

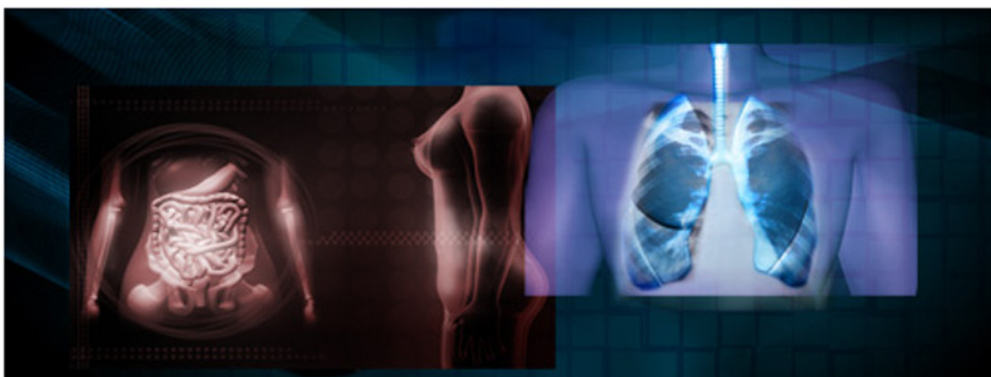
Fisiologia

3 Os sistemas Respiratório e Excretor



Iniciando a conversa

Na aula desta semana, juntamos dois temas: Sistemas Excretório e Respiratório. O mecanismo de inspirar O_2 e eliminar CO_2 controla a acidez do sangue. Mas ele não faz isso sozinho. Há necessidade de uma conversa cruzada com a formação de urina. Você sabia que cerca de 180 litros de fluido do plasma são filtrados durante um dia, mas apenas 1 a 2 litros de urina por dia são secretados? Esse tipo de curiosidade sobre nosso próprio corpo chama muito a atenção, não é mesmo? Na presente semana, tentaremos entender essa aparente contradição e muitos outros tópicos sobre os Sistemas Excretório e Respiratório.



O Sistema Excretório

Princípios gerais

A excreção de substâncias não utilizadas ocorre por quatro vias principais – no caso da eliminação de gases, é usada a própria via respiratória. Há substâncias que são excretadas com as fezes e outras, com a urina e o suor.

No caso das fezes, a formação do bolo fecal depende de fibras que não entram no organismo. As substâncias a serem excretadas vêm junto com os sais biliares e outros compostos secretados no estômago e não absorvidos no intestino.

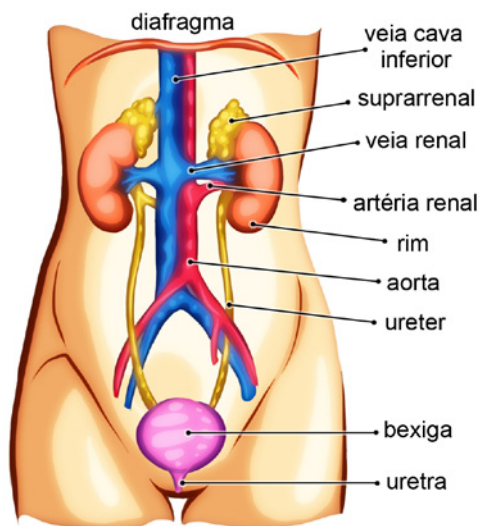
A limpeza das substâncias que estão dentro do organismo é feita pela urina, que é a grande porta de saída de substâncias tóxicas. Além de servirem de caminho para a saída dessas substâncias, também contribuem para o controle do equilíbrio hídrico e do equilíbrio acidobásico.

A urina é formada a partir da filtração do sangue nos rins e transportada pelos ureteres para a bexiga urinária, onde é armazenada e, posteriormente, excretada através da uretra. Para melhor compreender este sistema, iniciaremos pelo componente de filtração do sangue, os rins.

Nesta aula, focaremos no sistema urinário – o mais complexo e essencial para a vida. Lembre-se de que os rins são os filtradores do sangue – praticamente todos os componentes do sangue, exceto os elementos figurados (células) e grandes complexos proteicos, passam por dentro dos rins. Posteriormente, conforme este líquido vai atravessando os ductos renais, várias substâncias voltam para o sangue, levando inclusive água. Forma-se então um líquido de alta concentração salina e que contém metabólitos que precisam ser eliminados. Este líquido é a urina.

Nesta aula, vamos descrever como funciona o aparelho urinário, e é importante que você lembre que, além de eliminar as substâncias tóxicas, os rins controlam o equilíbrio acidobásico e o volume de líquido que circula pelas artérias e veias – portanto, também é um fator regulador da pressão arterial.

Anatomia dos rins



A ESTRUTURA RENAL

Os rins estão localizados junto à parede posterior do abdome, logo abaixo do diafragma, um de cada lado do corpo (Figura 3.1). Cada rim de um ser humano adulto pesa cerca de 150 gramas e tem a forma de um feijão. Podemos observar com detalhes a região do córtex (externa), da medula (interna) e a região denominada hilo, por onde passam os vasos sanguíneos, linfáticos e o ureter (Figura 3.2).

Na Figura 3.1, observe como a veia cava inferior e a aorta, os vasos de maior calibre do organismo, as vias de entrada e saída do coração, tem tributários diretos para os rins – veia renal e artéria renal. Os rins ficam na parte de trás do organismo, um pouco abaixo da cintura. Têm a forma de feijão e são corados pelas glândulas suprarenais, também conhecidas como

Figura 3.1: Diagrama do Sistema Renal. / Fonte: CEPAC

adrenais. Dos rins saem os ureteres, que vão desembocar na bexiga. Um órgão muscular que tem o nome muito apropriado. Sua função é armazenar a urina, para que a sua eliminação seja um processo voluntário. Nesta figura está representado o aparelho urinário feminino. Como exercício olhe o aparelho masculino e descreva a relação entre uretra (último ducto de saída) e pênis.

