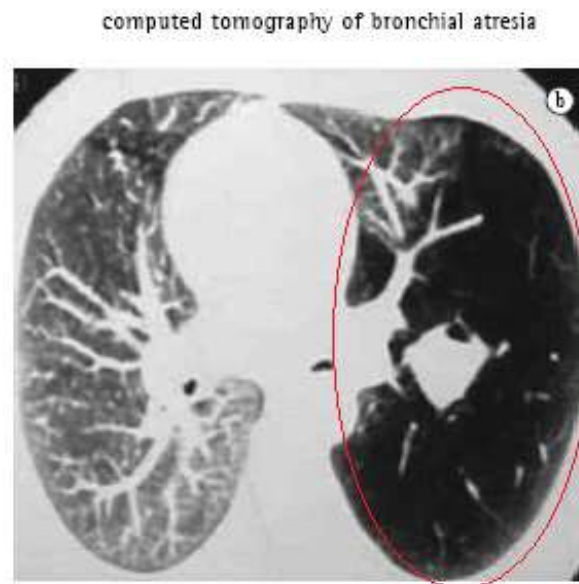
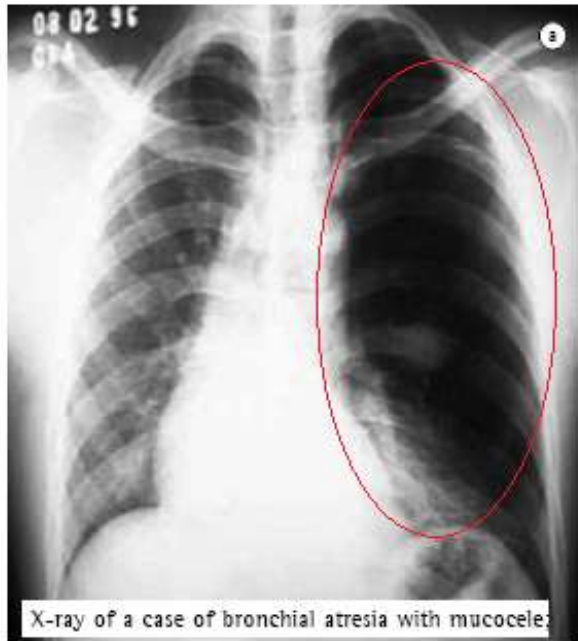


Universidade de Brasília - UnB
Hospital Universitário de Brasília - HUB
Disciplina Farmacologia dos Sistemas

FARMACOLOGIA DO SISTEMA RESPIRATÓRIO

Parte 1: *“Physis (funcionamento); Logos (estudo)”*

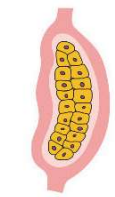
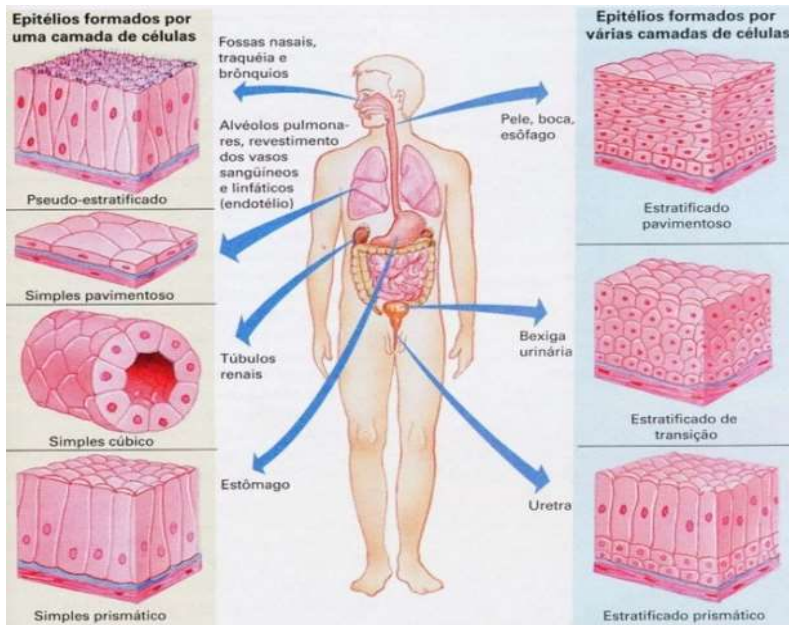


Prof. PhD. Hugo Campos

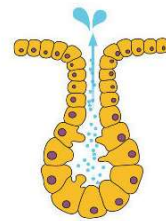
Brasília, 2019.

Pré-Aula (Tecidos)

- O corpo humano é formado por “4 tipos” de **tecidos especializados**: **epitelial**, **muscular**, **nervoso** e **conjuntivo**.

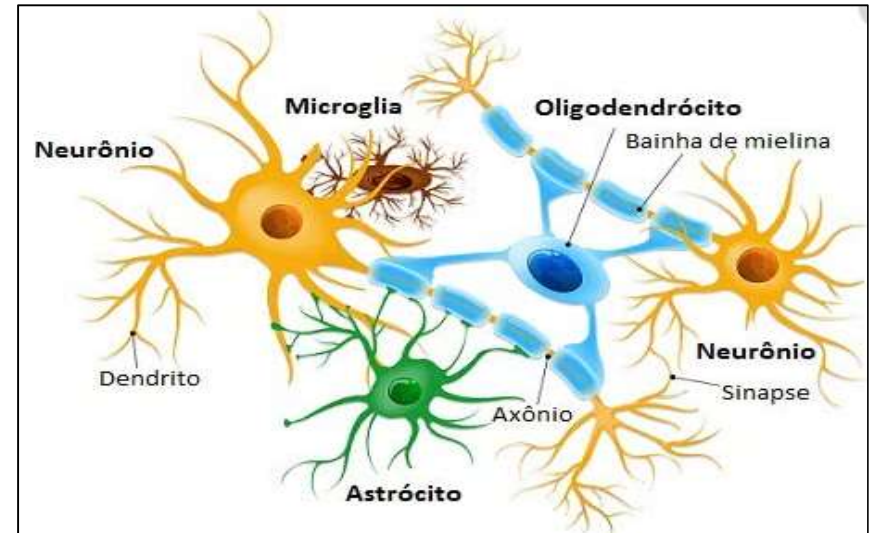


Glândula Endócrina



Glândula Exócrina

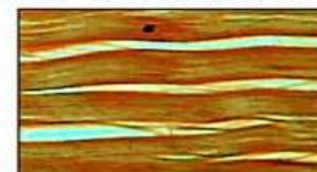
Holócrina Célula em desintegração
Merócrina Célula intacta
Apócrina Célula arrancada



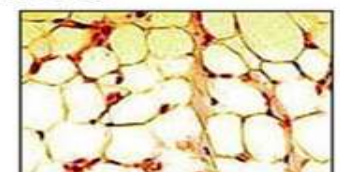
TECIDOS CONJUNTIVOS



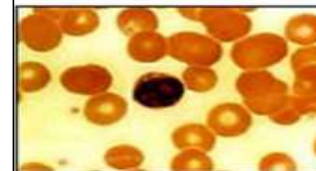
Conjuntivo propriamente dito frouxo



Conjuntivo propriamente dito denso e modelado



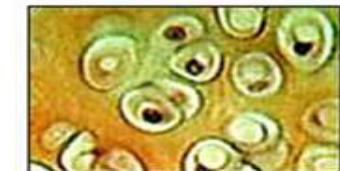
Adiposo



Sangue



Osseo

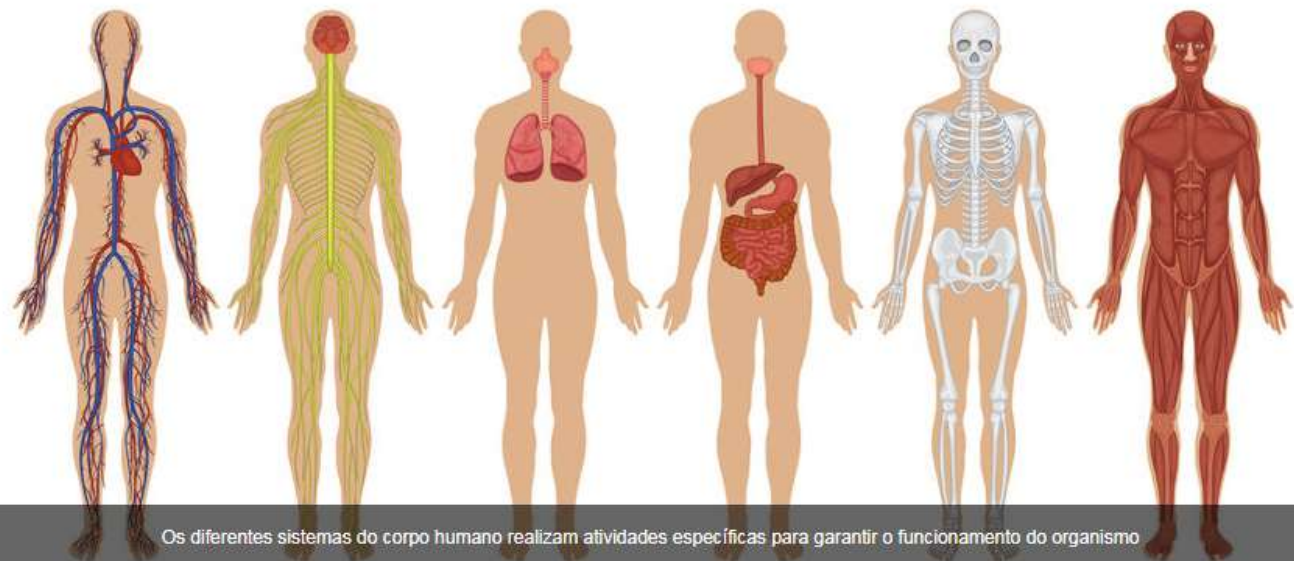


Cartilaginoso

Revisão (Sistemas)

Um agrupamento de tecidos que interagem forma um **órgão**, esses formam grupos e dão origem a um **sistema** que executa determinada tarefa. EX: **sistema Hematopoiético-Lítico** (medula óssea, baço, linfonodos, timo, fígado, tubo digestivo e rins) responsável pela produção de células sanguíneas e da linfa.

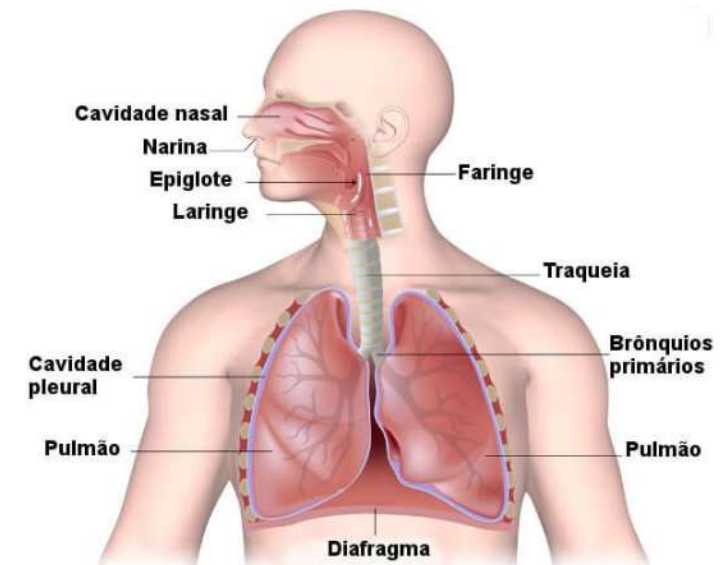
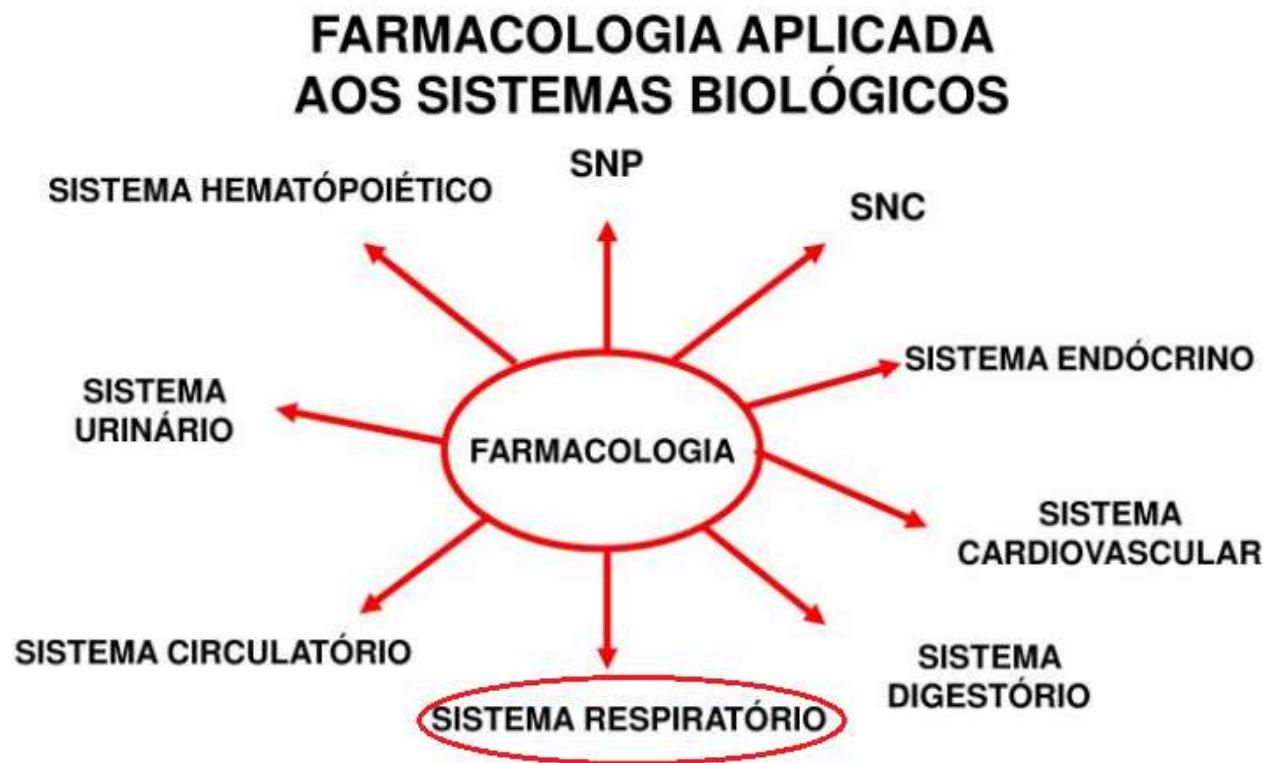
- Sistema tegumentar (revestimento externo **pele**)
- Sistema esquelético (sustentação)
- Sistema articular (conexões **sinoviais**, **fibrosas** ou **cartilagíneas**)
- Sistema muscular (locomotor)
- Sistema cardiovascular (rede de distribuição do **sangue**)
- Sistema digestivo (ou digestório)
- Sistema urinário (excretor)
- Sistema reprodutor (testículos e ovários), **gônadas**
- Sistema nervoso (sensorial)
- Sistema endócrino (hormonal)
- Sistema linfático fluido linfático (**linfa**)
- Sistema respiratório (troca de gases)



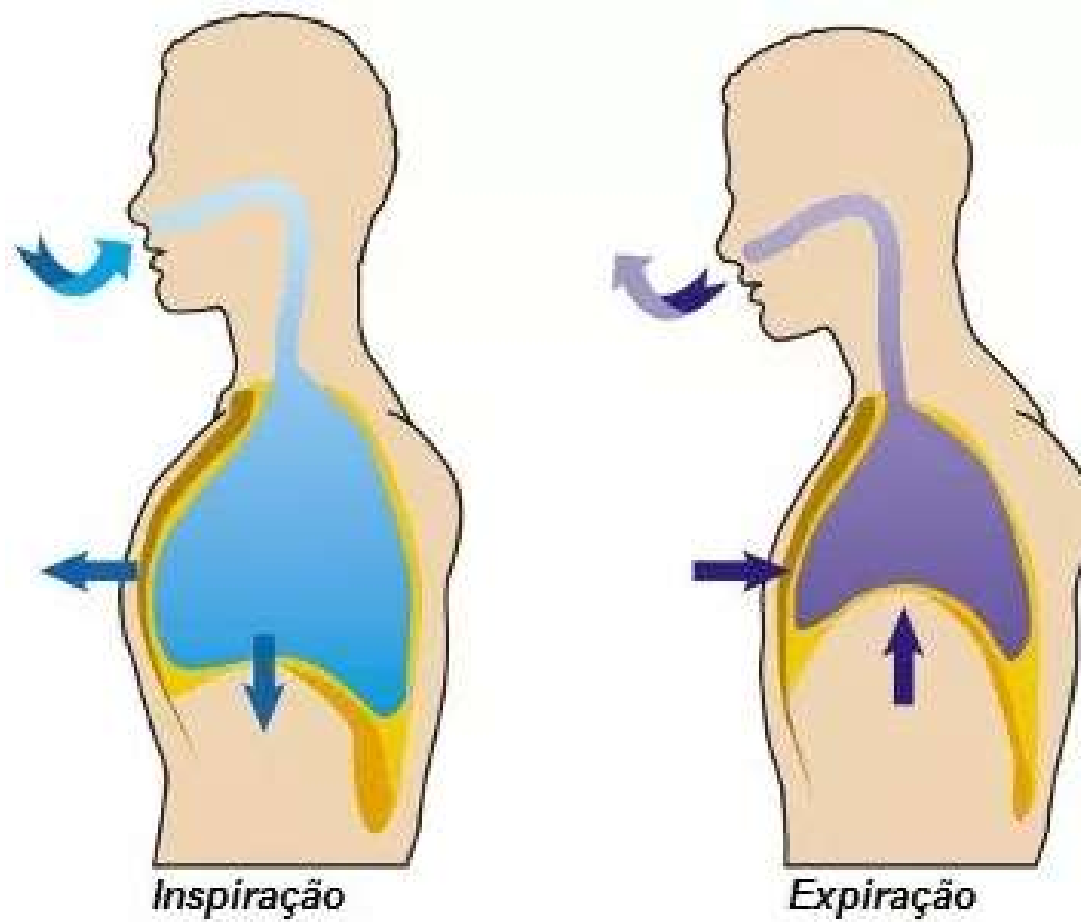
Os diferentes sistemas do corpo humano realizam atividades específicas para garantir o funcionamento do organismo

AULA DE FARMACOLOGIA APLICADA

“SISTEMA OU APARELHO RESPIRATÓRIO”



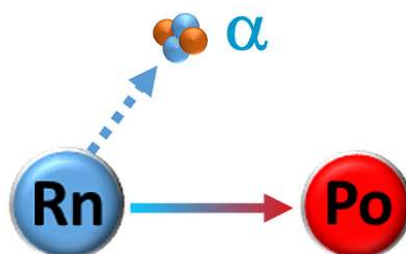
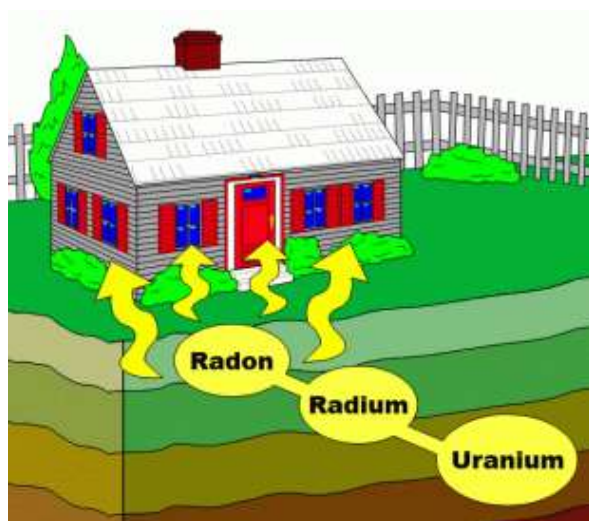
SITEMA RESPIRATÓRIO



1 – Gases (Ar)



O ar possui é formado por vapor d'água, poeira, microrganismos e mistura de gases: hélio, neônio, *radônio, xenônio, dióxido de carbono, metano, óxido nitroso e ozônio (menor parte), sendo composto principalmente de nitrogênio, argônio e **oxigênio**.



