



1. INTRODUÇÃO À FISIOLOGIA RESPIRATÓRIA

O sistema respiratório é essencial para a homeostasia do organismo, garantindo a troca de gases entre o ambiente externo e o meio interno. A principal função do sistema respiratório é a captação de oxigênio (O_2) e a eliminação do dióxido de carbono (CO_2), garantindo a manutenção da respiração celular aeróbica, fundamental para a produção de ATP. Além disso, o sistema respiratório desempenha papéis importantes na regulação do equilíbrio ácido-base, na defesa imunológica, na fonação e na modulação da pressão arterial via sistema renina-angiotensina-aldosterona.

Nos países africanos, especialmente em Angola, as doenças respiratórias crônicas representam um grande desafio de saúde pública, sendo exacerbadas pela poluição ambiental, tabagismo e infecções respiratórias frequentes. Portanto, compreender os mecanismos da fisiologia respiratória é essencial para uma abordagem clínica eficaz.

2. ANATOMIA FUNCIONAL DO SISTEMA RESPIRATÓRIO

O sistema respiratório é composto por vias aéreas superiores e inferiores, além da estrutura alveolocapilar, essencial para as trocas gasosas.

- **Vias Aéreas Superiores:** Incluem o nariz, cavidade nasal, seios paranasais, faringe e laringe. Essas estruturas são responsáveis pelo condicionamento do ar inspirado, promovendo sua filtração, umidificação e aquecimento antes de atingir as vias inferiores.
- **Vias Aéreas Inferiores:** Compreendem a traqueia, brônquios, bronquíolos e alvéolos pulmonares. A traqueia se bifurca em brônquios principais, que se subdividem em brônquios lobares e segmentares, culminando nos bronquíolos terminais e respiratórios. O epitélio dessas estruturas apresenta células ciliadas e células caliciformes produtoras de muco, componentes fundamentais do mecanismo de depuração mucociliar, responsável pela remoção de partículas inaladas.
- **Unidade Alveolocapilar:** Os alvéolos pulmonares são pequenas estruturas esféricas onde ocorrem as trocas gasosas. Eles são revestidos por pneumócitos tipo I, responsáveis pela difusão gasosa, e por pneumócitos tipo II, que secretam surfactante pulmonar, reduzindo a tensão superficial e prevenindo o colapso alveolar.

3. MECÂNICA DA RESPIRAÇÃO

A ventilação pulmonar envolve movimentos de inspiração e expiração, os quais são mediados por mudanças na pressão intrapulmonar em relação à pressão atmosférica.

- **Inspiração:** Processo ativo que requer contração do diafragma e dos músculos intercostais externos, expandindo a cavidade torácica e reduzindo a pressão



intrapulmonar. Em condições de demanda aumentada, músculos acessórios como o esternocleidomastoideo e os escalenos são recrutados.

- **Expiração:** Em repouso, trata-se de um processo passivo, decorrente do relaxamento dos músculos inspiratórios e do retorno elástico dos pulmões e da parede torácica. No entanto, a expiração forçada envolve a contração dos músculos abdominais e intercostais internos.

A complacência pulmonar, que reflete a elasticidade dos pulmões, e a resistência das vias aéreas são fatores determinantes da mecânica respiratória. Patologias como a doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) e a fibrose pulmonar alteram esses parâmetros, dificultando a ventilação.

4. TROCAS GASOSAS E DIFUSÃO PULMONAR

As trocas gasosas ocorrem nos alvéolos pulmonares por um processo passivo de difusão, regido pelos gradientes de pressão parcial dos gases. O oxigênio se move dos alvéolos para os capilares pulmonares, enquanto o dióxido de carbono realiza o caminho inverso. A eficiência dessa troca depende de fatores como:

- **Espessura da Membrana Alveolocapilar:** A espessura normal é extremamente fina ($\sim 0,5 \mu\text{m}$), favorecendo a rápida difusão gasosa. No entanto, condições patológicas como edema pulmonar ou fibrose intersticial aumentam essa espessura, comprometendo a oxigenação sanguínea.
- **Superfície de Troca:** Doenças como o enfisema reduzem a área alveolar funcional, prejudicando a captação de O_2 .
- **Gradiente de Pressão Parcial:** A diferença entre a pressão parcial de O_2 nos alvéolos ($\sim 100 \text{ mmHg}$) e nos capilares pulmonares ($\sim 40 \text{ mmHg}$) impulsiona a difusão. O mesmo ocorre para o CO_2 , mas em menor gradiente ($\sim 45 \text{ mmHg}$ para 40 mmHg), compensado pela sua maior solubilidade no plasma.

5. TRANSPORTE DE GASES NO SANGUE

Após a difusão, os gases são transportados pelo sangue de formas específicas:

- **Transporte de Oxigênio:** Cerca de 98% do O_2 no sangue está ligado à hemoglobina (Hb), formando a oxi-hemoglobina. O restante ($\sim 2\%$) encontra-se dissolvido no plasma. A afinidade da hemoglobina pelo O_2 é influenciada por fatores como pH, temperatura e concentração de 2,3-BPG, conforme descrito pela curva de dissociação da oxi-hemoglobina.
- **Transporte de Dióxido de Carbono:** O CO_2 é transportado de três formas principais:
 - Dissolvido no plasma (7%)
 - Ligado à hemoglobina na forma de carbamino-hemoglobina (23%)
 - Convertido em íons bicarbonato (HCO_3^-) no plasma (70%), através da ação da anidrase carbônica nos eritrócitos, mecanismo essencial para o equilíbrio ácido-base do organismo.