Observe na figura ao lado que o rim tem uma capa externa conhecida como córtex e uma mais interna formada de gomos, conhecida como medula. Na intersecção entre duas medulas é formada uma papila renal. As papilas se juntam em uma parte bem central que é o cálice. Este, finalmente vai desembocar no ureter. Observe bem o hilo, a região por onde entra e sai o sangue e também sai o ureter.

Identifique as pirâmides renais – no ápice estão as papilas – em seguida pode ser vista a medula e na base o córtex.

Cada rim possui cerca de um milhão de néfrons, a unidade formadora de urina, e cada néfron é constituído por um glomérulo (capilares glomerulares) e pelos túbulos renais. O glomérulo é constituído pelos capilares glomerulares, que se ramificam e formam uma rede, recoberta pela cápsula de Bowman que retém o líquido, e passam a formar uma sequência de tubos:

1. túbulo proximal,
2. alça de Henle,
3. túbulo distal,
4. túbulo conector,
5. túbulo coletor; e
6. duto coletor.

O sangue chega aos rins pela artéria renal, que se vai ramificando até formar as arteríolas aferentes que se ligam aos capilares glomerulares (onde ocorre a filtração do sangue), depois formam os vasos eferentes, que novamente se tornam capilares – os capilares peritubulares, que circundam os túbulos renais. Estes capilares passam a formar veias e vão-se agregando até formar veias maiores. Por fim, formam as veias renais, que deixam o rim através da região do hilo.

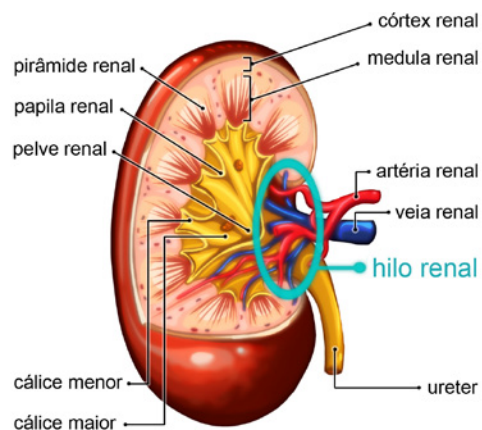


Figura 3.2: Anatomia do rim. / Fonte: CEPA

O funcionamento dos rins

FORMAÇÃO DE URINA

O sangue arterial é conduzido sob alta pressão (em torno de 70 a 80 mmHg) nos capilares do glomérulo, fazendo com que parte do plasma passe para a cápsula de Bowman, processo denominado filtração. A intensidade da filtração glomerular depende de vários aspectos. Como ocorre na maioria dos capilares, o líquido filtrado não contém proteínas e elementos celulares, nem hemácias, que são incapazes de atravessar o vaso. A concentração de outras substâncias, como sais e moléculas orgânicas, é muito semelhante à encontrada no plasma.



Vídeo 1: Filtração renal por tamanho de partículas. O vídeo 1 mostra a formação de urina. Como ela está em inglês, o ideal é que ela seja assistida com calma e atenção pelo menos duas vezes. Uma antes e outra depois de você ter lido o texto "A formação de Urina".

Todo o material filtrado passa para os túbulos renais, onde algumas substâncias são reabsorvidas para o sangue e outras são secretadas do sangue para os túbulos renais. Portanto, a urina formada é a soma de três processos renais.

O objetivo da formação de urina é filtrar todo o plasma, reabsorvendo algumas substâncias nas concentrações adequadas. Nas partes distais do túbulo renal, ocorre ainda a secreção de alguns sais e de pequenas moléculas. Portanto:

Urina = filtração glomerular – reabsorção tubular + secreção tubular

No túbulo proximal, ocorre a reabsorção de aproximadamente 65% do total filtrado de sódio e água, além de uma alta, porém menor, reabsorção de cloreto. O sódio é altamente reabsorvido neste local, devido à grande capacidade de reabsorção ativa e passiva do sódio. Neste local, também ocorre a secreção de ácidos e bases orgânicos.

A alça de Henle pode ser separada funcionalmente como segmento descendente delgado, segmento delgado ascendente e segmento espesso ascendente. O segmento descendente delgado é altamente permeável à água e moderadamente permeável à maioria dos solutos, como ureia e sódio. Já o ramo ascendente é pouco permeável à água, mecanismo importante para a concentração da urina. O segmento espesso ascendente é responsável por mais ou menos 25% de todo o soluto reabsorvido. Isto se deve à alta capacidade de reabsorção ativa do sódio, cloreto e potássio.

A porção inicial do túbulo distal também é impermeável à água e tem alta capacidade de reabsorção de íons. Já a segunda metade do túbulo distal e o túbulo coletor cortical, além de reabsorverem água e íons, auxiliam na secreção de outras moléculas, como o hidrogênio. Estas estruturas são caracterizadas pela presença de dois tipos celulares distintos, as células principais e as células intercaladas. O duto coletor medular é responsável por menos de 10% da reabsorção de água e sódio, mas também desempenha outros papéis importantes no processamento final da urina.

Aproximadamente 99% do que é filtrado no glomérulo é reabsorvido. Dessa forma, cerca de 180 litros de fluido do plasma é filtrado durante um dia. Destes 180 litros, são secretados apenas 1 a 2 litros de urina por dia.