$T=1/2$: 3,82 dias

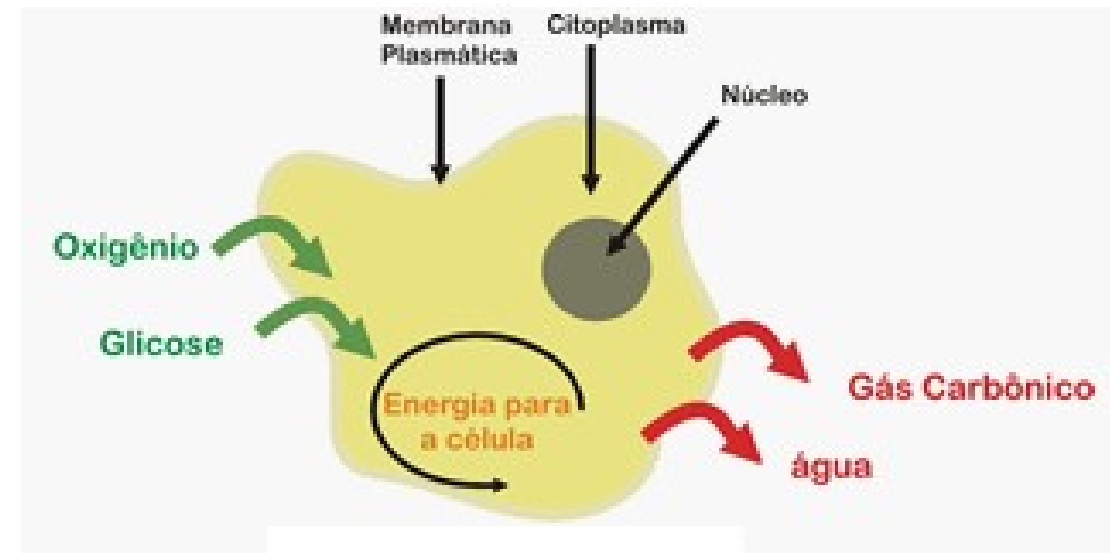
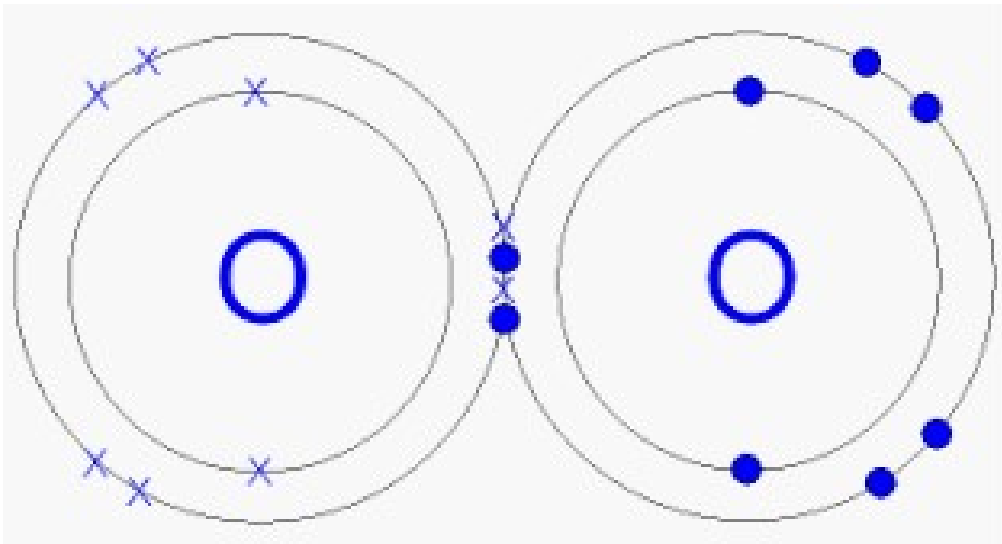
O radônio é a segunda maior causa de câncer de pulmão no mundo, perdendo apenas para o fumo, segundo EPA e OMS.



<http://radonio.com.br/>

2 – OXIGÊNIO (O_2)

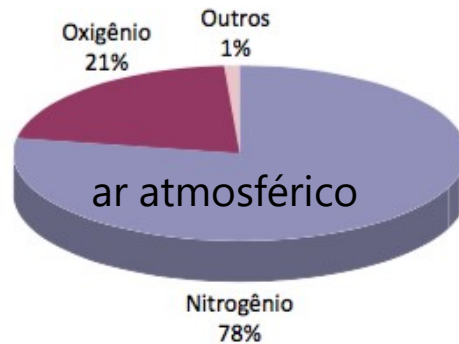
Oxigênio, captado do ar, executa funções oxidantes na Respiração Celular que produz **Gás Carbônico** que deve ser eliminado. Essa troca é realizada pelo **Sistema Respiratório**.



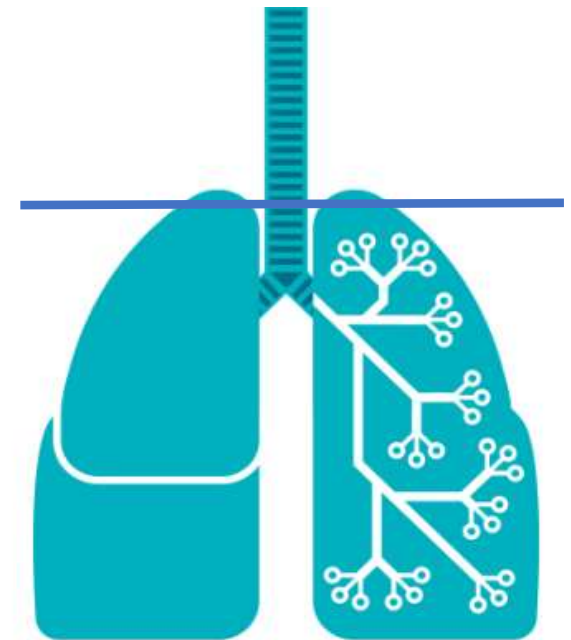
<http://www.gcscience.com/a26-covalent-bond-oxygen-gas-molecule.htm>

3 – SISTEMA RESPIRATÓRIO (Troca de Gases)

O **Sistema Respiratório** faculta ao organismo um **intercâmbio de gases** com o ar atmosférico, assegurando permanente concentração de **oxigênio no sangue**, necessária para as **reações metabólicas**, e em contrapartida servindo como via de **eliminação de gases residuais** (gás carbônico).

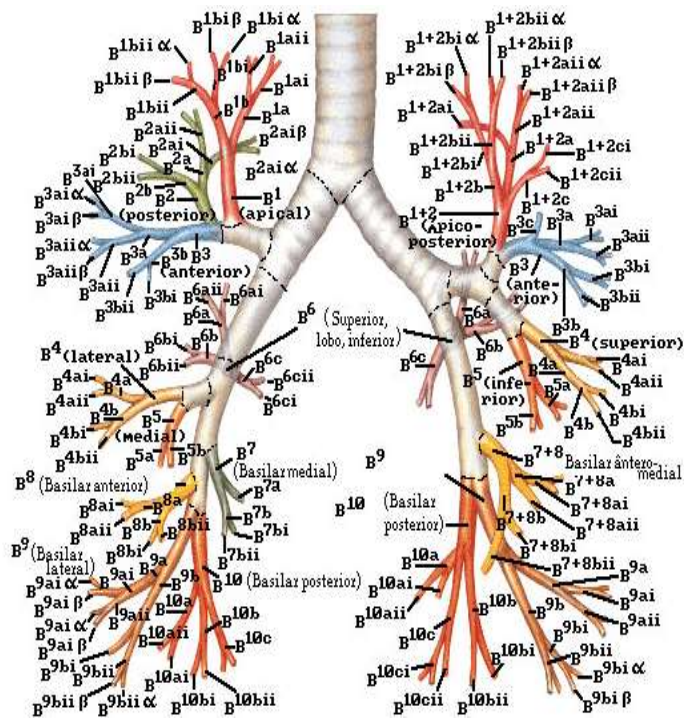


A captação do ar se faz por **vias aeríferas** e o intercâmbio dos gases faz-se por gradiente de pressões (cascata de oxigênio) ao nível dos **pulmões**.

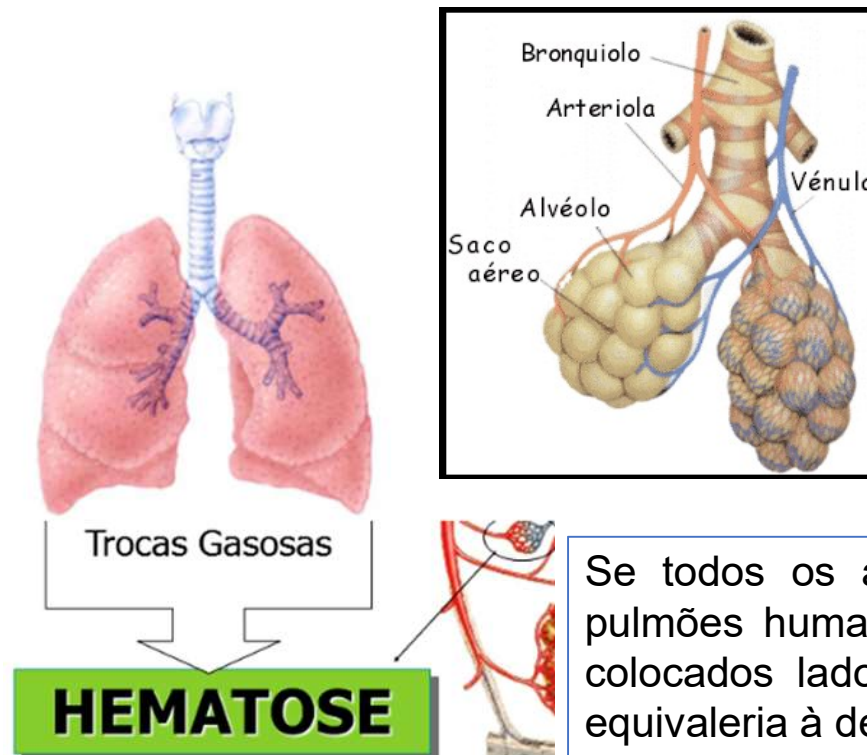


4 – PULMÃO (Respiração)

Órgão constituído por brônquios que se dividem em bronquíolos e 150 milhões de alvéolos pulmonares que tem a função é **oxigenar o sangue** e eliminar o **dióxido de carbono** do corpo transportados pelos **eritrócitos**.



<http://bitchoverdi.blogspot.com>



$PO_2 = 105\text{mmHg}$
“Difusão Simples”

Se todos os alvéolos de um par de pulmões humanos fossem esticados e colocados lado a lado, sua superfície equivaleria à de uma quadra de tênis.

5 – ERITRÓCITOS (Hemácias)

São células anucleadas que tem origem na medula óssea (vivem 120 dias) sendo responsáveis pela oxigenação tecidual. Nos eritrócitos existe uma proteína especializada no carregamento do oxigênio, denominada **hemoglobina**.



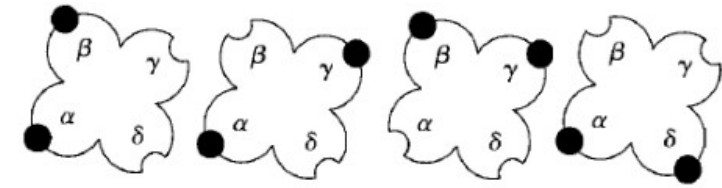
Valores normais de eritrócitos ($\times 10^6 / \text{mm}^3$)

Recém-nascidos	4 - 5,6
Crianças (3 meses)	4,5 - 4,7
Crianças (1 ano)	4,0 - 4,7
Crianças (10-12 anos)	4,5 - 4,7
Mulheres (grávidas)	3,9 - 5,6
Mulheres (não grávidas)	4,0 - 5,6
Homens	4,5 - 6,5

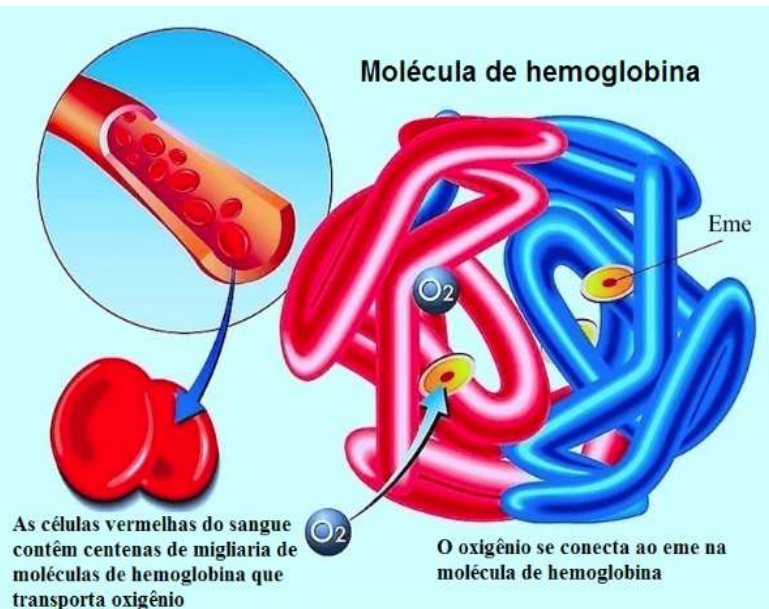
Cada **hemácia** carrega em torno de um bilhão de moléculas de oxigênio

6 – HEMOGLOBINA (Hb)

Um glóbulo vermelho tem **± 300 milhões de moléculas de hemoglobina** que retém **4 moléculas de O₂** que combinam com **4 moléculas de Fe²⁺**

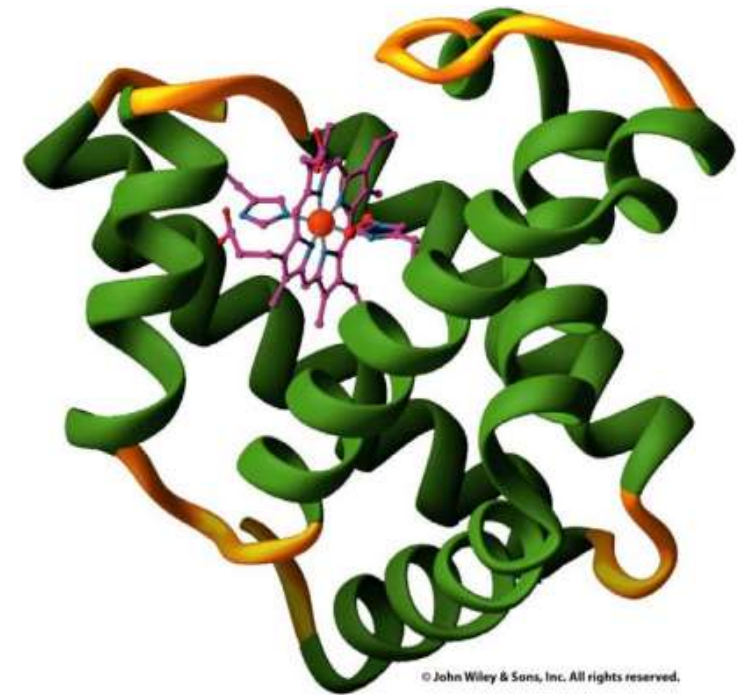
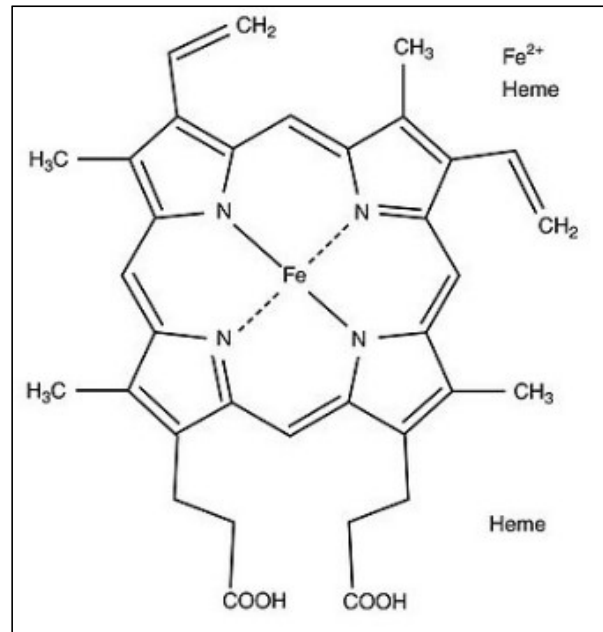


Molécula de hemoglobina

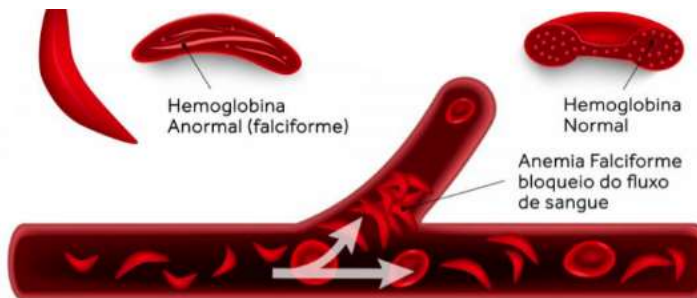


As células vermelhas do sangue contêm centenas de milhares de moléculas de hemoglobina que transporta oxigênio

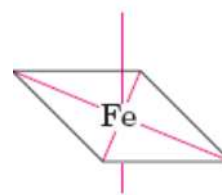
O oxigênio se conecta ao eme na molécula de hemoglobina



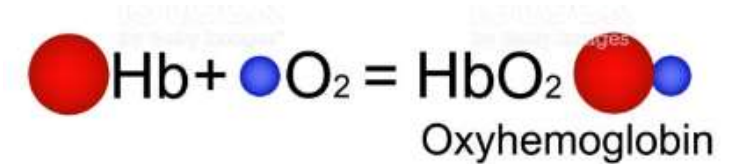
© John Wiley & Sons, Inc. All rights reserved.



