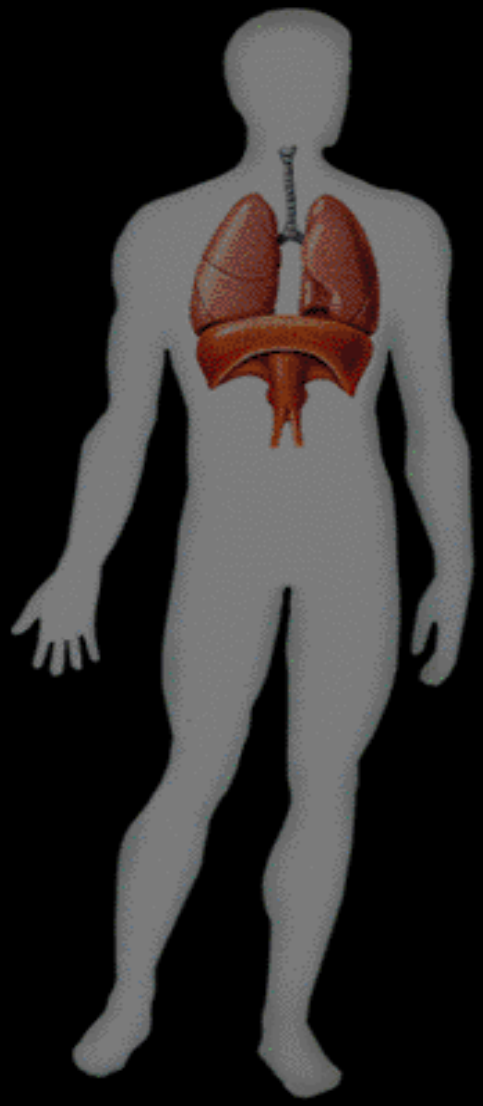
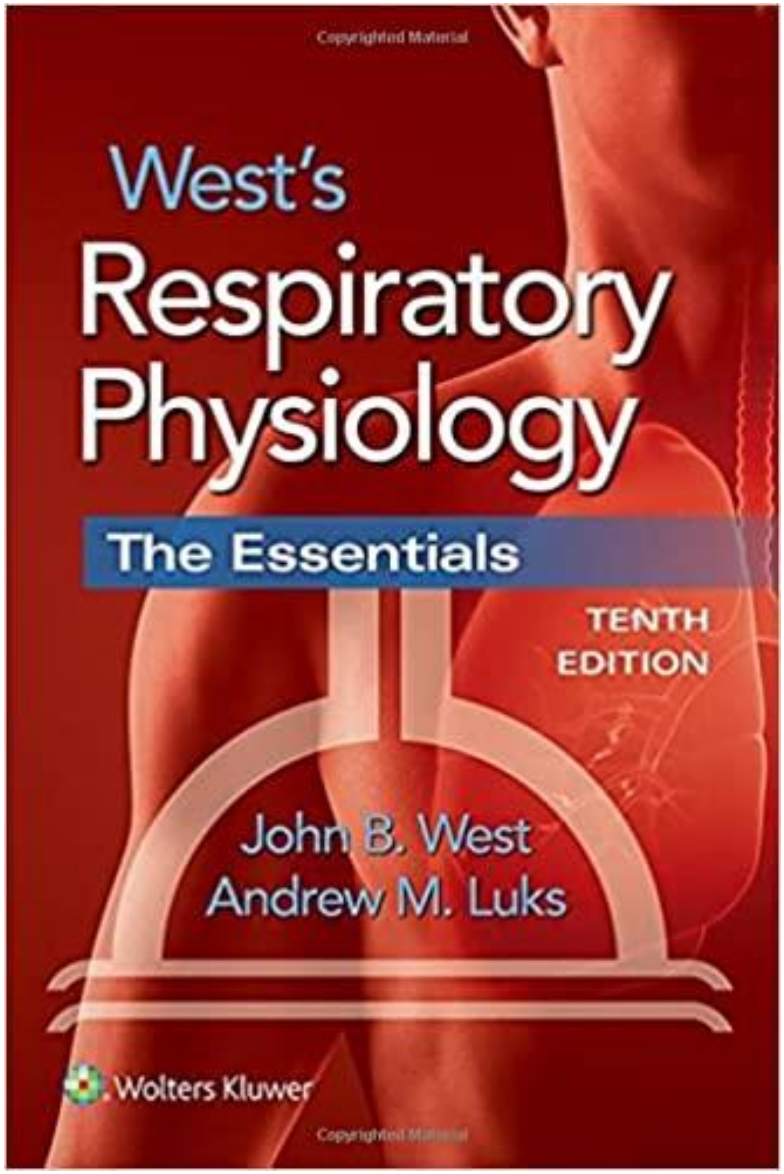


Fisiologia Respiratória:

Introdução e ventilação

Luiz Guilherme S. Branco
Fisiologia-FCFRP-USP-2020

Texto de Referência:

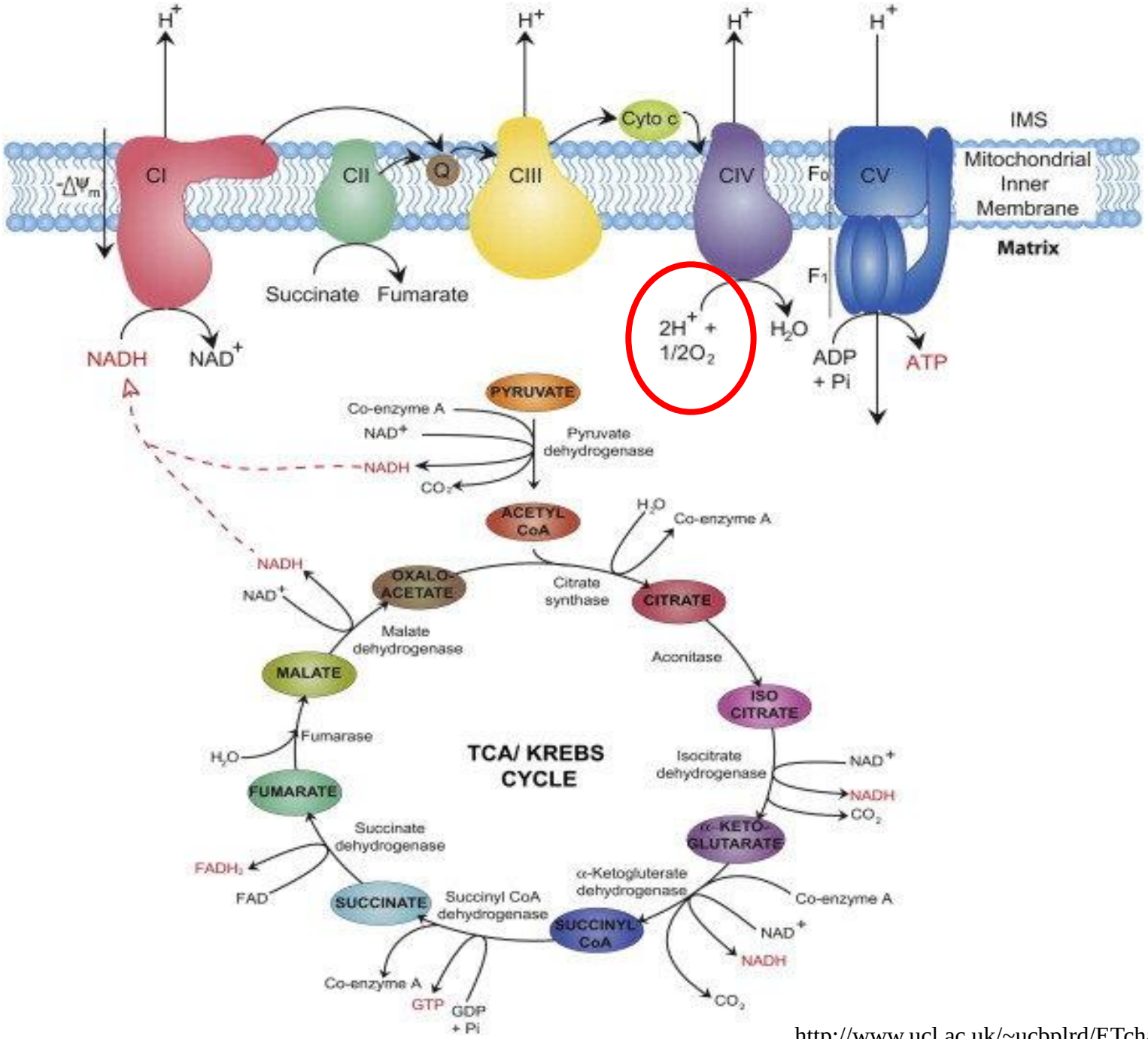


Capítulos (aulas):

- Estrutura e função (Introdução ao Sistema Respiratório)
- Ventilação
- Transporte
- Mecânica
- Controle

HISTÓRICO

- Hipócrates (460-377): propôs que respiração teria a função de esfriar o coração
- Antoine Lavoisier (1743-1794) e Joseph Priestley (1733-1804) sugeriram que animais respiram ar para obtenção de O2
- Krogh (1941): "O2 is the fire of life"
- Laitman (1996): A aquisição de O2 e o processamento do O2 é a função primária de qualquer vertebrado



http://www.ucl.ac.uk/~ucbplrd/ETchain.png

RESPIRAÇÃO

Troca de gases (O_2 e CO_2) entre o ambiente (água ou ar) e os fluidos corporais.

- **FUNÇÕES:**

-Obtenção de O_2 do ambiente externo para suprir as células

-Remoção de CO_2 produzido pelo metabolismo celular

-Equilíbrio Ácido-Base

-Fonação

A respiração inclui:

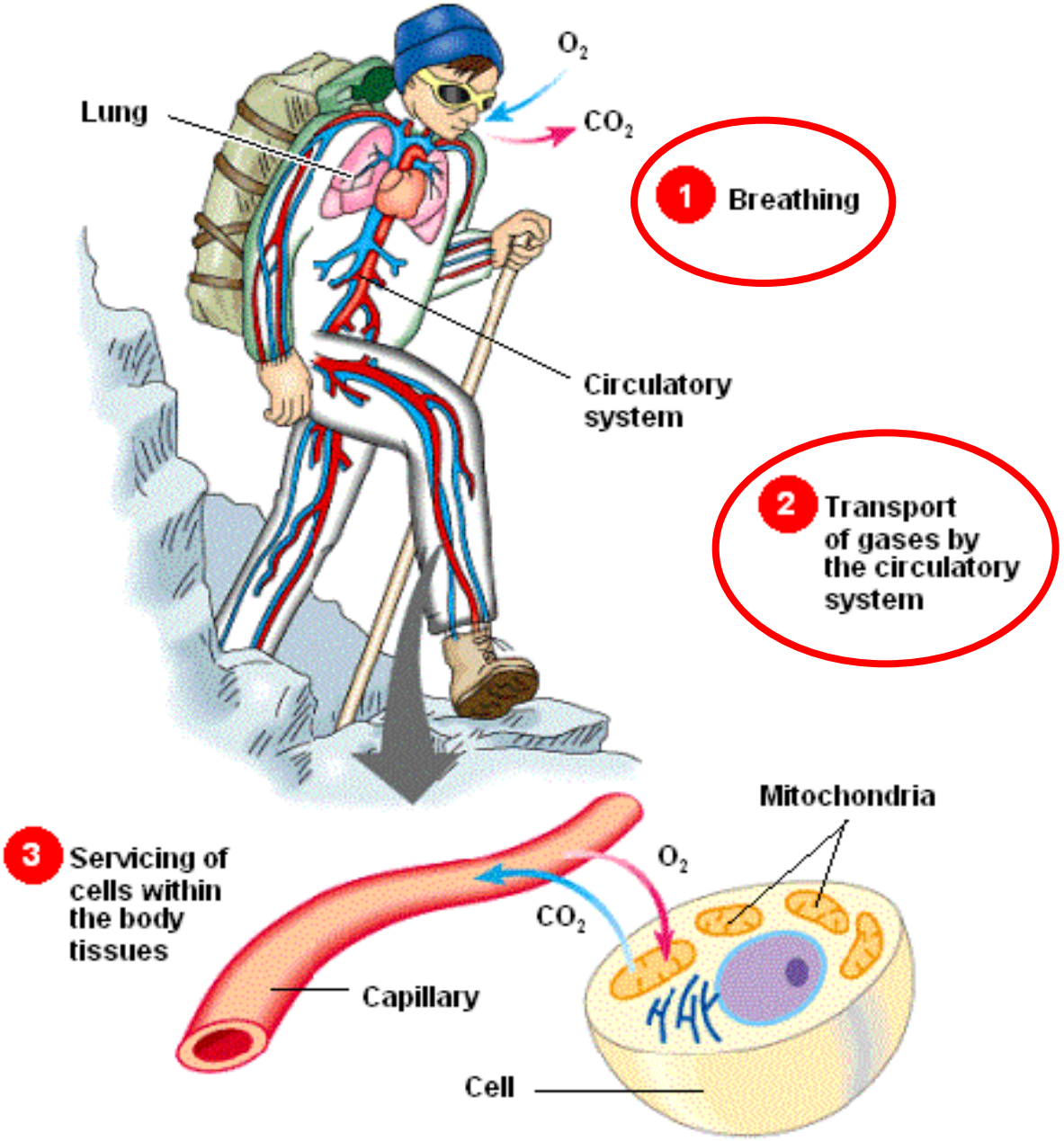


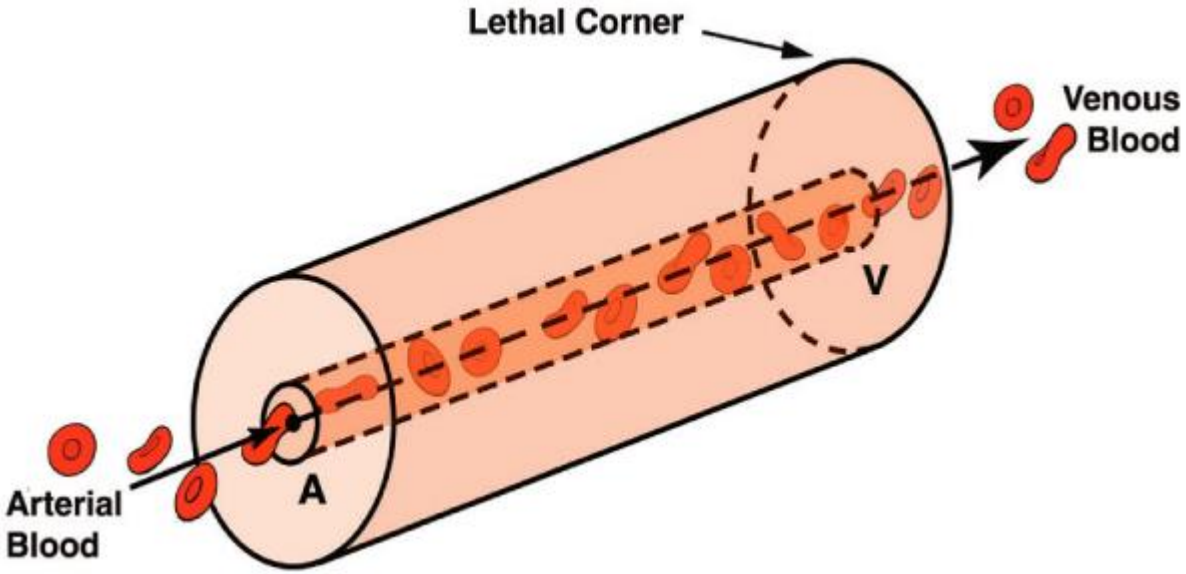
Figure 22.1

Dois processo físicos são responsáveis pelo movimento do O_2 do ar para os tecidos e do CO_2 dos tecidos para o ar

- **CONVECÇÃO**
  - ativo: requer energia
  - longas distâncias

- **DIFUSÃO**
  - passivo: não requer energia
  - pequenas distâncias

Limites da difusão



A theoretical model for oxygen transport in skeletal muscle under conditions of high oxygen demand
B. J. McGuire, T. W. Secomb

Journal of Applied Physiology 2001 **Vol.** 91 **no.** 5, 2255-2265.

