiste de axônios. Ela apresenta gânglios dorsais onde se concentram neurônios sensoriais. Nervos espinhais se projetam da medula para diferentes porções do corpo a partir de regiões específicas.
- A medula gera o reflexo muscular.
- O arco reflexo consiste no caminho que o impulso nervoso percorre quando um reflexo é gerado.
- O cérebro é o centro de comando do sistema nervoso. Nele reside a capacidade de inteligência, as emoções, as capacidades de abstração e nosso centro de controle de consciência e do subconsciente.
- O cérebro apresenta dois hemisférios que controlam os lados opostos do corpo.
- O encéfalo se divide em telencéfalo, onde temos o córtex formado por massa cinzenta e o cerebelo.
- O telencéfalo concentra funções de emoção, inteligência e abstrações.
- O cerebelo controla o equilíbrio e os movimentos complexos.
- O tronco cerebral ou tronco encefálico corresponde a uma região situada na porção central medial do encéfalo que o liga à medula.
- O tronco cerebral é dividido em diencefalo, mesencefalo, ponte e medula oblongada.
- No diencefalo temos o tálamo e o hipotálamo que acumula função neuronal e endócrina.
- No diencefalo temos a glândula pituitária.
- O sistema nervoso periférico consiste de nervos ligados a vísceras e músculos fora do sistema central.
- Há 31 pares de nervos raquidianos e 12 pares de nervos cranianos.
- Os nervos raquidianos são mistos.
- Os nervos cranianos podem ser mistos (V, VII, IX e X), motores (III, IV, VI, XI, XII) ou sensoriais (I, II, VIII).
- O sistema nervoso periférico pode ser autônomo ou somático.
- O sistema autônomo funciona sem nossa consciência. Ele se divide em simpático e parassimpático.



- O sistema simpático se liga a gânglios paravertebrais. Seus nervos pré ganglionares são curtos. Os nervos pós ganglionares são longos. Em geral o sistema simpático está relacionado a reações de luta ou fuga.
- O sistema parassimpático apresenta nervos pré ganglionares longos. Ele está relacionado a reações de descanso e digestão.
- Os sinais nervosos são gerados por potenciais de ação que são depolarizações de membrana gerados por entrada de íons sódio e saída de potássio das células nervosas.
- Potenciais de ação são propagadas de forma contínua ou em saltos.
- Potenciais de ação são retransmitidos a outras células nas sinapses de forma elétrica ou química.
- Nas sinapses químicas há ação dos neurotransmissores.
- O neurotransmissor mais estudado é a acetilcolina. Ela é muito comum na ativação neuromuscular. A acetilcolina é o neurotransmissor exclusivo do sistema parassimpático. O sistema simpático utiliza também a norepinefrina. Exemplos de outros neurotransmissores: noradrenalina, óxido nítrico, dopamina e serotonina.
- O Sistema endócrino tem como função a coordenação de atividades, por meio de comunicação química entre as células.
- Vários tecidos glandulares do corpo secretam hormônios: tecido adiposo, glândulas intestinais, rins, timo, tireoide, gônadas, epífise, hipófise, suprarrenais, etc.
- Hormônios são substâncias encarregadas da comunicação química entre células.
- Hormônios podem ser proteínas, derivados de aminoácidos ou derivados de lipídios.
- A glândula pineal secreta melatonina que controla os ritmos circadianos.
- O hipotálamo secreta ocitocina e ADH.
- A hipófise secreta FSH, GH, prolactina, LH, TSH e ACTH.
- A tireoide secreta T3, T4 e calcitonina. Está envolvida no controle do metabolismo basal.
- As paratireóides secretam paratormônio envolvido no metabolismo do cálcio.
- As suprarrenais secretam da medula a epinefrina e a norepinefrina e do córtex a aldosterona e glicocorticóides.
- Nas gônadas há produção e secreção de testosterona, estrogênio e progesterona.
- Nosso sistema imune se encarrega da defesa de nosso organismo.
- Há dois tipos de imunidade: inata e adaptativa.