Fe²⁺
Coordenação
Hexagonal

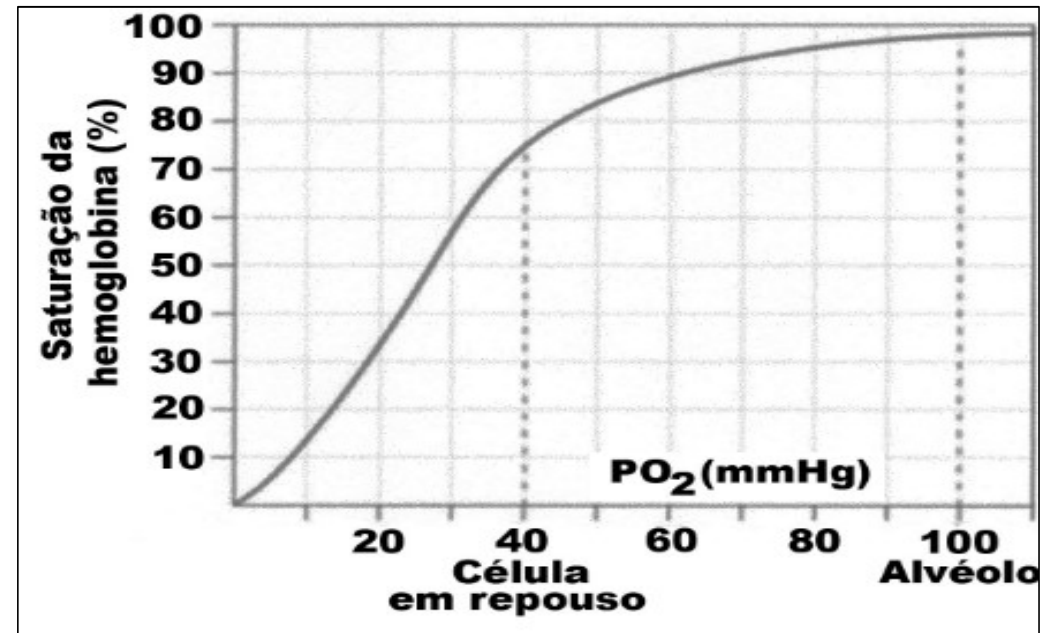
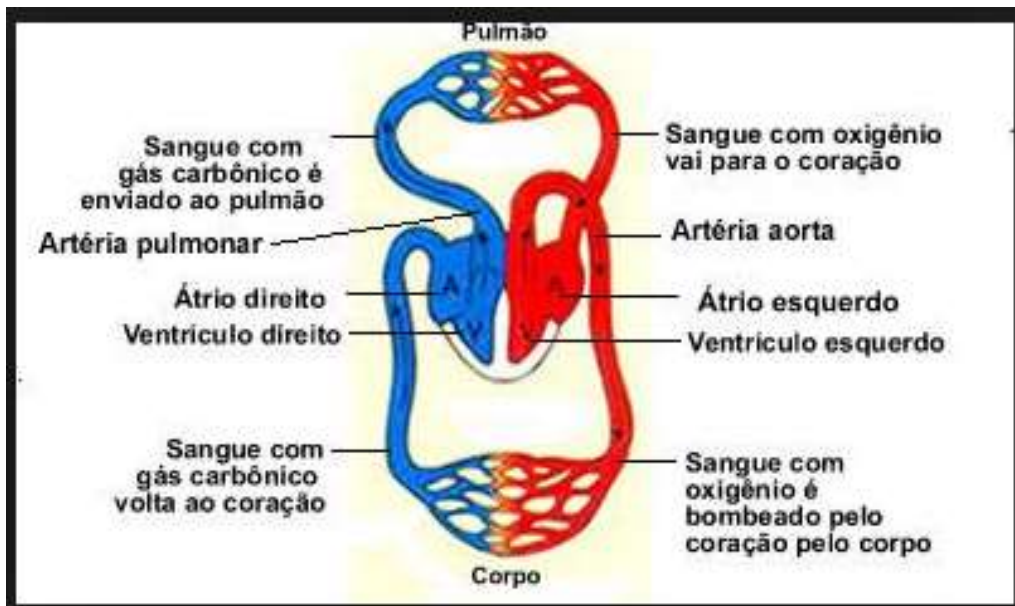


7 – OXIHEMOGLOBINA (HbO₂)



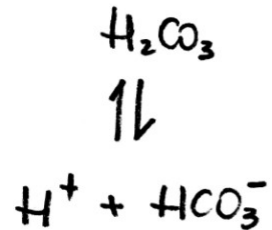
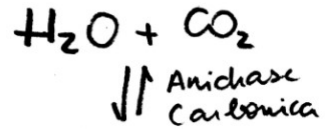
O **sangue humano** transporta diariamente **±600 litros de O₂** dos **pulmões aos tecidos**, mas pouco deste O₂ é transportado no plasma (dissolve pouco) daí a importância da **Hemoglobina**.

Quase todo o oxigênio transportado pelo sangue está ligado à **hemoglobina (HEME Fe²⁺ - O₂)** com **saturação de 98%** (PaO₂ 97mmHg) que serão **gradualmente liberados** para os tecidos (**±1/3 ou 33%** em PaO₂ 40mmHg).

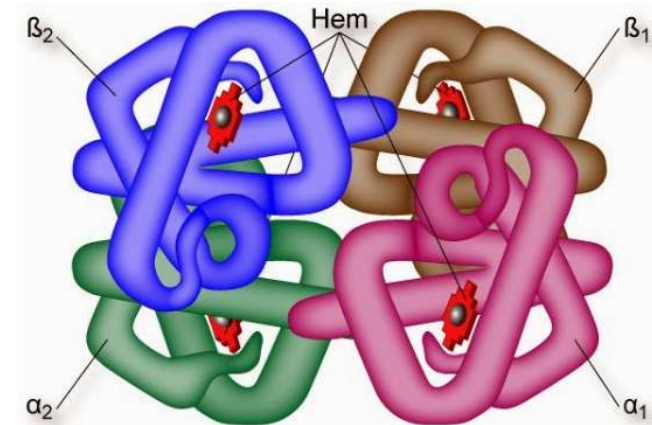
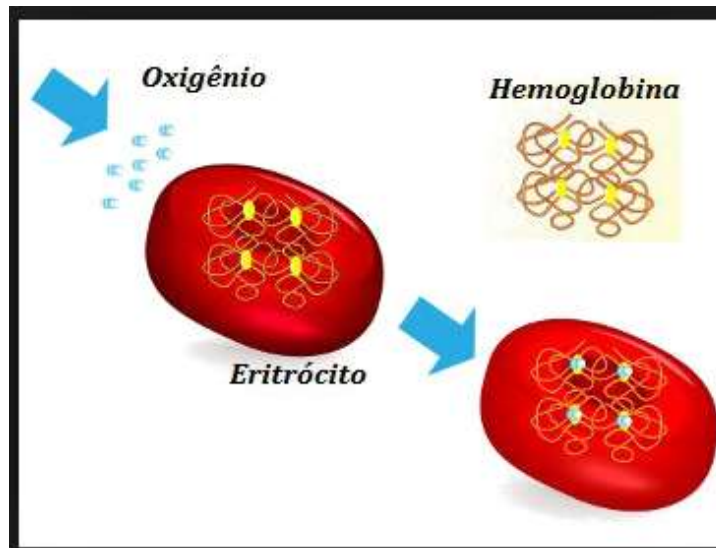
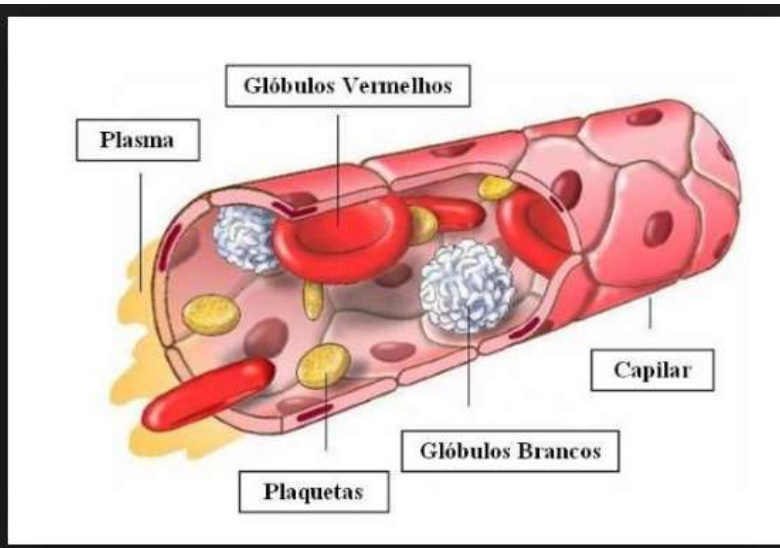
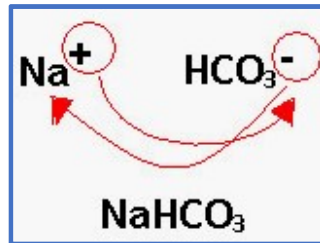


8 – Liberação do Oxigênio (pH / CO₂)

O ↑CO₂ induz a liberação de O₂ pela hemoglobina (efeito Bohr): dissociação de oxigênio (curva sigmoide) em pO₂ de 50 mmHg (P50) afetada pelo **metabolismo tecidual e pH sanguíneo (efetores alostéricos)**.



O **metabolismo** libera subprodutos **ácidos (H⁺)** e causa **acidose** (↓pH = curva p/ direita) **maior liberação de O₂**. A **alcalose** (↑pH = curva p/ esquerda) **diminui a liberação O₂**.



9 - Oxímetro (Medir a Saturação HB-O₂)

Averiguar a saturação de oxigênio no sangue por meio de luzes vermelhas e infravermelhas (**hemoglobina absorve a luz**) que varia de acordo com o nível de oxigênio e permite um **cálculo** da medição muito precisa.

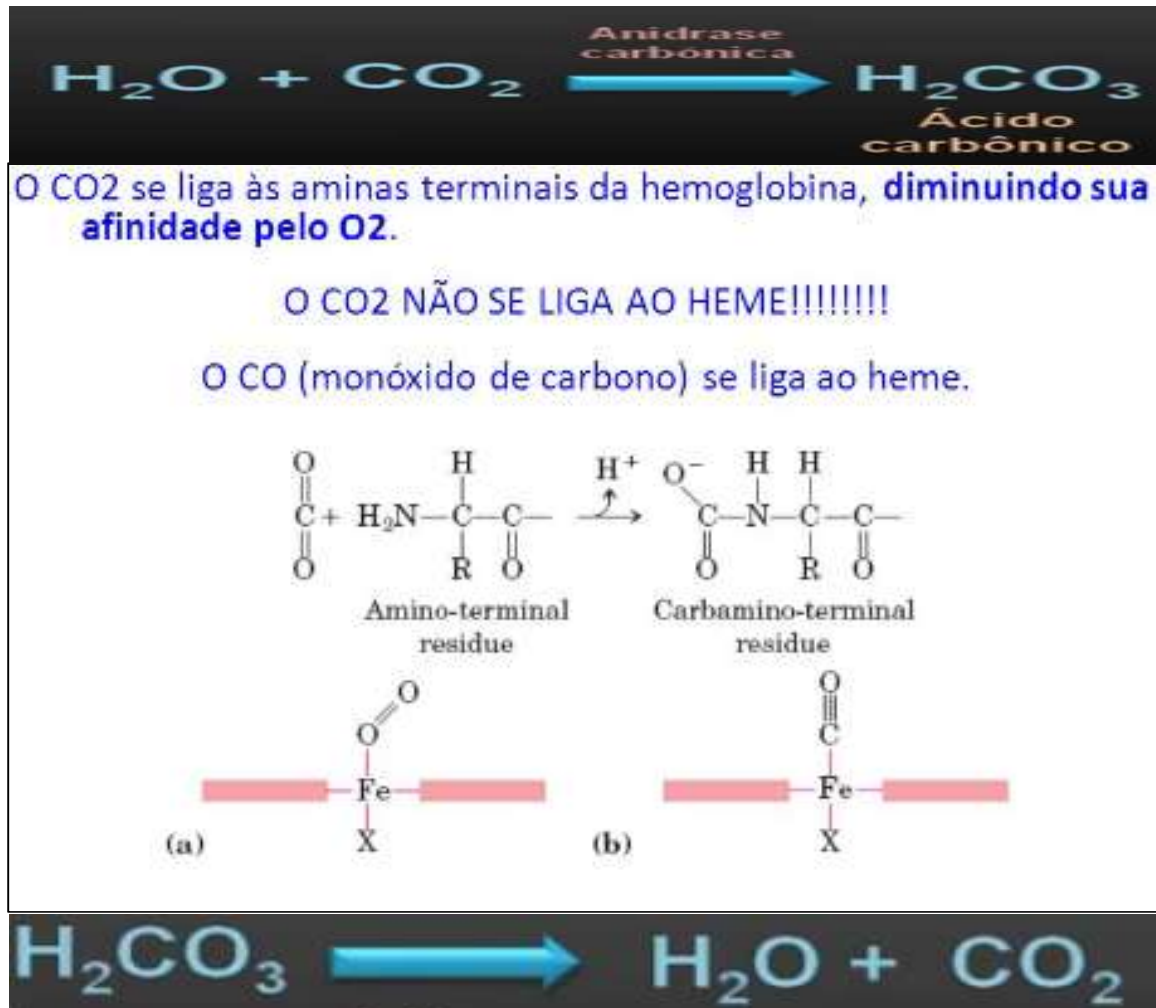


A oxigenoterapia é um tratamento feito com **concentradores de oxigênio para manter a saturação no sangue acima de 90%**. O Oxímetro de Pulso / Dedo Portátil é um poderoso aliado na **terapia respiratória**, pois informa com precisão e facilidade a saturação e os batimentos cardíacos do paciente, que são sinais vitais que precisam ser constantemente monitorados em casos mais graves.

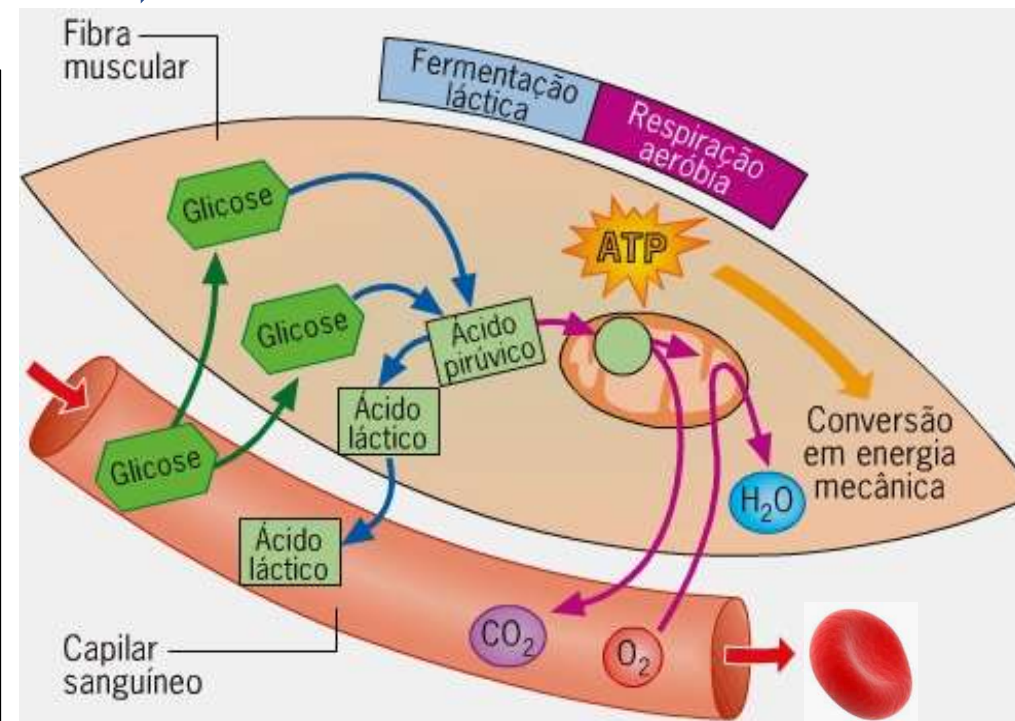
O **tratamento** pode ser associado ao **CPAP**, caso o usuário tenha necessidade. Dessa forma, os aparelhos também podem ajudar no tratamento de doenças como: **Fibrose Pulmonar, Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica e enfisema pulmonar, além da apneia do sono.**

<https://www.cpaps.com.br/blog/oximetro-de-pulso-de-dedo/>

10 – CARBOHEMOGLOBINA (Hb-CO₂)



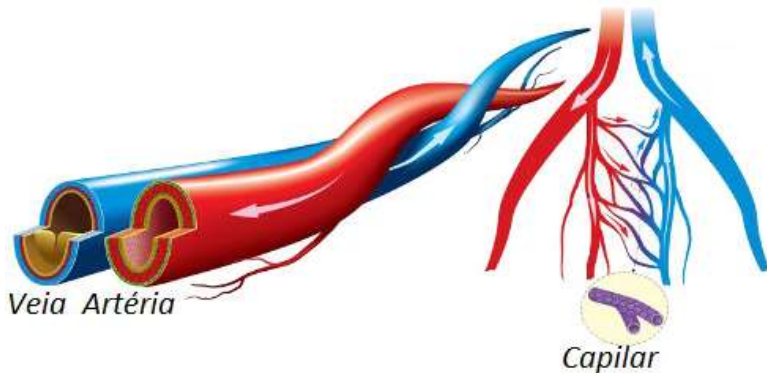
PRÓTONS (H⁺) Inibição Alostérica (Hb libera O₂)