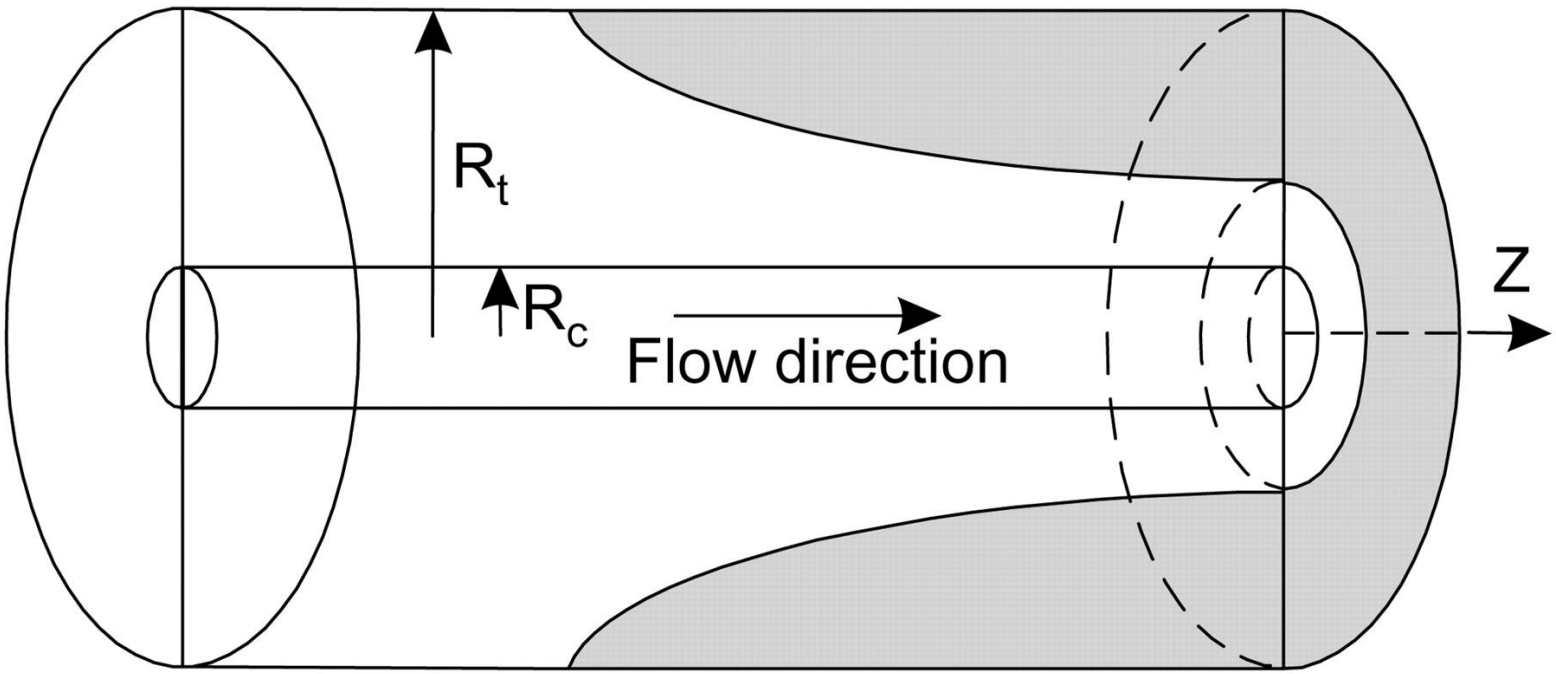
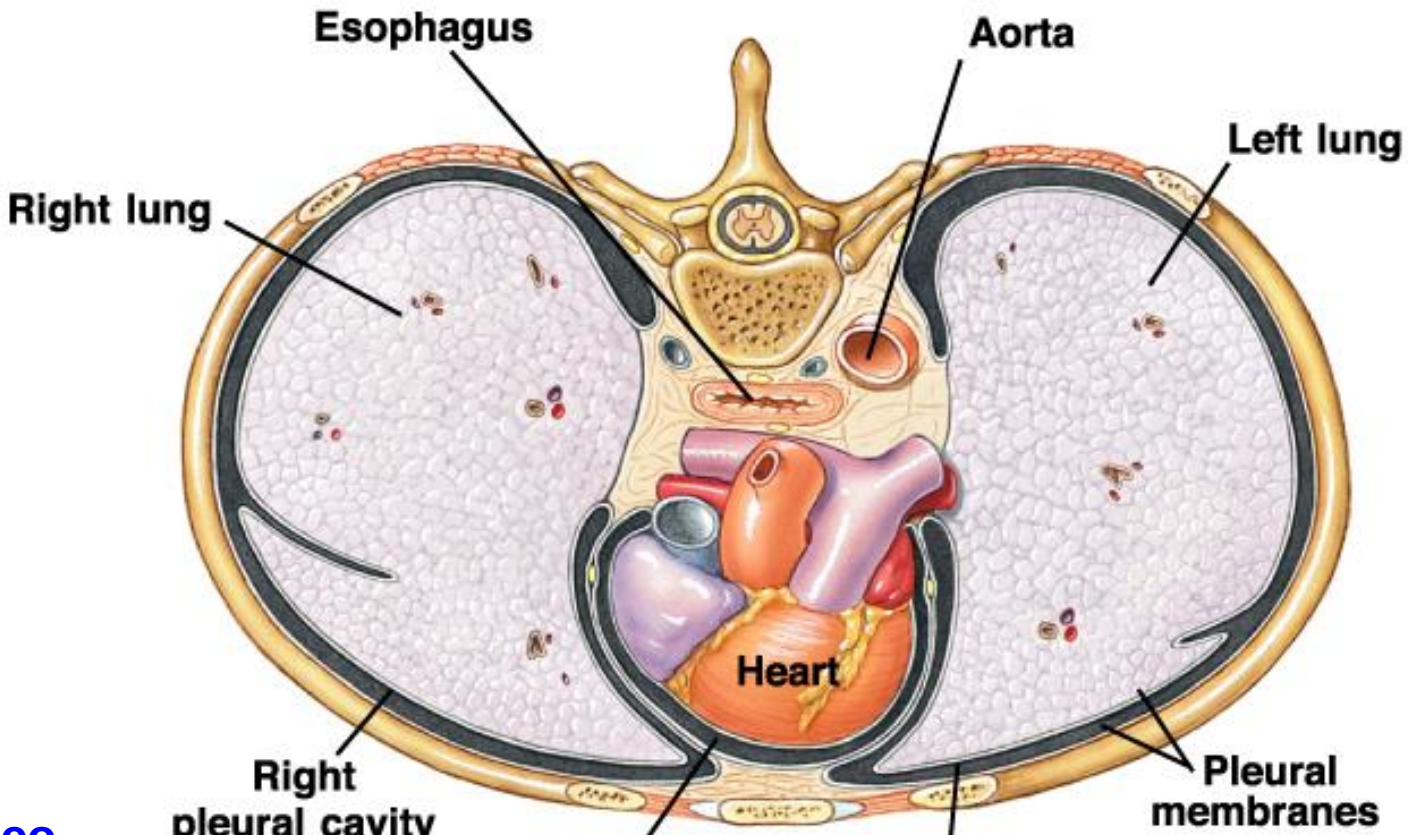


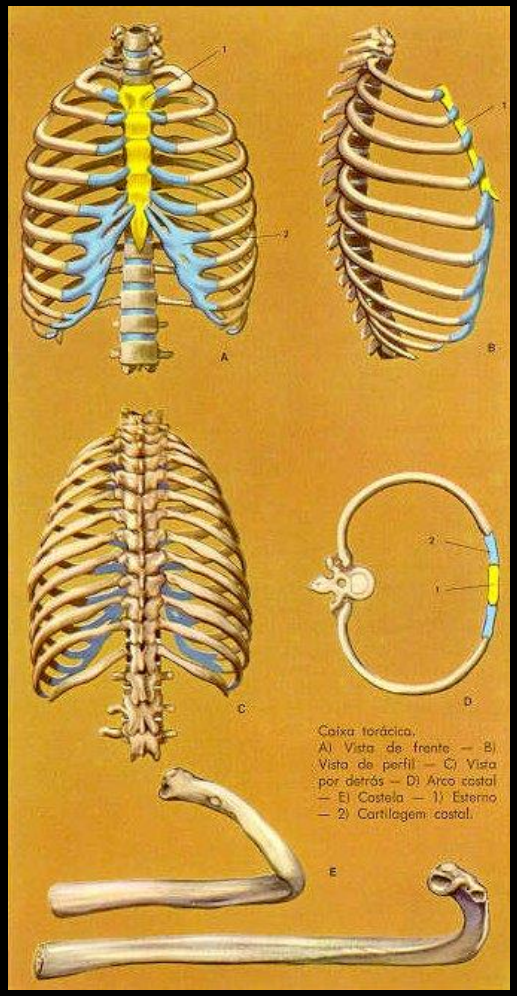
Fig. 1. Geometry of the Krogh cylinder-type model. Inner cylinder represents the capillary. Outer cylinder corresponds to tissue cylinder. Shaded area: example of hypoxic region under conditions of high demand. R_t, tissue cylinder radius; R_c, capillary radius; z, distance along the capillary