- Leucócitos, as células brancas do sangue, são nossas células de defesa.
- Os linfócitos são os grandes responsáveis pela nossa imunidade adaptativa.
- Os linfócitos B produzem anticorpos.
- Os linfócitos T podem ser auxiliares. Eles apresentam antígenos para outras células do sistema imune.
- A nossa resposta secundária envolve células de memória geradas na resposta primária.
- A resposta secundária é mais rápida e duradoura.
- Anticorpos são proteínas altamente específicas que marcam antígenos que serão destruídos por células do sistema imune.
- Os anticorpos IgG são responsáveis por grande parte de nossa resposta imune.
- Anticorpos IgE estão relacionados a infecções por parasitas.

Resumo - Hormônios

Hormônio	Orgão secretor	ação
Leptina	tecido adiposo	apetite
Calcitriol	Rins	absorção de cálcio
melatonina	epífise	ritmos circadianos
ocitocina	hipotálamo	produção de leite, contrações uterinas, apego, empatia
ADH	hipotálamo	aumenta reabsorção de água, aumenta pressão arterial
FSH	hipófise	secreção de estrógenos e testosterona
LH	hipófise	ovulação, estimula produção de testosterona e secreção de estrógeno e progesterona
GH	hipófise	crescimento e desenvolvimento de células
Prolactina	hipófise	desenvolvimento das glândulas mamárias
TSH	hipófise	estimula a tireoide a secretar hormônios
ACTH	hipófise	estimula o córtex adrenal a liberar esteróides
T3 - triiodotironina	tireoide	estimulam metabolismo basal
T4 - tiroxina	tireoide	estimulam metabolismo basal
calcitonina	tireoide	reduz concentração de cálcio no sangue
paratormônios	paratireoide	aumenta reabsorção de cálcio
insulina	pâncreas	retira glicose do sangue
glucagon	pâncreas	aumenta glicose no sangue
aldosterona	córtex da supra renal	estimula retenção de sódio e eliminação de potássio
glicocorticóides	córtex da supra renal	acelera produção de glicose e formação de glicogênio, atua como anti-inflamatório
andrógenos	córtex da supra renal	estimulam desenvolvimento de características sexuais
testosterona	testículos	maturação de espermatozoides, desenvolvimento de características sexuais masculinas
estrógeno	ovários	maturação de folículo ovariano, desenvolvimento de características sexuais femininas
progesterona	ovários	ciclo ovariano, prepara útero para embrião



- Sangue é tecido conjuntivo especializado no transporte de substâncias.
- Sangue é composto por plasma e elementos figurados que são as células e as plaquetas.
- Plasma é composto por água e proteínas.
- São células brancas do sangue: neutrófilos, eosinófilos, basófilos, monócitos e linfócitos.
- Plaquetas são fragmentos de células. Estão envolvidas nos processos de coagulação.
- Eritrócitos, células vermelhas ou hemácias, são a maior parte das células do sangue. Elas transportam gases. São discos bicôncavos anucleados.
- Eritrócitos tem pigmento hemoglobina que é uma proteína formada por quatro subunidades que contem um átomo de ferro cada, onde o oxigênio se liga.
- A formação das células vermelhas se chama eritropoese.
- Células do sangue são formadas na medula óssea.
- Hemoglobina quando se liga ao oxigênio se chama oxiemoglobina. Quando se liga ao gás carbônico se chama carbaminoemoglobina ou carboemoglobina ou carbodioxiemoglobina.
- Carboxiemoglobina é a hemoglobina ligada ao monóxido de carbono.
- Os tipos sanguíneos são determinados pela presença de antígenos nas membranas das hemácias. Podemos ter antígenos A, B, AB e D (Rh). Quando não há antígenos, dizemos que o sangue é O. Indivíduos de sangue A tem anticorpos antiB. Indivíduos de sangue B tem anticorpos antiA. Indivíduos de sangue AB não tem anticorpos anti A ou Anti B. Indivíduos de sangue B tem anticorpos antiB e antiA. O Rh é dito positivo ou negativo quanto à presença ou ausência deste antígeno.
- Fatores de coagulação são produzidos no fígado ou pela plaqueta.
- A cascata de coagulação: fator X ativa ativador de protrombina, forma-se trombina. Trombina ativa fibrinogênio que forma fibrina, uma proteína insolúvel e que forma uma rede que prende células do sangue.
- Coração tem três tecidos: epicárdio, miocárdio e endocárdio. Miocárdio é músculo cardíaco.
- Coração tem quatro câmaras: dois átrios e dois ventrículos. Câmaras do lado direito recebem sangue venoso e o encaminham ao pulmão. Câmaras do lado esquerdo recebem sangue arterial do pulmão e o encaminham ao corpo.