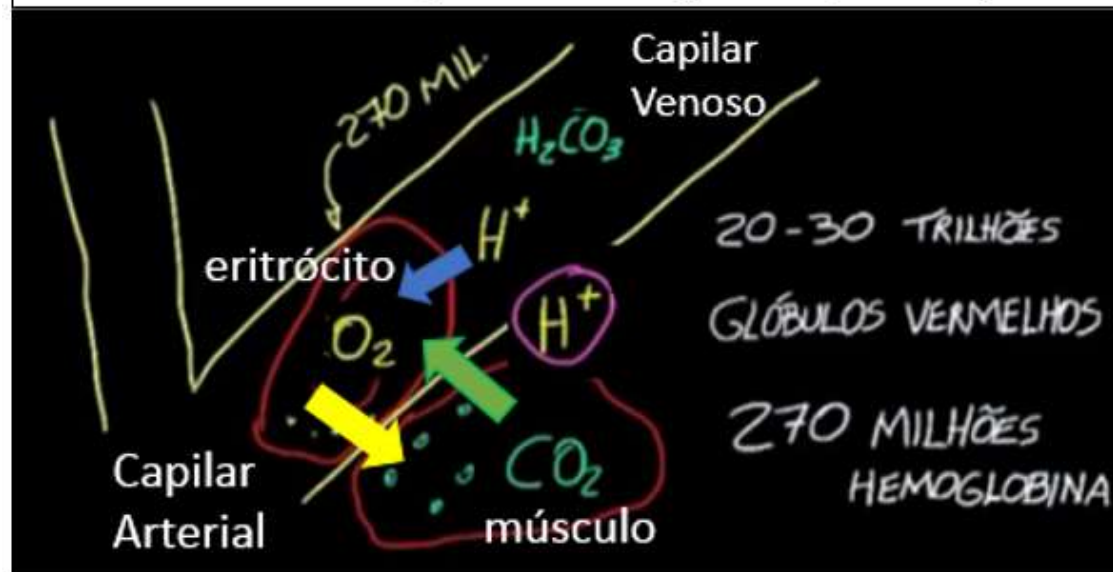
Dissociação e Metabolismos >H⁺ > CO₂ (Hb libera O₂)



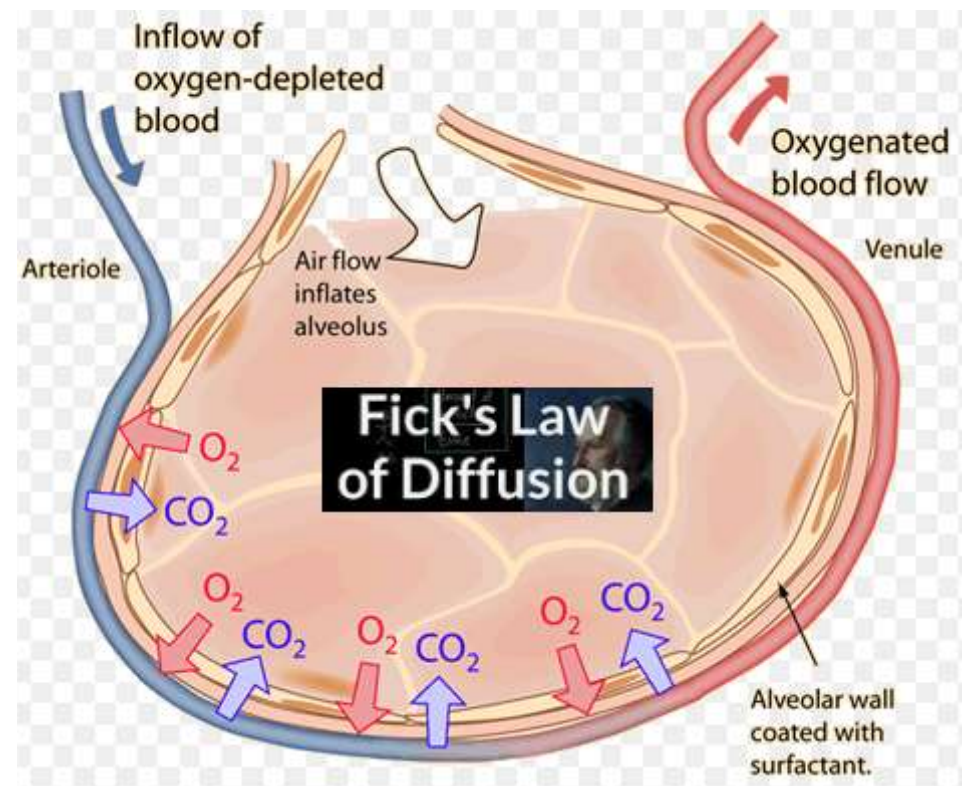
11 - Ligação Cooperativa - Difusão $[O_2]$ vs $[CO_2]$



Músculo: Hemoglobina libera O_2 e Transporta CO_2



Alvéolo: Hemoglobina libera CO_2 e Transporta O_2

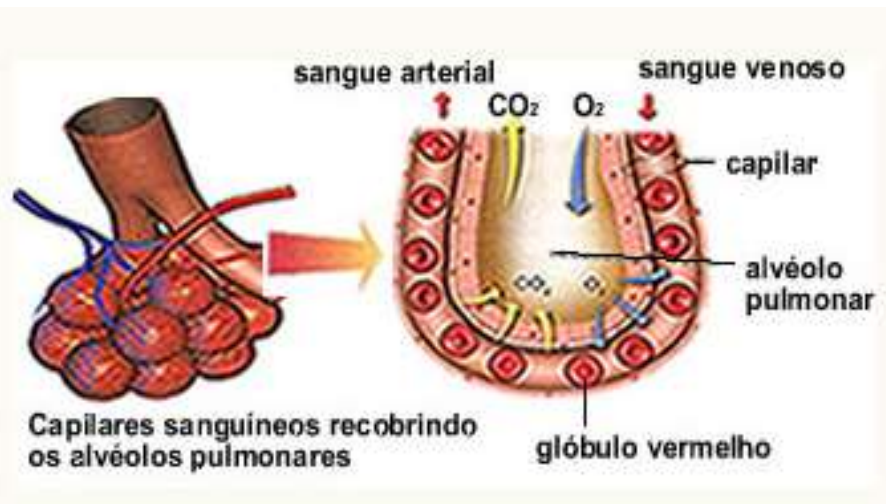


12 – Processo de Eliminação do CO₂

As células produzem (catabolismo) CO₂ (concentrado no interior) que passa por difusão para os capilares: **23%** (grupos amina-Hb), formando a **carbohemoglobina** e **7%** se encontram **dissolvidos no plasma**.

A maior parte do gás carbônico reagirá com a água no interior das hemácias, formando o ácido carbônico (H₂CO₃), reação que será acelerada pela **enzima anidrase carbônica**.

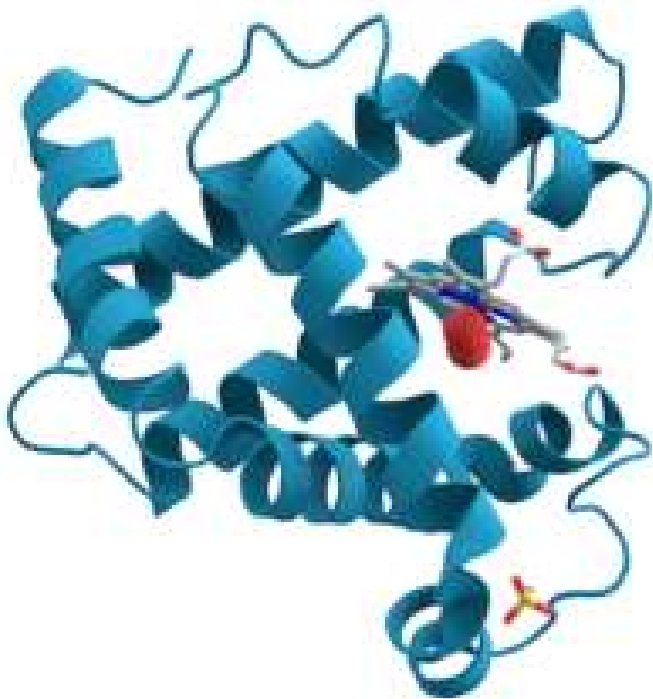
O **ácido carbônico** irá se quebrar em **íons H⁺** (que se associam a hemoglobina, formando a **desoxiemoglobina** e em **íons bicarbonato (HCO₃⁻)** dissolvidos no plasma: **controle da acidez do sangue**.



Nos **alvéolos pulmonares**, o íon bicarbonato (HCO₃⁻) penetra nas hemácias novamente e se reassocia ao **íon H⁺**, formando mais uma vez o ácido carbônico (H₂CO₃), que se transformará em água e gás carbônico. **O CO₂ será eliminado por difusão (expiração).**

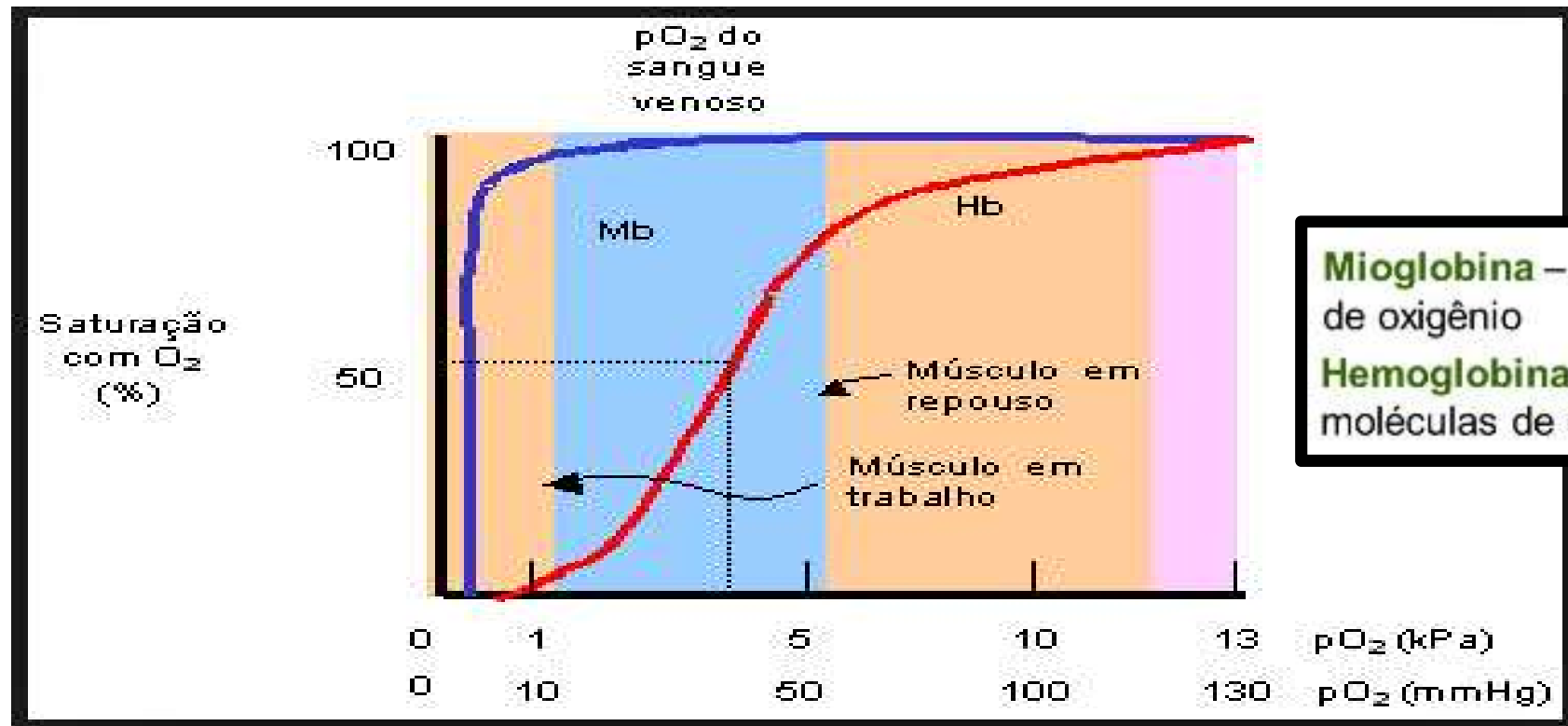
13 – MIOGLOBINA (Músculo – O₂ Intracelular)

Proteína monomérica (1 subunidade) que transporta oxigênio molecular, sendo o **marcador cardíaco** que mais precocemente se altera no infarto agudo do miocárdio. Porém, **não realiza o transporte** de oxigênio da mesma forma que a hemoglobina - à qual se assemelha estruturalmente.



Principal transportador intracelular de oxigênio nos tecidos musculares, além de **estocar oxigênio nos músculos**. O que pode explicar a diferença entre carne vermelha e branca.

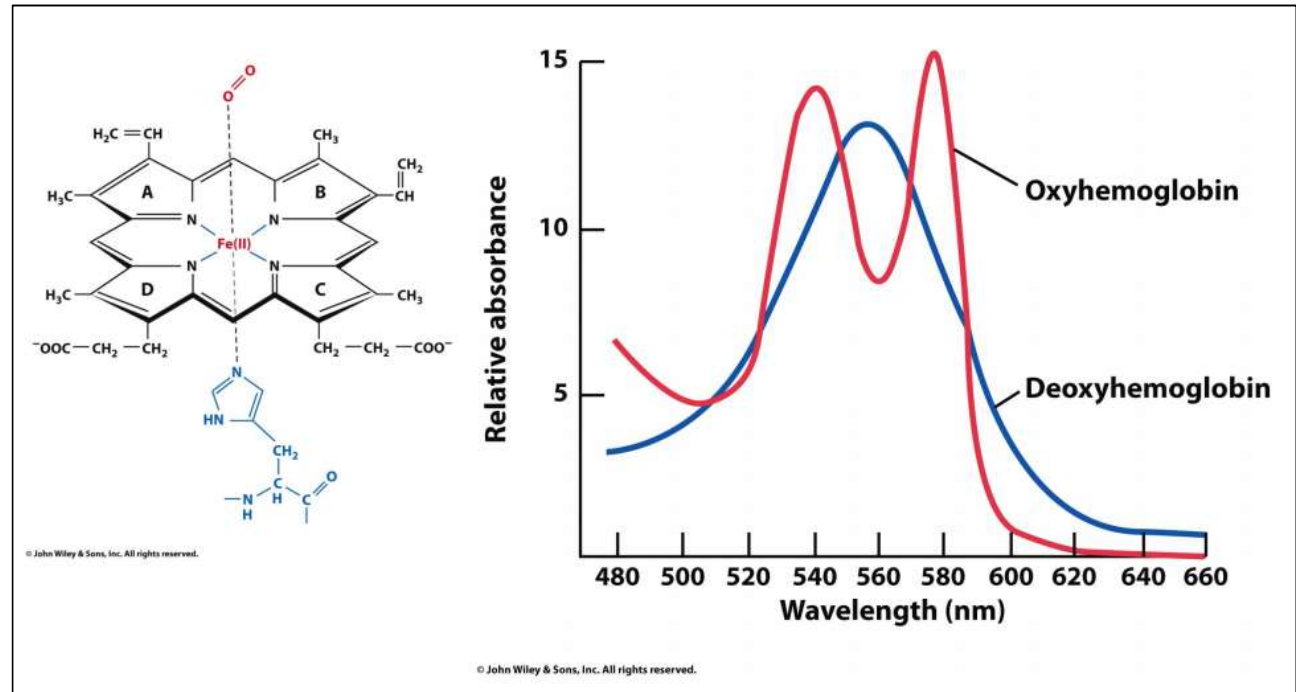
14 – MIOGLOBINA (Mb) vs HEMOGLOBINA (Hb)



A mioglobina está quase 100% saturada em pressões parciais de oxigênio **enquanto a hemoglobina** requer PO_2 de 35 mmHg para obter 50% de saturação. **No sangue venoso a liberação do oxigênio é muito rápida e eficiente.**

15 – DESOXI-HEMOGLINA (CIANOSE – AZUL – menos O_2)

Falta de oxigenação do sangue: nos pulmões (central) ou desoxigenação pelos tecidos (Periférica) ou (Mista)



Na **DPOC** o processo de perfusão e ventilação está debilitado **diminuindo o teor de oxigênio no sangue**