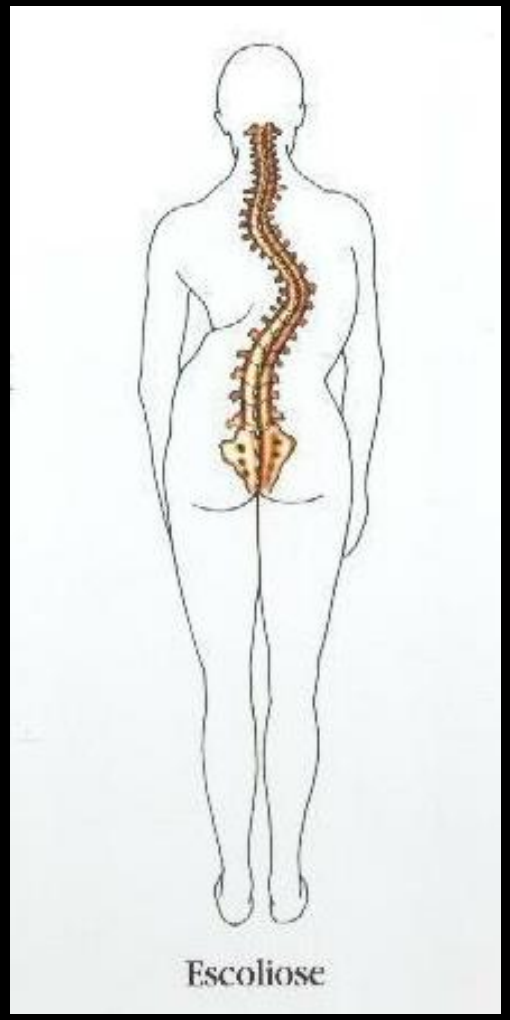
ESTRUTURA DO SISTEMA RESPIRATÓRIO



Espaço intrapleural

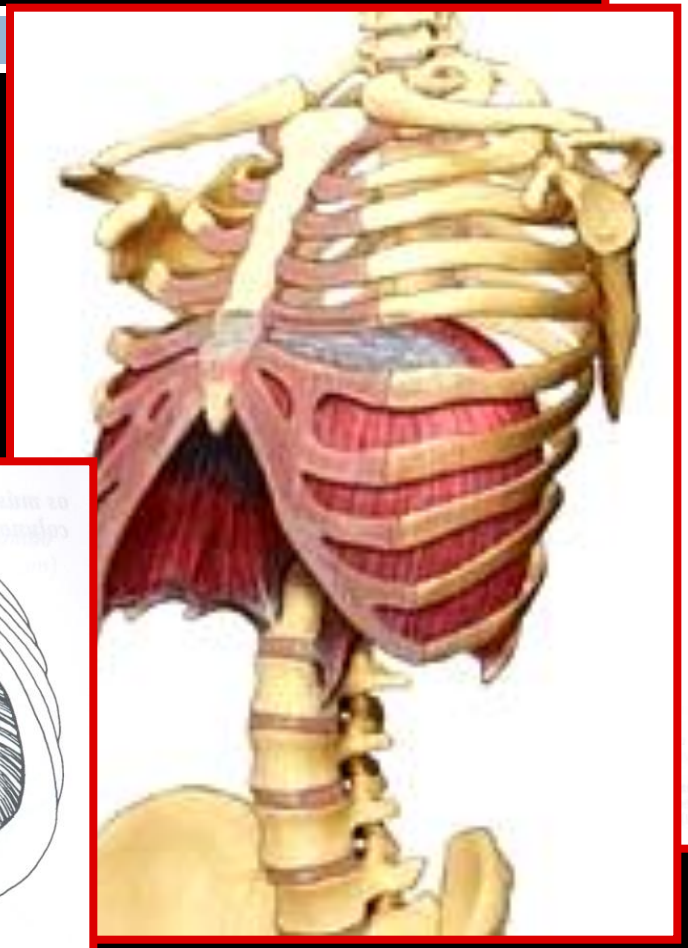
Caixa Toráxica

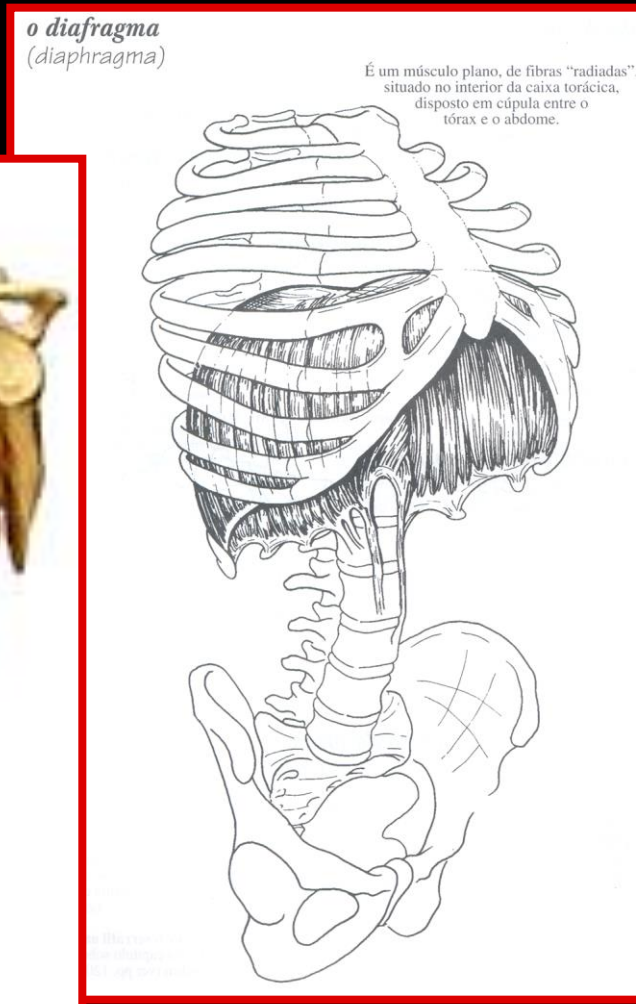


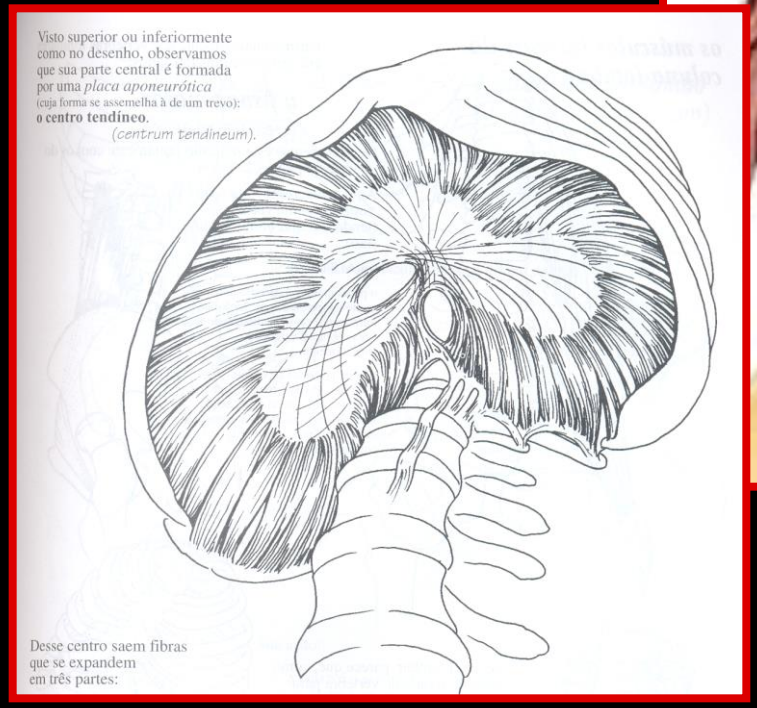


Músculos inspiratórios

DIAFRAGMA







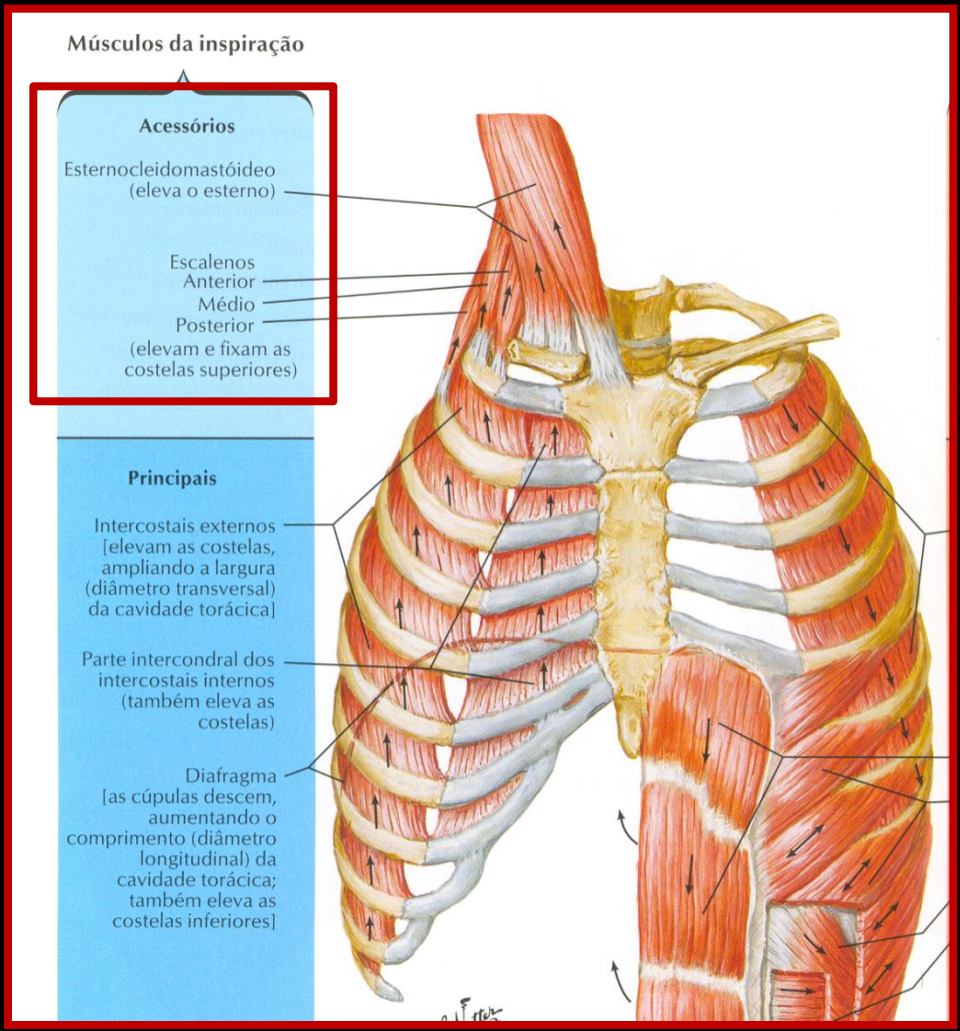
INTERCOSTAIS EXTERNOS

os intercostais externos
(intercostales externi),
cujas fibras são oblíquas inferior e anteriormente.

Sua ação:
formam uma lâmina muscular que *solidariza as costelas entre si*, fazendo da caixa torácica um conjunto coeso.
É assim que um músculo que traciona a primeira costela, como o escaleno anterior, arrasta, graças aos intercostais, o conjunto das costelas.

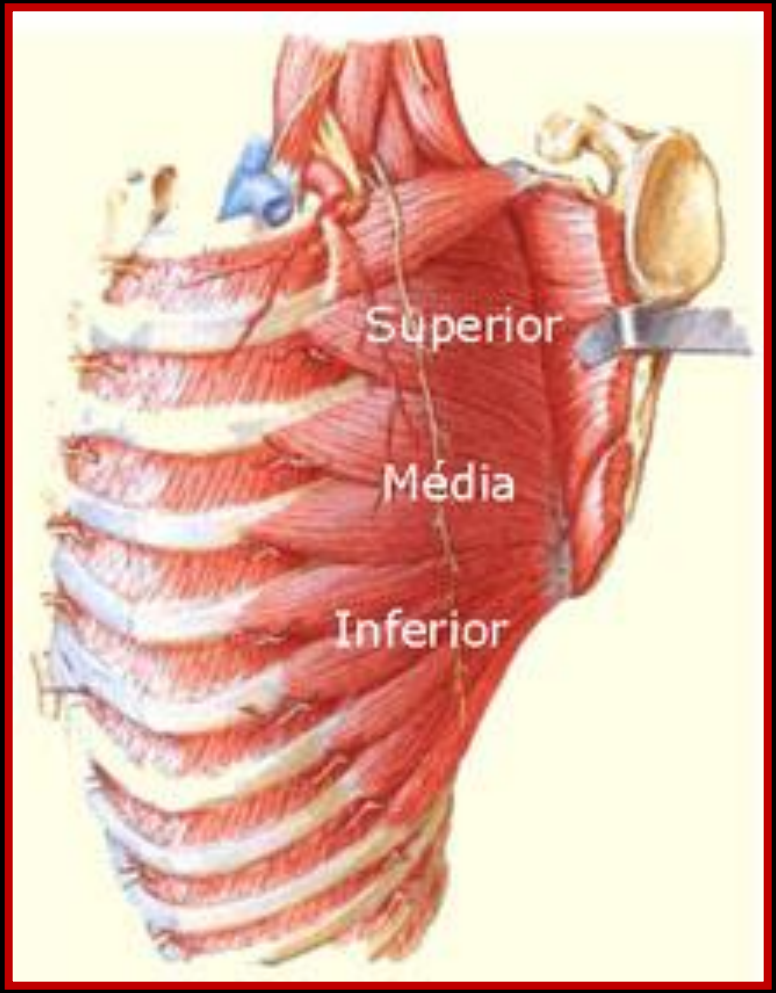
inn.: nervos intercostais (I ao XI)