Esta é, portanto, uma unidade de limpeza muito eficiente – não apenas elimina as toxinas, mas também inspeciona todos os elementos do sangue, mantendo a concentração adequada para cada um deles.

Onde se localiza a água do organismo?

COMPARTIMENTOS DE LÍQUIDOS CORPORAIS

Podemos dizer que a água corporal total é a soma do líquido intracelular e líquido extracelular. Em um ser humano adulto, pesando 70 kg, cerca de 60% deste peso corresponde à água corporal total, o que daria cerca de 40 litros de água. O líquido intracelular corresponde a mais da metade do líquido total (mais ou menos 66%). O líquido extracelular é constituído pelo plasma e pelo líquido intersticial.

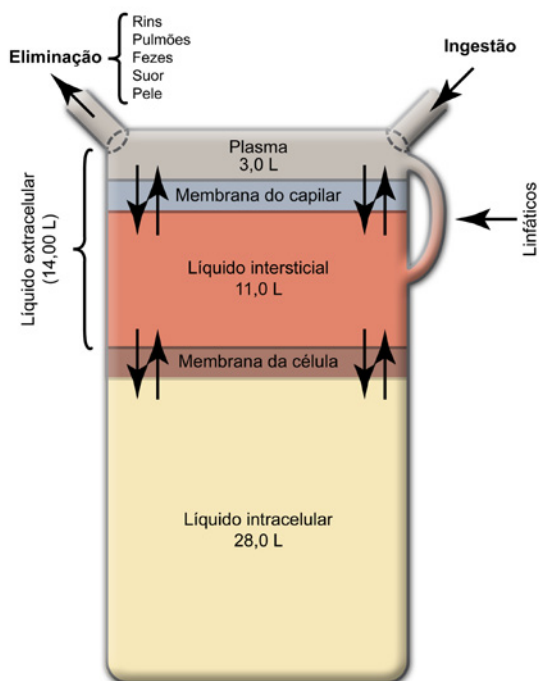


Figura 3.3: Compartimentos de Água no Organismo. / Fonte: CEPA

Todos os compartimentos líquidos do organismo se comunicam – e o equilíbrio entre os diferentes compartimentos pode ocorrer muito rapidamente. **Note:** a única entrada de líquido é pela ingestão – é preciso beber líquido. Caso este seja ingerido com grandes quantidades de sais, a pressão osmótica não facilitará a sua transferência para os demais compartimentos.

Osmolaridade das substâncias nos líquidos extracelulares e intracelulares			
	Plasma (mOsm/L H ₂ O)	Intersticial (mOsm/L H ₂ O)	Intracelular (mOsm/L H ₂ O)
Na ⁺	142	139	14
K ⁺	4,2	4,0	140
Ca ⁺⁺	1,3	1,2	0
Mg ⁺	0,8	0,7	20
Cl ⁻	108	108	4
HCO ₃ ⁻	24	28,3	10
HPO ₄ ⁻ , H ₂ PO ₄ ⁻	2	2	11
SO ₄ ⁻	0,5	0,5	1
Fosfocreatina			45
Carnosina			14
Aminoácidos	2	2	8
Creatina	0,2	0,2	9
Lactato	1,2	1,2	1,5
Adenosina trifosfato			3
Hexose monofosfato			3,7
Glicose	5,6	5,6	

Osmolaridade das substâncias nos líquidos extracelulares e intracelulares			
	Plasma (mOsm/L H ₂ O)	Intersticial (mOsm/L H ₂ O)	Intracelular (mOsm/L H ₂ O)
Proteína	1,2	0,2	4
Ureia	4	4	4
Outros	4,8	3,9	10
Total mOsm/L	301,8	300,8	301,2
Atividade osmolar corrigida	282,0	281,0	281,0
Pressão osmótica total em 37 °C (mm Hg)	5443	5423	5423

Tabela 3.1: Substâncias que exercem cargas osmóticas nos líquidos intra e extracelulares.

Na tabela 3.1, são apresentadas todas as espécies químicas, relevantes na composição da pressão osmótica entre os diferentes compartimentos líquidos do organismo. Não se preocupe em saber todos – mas observe que sódio é um íon extracelular, enquanto potássio é intracelular. A glicose praticamente não é encontrada na forma livre dentro da célula – assim que entra, é utilizada gerando energia, ou armazenada como glicogênio, por exemplo. O mais importante → o que chamamos mensagem para a vida → a pressão osmótica total é igual entre os três compartimentos.

A regulação do volume intersticial e plasmática é dada pelo equilíbrio de forças hidrostáticas e coloidosmóticas. A relação entre o volume extracelular e o intracelular é determinada principalmente pelo efeito osmótico – líquidos hipotônicos ou hipertônicos podem alterar o volume celular, ao contrário dos líquidos isotônicos.

A diferença osmótica entre os meios intra e extracelular é corrigida rapidamente com a transferência de água. No entanto, a ingestão de água ocorre pelo trato digestório e é transferida para todo o corpo pelo sangue. Dessa forma, uma pessoa normal pode demorar até 30 minutos para atingir o equilíbrio osmótico em todo o organismo.

O acúmulo anormal de líquido corporal é denominado **edema**.

Balanço hídrico do organismo

O CONTROLE DE INGESTÃO E EXCREÇÃO DE LÍQUIDOS CORPORAIS

Em condições normais, ocorrem trocas diárias de líquidos e solutos entre o organismo e o ambiente externo, e também entre os diferentes compartimentos corporais. Mesmo assim, o organismo procura sempre manter constante a relação entre o volume total dos líquidos corporais e as concentrações de soluto. Dessa forma, é importante que exista também uma relação entre o ganho e a perda de volume de líquido diário.