Hemoglobina anormal (META-Hb) = cor marrom

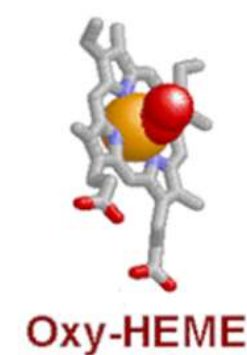
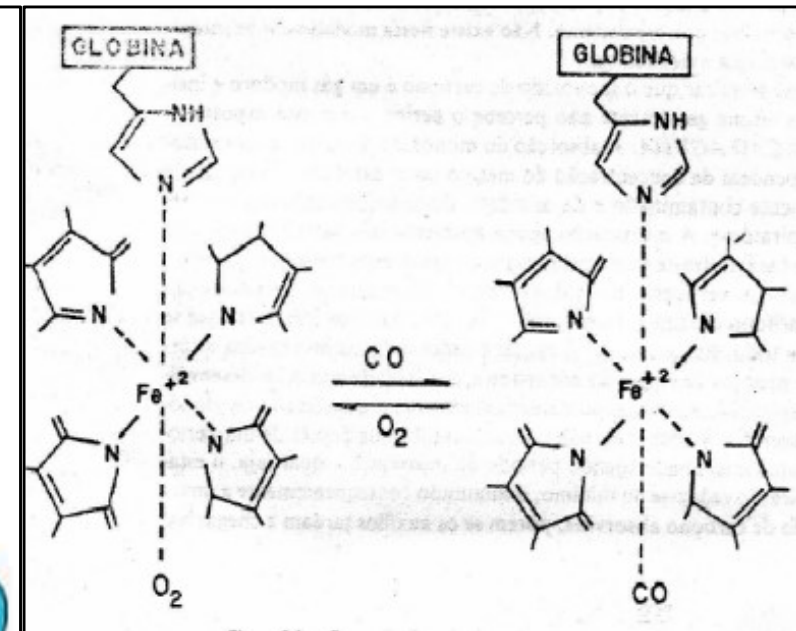
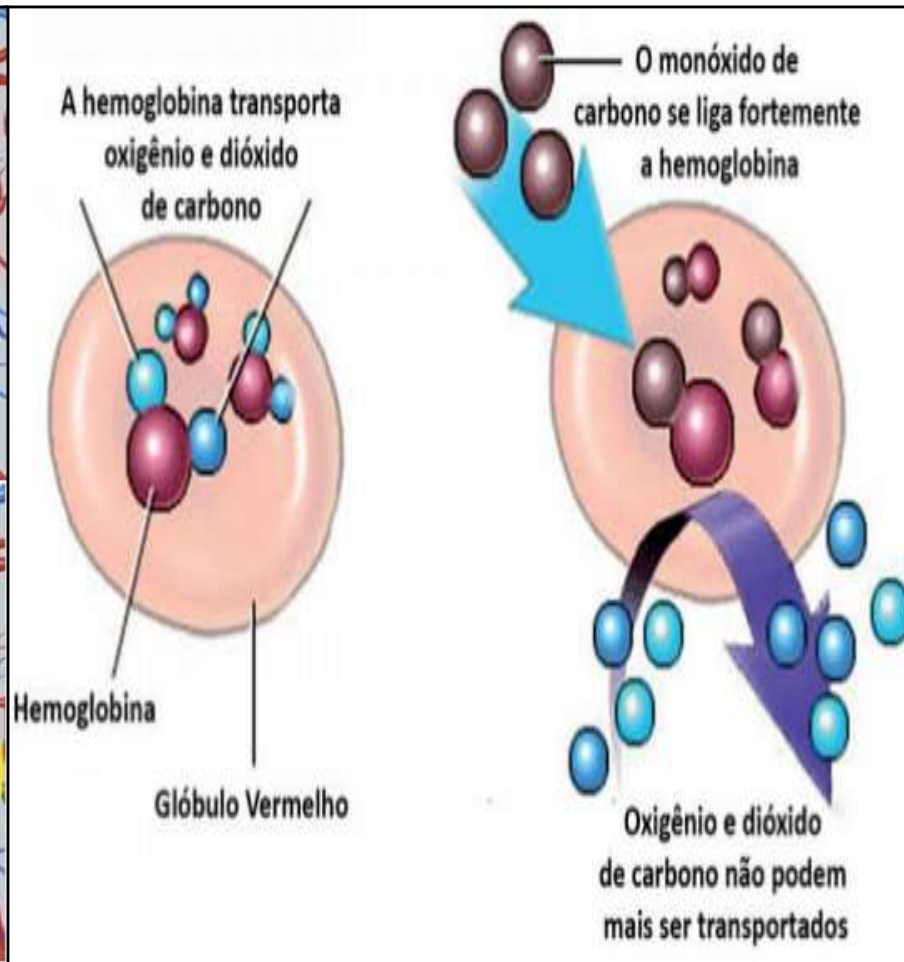
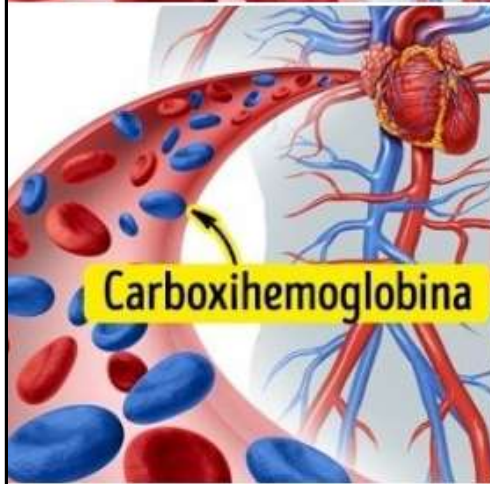
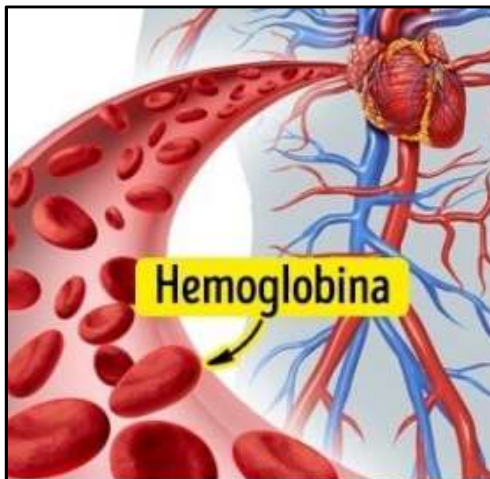
Incapaz de transportar oxigênio é formada pela auto oxidação da Hb que transforma o ferro da Hb em **ferro férrico**

16 – METEMOGLOBINA (HbFe³⁺) anormal

A metemoglobina é uma Hb anormal na qual o ferro da Hb não oxigenada está em estado férrico (Fe^{3+}) e não em estado ferroso (Fe^{2+}). Com o ferro oxidado, a Hb é incapaz de transportar O_2 ou CO_2 .

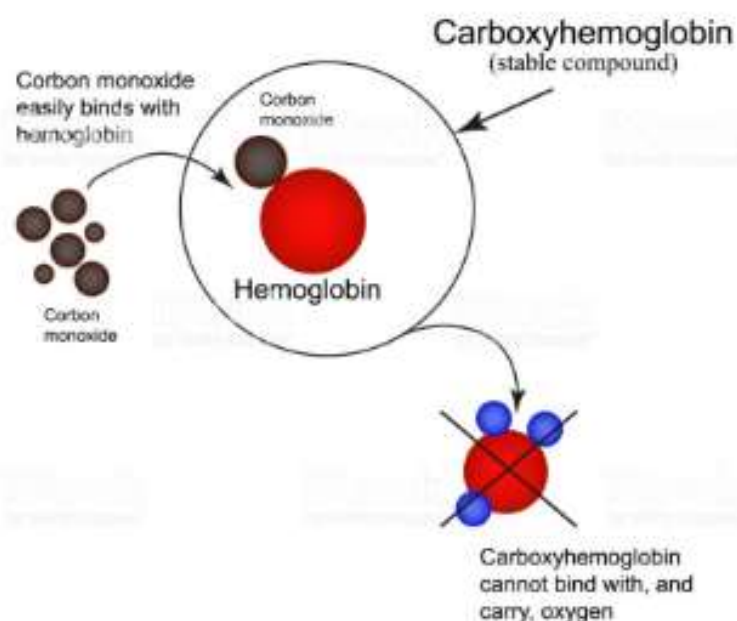


17 – CARBOXIHEMOGLOBINA (HbCO) ●Hb+●CO= HbCO ●●



18 - Monóxido de Carbono – Sinais Clínicos

Exposições em alta concentração de CO, como incêndios e tentativas de suicídio, tem maior probabilidade de resultar em toxicidade severa, causando sintomas como **o coma, convulsões, edema pulmonar e parada cardiopulmonar**. Os órgãos com demandas metabólicas relativamente altas, como o **cérebro e o coração**, são mais sensíveis aos efeitos da exposição.



MONÓXIDO DE CARBONO (CO)



NÃO SE VÊ



NÃO SE CHEIRA



NÃO SE OUVE



PODE SER IMPEDIDO



Dor de cabeça



Náuseas



Tonturas



Falta de ar



Colapso



Perda de consciência

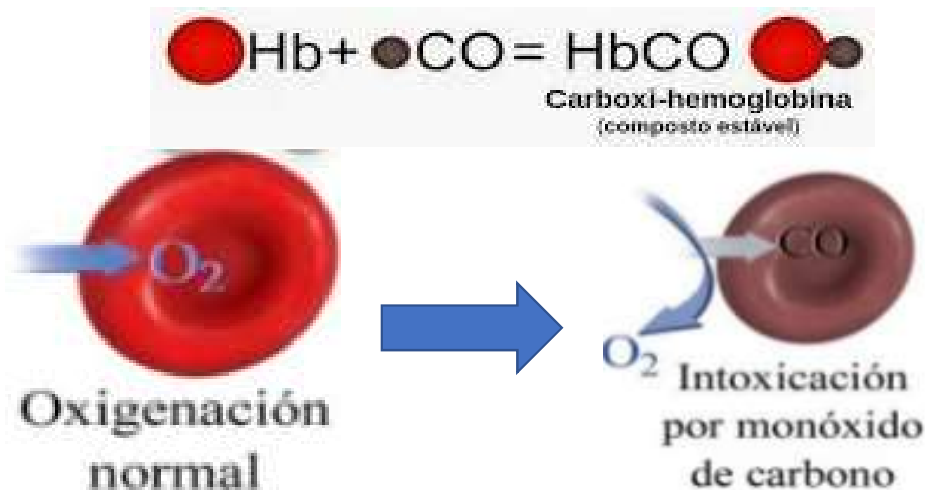
GERADORES PORTÁTEIS

- Nunca utilize um gerador dentro de casa ou na garagem, mesmo que as portas e janelas estejam abertas.
- Use os geradores apenas no exterior, a mais de 6,10 metros da sua casa, de portas e de janelas.

19 - Intoxicação por Monóxido de Carbono (CO)

O antídoto para a intoxicação por CO é a administração de O₂ de alto fluxo, com sonda endotraqueal ou máscara.

Esse tratamento facilita a dissociação do CO da Hb, **reduzindo a meia-vida da carboxiemoglobina circulante de quatro a cinco horas para menos de uma hora**. Este tratamento deve ser **continuado até que o nível de carboxiemoglobina volte à faixa normal**. Além da oxigenoterapia, os cuidados com o paciente incluem **reposição de volume e eletrólitos, correção da acidose, monitoração cardíaca e radiografias torácicas para avaliação pulmonar**.



20 - Intoxicação por CIANETO

A exposição ao **cianeto (CN)** da **fumaça** da queima de alguns materiais como a **espuma de poliuretano, nitrocelulose e seda** pode complicar a intoxicação por CO e causa falha precoce no tratamento com O₂ em alto fluxo.

Se há suspeita de **intoxicação concomitante de CO e CN**, pode ser necessário o **uso do kit de antídoto para CN**.

O kit é constituído por duas partes: **a primeira inclui nitritos e a segunda, tiosulfato**. A função dos nitritos (nitrito de amila e nitrito de sódio) é induzir **metemoglobina (HbFe³⁺)**, pois o CN liga-se preferencialmente a esta do que às enzimas citocromo oxidases. O tiosulfato é o doador de enxofre, liga-se ao cianeto do complexo **cianohemoglobina**, formando tiocianato, um complexo **relativamente atóxico, que é eliminado por excreção renal**.

OBSERVAÇÃO: No caso de intoxicação concomitante CO e CN a metemoglobinemia induzida por **nitrito** que pode prejudicar ainda mais a entrega de O₂ aos tecidos, bem como produzir carboximoglobinemia ou injúria pulmonar.

O cianeto de hidrogênio (HCN) é um gás incolor,

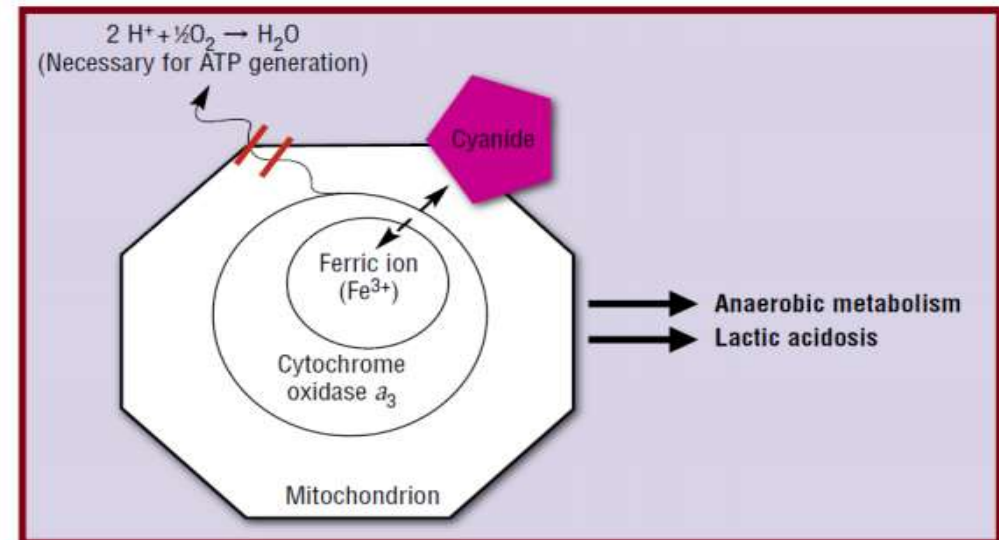


FIGURA EFEITO DO CIANETO NA LIGAÇÃO COM O ÍON FÉRRICO DA CITOCROMO-OXIDASE IMPEDINDO A RESPIRAÇÃO CELULAR. FONTE: HAMEL, 2011 [3]

A **hidroxocobalamina** é apontada como o **antídoto de primeira linha**. Ela substitui seu grupamento hidroxila pelo cianeto livre no plasma formando a cianocobalamina, que é excretada na urina.

21 -Risco de CO por aquecedores a gás

As mortes de uma família brasileira no Chile e de outra em Santo André em meados de 2019 levantaram o debate sobre os riscos dos aquecedores a gás. Muitas casas e apartamentos no Brasil utilizam esse aparelhos para esquentar a água do chuveiro, mas é preciso atenção: a instalação deve ser feita por um profissional e é necessário seguir algumas recomendações para que não tragam riscos à saúde, incluindo o de morte.

O aquecedor a gás opera da seguinte forma: a água fria entra por uma serpentina que é aquecida por um queimador semelhante a uma boca de fogão, que funciona com gás natural ou gás GLP, o popular gás de cozinha. Essa combustão, quando não ocorre completamente, produz o monóxido de carbono (CO), que é expelido por uma chaminé ou tubulação que leve esse gás para fora da residência, de forma que seja dispersado no ar.



22 - Intoxicação por Acetaminofen (Paracetamol)

Pertence ao grupo dos antiinflamatórios não esteroidais (AINEs) e está contido em mais de 100 preparações medicamentosas vendidas sem receita médica. Na maioria das espécies, o acetaminofen é conjugado com o ácido glicurônico (glicuronidação) ou com sulfato (sulfatação), resultando na produção de **metabólitos atóxicos**.

Esse metabólito altamente reativo se liga a macromoléculas celulares, causando necrose hepática e **convertendo a Hb em metemoglobina**. Em seguida, ele é **conjugado à glutathione** para formar um metabólito atóxico. **Geralmente, a metemoglobina é reduzida à Hb pela glutathione**. Entretanto, na presença de níveis tóxicos de acetaminofen, a síntese de glutathione é reduzida.



https://www.ufrgs.br/lacvet/restrito/pdf/toxicos_Hb.pdf

23 - HIPÓXIA ($\leq 90\%$ = Baixo teor de O_2)

Causada por uma alteração em qualquer mecanismo de transporte de oxigênio, desde uma obstrução física do fluxo sanguíneo em qualquer nível da circulação corpórea, anemia ou deslocamento para áreas com concentrações baixas de oxigênio no ar (as células cerebrais são extremamente sensíveis).



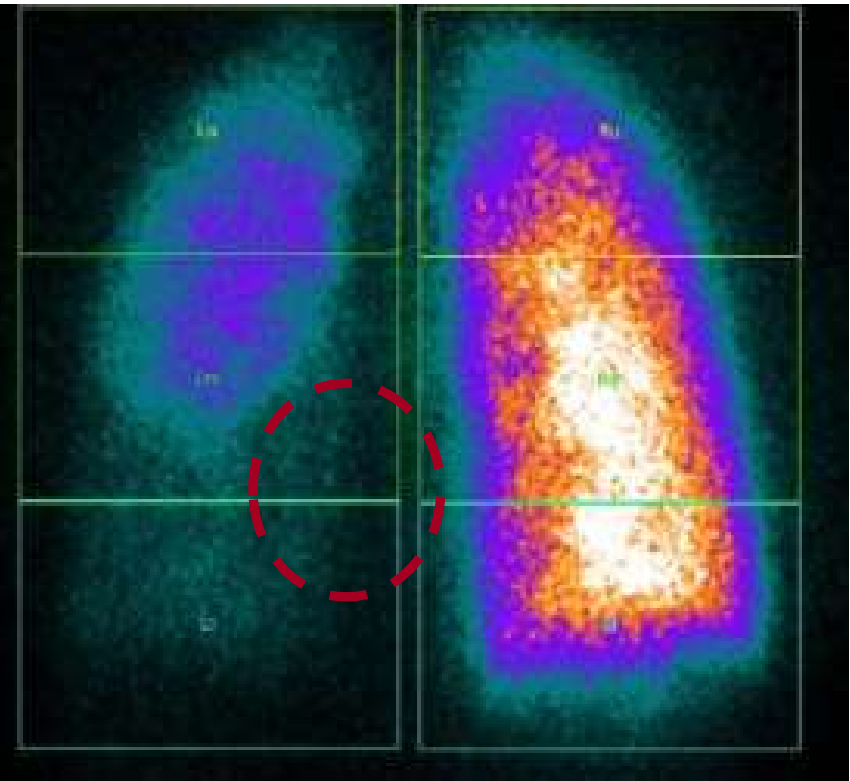
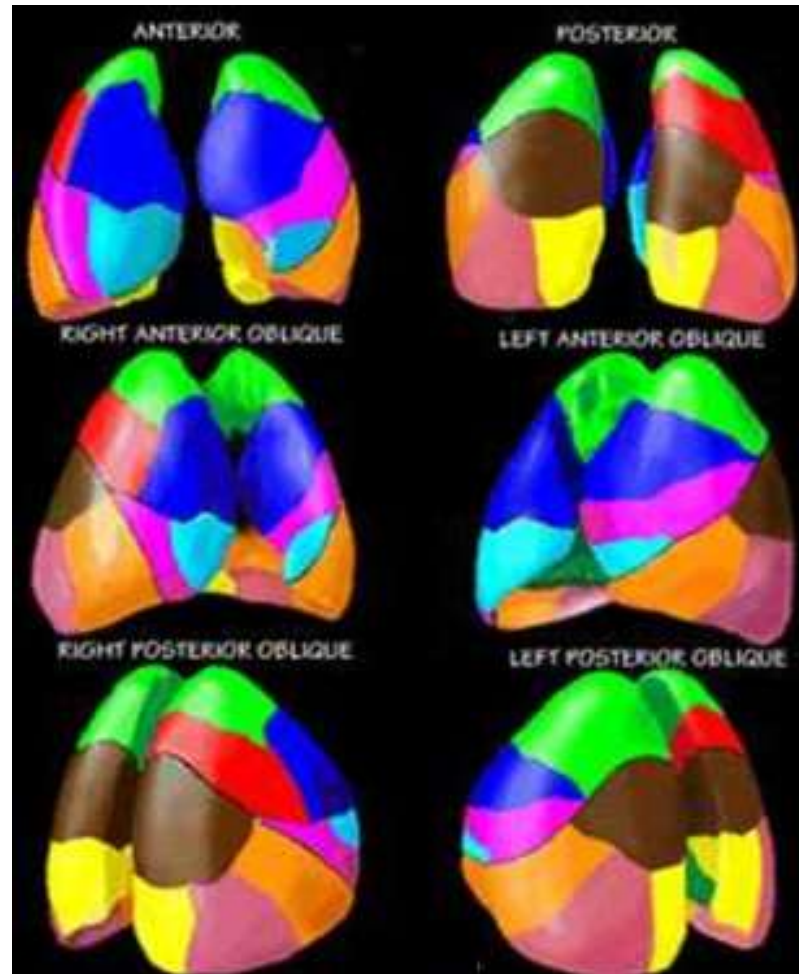
O Hormônio **Eritropoietina** (glicoproteína) é produzida em estados de **hipóxia**, isso **induz a produção de glóbulos vermelhos**.