Músculos inspiratórios acessórios



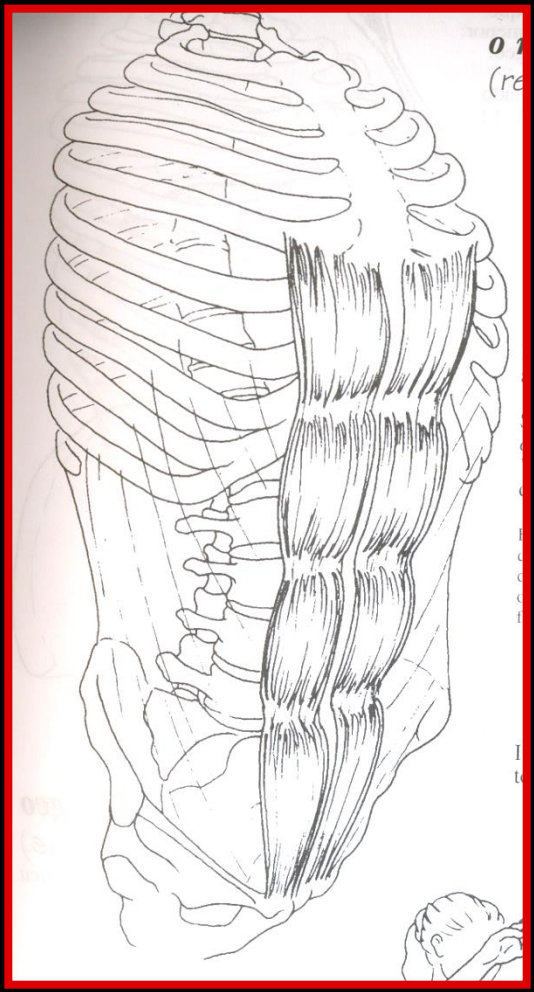
Músculos inspiratórios acessórios

Serrátil anterior



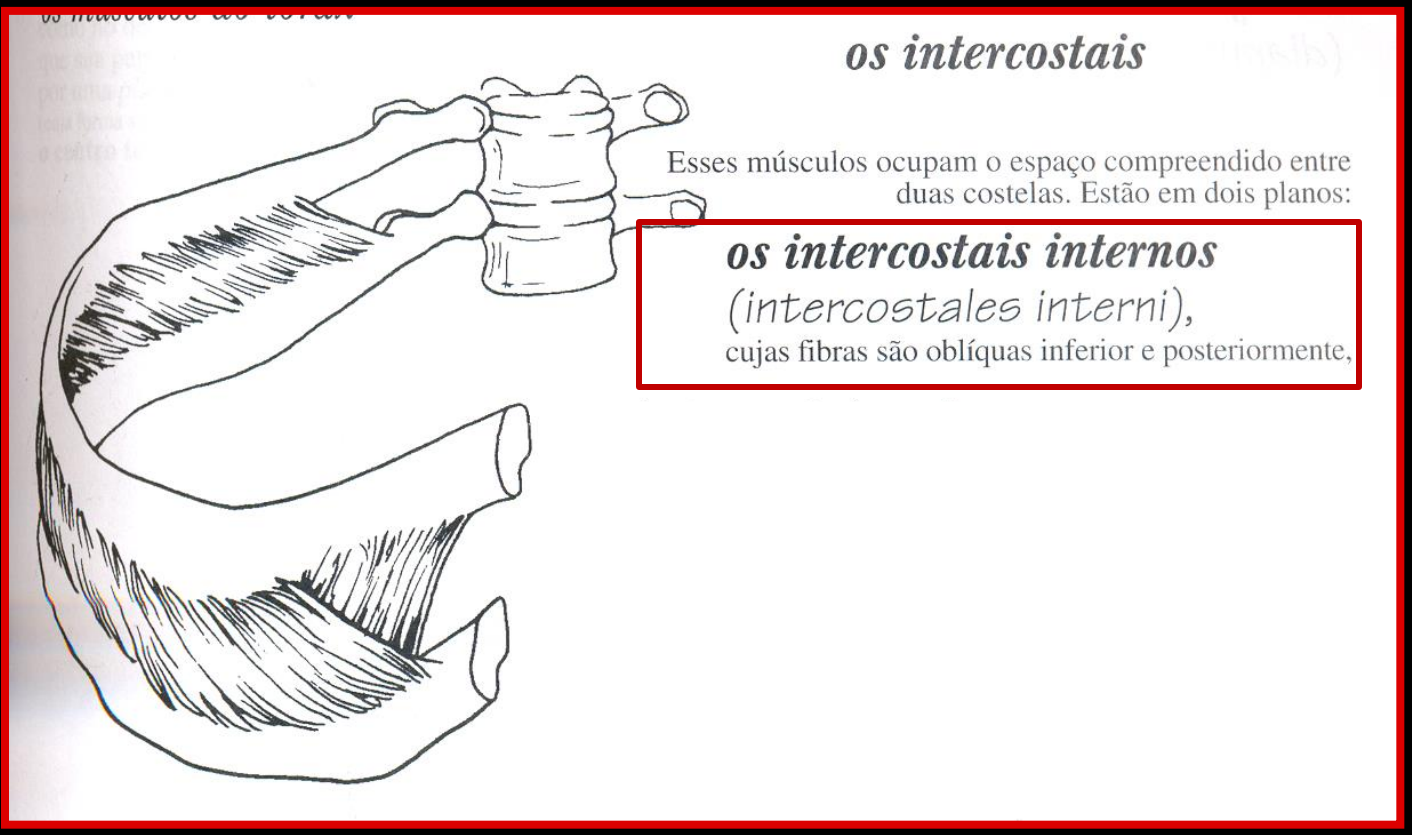
Músculos expiratórios

ABDOMINAIS

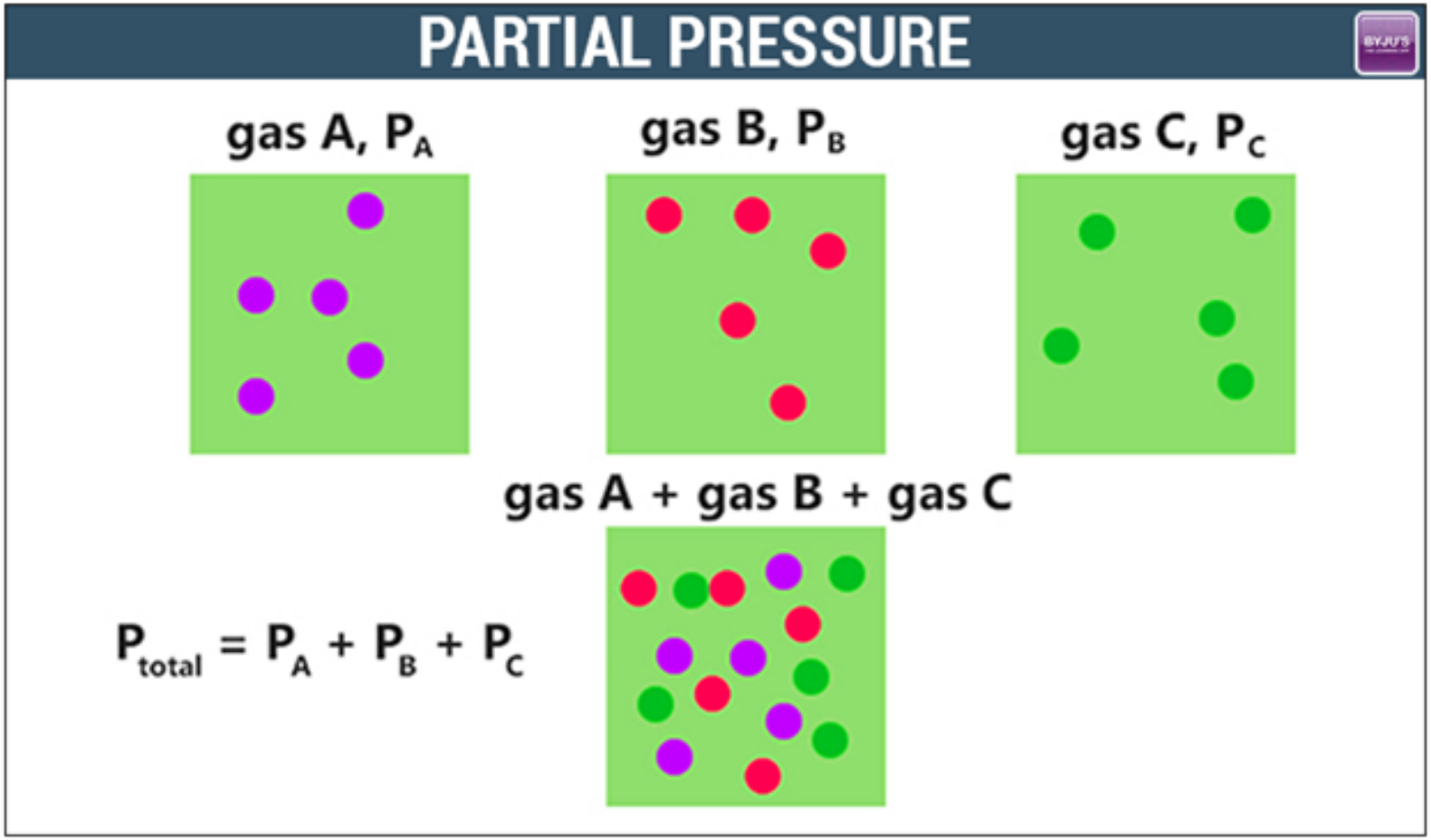


Músculos expiratórios

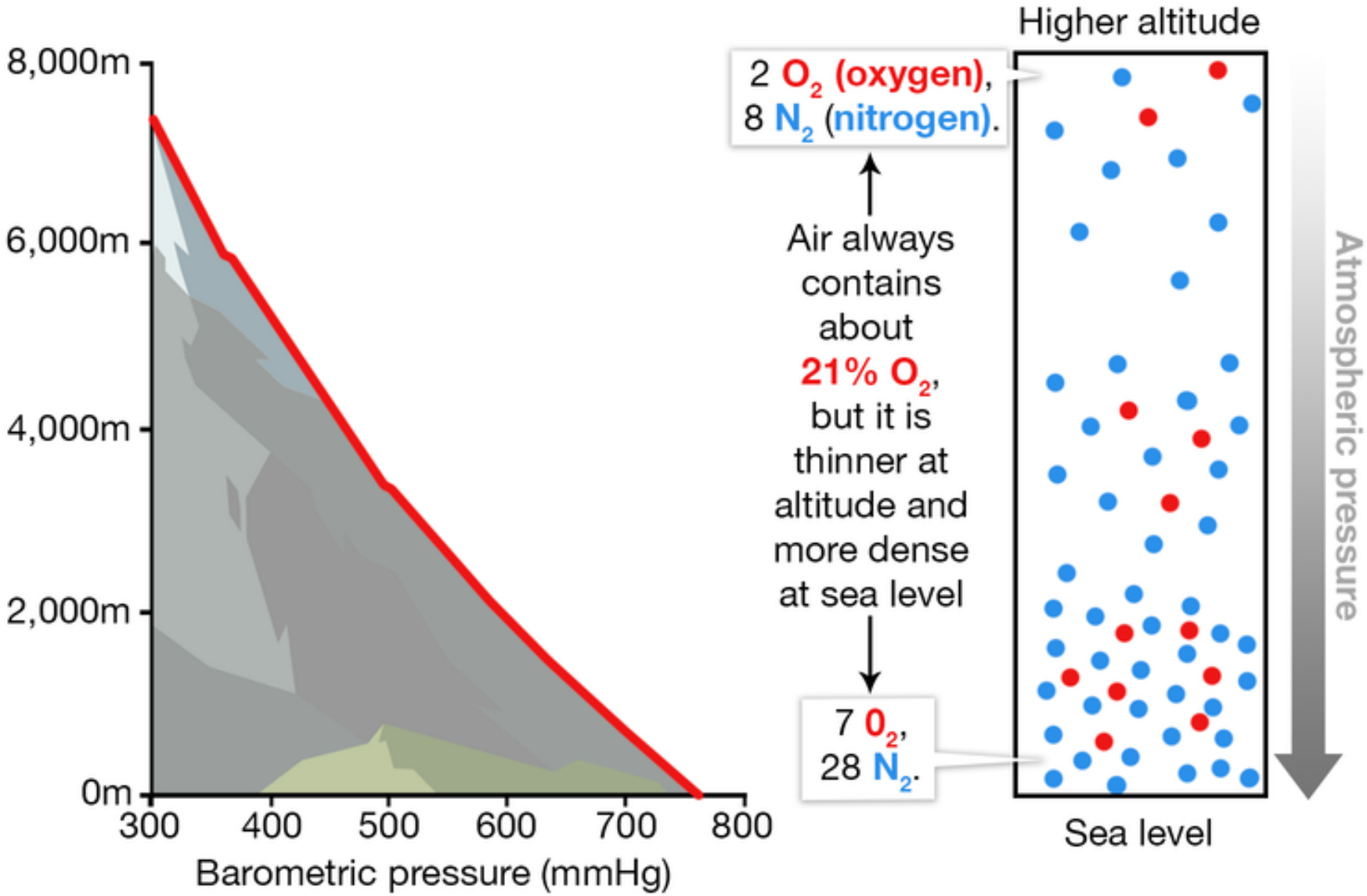
INTERCOSTAIS INTERNOS



Conceito de Pressão Parcial



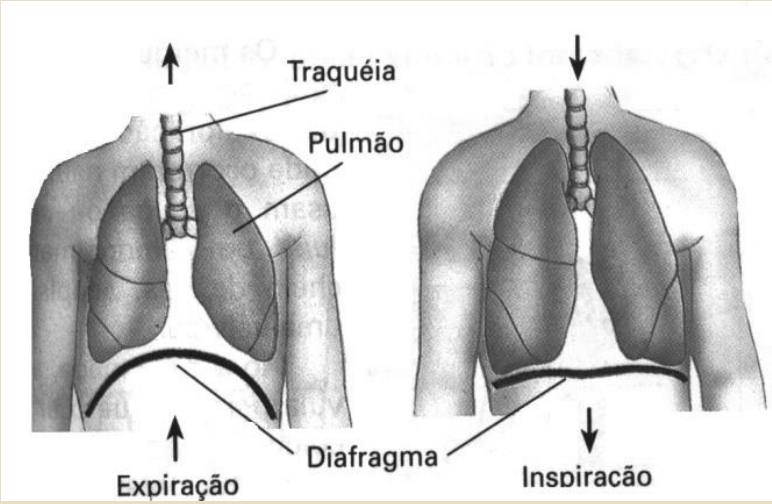
The impact of altitude on oxygen levels



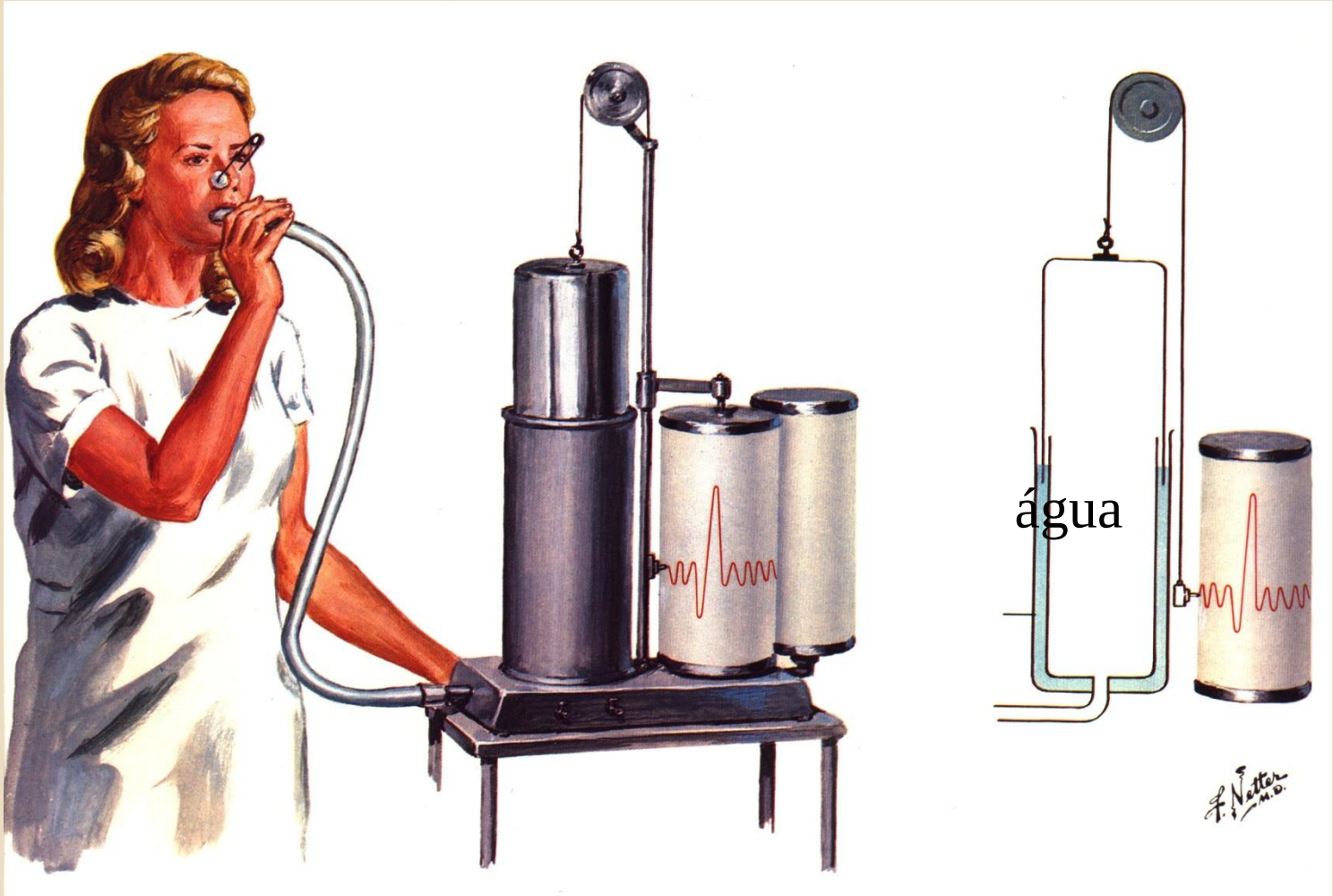
VENTILAÇÃO

VENTILAÇÃO

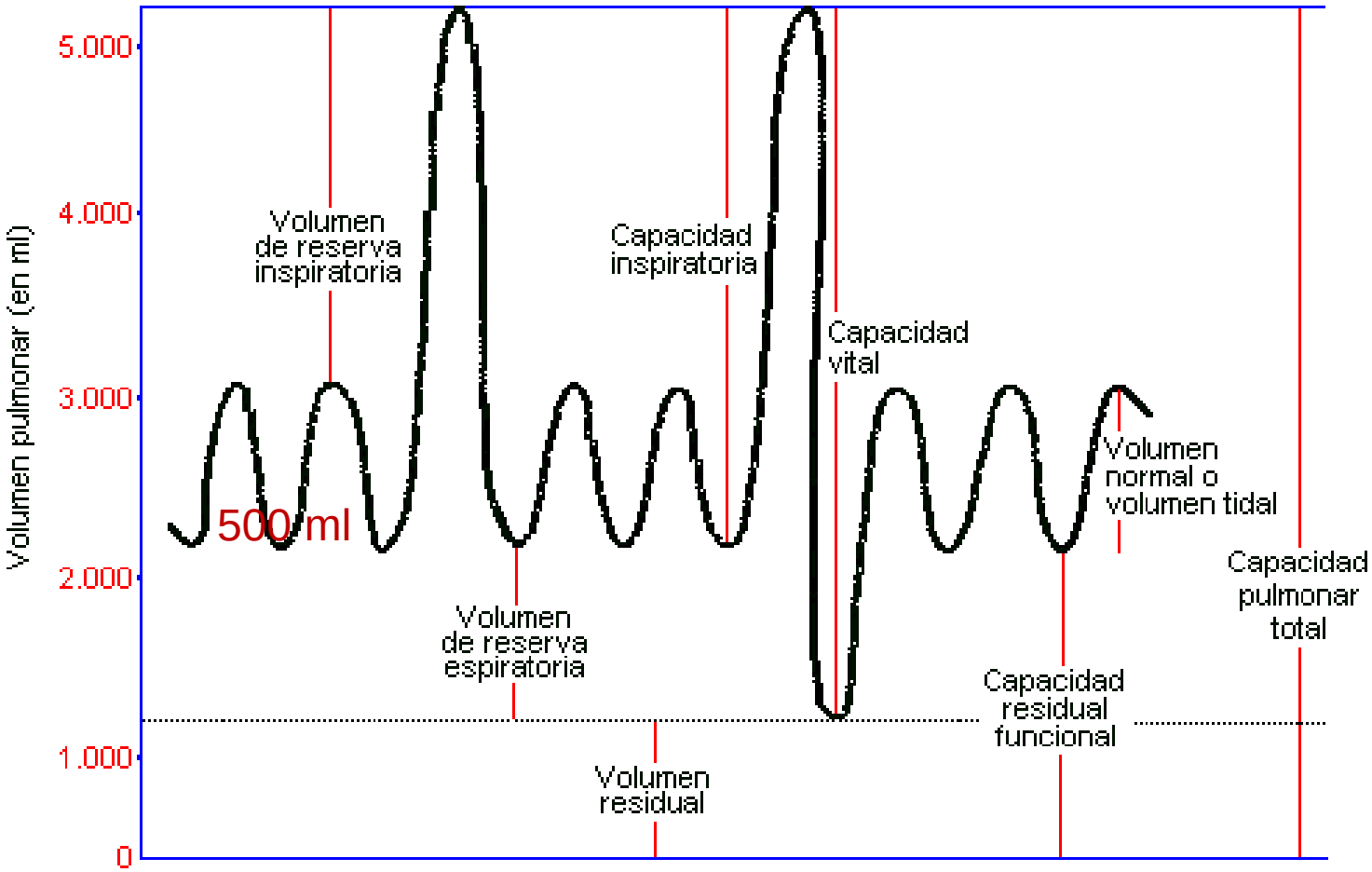
É a troca gasosa entre os alvéolos e o ambiente externo, ou seja, é o processo pelo qual o oxigênio da atmosfera é levado ao interior dos pulmões e o dióxido de carbono é expelido do organismo.