- Valvulas separam átrios dos ventrículos. Atrio direito é separado do ventrículo direito pela válvula tricúspide. Atrio esquerdo é separado do ventrículo esquerdo pela válvula bicúspide.
- Valvulas impedem retorno do sangue.
- Coronárias irrigam o músculo cardíaco.
- A contração da musculatura cardíaca é chamada de sístole. O relaxamento é chamado de diástole.
- O coração é auto regulável. Células do sinoatrial geram potencial de ação para contração.
- Sangue venosos chega do corpo pela veia cava inferior e da cabeça pela veia cava superior, entrando no átrio direito. De lá passa para o ventrículo direito. Deste pela artéria pulmonar segue para os pulmões onde ocorre a hematose. Dos pulmões retorna ao coração por veias pulmonares e entra no átrio esquerdo. Desce para o ventrículo esquerdo de onde será bombeado através da artéria aorta para o corpo.
- Circulação pulmonar é o nome do caminho do sangue do coração ao pulmão e deste para o coração.
- Circulação sistêmica é o nome da circulação do sangue do coração ao corpo e deste de volta ao coração.
- Artérias e veias apresentam túnica íntima, túnica média e túnica adventícia. A túnica média apresenta musculatura lisa.
- Artérias são mais grossas e tem mais elastina que as veias.
- Veias apresentam válvulas.
- As trocas de gases, nutrientes e excretas ocorrem nos capilares.
- A função do sistema linfático é defesa do organismo, por meio da limpeza da linfa.
- Vasos linfáticos apresentam válvulas.
- Capilares linfáticos têm terminações semelhantes a fundos de sacos.
- Principal célula do sistema linfático é o linfócito. Eles podem fagocitar patógenos, células cancerígenas ou produzir anticorpos.
- São órgãos e tecidos linfáticos: amígdalas, linfonodos, baço, MALT e timo.
- O sistema respiratório é composto por: fossas nasais, faringe, laringe, traqueia, brônquios, bronquíolos e alvéolos. Bronquíolos e alvéolos formam os pulmões.
- As trocas gasosas ocorrem por difusão nos alvéolos.
- A respiração depende de diferenças de pressão geradas pela contração do diafragma e da musculatura intercostal para inspirar e relaxamento destas para a expiração.



- Quando há aumento do volume da caixa torácica redução da pressão interna e o ar do ambiente entra nos pulmões.
- A respiração está sob controle involuntário do bulbo, mas pode ser controlada pelo córtex cerebral.
- O sistema digestivo tem como principal função a degradação química e física de alimentos, disponibilizando nutrientes para absorção.
- Fazem parte do sistema digestivo: boca, faringe, esôfago, estômago, intestino delgado e intestino grosso. Órgãos acessórios: fígado, vesícula biliar, pâncreas.
- A boca produz ptialina e lipase lingual.
- A digestão de carboidratos e lipídios se inicia na boca.
- O esôfago conduz o alimento ao estômago.
- No estômago há produção de suco gástrico composto por ácido clorídrico, enzimas, em especial a pepsina que digere proteínas.
- O estômago apresenta a cárdia, porção de entrada e o piloro, porção de saída que é regulada por esfíncter.
- O intestino delgado é dividido em duodeno, jejuno e íleo.
- O duodeno se junta ao estômago. Nele há abertura do duto pancreático e do duto biliar que despejam bile produzida no fígado e suco pancreático no duodeno.
- Grande parte da absorção ocorre no jejuno.
- No íleo temos uma válvula chamada de íleocecál, que controla a passagem de material não absorvido para o intestino grosso.
- O intestino grosso se divide em ceco, colon e reto.
- O ceco recebe o alimento do íleo.
- O colon é a maior parte do intestino grosso. Praticamente não há digestão no intestino grosso. Somente há reabsorção de água e de algumas vitaminas.
- As fezes são encaminhadas para o reto e expelidas pelo anus.
- No intestino grosso há bactérias que auxiliam na digestão final.
- O fígado produz bile, além de apresentar diversas funções metabólicas, em especial relacionadas a alterações estruturais e químicas de substâncias. Ele armazena glicogênio que é fonte de glicose.
- A vesícula biliar armazena a bile.