Cerca de 200 ml de água são adquiridos com a oxidação de carboidratos por dia. Além disso, um adulto consome cerca de 2.100 ml de água por dia, totalizando 2.300 ml. Estas são as principais fontes de água do organismo.

Cerca de 700 ml de água são perdidos por dia, por evaporação no sistema respiratório, e por difusão através da pele. Como não temos controle sobre esta perda, ela é denominada perda insensível de água. A perda por difusão da pele é minimizada pela camada de células cutâneas cornificadas, ricas em colesterol. Quando se perde esta camada, por exemplo após uma queimadura, a evaporação pode aumentar até 10 vezes, chegando a 3–5 litros por dia. Além disso, outros mecanismos, como a perda de líquidos através de suor e pelas fezes, auxiliam no balanço entre o consumo e a perda de água do organismo. Todo o restante da excreção de água é realizado pelos rins.

Se houver a necessidade de reter água no interior do corpo, a urina fica mais concentrada. Havendo excesso de água no corpo, a urina fica menos concentrada. Este balanço é realizado com a maior ou menor reabsorção de água nos túbulos renais.

O principal regulador do equilíbrio hídrico no organismo é o hormônio antidiurético (HAD), que é liberado pela hipófise e promove a retenção de líquido, concentrando a urina.

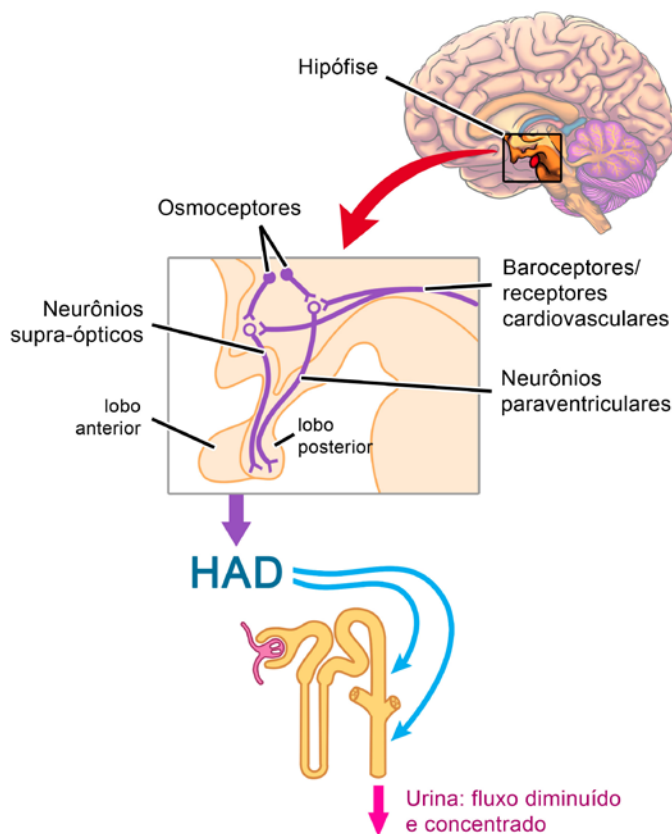


Figura 3.4: Controle de ingestão de água. / Fonte: CEPA

O cérebro, que comanda a nossa vontade de beber, é informado se a quantidade de líquido no plasma está baixa. Os quimiorreceptores detectam se o sangue está muito concentrado e informam ao hipotálamo que a hipófise tem de ser ativada. Isto é feito através dos neurônios supra-ópticos, que fazem a hipófise liberar o hormônio antidiurético (HAD). Este atua na última parte do néfron, aumentando a absorção de água e concentrando a urina.

Observe que os barorreceptores, quando detectam uma queda na pressão arterial, atuam através da mesma região hipotalâmica, induzindo a liberação de HAD. O aumento da volemia (volume de líquido no sangue) leva a um aumento da pressão arterial.

Curiosidade: o álcool inibe a produção de HAD e, portanto, facilita a formação de grandes volumes de urina; a ingestão de grande quantidade de líquido também favorece a formação de grandes quantidades de urina. Por isso, quando se toma cerveja, que é ingerida em grandes volumes e contém álcool, há uma grande necessidade de urinar.

Será que existem outros fatores que devem ser lembrados? Muito bem, podemos pensar o que nos faz ter sede! Muitos são os fatores, mas hoje vamos destacar apenas um... comer comida muito salgada... Sim, o aumento da concentração de sódio no líquido extracelular tem de ser controlado, e uma forma de fazer isto é aumentar a ingestão de água.

Nos casos em que precisamos aumentar a volemia (volume de líquido no sangue), o organismo ainda tem mais uma ferramenta – as glândulas suprarrenais liberam aldosterona, hormônio que leva à reabsorção de sódio e, portanto, de água.

Micção, diuréticos e doenças renais

COMO ESSES FATORES AGEM?

A urina proveniente dos dutos coletores flui para os cálices renais, que se contraem peristalticamente com a pelve renal, empurrando a urina para os ureteres que, por sua vez, levam a urina até a bexiga. A urina é armazenada na bexiga e então excretada pela uretra. O controle da micção é realizado na bexiga, que possui um **reflexo para a micção**.

Para refletir

De repente... não mais que de repente... vem aquela vontade de urinar... Alguns conseguem facilmente esperar até encontrar o local adequado... Outros, os muito novos, ou muito velhos, ou mesmo algumas pessoas que estão com problemas, não conseguem... Afinal, este reflexo de micção é voluntário ou não?