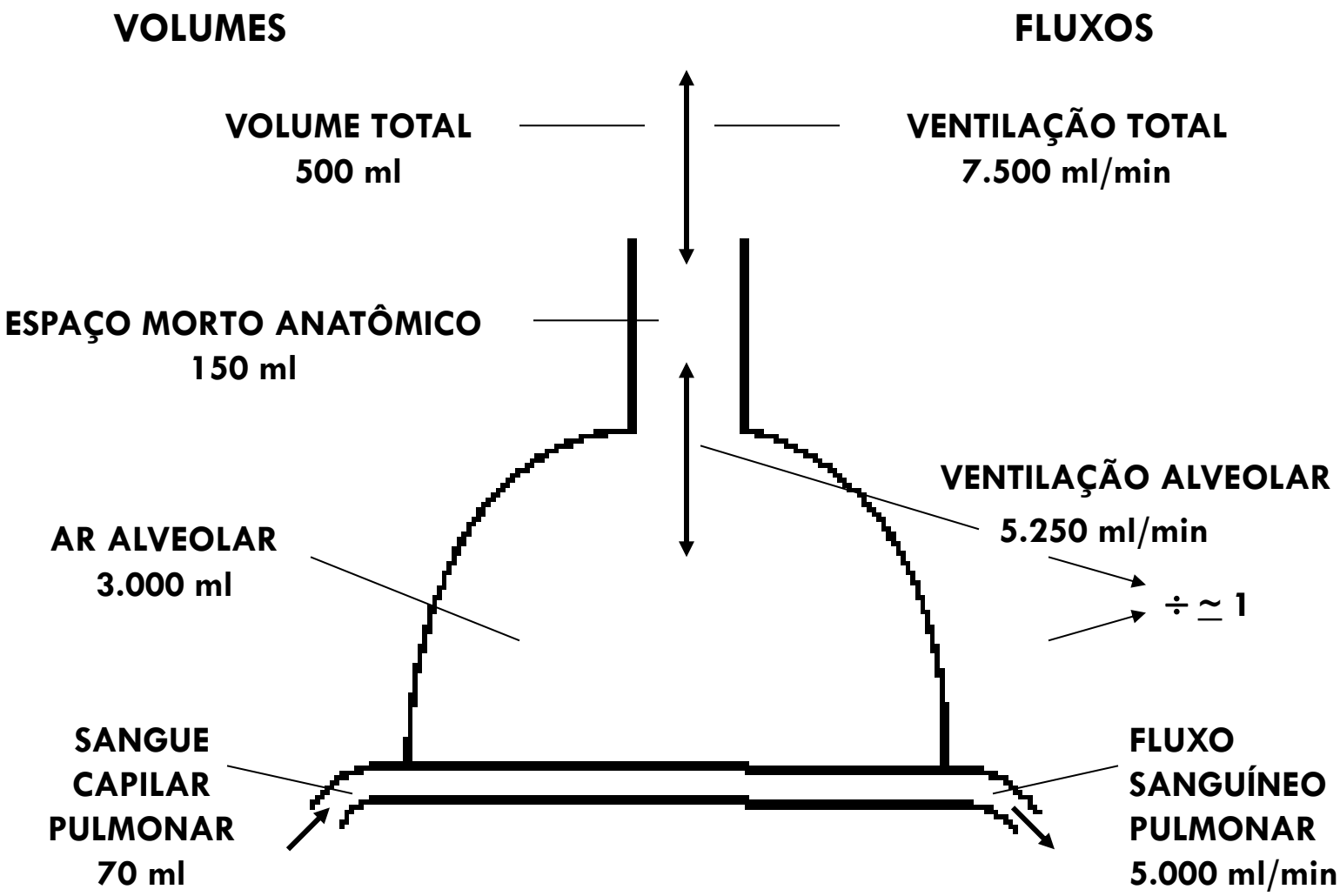
Espirômetro



VOLUMES E CAPACIDADES PULMONARES

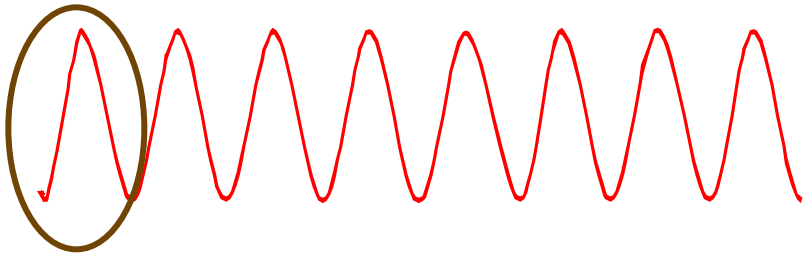


VOLUMES PULMONARES



VENTILAÇÃO:

Respiração é ciclica



Volume Corrente (VT) é o volume de cada respiração (0,5 L)

Frequência Respiratória (f) ciclos/min (15 cpm)

Ventilação = VT x f

Litros/min

0.5 L x 15= 7.5 L/min

- Ventilação Alveolar $V_A = (V_T - V_D) \times f$

Espaço Morto & Ventilação Alveolar

Ventilação Alveolar (VA):

$= (V_T - V_D) \times f$

$=(0.5L - 0.15L) \times 15$

$= 5.25$ L/min

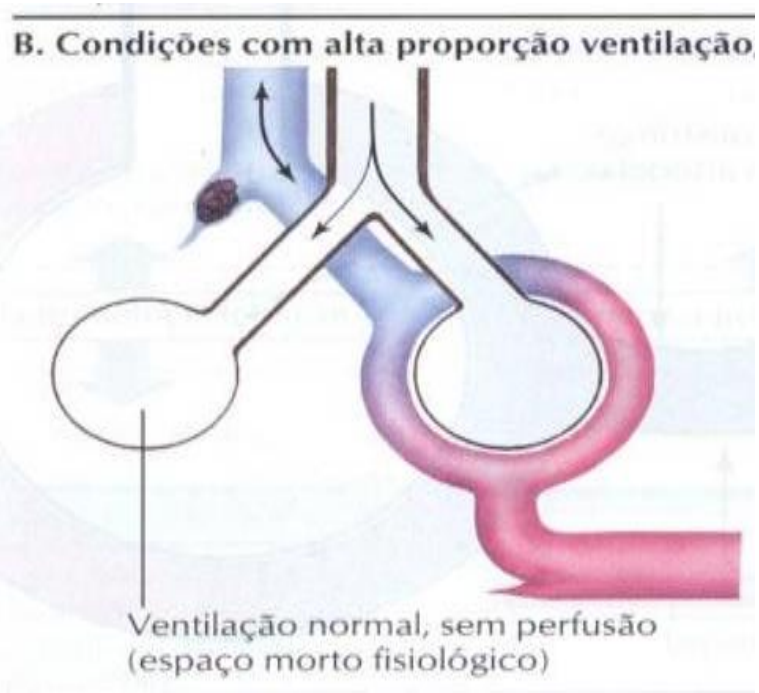
Comparado com a Ventilação/min: 7.5 L/min

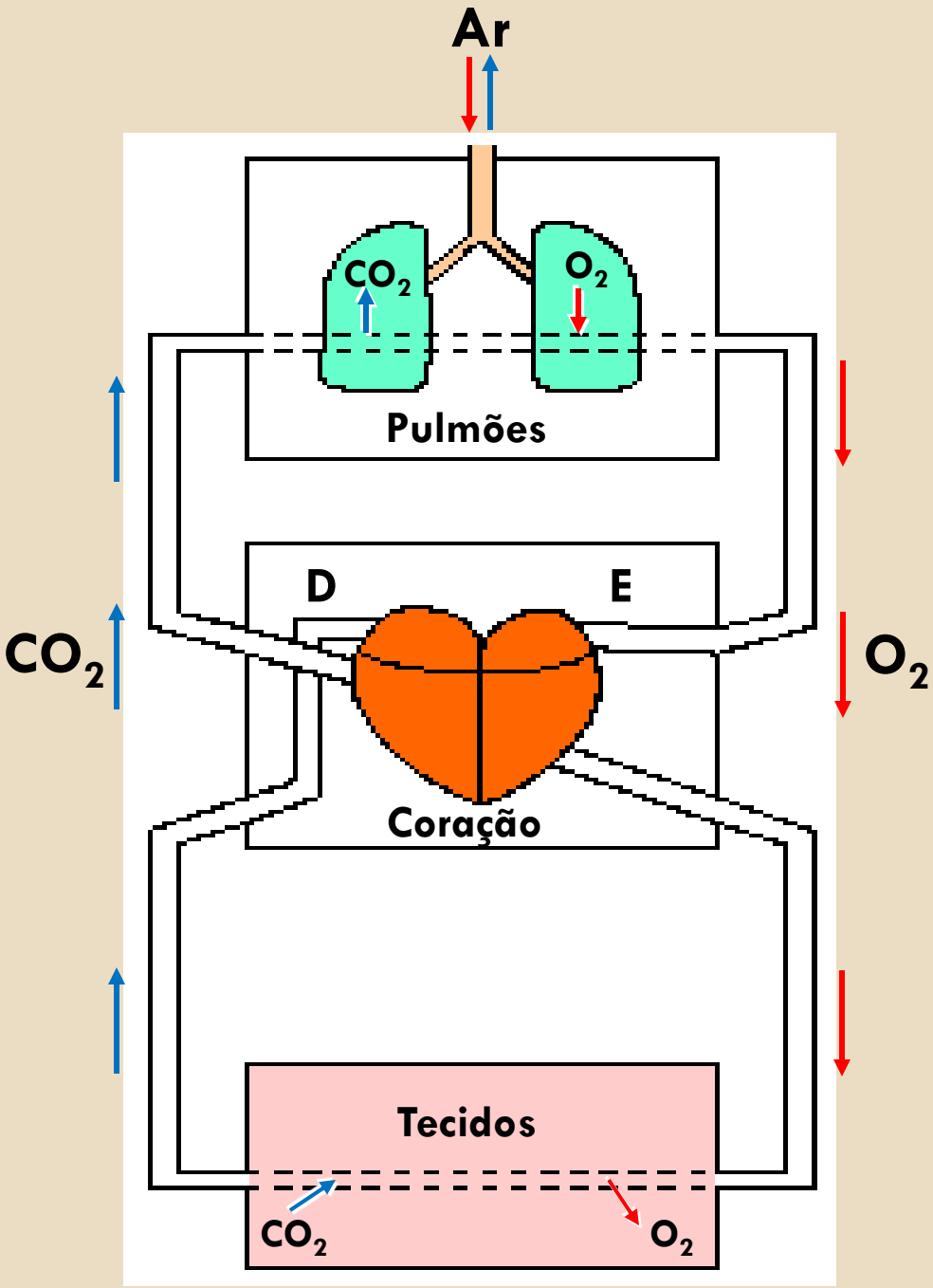
V_A: Volume da Zona Respiratória que atinge o alvéolo

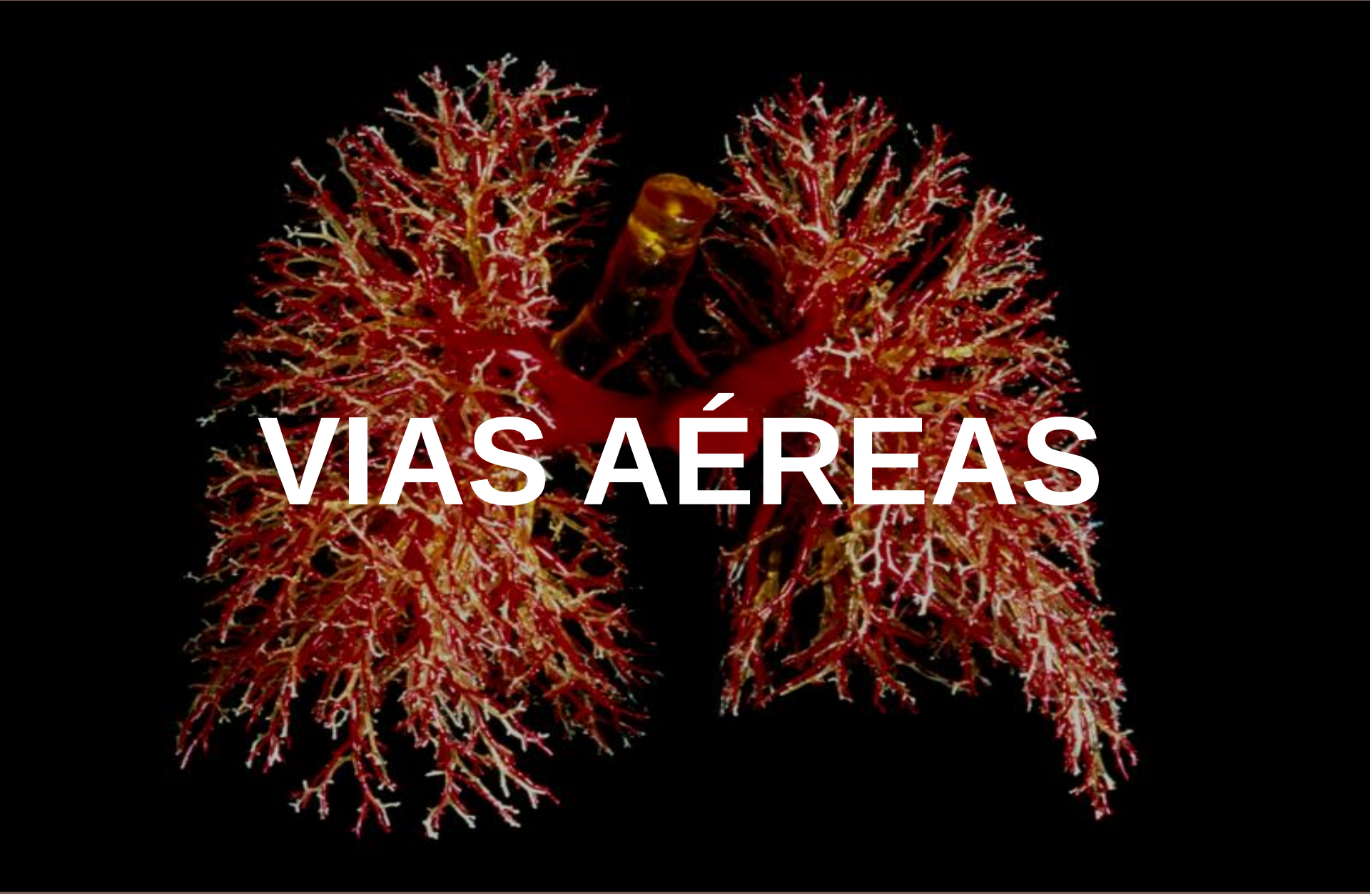
V_D: Volume da Zona de condução = Espaço Morto

- **Espaço morto fisiológico**: Parte do pulmão que não elimina CO_2.