- O pâncreas é uma glandula exócrina e endócrina, produzindo suco pancreático rico em enzimas digestivas e insulina e glucagon, hormônios que controlam metabolismo de glicose.
- O sistema urinário apresenta como principal órgão os rins.
- Os rins filtram o sangue, controlando sua concentração e volume.
- Os rins produzem urina.
- A urina sai dos rins pelos ureteres e é armazenada na bexiga de onde será expelida pela uretra.
- O sistema reprodutor masculino é composto por: testículos, epidídimo, ducto deferente, glândula seminal, próstata, glandula bulbouretral e pênis.
- O testículo produz espermatozoides por meiose e produz testosterona.
- Os espermatozoides são armazenados no epidídimo.
- As glândulas do sistema reprodutor masculino produzem líquido seminal que se mistura aos espermatozoides.
- O sistema reprodutor feminino tem como função gerar vida.
- O sistema reprodutor feminino consiste de: ovários, tubos uterinos ou trompas de falópio, útero, vagina e vulva.
- Os óvulos são produzidos no ovário que também produz hormônios progesterona e estrogênio.
- O embrião será formado por fecundação do espermatozoide e do ovulo que irá ocorrer no útero.
- Mensalmente, o endométrio uterino se desenvolve por ação hormonal para receber o óvulo e uma eventual fecundação. Este ciclo se chama ciclo uterino ou ciclo menstrual.



ESSA LEI TODO MUNDO CONHECE: PIRATARIA É CRIME.

Mas é sempre bom revisar o porquê e como você pode ser prejudicado com essa prática.



1 Professor investe seu tempo para elaborar os cursos e o site os coloca à venda.



2 Pirata divulga ilicitamente (grupos de rateio), utilizando-se do anonimato, nomes falsos ou laranjas (geralmente o pirata se anuncia como formador de "grupos solidários" de rateio que não visam lucro).



3 Pirata cria alunos fake praticando falsidade ideológica, comprando cursos do site em nome de pessoas aleatórias (usando nome, CPF, endereço e telefone de terceiros sem autorização).



4 Pirata compra, muitas vezes, clonando cartões de crédito (por vezes o sistema anti-fraude não consegue identificar o golpe a tempo).



5 Pirata fere os Termos de Uso, adultera as aulas e retira a identificação dos arquivos PDF (justamente porque a atividade é ilegal e ele não quer que seus fakes sejam identificados).



6 Pirata revende as aulas protegidas por direitos autorais, praticando concorrência desleal e em flagrante desrespeito à Lei de Direitos Autorais (Lei 9.610/98).



7 Concurseiro(a) desinformado participa de rateio, achando que nada disso está acontecendo e esperando se tornar servidor público para exigir o cumprimento das leis.



8 O professor que elaborou o curso não ganha nada, o site não recebe nada, e a pessoa que praticou todos os ilícitos anteriores (pirata) fica com o lucro.



Deixando de lado esse mar de sujeira, aproveitamos para agradecer a todos que adquirem os cursos honestamente e permitem que o site continue existindo.