Na realidade, a bexiga vai enchendo, enchendo... até que segue uma informação via sistema nervoso involuntário para que haja a micção. Esta informação, sendo detectada pelo cérebro, é desviada para o sistema nervoso voluntário, de tal modo que iniba esse reflexo involuntário.

Portanto, este é um exemplo magnífico da complexidade de nossas reações.

No início da vida há necessidade de que o cérebro aprenda... Cada um de vocês certamente já acompanhou uma criança.

Mas existem muitas doenças que dificultam o controle da micção.

Lembrem-se de que algumas crianças em idade escolar precisam ser observadas e não podem ser impedidas de ir ao banheiro...

O volume urinário pode ser controlado pela ação de diuréticos, que, como o nome sugere, têm a capacidade de aumentar o volume urinário. O uso clínico mais comum de diuréticos é feito para reduzir o volume de líquidos em doenças associadas à formação de edema e hipertensão. Eles são remédios muito potentes e atuam aumentando a carga osmótica do filtrado glomerular ou da urina inicial. A maioria dos diuréticos causa perdas importantes do íon potássio, podendo levar a mudanças do meio extracelular e a câimbras e alterações cardíacas. Remédio é bom quando necessário.

As doenças renais, que podem ser agudas ou crônicas, acometem pessoas no mundo inteiro e podem levar a importantes alterações de pressão arterial e função cardíaca.

Considerações finais sobre o Sistema Excretório

A IMPORTÂNCIA DO SISTEMA EXCRETÓRIO

Manter o equilíbrio implica ter entrada e saída controlada. Nesta aula de excreção, demos uma importância muito grande à função renal. O espaço e a relevância desse sistema foram a base para esta escolha.

É importante lembrar que, ao controlar a saída de líquidos e metabólitos, a função renal também controla a pressão arterial e a função cardíaca. Enfim, como você já sabe, o organismo é um só. Apenas fazemos classificações e separações para facilitar a informação de propriedades características de cada sistema.

O Sistema Respiratório

Princípios gerais

O sistema respiratório tem como principal função o fornecimento de oxigênio para os tecidos e a retirada de gás carbônico. Além disso, participa de outro importante processo: a regulação do equilíbrio acidobásico do organismo.

O sistema respiratório é formado por um par de pulmões e por um sistema constituído de vários órgãos, que fazem a ligação entre o meio externo e os pulmões: as fossas nasais, a boca, a faringe, a laringe, a traqueia, os brônquios, os bronquíolos e os alvéolos – os três últimos já localizados nos pulmões.

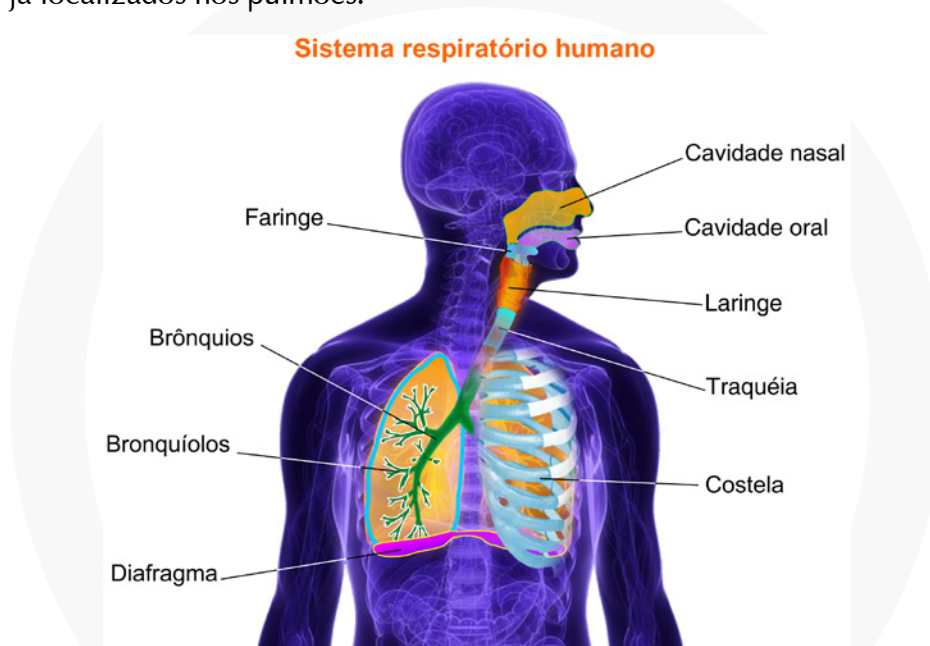


Figura 3.5: Sistema respiratório humano. (Animação 1, passe o ponteiro do mouse sobre a parte colorida da figura para visualizar as legendas). / Fonte: CEPA

Os pulmões são os órgãos essenciais da respiração, ou seja, é esta estrutura que recebe o sangue venoso, rico em dióxido de carbono, (transportado pelas artérias pulmonares) e o transforma em sangue arterial, rico em oxigênio.

Anatomia e mecânica da ventilação pulmonar

COMO SE DÁ O PROCESSO RESPIRATÓRIO?

As **fossas nasais** são compostas por duas cavidades paralelas, que recebem o ar do meio exterior, através das narinas, e o conduzem até a faringe. Essa região contém as células sensoriais responsáveis pelo sentido do olfato, e tem como função filtrar, umedecer e aquecer o ar. As dobras internas das fossas nasais, chamadas cornetos, fazem o ar turbilhonar. Sinta isto ao inspirar!