  Ex: Alvéolo ventilado e não perfundido

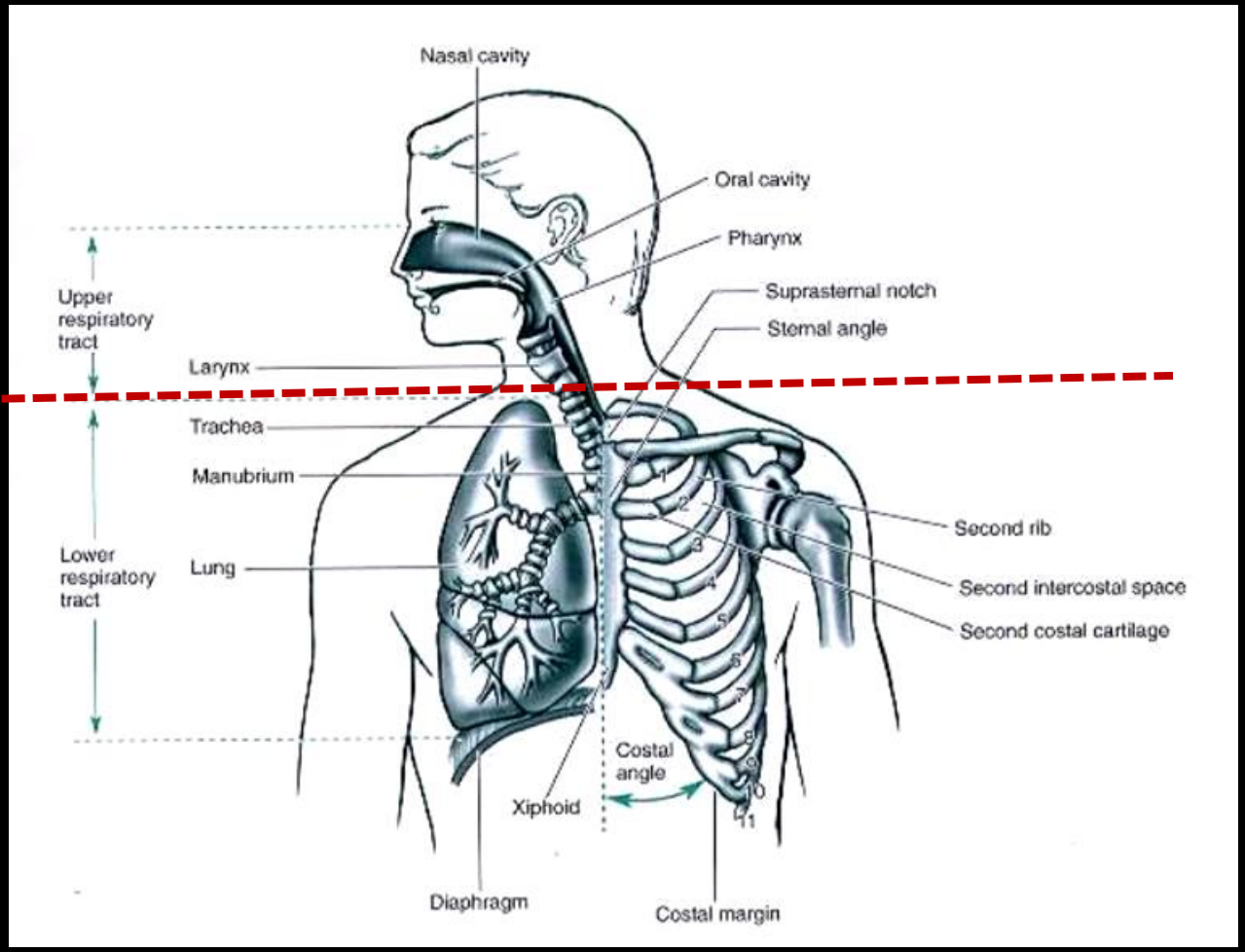



Ar
CO_2
O_2
Pulmões
D
E
CO_2
O_2
Coração
Tecidos
CO_2
O_2



VIAS AÉREAS

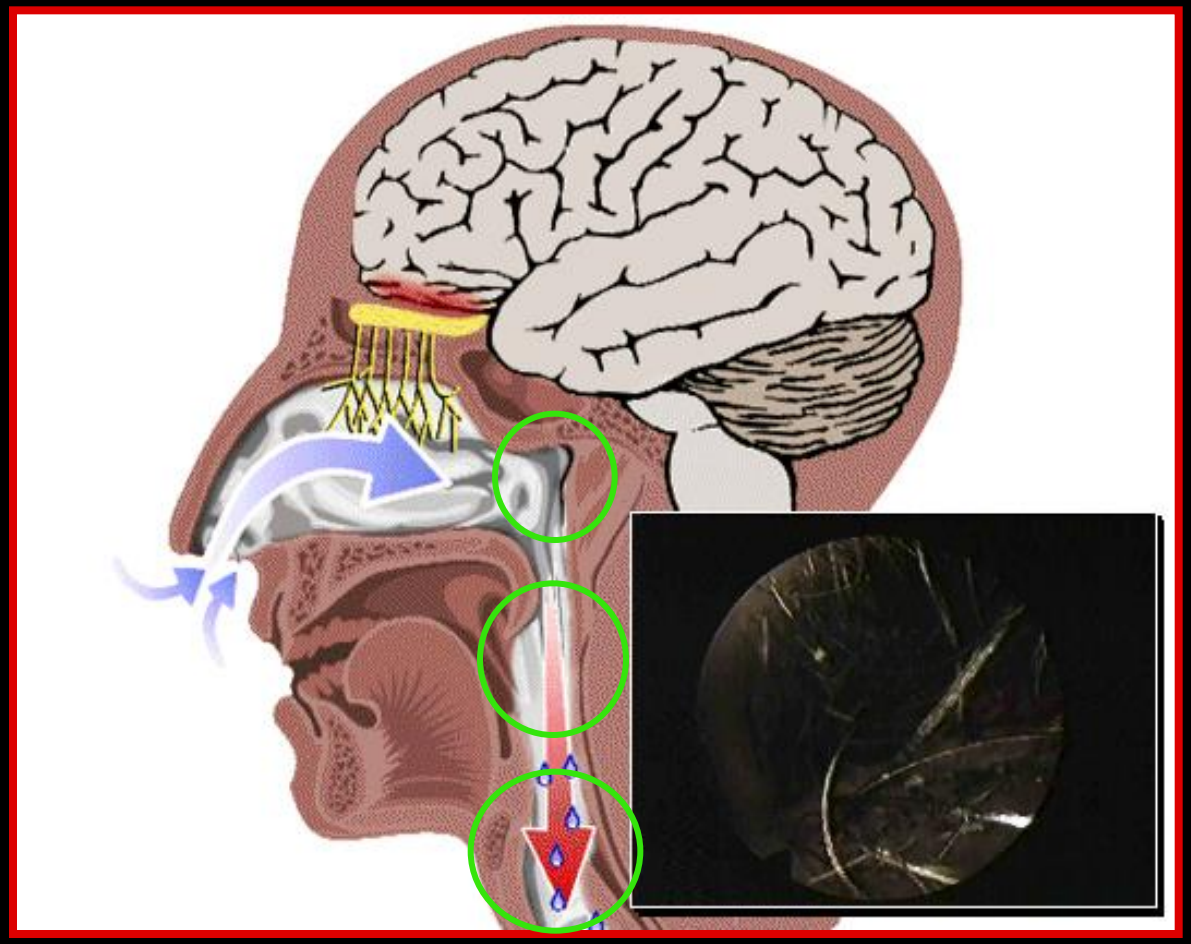
Vias aéreas



SUPERIORES

INFERIORES

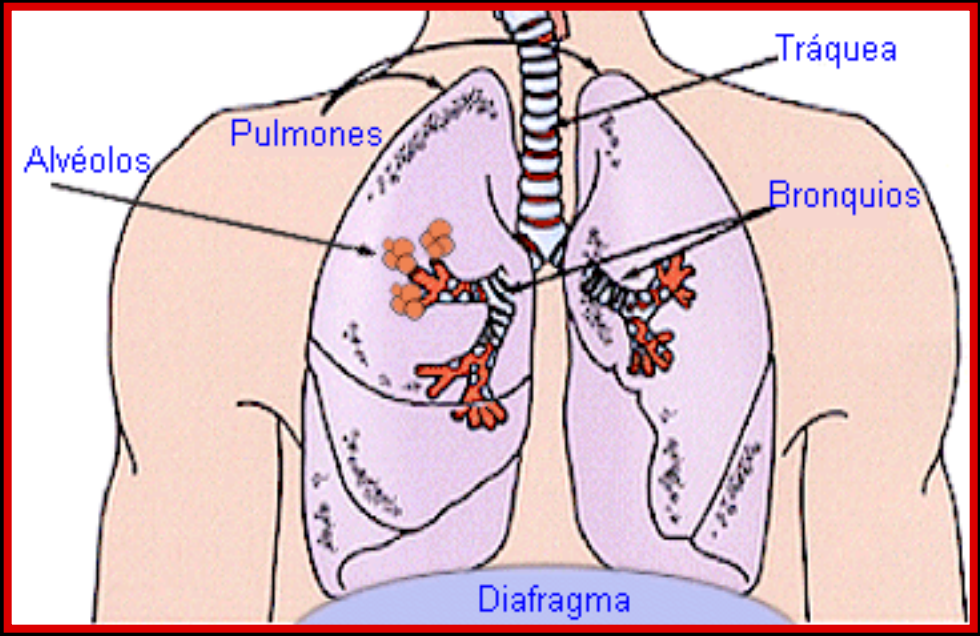
Vias aéreas superiores



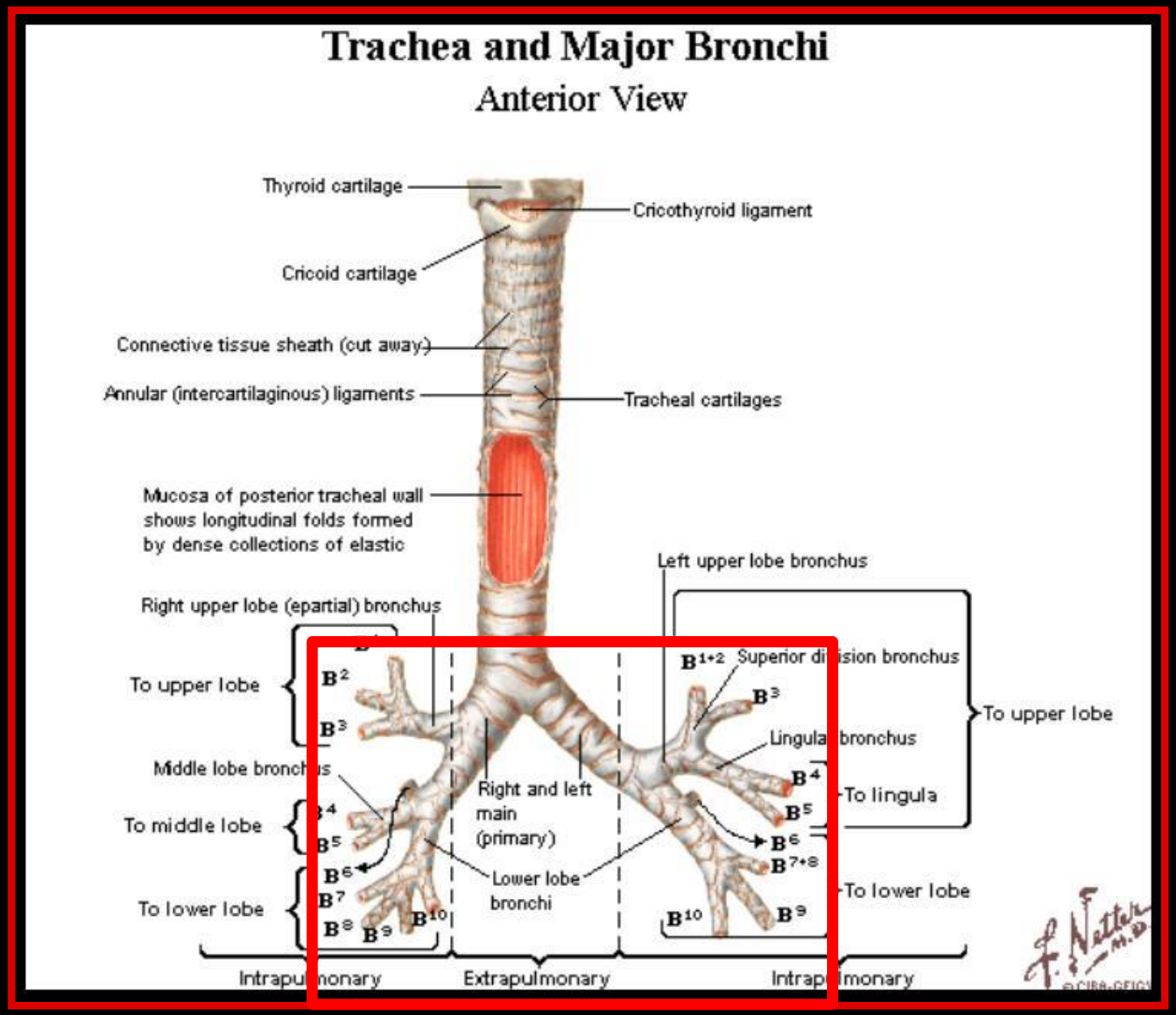
- Cavidade nasal
- Nasofaringe
- Orofaringe
- Laringofaringe
- Laringe
- Parte da superior da traquéia