Sabe-se que o fluxo sanguíneo através dos pulmões não é uniforme.

A pressão alveolar, a pressão arterial pulmonar e a pressão venosa pulmonar interferem no Fluxo Sanguíneo Pulmonar (FSP)

A hipóxia alveolar é um estímulo para a vasoconstrição pulmonar, permitindo redistribuição do FSP (grau de ventilação) em outras áreas mais perfundidas e melhor ventiladas: vistas por cintilografia pulmonar ($MAA-^{99m}Tc$)

23. 1 -Perfusão Pulmonar

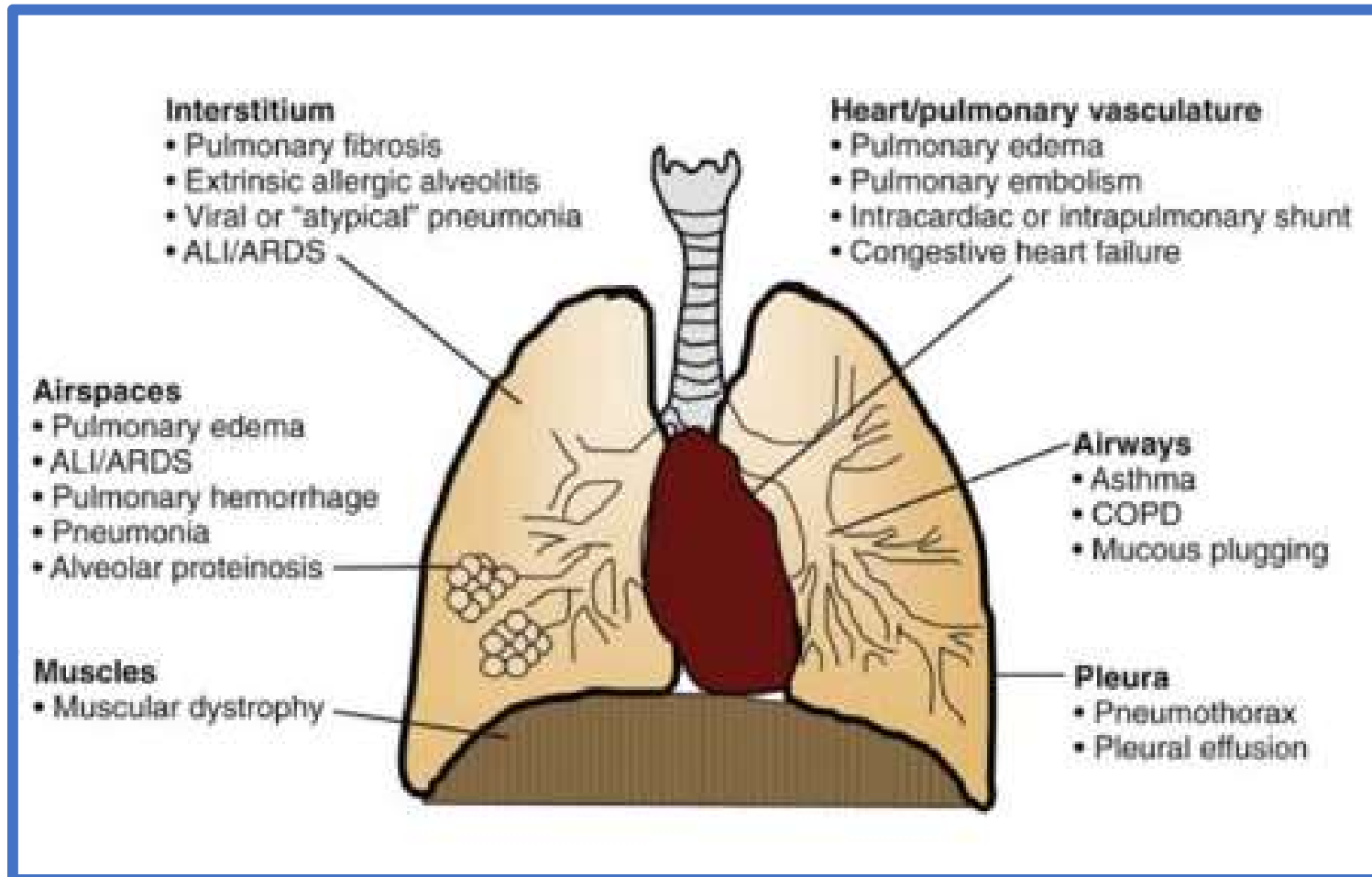


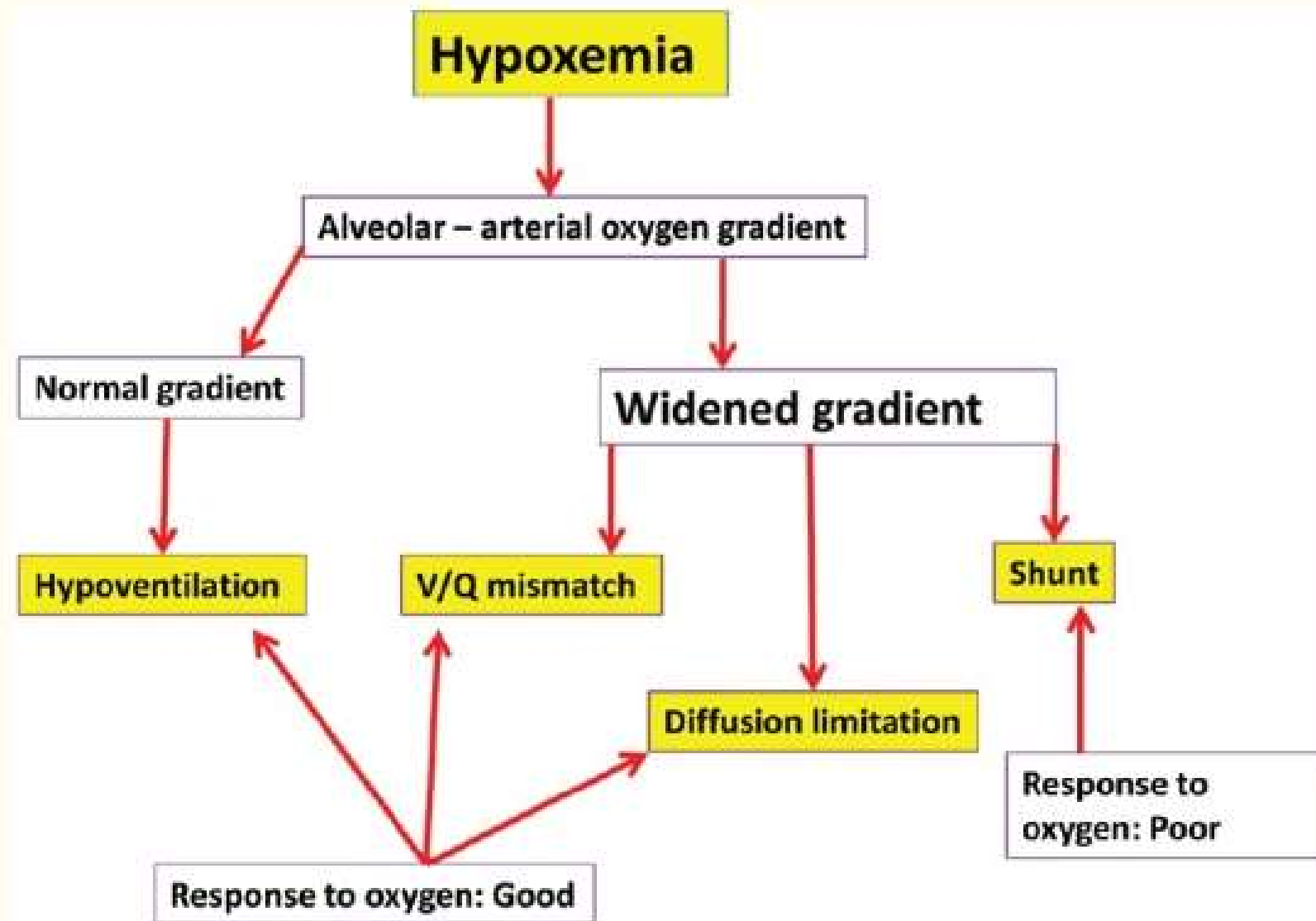
Tumor comprimindo vaso ?

23.2 - Tipos de Hipóxia

- **Hipóxia Estagnante:** É uma deficiência de oxigênio no corpo devido à **circulação pobre**. Isto pode acontecer quando o **débito cardíaco não satisfaz as necessidades teciduais** (Ex: oclusão de um vaso sanguíneo).
- **Hipóxia Hipóxica:** quantidade de oxigênio inadequada no ar inspirado (**altitude**) Ex: Jogos na Bolívia.
- **Hipóxia Histotóxica:** é a incapacidade dos tecidos corporais em utilizar o oxigênio disponível (**envenenamento**) por: cianeto e monóxido de carbono, ingestão de álcool e narcóticos/opioides: heroína, codeína, morfina (depressão SNC).
- **Hipóxia de treinamento:** Não é patológica, é causada por exercício excessivo (**hipoventilação**) e muito comum no treinamento físico aeróbico.
- **Hipóxia Hipêmica:** Acontece devido à redução da capacidade carreadora de oxigênio da hemoglobina (**anêmica**) ou perda sanguínea, envenenamento por monóxido de carbono, medicamentos à base de sulfas e tabagismo o que pode levar a uma **hipoxemia**.

24 - HIPOXIMIA (Baixa Circulação O₂ sangue)





25 - ANÓXIA (Baixo teor ou Ausência de O_2)

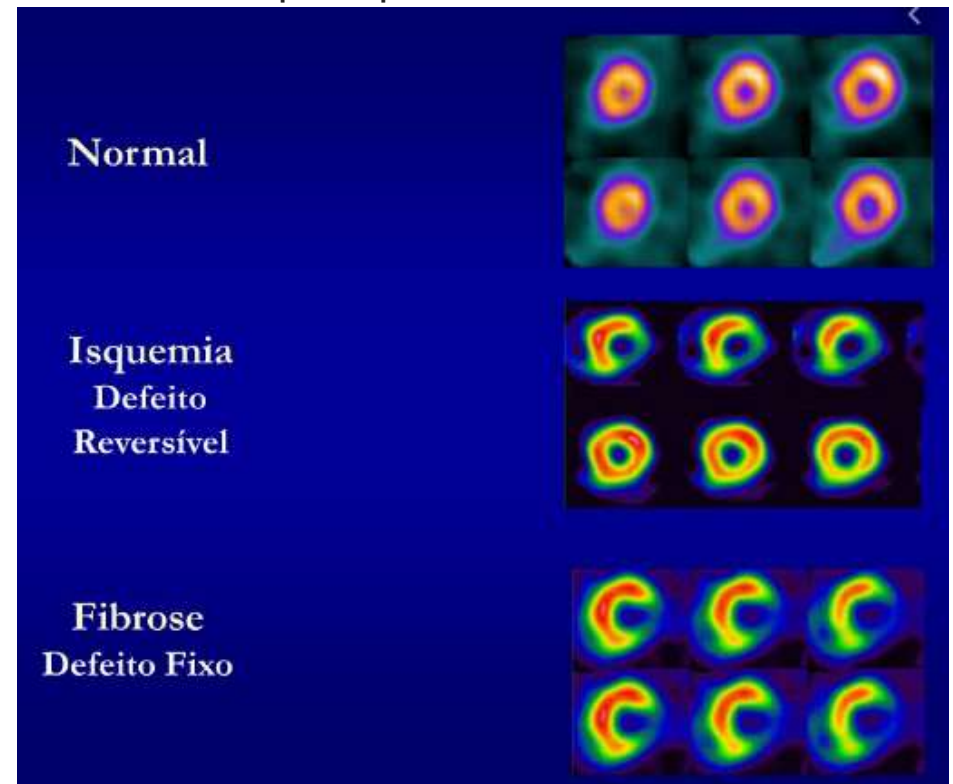
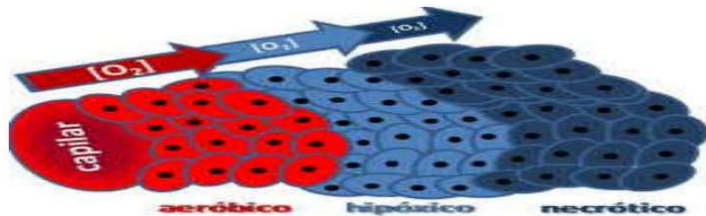
“Agravante de Hipóxia”

Ausência de oxigênio principalmente no **cérebro**. Se for prolongada, pode resultar em lesão cerebral e levar o paciente a óbito. Este é um dos riscos ao nascimento e a principal causa de deficiências mentais nas crianças.

Reverter = Viável

Irreversível = Fibrose

Miocárdio hibernante: uma realidade clínica. O conceito da hibernação miocárdica implica a ocorrência de disfunção ventricular crônica, potencialmente reversível, causada por dissinergia regional, dependente de isquemia prolongada.



26 - HIPERÓXIA (Excesso de O_2 no tecido)

“Oxidação”

Antioxidantes previnem danos a curto prazo.

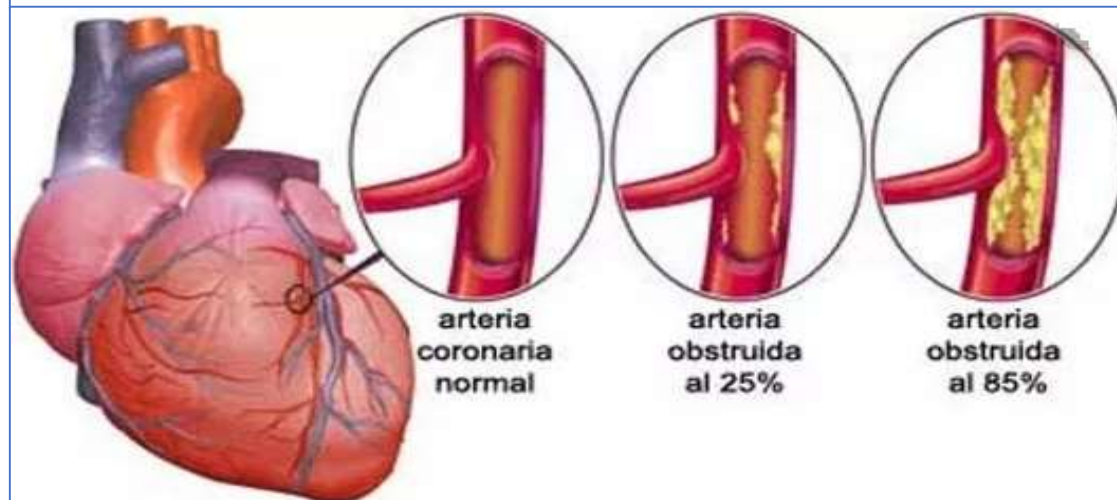
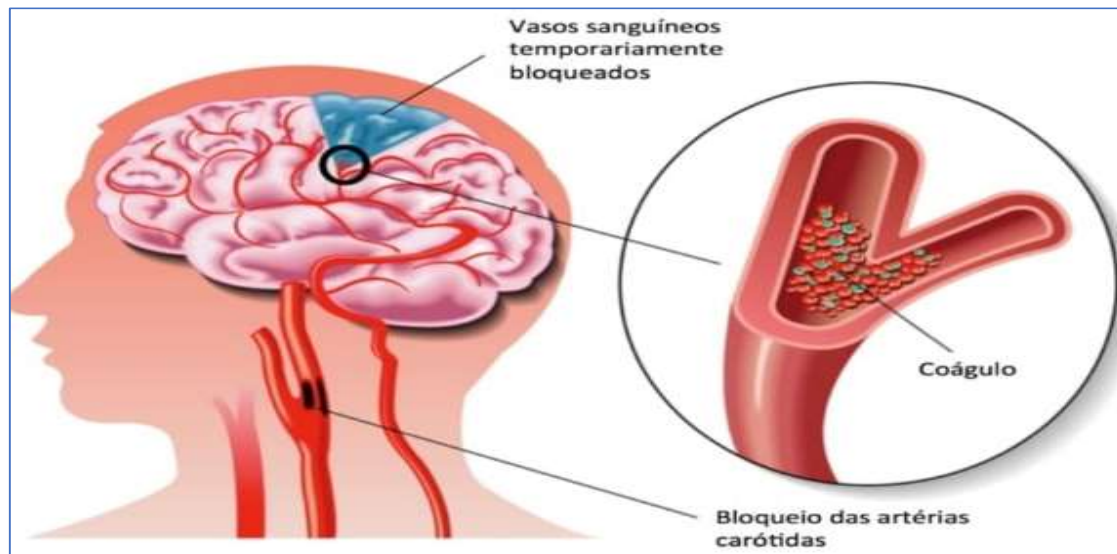
Se inalado em excesso, o oxigênio causa, entre outras coisas, lesão ao ouvido; obstrução do canal que liga a faringe à caixa do tímpano; miopia de caráter reversível, bradicardia e convulsões...

A hiperóxia é indicada para estimular a produção de colágeno em peles queimadas, tem efeito antibacteriano e anti-inflamatório. Promove a reversão de intoxicações respiratórias e equilibra o efeito mecânico da descompressão rápida durante a prática de mergulho em grandes profundidades (**câmara hiperbárica**).

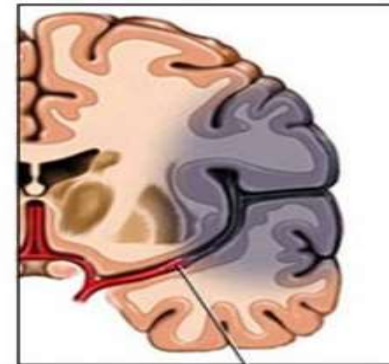
Oxigênio puro (100%), enquanto é submetido a uma pressão 2 a 3 vezes a pressão atmosférica = 20 vezes o volume que circula = 30 sessões de 90 min. (5 - 7 dias por semana).