Vídeo 2: Acompanhe a mecânica respiratória na animação (vídeo 2) e depois leia o texto. Não esqueça de fazer um esquema, colocando tudo o que você puder perceber. Como ela está em inglês o ideal é que ela seja assistida com calma e atenção pelo menos duas vezes, uma antes e outra depois de você ter lido o texto “Como se dá o processo respiratório?”.

As células de revestimento das fossas nasais e de todo o trato produzem muco – todos nós sabemos o que ocorre quando este é produzido em excesso!

A **faringe** tem comunicação tanto com a fossa nasal quanto com a boca, conduzindo o ar inspirado pelas narinas ou pela boca até a laringe.

O ar vindo do meio externo chega à **laringe** através de sua entrada, a glote, onde existe uma espécie de válvula – o epiglote –, que impede que o alimento, que também passa pela faringe, entre no sistema respiratório. Na laringe, também são encontradas as cordas vocais, que são as estruturas responsáveis pela produção de som durante a passagem de ar.

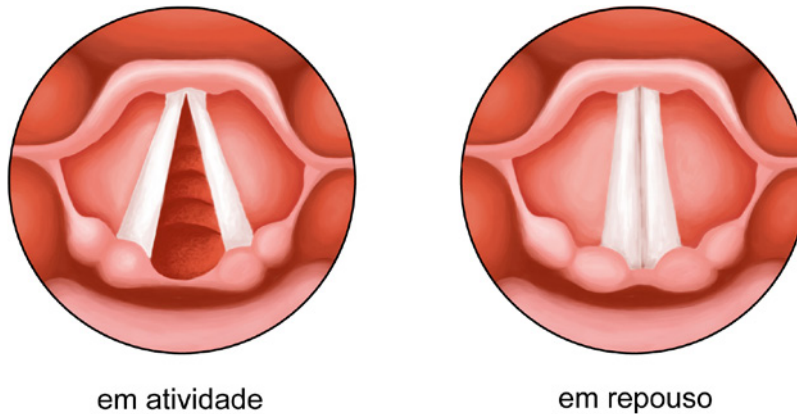


Figura 3.6: Ilustração das cordas vocais (faixas brancas na figura). / Fonte: CEPA



Vídeo 3: Isto é o que acontece quando se diz “AHHHH” com uma câmara dentro da garganta! Você pode ver a membrana abrindo e fechando, ou ficando mais espessa ou mais fina, na dependência da qualidade do som. Como ela está em inglês o ideal é que ela seja assistida com calma e atenção pelo menos duas vezes, uma antes e outra depois de você ter lido o texto “Como se dá o processo respiratório?”.

Para emitir os sons, estas duas finas lâminas se movimentam, vibrando com a passagem do ar. Quando as cordas tornam-se mais rígidas, o padrão de som emitido muda (obs.: veja que ao fundo das cordas vocais abertas, é possível ver a traquéia).

O ar vindo da **laringe** chega então às traqueias, que são uma espécie de tubo que contém anéis cartilagosos, e que se bifurcam originando os brônquios. Estes, por sua vez, conduzem o ar que penetra em cada um dos pulmões.

Os **pulmões** são recobertos por uma pleura e compostos por dois órgãos de estrutura esponjosa com forma de pirâmide, sendo a base localizada sobre o músculo diafragma. Entre a face interna dos dois pulmões, existe um espaço chamado mediastino, no qual se encontra o coração. O pulmão direito é formado por três lóbulos e o esquerdo, por dois.

Os grandes ramos bronquiais que penetram o pulmão dividem-se em ramos sempre mais delgados (brônquios de 1ª, de 2ª e de 3ª ordem) e, enfim, nos **bronquíolos**. Estes formam os **alvéolos**, estruturas de parede muito delgada, que fazem contato com os capilares vindos da artéria pulmonar. Os alvéolos são, de fato, as estruturas responsáveis pela troca gasosa, e sua superfície total é de, aproximadamente, 80 metros quadrados em um adulto.

Em todas as partes das vias aéreas, desde as fossas nasais até os bronquíolos terminais, existe uma camada interna revestida por muco e por um epitélio ciliado. Estas regiões mucociliadas devem manter a umidade e impedir a entrada de partículas, que porventura sejam admitidas com o ar inspirado.

A base de cada pulmão apoia-se sobre o músculo diafragma, localizado entre o tórax e o abdômen. Em conjunto com os músculos intercostais, promove o aumento da caixa

torácica, reduzindo a pressão interna e levando a entrada de ar nos pulmões. Já durante a expiração, ocorre o relaxamento da musculatura do diafragma e dos músculos intercostais, provocando a diminuição da caixa torácica e o conseqüente aumento da pressão interna, forçando o ar a sair dos pulmões.

Transporte de oxigênio e gás carbônico

O MECANISMO DE TRANSPORTE DE GASES

O oxigênio que chega aos alvéolos pulmonares passa para os capilares sanguíneos por difusão simples, penetra nas hemácias e forma um complexo com a hemoglobina, chamado oxiemoglobina. Este complexo aumenta entre 30 e 100 vezes a quantidade de oxigênio transportado por simples difusão de oxigênio no sangue.

O sangue venoso volta aos pulmões carregado de dióxido de carbono, que também é transportado ligado à hemoglobina – formando carboemoglobina. Ao atingir os alvéolos, há uma troca: o dióxido de carbono é liberado e passa por difusão para o interior dos alvéolos, sendo expelido. O processo de desligamento do dióxido de carbono da hemoglobina, nos pulmões, é favorecido pela ligação da hemoglobina com oxigênio. Veja, a seguir, um esquema geral do transporte dos gases.