Vias aéreas inferiores

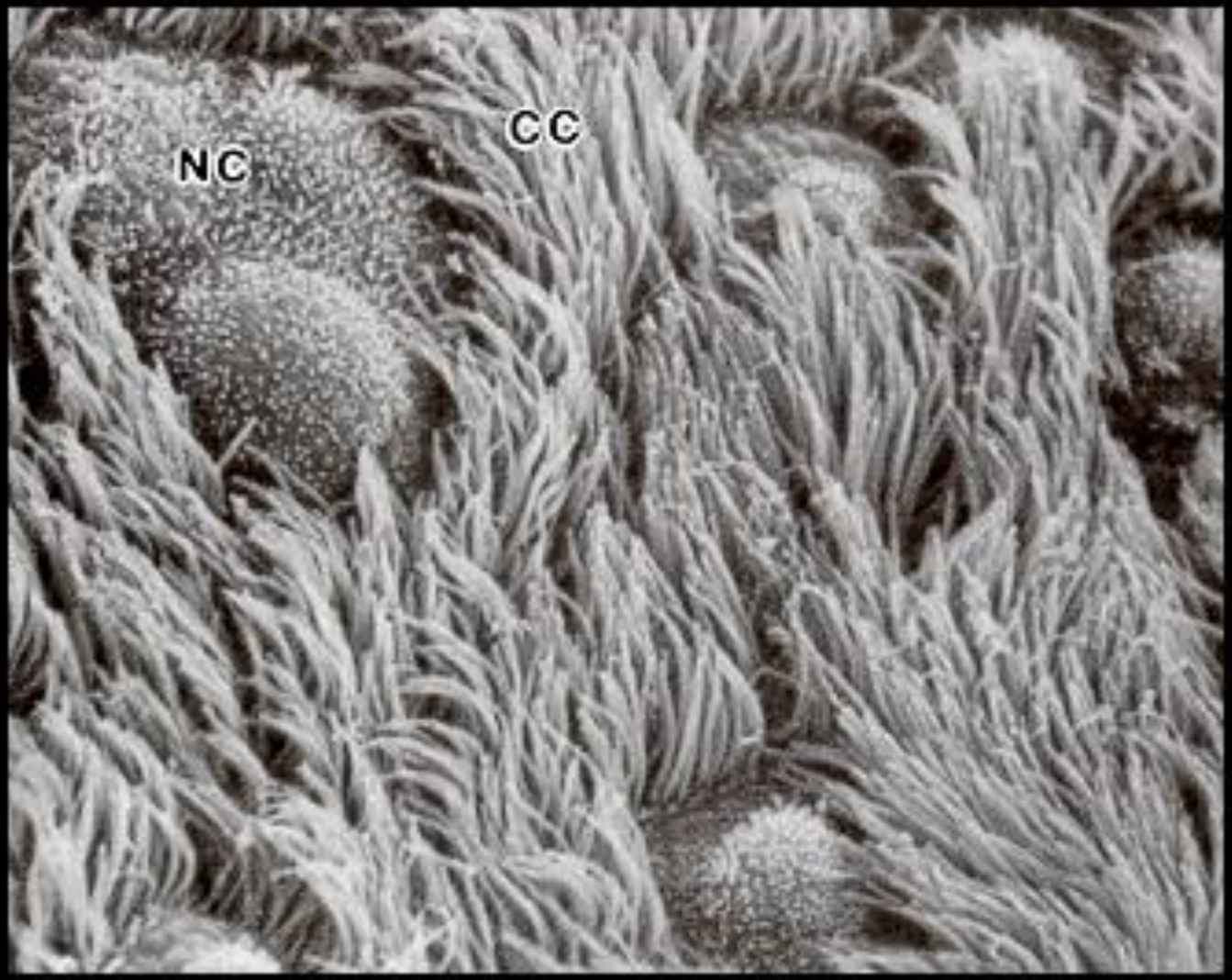
- Parte inferior da traquéia
- Brônquios
- Bronquíolos
- Bronquíolo Terminais
- Unidades distais do pulmão



- **Brônquios principais → Lobares → Segmentares ....**



Microscopia eletrônica de varredura da superfície de um brônquio de *Macaca nemistrina* mostrando as células não-ciliadas com microvilosidades (NC) e células epiteliais ciliadas.



Movimento ciliar

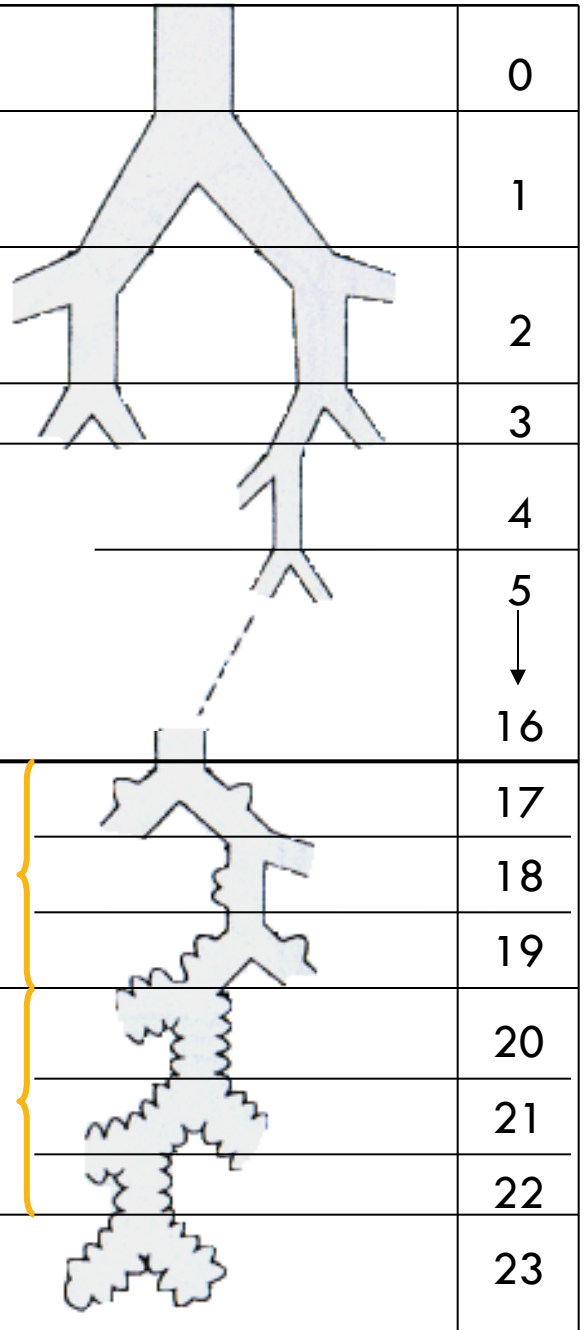
Fig. 2.6 – Esquema do movimento ciliar. Em seu movimento para trás os cílios mergulham em uma camada fino. Em seu movimento rápido para frente, os cílios tocam o tapete de muco espesso (onde se depositam pa poluentes, bactérias etc.) e o impulsiona em direção à laringe. Batendo 20 vezes por segundo, os cílio movimentar o "tapete rolante" na velocidade de aproximadamente 2 centímetros por minuto.

Scan0034.jpg

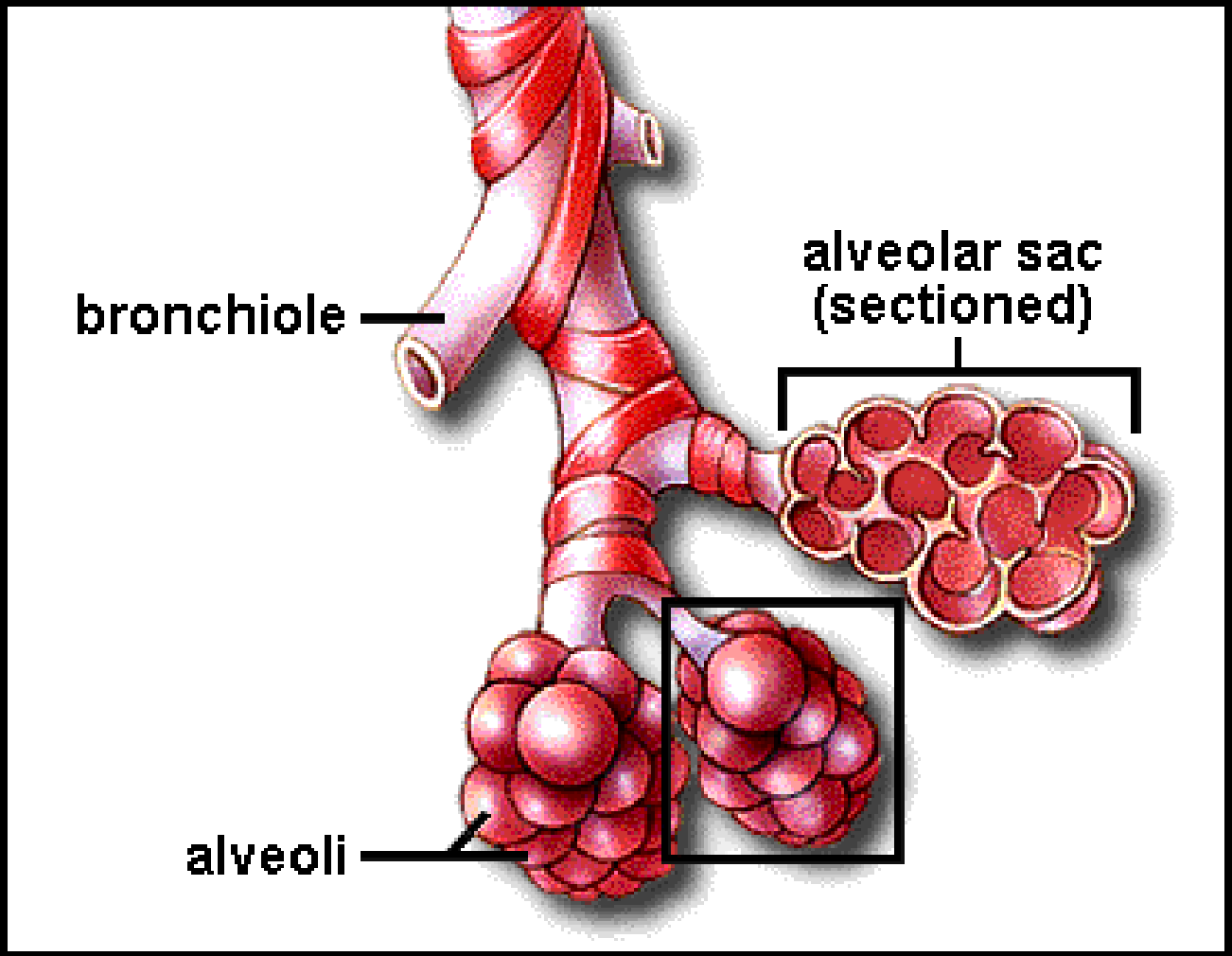
http://www.youtube.com/watch?v=9TRI5F6xo5s&feature=related

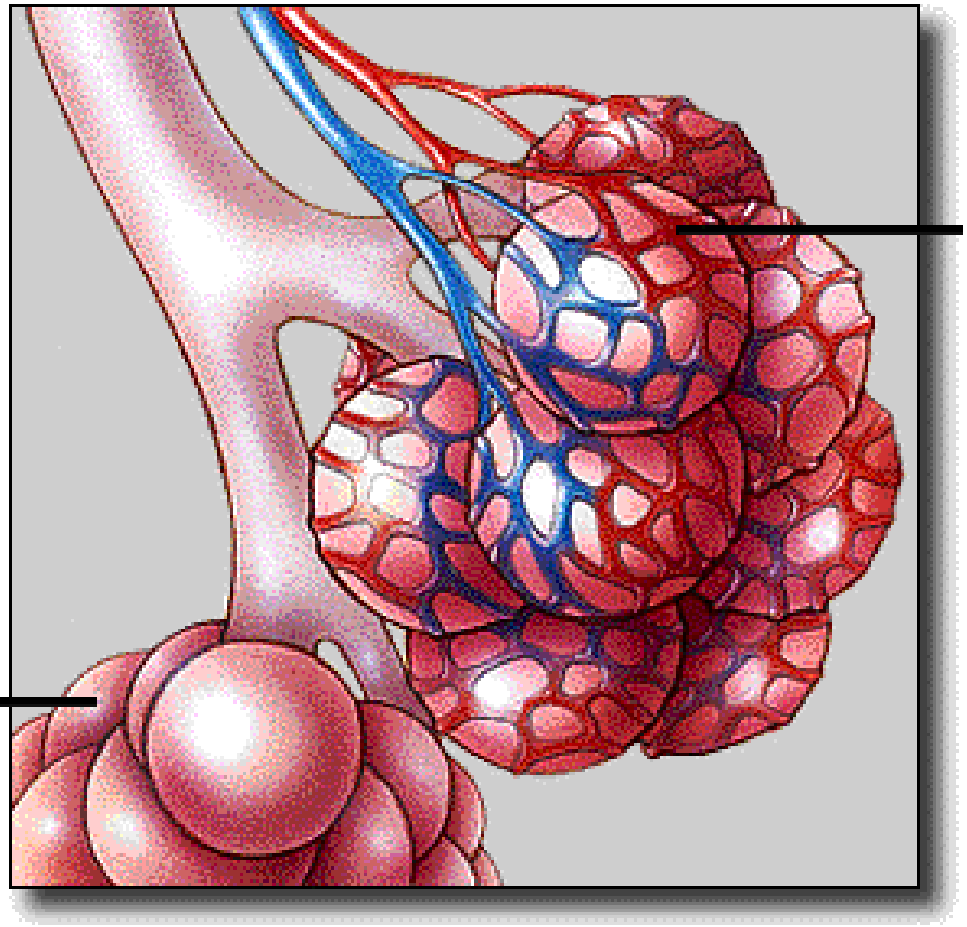
Geração

Zona de condução	Traquéia	0
	Brônquios	1
		2
		3
	Bronquíolos	4
	Bronquíolos terminais	5 ↓ 16
Zona de transição e respiratória	Bronquíolos respiratórios	17
		18
		19
	Ductos alveolares	20
		21
		22
	Sacos alveolares	23