27 - ISQUEMIA (Falta de O₂) Local/Sistêmica

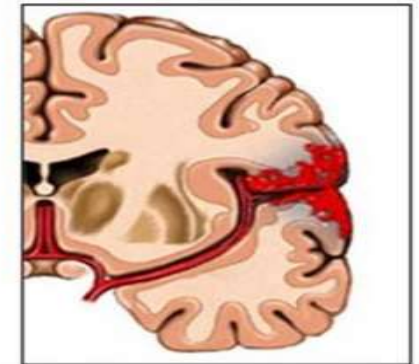


AVC isquêmico

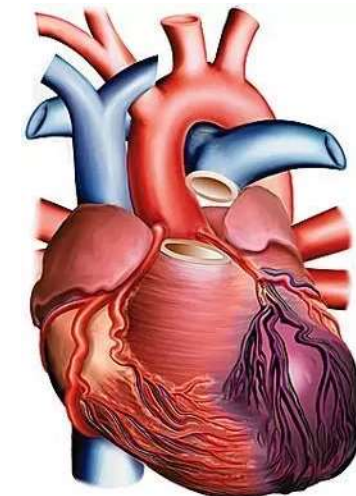


Um coágulo bloqueia o fluxo sanguíneo para uma área do cérebro

AVC hemorrágico



O sangramento ocorre dentro ou ao redor do cérebro



28 - HIPOVENTILAÇÃO (Baixa O_2 pulmonar)

Ventilação é inadequada para realizar a troca de gases nos pulmões

- Hipóxia de Causa Pré-Pulmonar

Deficiências Ambientais, Vias Neurais e Musculatura Resp.

(Falência do Centro Respiratório, lesão medular a nível da primeira cervical, altitude, mergulho...)

Exemplo: Necessidade de Respirador Artificial

- Hipóxia de Causa Pulmonar

Insuficiência Respiratória – Indicação O_2

(Afogamento, Infecção, Fibrose, Edema, exercícios extenuantes, Embolia e DPOC)

Exemplo: Pneumonia = 2 milhões de morte por ano no mundo.

SARA: Síndrome da Angústia Respiratória do Adulto

- Hipóxia de Causa Pós-Pulmonar

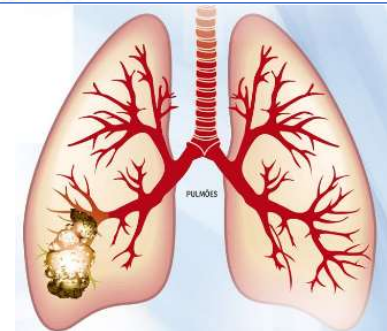
Hipóxia Tissular

(Pós-Traumática, trombozes, Hemorragias, Intoxicação por CO e cardiopatias - IAM)

Exemplo: Intoxicação Boate Kiss, ligações intoxicantes com a Hb.

SHUNTS

Hipoxemia grave após vasoconstricção hipóxica pulmonar e/ou inibição da vasoconstricção hipóxica pulmonar por anestésicos inalatórios: potencial prognóstico de frações de shunt de 100%

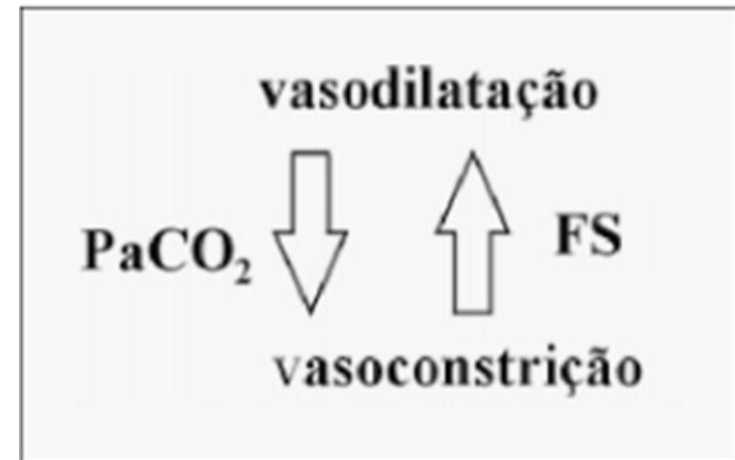


29 – HIPOCAPNIA (Hiperventilação)

Aumento da ventilação alveolar em vigência de produção constante de CO_2 (eliminado dos pulmões) pela ventilação aumentada: **diminuição de tensão de CO_2** no organismo (**subir o pH**) o que leva à **alcalose respiratória**. Exemplo: Síndrome do pânico/Crise de Ansiedade pois o CO_2 é uma molécula geradora de ácido.

Na ASMA (DPOC) causa retenção de CO_2 uma **acidose respiratória**, há uma **elevação da pressão de CO_2** , que faz **cair o pH**, fazendo com que o rim entre em ação, retendo o bicarbonato, fazendo com que o pH volte ao normal, ocorrendo assim a acidose respiratória compensada. Para que o pH diminua novamente o rim vai aumentar a **eliminação de bicarbonato**.

Hipocapnia resulta de respiração profunda ou rápida, conhecida como hiperventilação = “O estado do dióxido de carbono reduzido no sangue” FS = fluxo sanguíneo

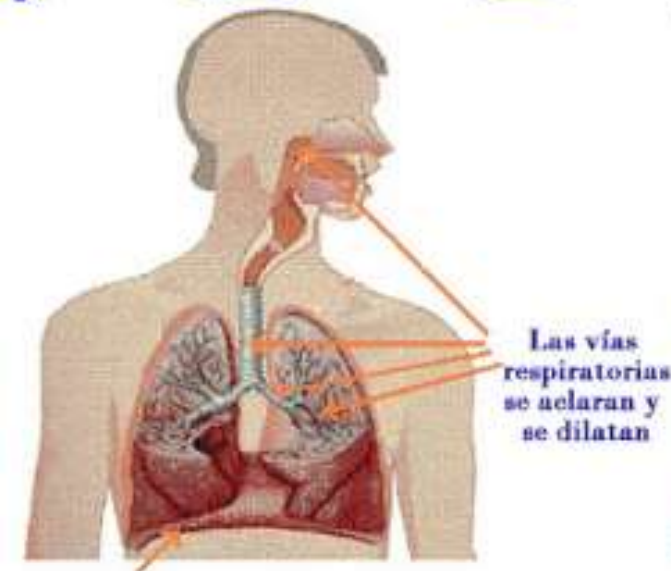


Mecanismo de broncoconstricción a causa de la hiperventilación alveolar

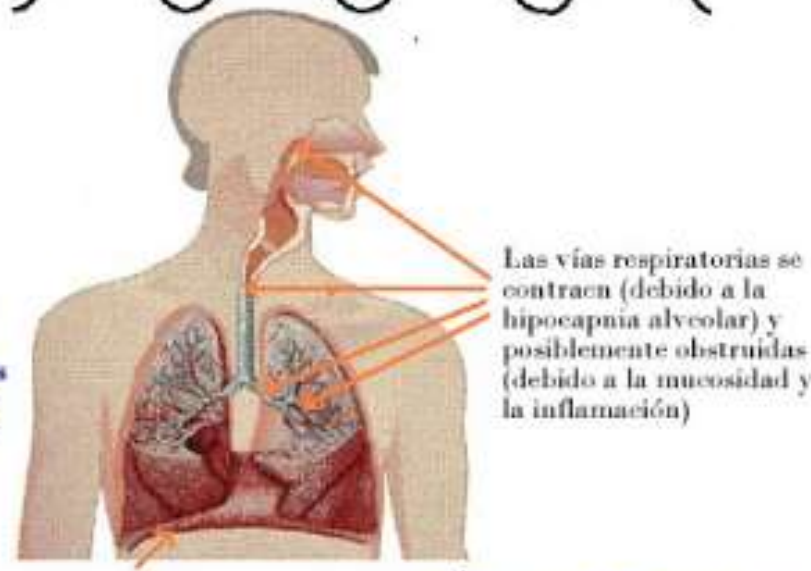
Es común que las personas con asma, bronquitis, enfisema, EPOC, fibrosis quística, tuberculosis, sarcoidosis, bronquiectasias, bronquiolitis y otras condiciones

Patrón de respiración normal: 6 L/min
12 respiros/min, 40 mm Hg aCO₂

patrón ineficaz de respiración (hiperventilación)
> 12 L/min, >18 respiros/min, <35 mm Hg aCO₂

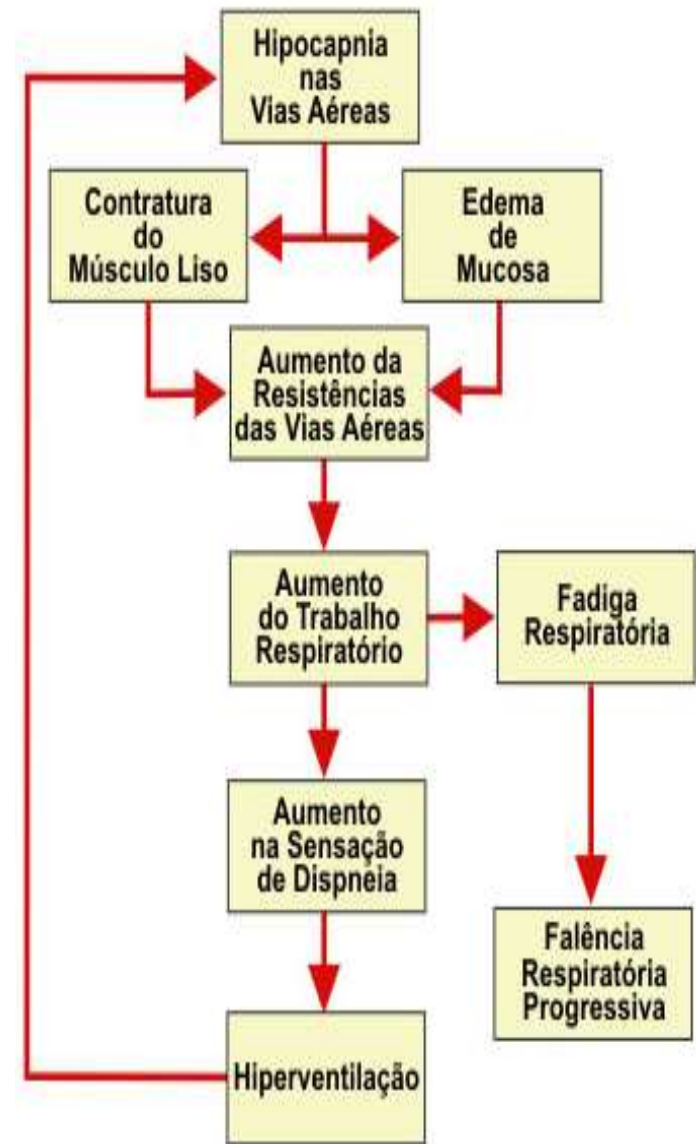


Las vías respiratorias se aclaran y se dilatan



Las vías respiratorias se contraen (debido a la hipocapnia alveolar) y posiblemente obstruidas (debido a la mucosidad y la inflamación)

www.RespiracionNormal.org

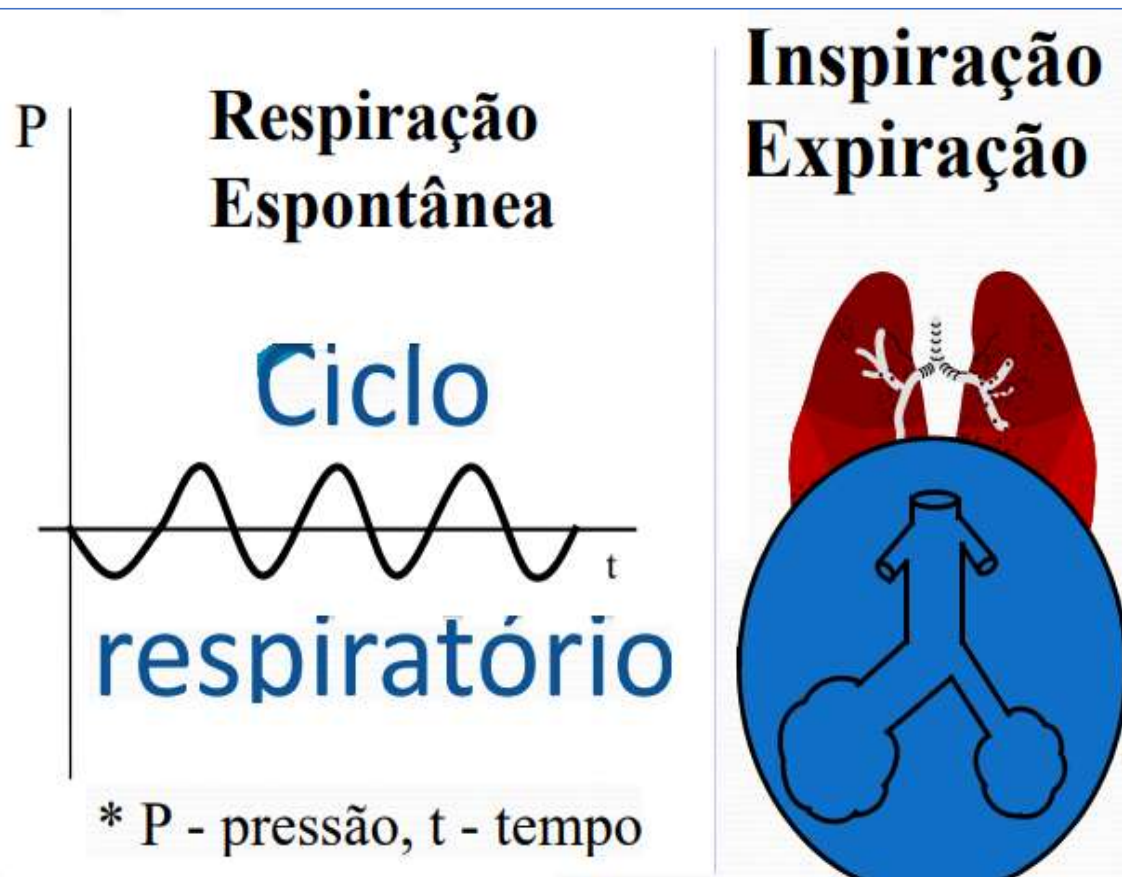


30 - DPOC - Oxigenoterapia

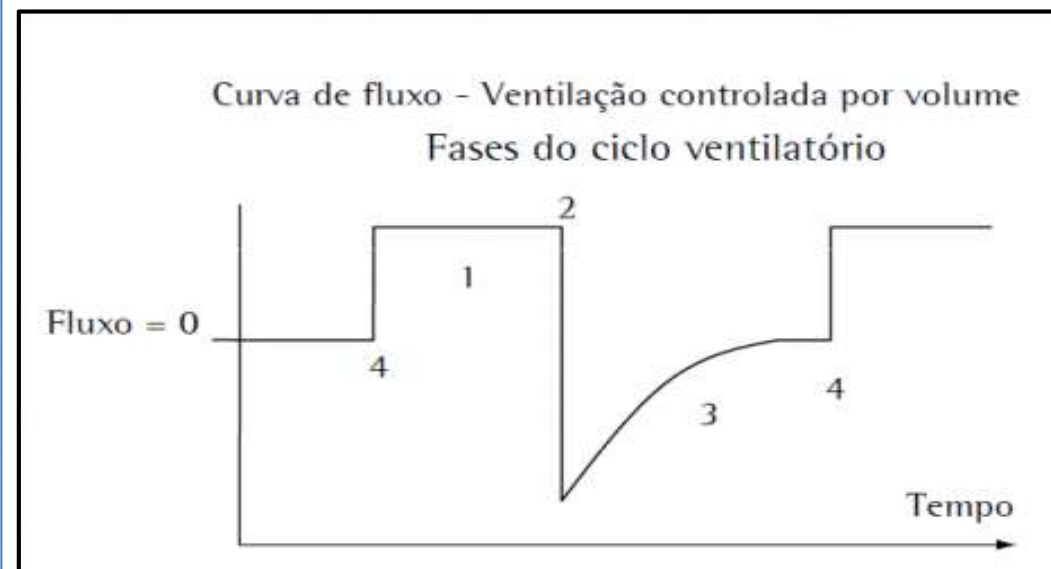
- Caracteriza-se pela presença de obstrução crônica do fluxo aéreo, que não é totalmente reversível. A obstrução do fluxo aéreo é geralmente progressiva.
- O processo inflamatório crônico pode produzir alterações dos brônquios (bronquite crônica), bronquíolos (bronquiolite obstrutiva) e parênquima pulmonar (enfisema pulmonar).
- Redução nos níveis de PaO₂ e SpO₂; tendência a retenção de gás carbônico.
- Oxigenoterapia – objetivo é manter SpO₂ entre 87 e 93%; Altos níveis de SpO₂ podem levar a depressão respiratória.

31 – Ciclo Respiratório

O suporte ventilatório, consiste em um método de suporte para o tratamento de pacientes com insuficiência respiratória aguda e crônica (agudizada), em decorrências de falhas no ciclo respiratório.