Em condições de repouso, uma pequena parcela do transporte de oxigênio (cerca de 3%) é realizada em sua forma dissolvida, mas durante exercícios a quase totalidade do oxigênio chega aos tecidos ligados à hemoglobina. O transporte por hemoglobina é tão importante que, quando este é bloqueado, ocorre a morte por asfixia: por exemplo, quando é inalado o monóxido de carbono, este se liga irreversivelmente à hemoglobina e pode causar a morte por asfixia. Por isso, é perigoso ficar em ambiente fechado com um carro ligado.

O transporte de gases pelo sangue também tem como função manter a acidez do sangue, porque é a partir da reação do CO_2 com a água que se formam os íons bicarbonato e hidrogênio. Esta reação é mediada pela enzima anidrase carbônica. Na realidade, 70% do CO_2 é transportado dissolvido no sangue.

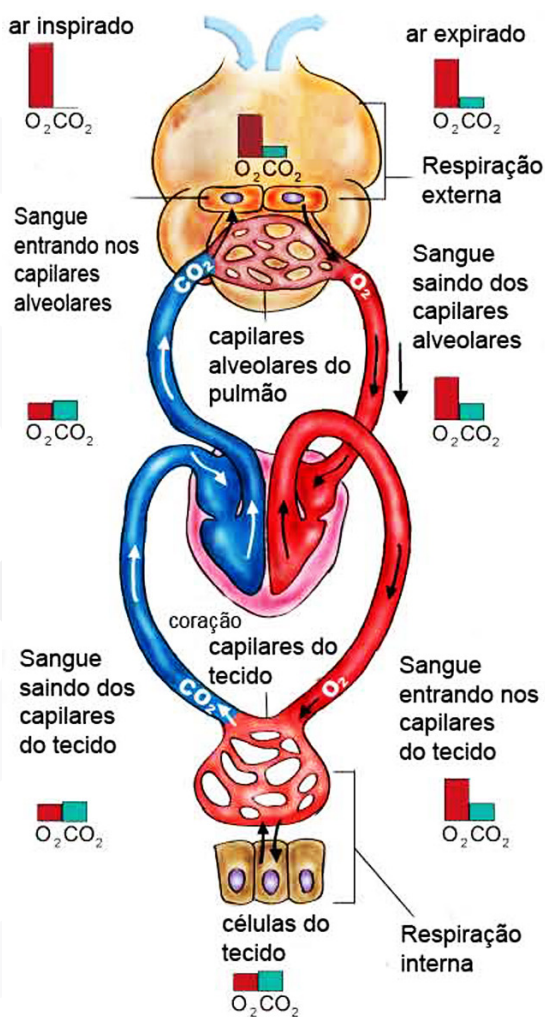


Figura 3.7: O ar que entra nos pulmões - ar inspirado - tem mais O_2 , que passa para o sangue arterial e é levado até os tecidos, onde se dá a troca com o CO_2 resultante da respiração celular. / Fonte: CEPA

Regulação da respiração

CONTROLE DOS MOVIMENTOS RESPIRATÓRIOS

O controle dos movimentos respiratórios é realizado pelo **centro respiratório**, composto por diversos grupos de neurônios localizados bilateralmente entre a ponte e o bulbo. O centro respiratório pode ser dividido em três grandes grupos:

1. respiratório dorsal – responsáveis pela inspiração;
2. respiratório ventral – responsáveis pelas inspirações e expirações; e
3. pneumotáxico – frequência e padrão de ventilação.

O excesso de acidez ou de dióxido de carbono no sangue ativa diretamente o centro respiratório. Ocorre um aumento da ventilação com o objetivo de eliminar o dióxido de carbono. A pessoa fica ofegante e respira com dificuldade – é só lembrar o que acontece após um forte exercício.

Os níveis de oxigênio são detectados por quimiorreceptores periféricos localizados nos corpúsculos carotídeos e aórticos. Conforme a pressão parcial de oxigênio diminui, os quimiorreceptores periféricos intensificam os estímulos nervosos para o centro respiratório, que responde prontamente aumentando a ventilação e os níveis de oxigênio.

O diafragma, músculo que separa a caixa torácica do abdômen, é comandado pelo nervo frênico e pode ser controlado voluntariamente. Em condições normais, os centros respiratórios enviam um impulso a cada 5 segundos para que o diafragma contraia e ocorra a inspiração.

Respire e sinta a movimentação da caixa torácica!

Equilíbrio acidobásico

A IMPORTÂNCIA DO pH SANGUÍNEO

O sistema respiratório é o principal controlador dos níveis de pH sanguíneo. O aumento da concentração de dióxido de carbono no sangue provoca aumento de íons H^+ e, conseqüentemente, da acidez. Da mesma forma, a diminuição dos níveis de dióxido de carbono leva a um aumento da alcalinidade do sangue.

O aumento do pH sanguíneo (alcalose) é detectado pelo centro respiratório, que responde diminuindo a ventilação pulmonar. Com esta redução, ocorre um acúmulo do dióxido de carbono e maior produção de íons H^+ , regularizando o pH. Por outro lado, a diminuição do pH sanguíneo (acidose) leva à excitação do centro respiratório, promovendo o aumento da ventilação pulmonar, o que deve resultar na eliminação do dióxido de carbono e no aumento do pH sanguíneo.