6. CONTROLO NEUROLOGICO DAS FUNÇÕES RESPIRATÓRIAS:

O controle neurológico da respiração é um processo complexo que envolve diversos centros no sistema nervoso central, responsáveis por regular a frequência, a profundidade e o ritmo respiratório. A respiração é controlada por uma interação entre os centros respiratórios localizados no cérebro e sinais provenientes de sensores periféricos. Os principais centros envolvidos no controle da respiração incluem:

Bulbo Raquidiano (Medula Oblonga)

- **Centro respiratório medular:** A medula oblonga é o principal centro de controle da respiração. Dentro dela, existem dois principais grupos de neurônios responsáveis pela geração do ritmo respiratório:
 - **Grupo respiratório dorsal (GRD):** Localizado na parte posterior da medula, o GRD é responsável pela inspiração. Ele envia sinais para os músculos respiratórios, como o diafragma, estimulando sua contração.
 - **Grupo respiratório ventral (GRV):** Localizado na parte anterior da medula, o GRV está envolvido principalmente na expiração forçada, mas também tem papel na modulação da respiração em condições de esforço ou patologia.
- **Centro pneumotáxico:** Localizado na ponte (pons), regula a frequência respiratória, limitando a duração da inspiração. Ele modula o centro respiratório medular, controlando a rapidez e a profundidade da respiração.
- **Centro apneústico:** Também localizado na ponte, o centro apneústico ajuda a promover a inspiração prolongada, estimulando a atividade do centro respiratório dorsal. No entanto, sua função é contraposta pelo centro pneumotáxico.

Ponte (Pons)

- A ponte tem uma função de modulação, ajustando a transição entre inspiração e expiração. O centro pneumotáxico e o centro apneústico, ambos na ponte, ajustam o ritmo e a profundidade da respiração em resposta a diferentes estímulos, como exercícios ou alterações nos níveis de oxigênio e dióxido de carbono no sangue.

Córtex Cerebral

- O córtex cerebral, especificamente a **área motora primária** e outras áreas relacionadas, tem a capacidade de controlar voluntariamente a respiração, como quando se decide segurar a respiração ou respirar de forma controlada. Essa capacidade é limitada, e a respiração, na maioria das vezes, é regulada automaticamente pelos centros no bulbo e na ponte.

Quimiorreceptores

- Os **quimiorreceptores periféricos** e **centrais** desempenham um papel fundamental na regulação da respiração em resposta a mudanças nos níveis de gases no sangue (principalmente oxigênio e dióxido de carbono):



- **Quimiorreceptores centrais:** Localizados no **bulbo** (próximos ao centro respiratório), eles detectam os níveis de dióxido de carbono (CO_2) e o pH do líquido cerebrospinal. Um aumento nos níveis de CO_2 (ou uma diminuição do pH) estimula a respiração mais rápida e profunda para eliminar o excesso de CO_2 .
- **Quimiorreceptores periféricos:** Localizados nas artérias carótidas e na aorta, eles monitoram os níveis de oxigênio (O_2) no sangue. Quando o nível de O_2 diminui, esses quimiorreceptores enviam sinais ao centro respiratório para aumentar a frequência respiratória.

Proprioceptores

- **Proprioceptores nos músculos e articulações** também podem influenciar a respiração. Durante o exercício, por exemplo, os proprioceptores enviam sinais ao cérebro para aumentar a frequência respiratória, ajustando-a à demanda metabólica aumentada.

Fatores emocionais e cognitivos

- O controle da respiração também é influenciado por **fatores emocionais**, como o estresse, a ansiedade ou o medo, que podem acelerar a respiração. O **sistema límbico** (associado às emoções) e o **hipotálamo** podem modificar a atividade respiratória de forma reflexa, muitas vezes sem a intervenção consciente.

Resumo do Processo:

- O **bulbo raquidiano** recebe informações sobre os níveis de gases no sangue, regulando automaticamente a respiração.
- O **centro pneumotáxico** e o **centro apneústico** (localizados na ponte) ajudam a ajustar a respiração de acordo com as necessidades do corpo, como durante exercícios ou alterações nos níveis de oxigênio.
- O **córtex cerebral** permite a modulação voluntária da respiração. O **sistema límbico e o hipotálamo** modulam a atividade respiratória em resposta a emoções.
- Os **quimiorreceptores periféricos e centrais** monitoram os níveis de O_2 e CO_2 no sangue, ajustando a respiração conforme necessário.

7. ALTERAÇÕES FISIOLÓGICAS E PATOLOGIAS RESPIRATÓRIAS

O estudo da fisiologia respiratória permite a compreensão de diversas doenças que afetam a função pulmonar. Entre as principais condições clínicas associadas à disfunção respiratória, destacam-se:

- **Doenças Obstrutivas:** Caracterizadas pelo aumento da resistência ao fluxo aéreo, como a asma e a DPOC. Essas condições levam à hiperinsuflação pulmonar e à diminuição da capacidade expiratória.



Material de apoio à docência.
Disciplina: Fisiologia II

- **Doenças Restritivas:** Reduzem a complacência pulmonar, dificultando a expansão pulmonar. Exemplos incluem fibrose pulmonar e doenças neuromusculares.
- **Distúrbios Ventilatórios:** Como a síndrome da apneia obstrutiva do sono (SAOS), que interfere na ventilação alveolar e pode levar a hipóxia crônica.

7. CONSIDERAÇÕES CLÍNICAS

A avaliação da função respiratória é essencial para o diagnóstico e manejo de doenças pulmonares. Exames como espirometria, pletismografia e gasometria arterial são fundamentais para quantificar parâmetros como volume corrente, capacidade vital e pressões parciais de gases sanguíneos.

Este material revisado aprofunda os conceitos essenciais de fisiologia respiratória, fornecendo uma base teórica sólida para a prática clínica dos estudantes universitários angolanos.