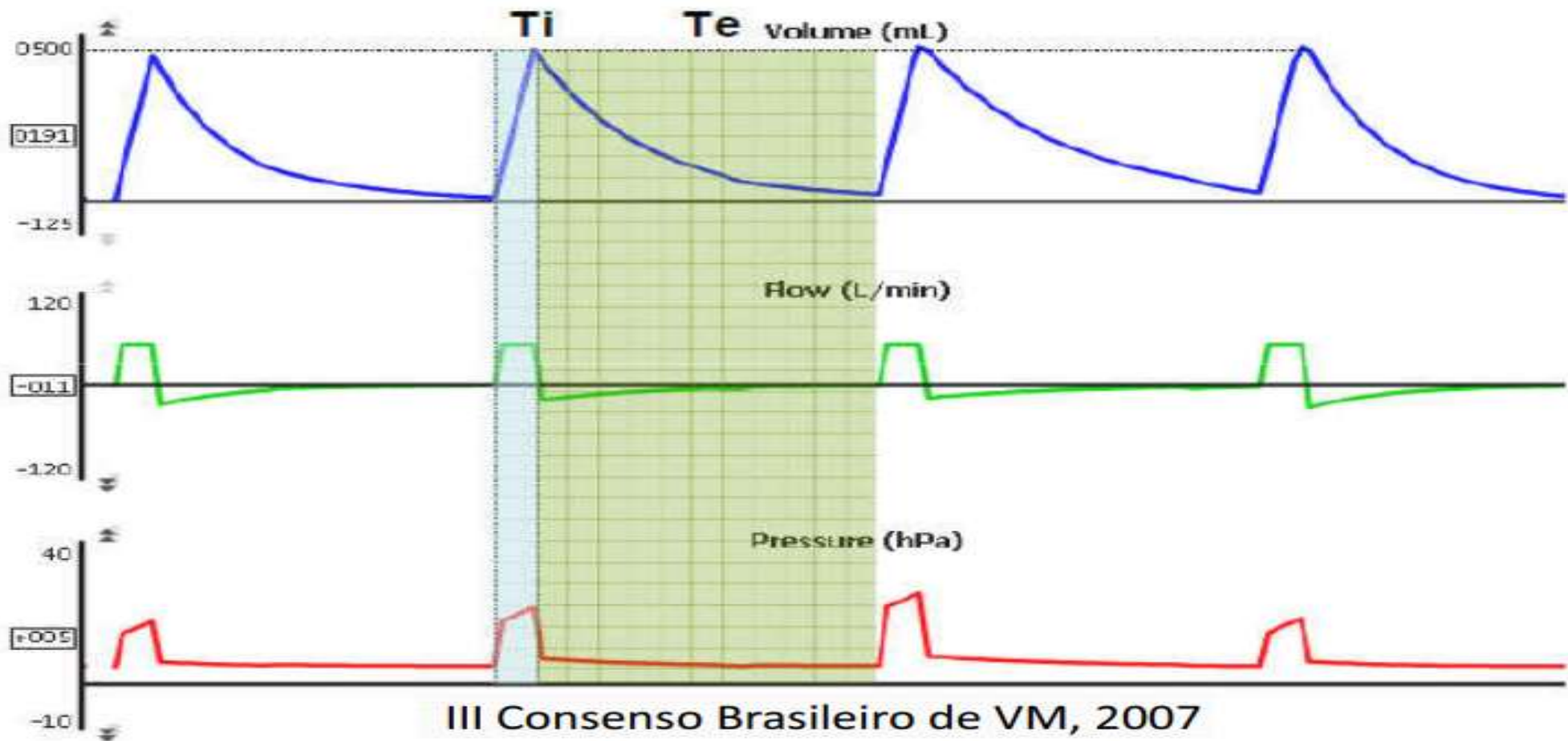


- Fase inspiratória
- Ciclagem
- Fase expiratória
- Disparo



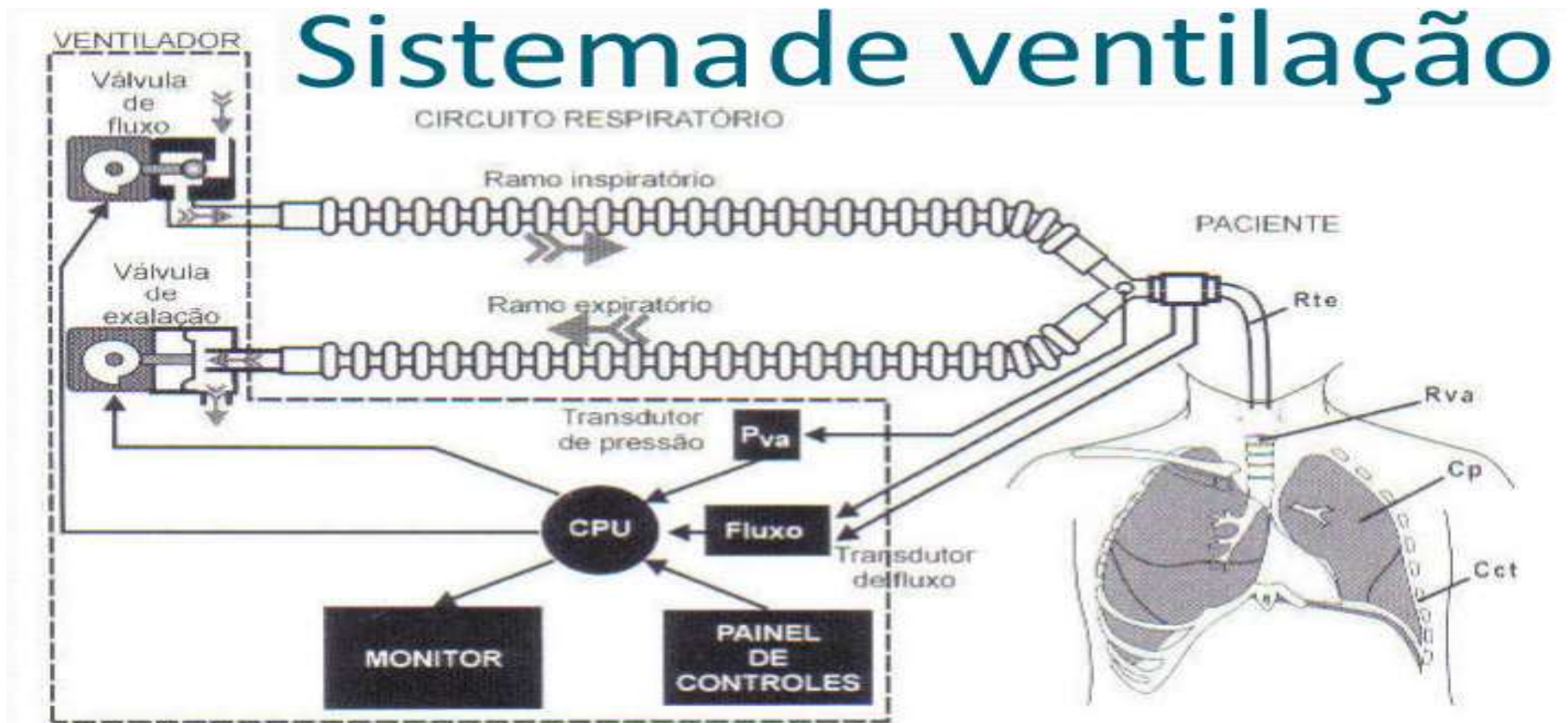
Variáveis durante o ciclo respiratório:

- **VOLUME:** quantidade de gás que o pulmão acomoda **litros**
- **FLUXO:** velocidade de entrada do ar.
- **PRESSÃO:** é a tensão que as moléculas de gás exercem



32 - Respiradores Artificiais

Ventilação Mecânica



Parâmetros Ventilatórios

- Fração Inspirada de O₂ (FiO₂):

FiO₂ necessária para manter SaO₂ entre 93 a 97%.

- Volume Corrente (VT):

Usar VT 6ml/kg/peso predito inicialmente.

Homens : $50 + 0,91 \times (\text{altura em cm} - 152,4)$

Mulheres: $45,5 + 0,91 \times (\text{altura em cm} - 152,4)$.

Graziella: 168cm $\therefore 45,5 + 0,91 (\underline{168} - 152,4)$

$45,5 + 0,91 (15,6)$

$59,696 (\text{peso predito}) \times 6 = 358,176 \text{ ml}$

Parâmetros Ventilatórios

- Frequência respiratória (Fr):

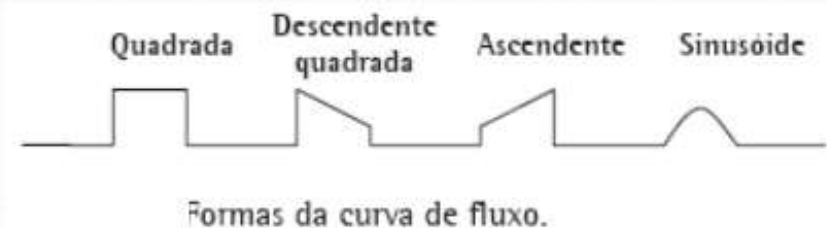
Regular Fr inicial entre 12-16 rpm. Reavaliar gasometria.
(Atentar risco de auto-peep)

- Volume Minuto (VM): $VT \times Fr$

Ajustes no VM são responsáveis pelo controle $PaCO_2$.

- Fluxo (V):

Recomenda-se 40 a 60l/min.



Parâmetros Ventilatórios

- Tempo inspiratório (T_{insp.}): Ajuste em 0,8 a 1,2 segundos.
- Pausa Inspiratória: Ajuste de 0,3 a 0,5 segundos.
- Relação inspiração:expiração (I:E):
Depende do VT, Fr, Fluxo insp., T_{insp} ou pausa inspiratória.
Ajuste inicial da relação I:E em 1:2 a 1:3.
- Sensibilidade (Sens.): Disparo a pressão ou fluxo
Ajuste -0,5 a -2,0 (cmH₂O) ou +3,0 a +4,0 (L/min)

(Positive end expiratory pressure)

Efeitos indesejáveis da PEEP:

- Barotrauma (pneumotoráx)
- Fístula broncopleural (aumento)
- Hipertensão intracraniana (HIC)
- Rompimento de bolhas DPOC
- Instabilidade Hemodinâmica...

33 - Retirada da Ventilação Mecânica

O termo desmame refere-se ao processo de transição da **ventilação** artificial para a espontânea nos pacientes que permanecem em **ventilação mecânica** invasiva por tempo superior a 24 h.

O sucesso do desmame em pacientes submetidos à VM tem sido definido utilizando sinais e sintomas clínicos. Apesar de protocolos e experiências de vários serviços, a falha na extubação tem ocorrido em torno de 24% dos casos. Por isso, alguns índices e parâmetros são utilizados para prever e identificar o momento da extubação, evitando a ventilação por tempo prolongado e suas complicações.

Os índices mais utilizados são :

- resolução da etiologia da insuficiência respiratória e função respiratória estável
- $FiO_2 < 50\%$
- $PEEP < 5 \text{ cm H}_2\text{O}$
- frequência respiratória menor que 60 mrm para lactentes, menor que 40 para pré-escolares e escolares e menor que 30 para adolescentes
- ausência de acidose ($pH \geq 7,3$) e hipercapnia ($pCO_2 > 50 \text{ cmH}_2\text{O}$).

Outros parâmetros que indiretamente afetam a oxigenação e complacência pulmonar são⁽³⁾:

- relação $paO_2/FiO_2 > 200$
- $paO_2 > 60 \text{ mmHg}$ em $FiO_2 < 0,3$
- $SaO_2 > 94\%$ em $FiO_2 \leq 0,5$
- pressão inspiratória máxima $< 30 \text{ cmH}_2\text{O}$
- $PEEP \leq 5 \text{ cmH}_2\text{O}$
- diferença alvéolo-arterial de oxigênio < 350 em FiO_2 de 1,0

Tudo isto combinado com adequada função respiratória e estabilidade hemodinâmica (boa perfusão periférica, não necessidade de drogas vasoativas e inotrópicas), valores de potássio, fósforo e magnésio normais e escala de coma de Glasgow ≥ 11 .

Adjuntos da Retirada (Desmame) da Ventilação Mecânica

1-Agentes Farmacológicos: Os corticoides são utilizados de rotina antes da extubação, para reduzir a incidência de estridor pós-extubação. Em contraste com o efeito sobre o estridor, o uso de corticoide não diminui a taxa de reintubação que está em torno de 10%.

2- Gás Helio

Após a extubação, a resistência das vias aéreas aumenta, resultando em aumento do trabalho respiratório. Poucos pacientes (5 a 16%) desenvolvem obstrução de vias aéreas pós-extubação e franca insuficiência respiratória com possibilidade de re-intubação. Devido às diferenças anatômicas e fisiológicas que existem em crianças, estas estão mais predispostas a edema e disfunção de vias aéreas. O uso da mistura hélio-oxigênio (heliox) pode ser benéfico no tratamento da obstrução de vias aéreas, mas não há comprovação científica.

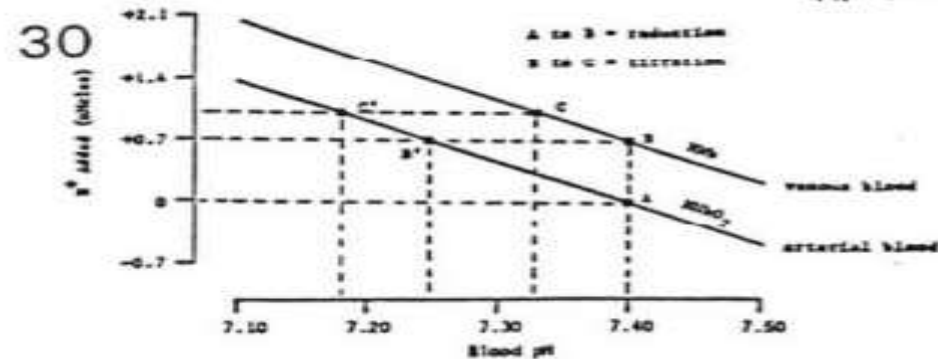
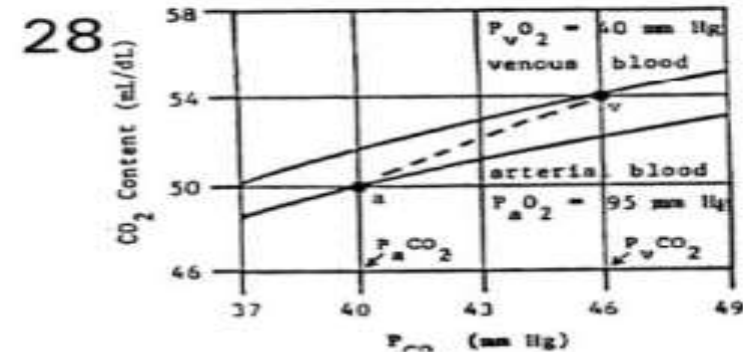
3- Ventilação não Invasiva(VNI)

O uso da VNI é uma terapia promissora após a falha na extubação, mas não demonstrou redução de necessidade de re-intubação e da mortalidade. Pode ser uma técnica útil para diminuir o esforço respiratório das crianças após a extubação.

34 - Métodos de Monitoramento dos gases

*A análise do equilíbrio ácido-base depende da avaliação em conjunto de diferentes parâmetros, que são representados pelo exame **GASOMETRIA** (avaliação dos gases):*

- pH
- $p\text{CO}_2$
- Bicarbonato
- $p\text{O}_2$
- Saturação do $p\text{O}_2$
- “Base excess”



35 - Gasometria

Um importante exame é realizado na terapia intensiva, a fim de monitorar os gases e o equilíbrio ácido-base, chamado de hemogasometria ou gasometria, que pode ser **classificada de arterial ou venosa**.

A gasometria arterial é solicitada, na maioria dos casos, quando o quadro clínico do paciente sugere uma anormalidade na oxigenação, na ventilação ou no estado ácido-base. Os níveis de gases arteriais também são obtidos para avaliar alteração na terapia que podem afetar a oxigenação e a ventilação, tal como a mudança de fração inspirada de oxigênio (FIO₂), os níveis de pressão positiva na final da expiração (PEEP), a pressão de vias aéreas, a ventilação (mudança de frequência respiratória, taxa de fluxo, alterações de volume corrente, pausa inspiratória, tempo inspiratória) ou o equilíbrio ácido-base

Diferença entre gasometria venosa e arterial

Os 2 tipos de gasometria medem basicamente a mesma coisa, mas a grande diferença é que a gasometria venosa é feita através da coleta de uma amostra da veia, enquanto que a gasometria arterial precisa de uma amostra da artéria.

A gasometria venosa é muitas vezes o procedimento escolhido devido ao menor risco envolvido com a obtenção da amostra.

Sangue arterial

1. $\text{Ph} \leq 7,079$ ou $\geq 7,536$
2. $\text{PCO}_2 \leq 13,5$ ou $\geq 135,6$ mmHg
3. $\text{Po}_2 \leq 10,8$ ou $\geq 352,8$ mmHg

O exame é indicado para pessoas que apresentam sintomas de problemas respiratórios graves como dificuldade para respirar, falta de ar ou hiperventilação. Pessoas que estão se tratando de alguma doença pulmonar ou aquelas que desconfiaram de um quadro de alcalose ou acidose metabólica.

36 - Pulmão e diabetes tipo 2: você conhece a relação?

O DM2 gera consequências devastadoras para a saúde, afetando vasos sanguíneos de diferentes calibres, podendo levar à retinopatia e perda visual, nefropatia e insuficiência renal, neuropatia periférica e amputações, bem como a problemas cardiovasculares (infarto do miocárdio, acidente vascular cerebral), que podem colocar a vida em risco.

O **diabetes tipo 2 (DM2)** é uma doença complexa que afeta cerca de 12% da população.

Uma ampla revisão sobre o assunto foi publicada recentemente no periódico *Endocrine Reviews*. O artigo traz como pontos principais:

- 1) A redução da função pulmonar está negativamente associada à glicemia plasmática em jejum, hemoglobina glicada, duração do diabetes e sua gravidade.
- 2) Insulina e leptina, inflamação crônica de baixo grau, dano microvascular e neuropatia autonômica desempenham um papel essencial no dano pulmonar associado ao DM2.
- 3) Os achados histopatológicos incluem o espessamento do epitélio alveolar e da lâmina basal capilar pulmonar, redução do espaço alveolar, maiores graus de fibrose e microangiopatia, e modificações na secreção mucosa.
- 4) O DM2 afeta a respiração durante o sono, é um fator de risco independente para taxas mais altas de apneia do sono e leva à hipoxemia noturna e sonolência diurna.
- 5) O papel de algumas opções terapêuticas como sensibilizadores de insulina e terapias baseadas em incretinas na função pulmonar merecem mais pesquisas.
- 6) Recomenda-se que os pacientes com DM2 sejam considerados um grupo vulnerável para disfunção pulmonar.

<https://pebmed.com.br/pulmao-e-diabetes-tipo-2-voce-conhece-a-relacao/>

Hemoglobina Glicada (HbA1c)

As hemoglobinas passeiam pelo corpo através do sangue, elas entram em contato com a glicose, que também está presente na corrente sanguínea. Às vezes, o encontro da hemoglobina com a glicose resulta em um “CASAMENTO” microscópico: ambas se unem e permanecem juntinhas por toda a vida. Quando uma hemoglobina se junta com uma molécula de glicose, ela se torna “glicosida” ou “glicada”.

Valor **MAIOR OU IGUAL a 6,5%** indica que a pessoa está com diabetes.

Glicação irreversível não enzimática da cadeia beta da **hemoglobina**

IMPORTANTE: anemias hemolíticas (anemia com destruição das células vermelhas), doença renal crônica, hemodiálise, transfusão, hemorragias e gravidez, **causam falsa redução nos níveis de HbA1c**. O uso de **eritropoetina** (estimulador das células vermelhas usado em pacientes com doença renal crônica), anemia por deficiência de ferro, ácido fólico ou B12, bem como a retirada cirúrgica do baço (esplenectomia), modificações químicas da hemoglobina causadas por doses elevadas de **AAS** (hemoglobina acetilada) ou níveis elevados de **ureia** (hemoglobina carbamilada) também podem ser causas de falsa elevação da HbA1c.

Os **pulmões** podem ser mais um alvo para as complicações crônicas do diabetes, comprometendo a respiração durante o sono com aumento do risco de hipoxemia e interferindo na **curva de dissociação da Hemoglobina**.

Agradecimento