Existem condições em que o sistema respiratório não é capaz de corrigir por si só o pH sanguíneo. Por exemplo, uma pessoa com enfisema pulmonar é incapaz de eliminar corretamente o dióxido de carbono, resultando em uma acidose respiratória. O exemplo contrário seria uma pessoa com hiperventilação causada por altas altitudes; neste caso, o organismo é incapaz de normalizar a ventilação em virtude dos baixos níveis de oxigênio na atmosfera. Nessas ocasiões, o organismo necessita do sistema renal para corrigir o pH sanguíneo.

A respiração pode ser controlada pelos centros superiores ou pela variação da CO_2 , O_2 e acidez (pH) do sangue. As informações da variação de $[CO_2]$ são percebidas nos quimiorreceptores localizados no bulbo, enquanto as variações de pH e O_2 através de quimiorreceptores localizados nas carótidas e na aorta. Isto é na grande artéria que sai do coração e nas artérias que sobem através do pescoço levando sangue para o cérebro.

Veja que todas as informações são centralizadas no bulbo, e depois transformadas em sinais para os músculos intercostais e o diafragma.

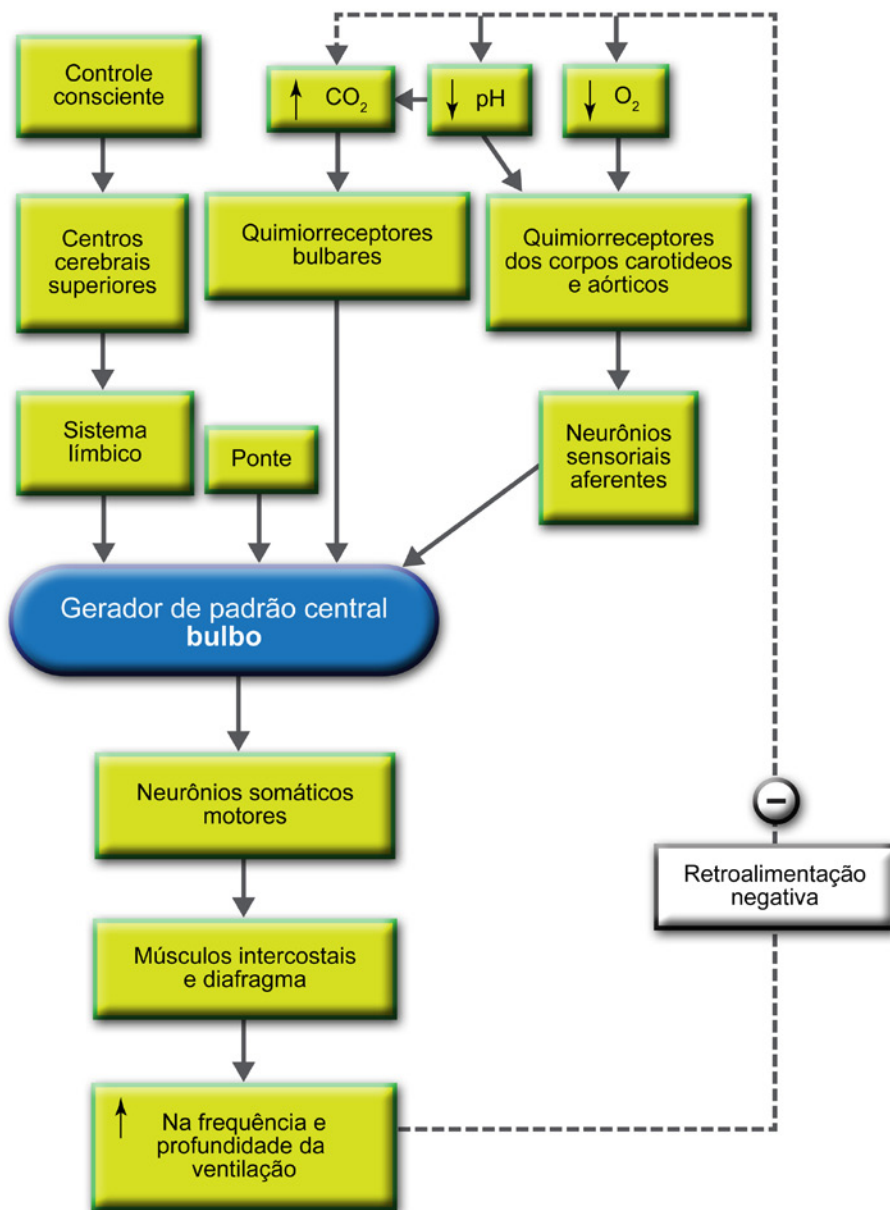


Figura 3.8: Esquema da regulação reflexa da respiração. / Fonte: CEPA

Considerações finais sobre o Sistema Respiratório

A IMPORTÂNCIA DA RESPIRAÇÃO

Respiração é vital e várias doenças podem interferir nos processos de obtenção do ar e de trocas gasosas nos tecidos.

Infecções por vírus e bactérias podem aumentar a quantidade de muco secretada nas vias aéreas, dificultando a passagem do ar.

A perda de alvéolos, observada nos enfisemas, faz com que a superfície para trocas gasosas diminua muito.

Uma alteração muito importante é a que ocorre no controle central da respiração. A morfina, por exemplo, faz com que estes centros respondam muito mal ao aumento da quantidade de CO_2 circulante. Disso resulta que os centros da respiração deixam de comandar o aumento de ventilação quando este é necessário.

Em suma, a respiração controla a troca de ar e o nível de acidez do sangue e é uma função essencial para a vida.



Atividades

Acesse o ambiente virtual e realize a atividade proposta. Esta semana teremos:

Texto Online

Bom trabalho!

RedeFor