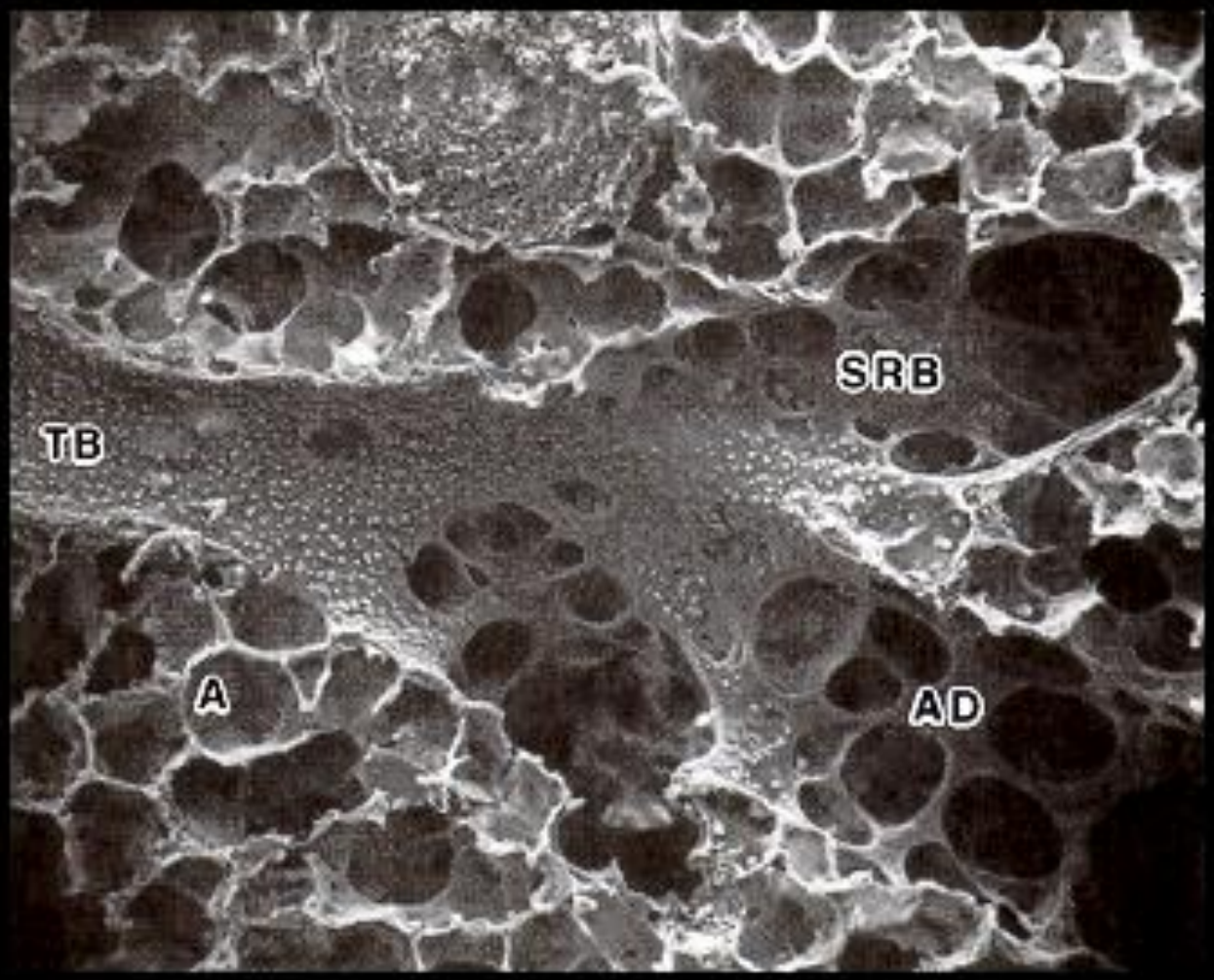


Ácino

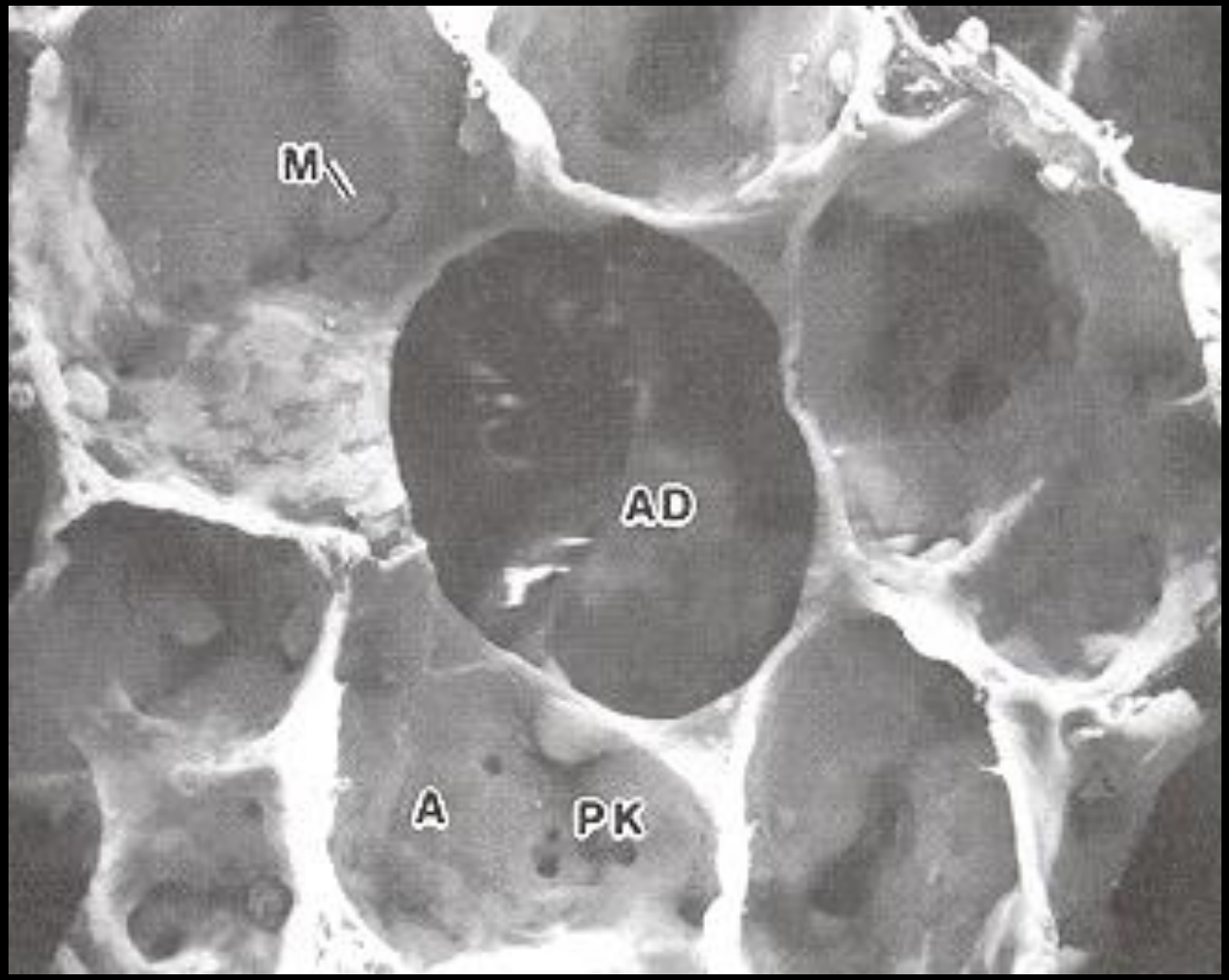



CAPILAR
ALVEOLO

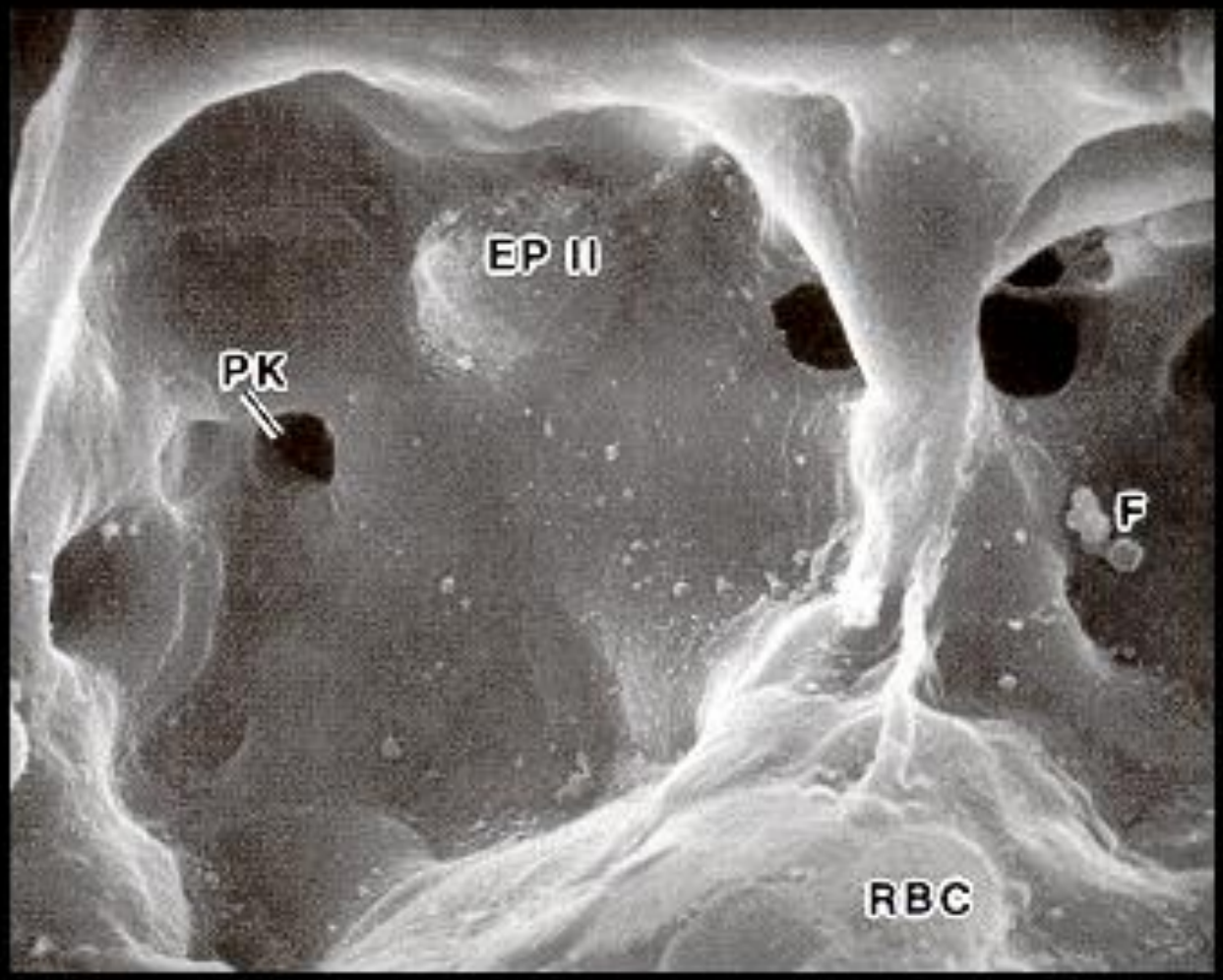
Microscopia eletrônica de varredura da transição entre um bronquíolo terminal (TB) e ducto alveolar (AD) de cobaia (A = alvéolo; SRB = broquíolo respiratório curto)



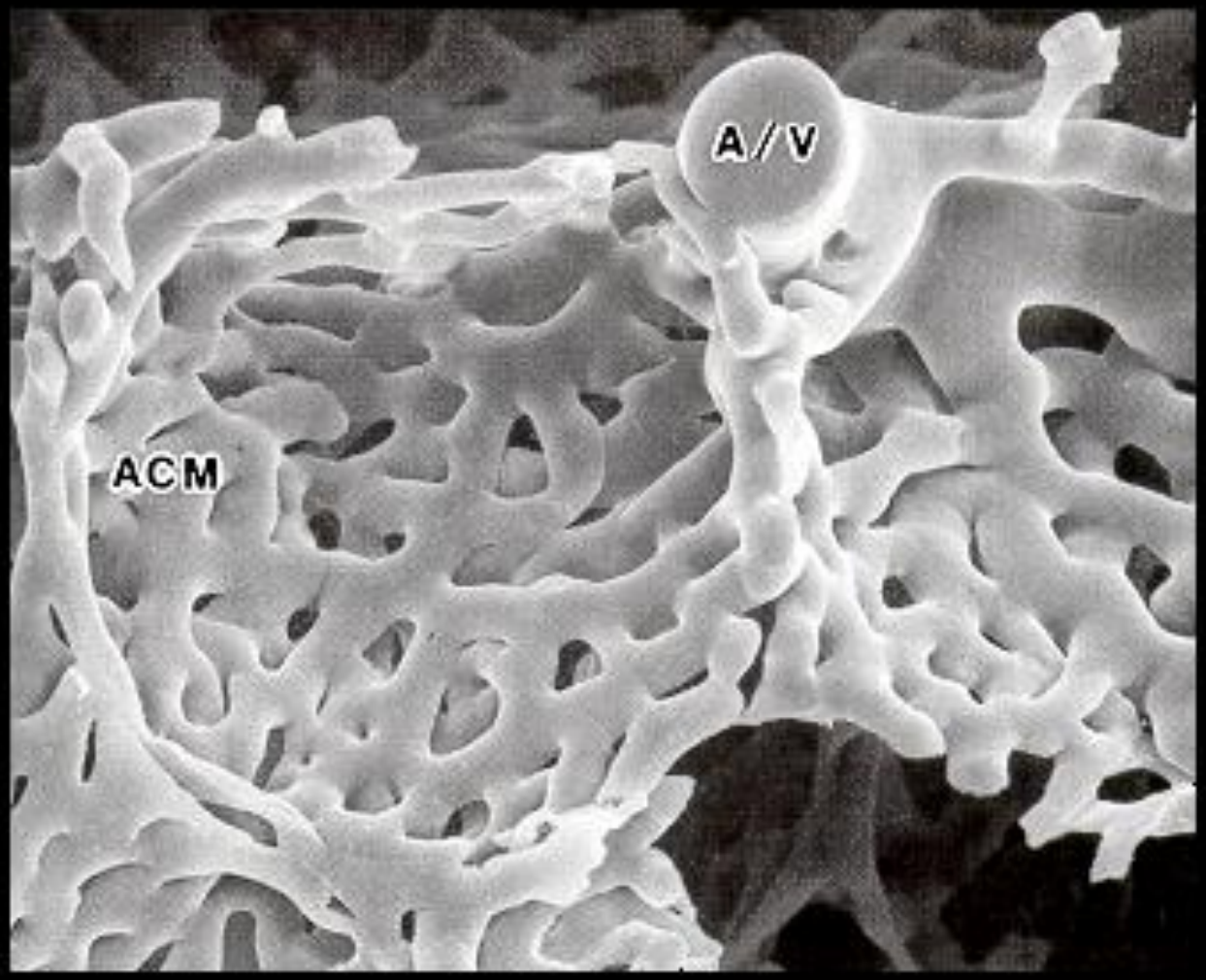
Microscopia eletrônica de varredura de um ducto alveolar (AD) de cobaia (PK = poros de Kohn; M = macrófago alveolar; A = alvéolo)

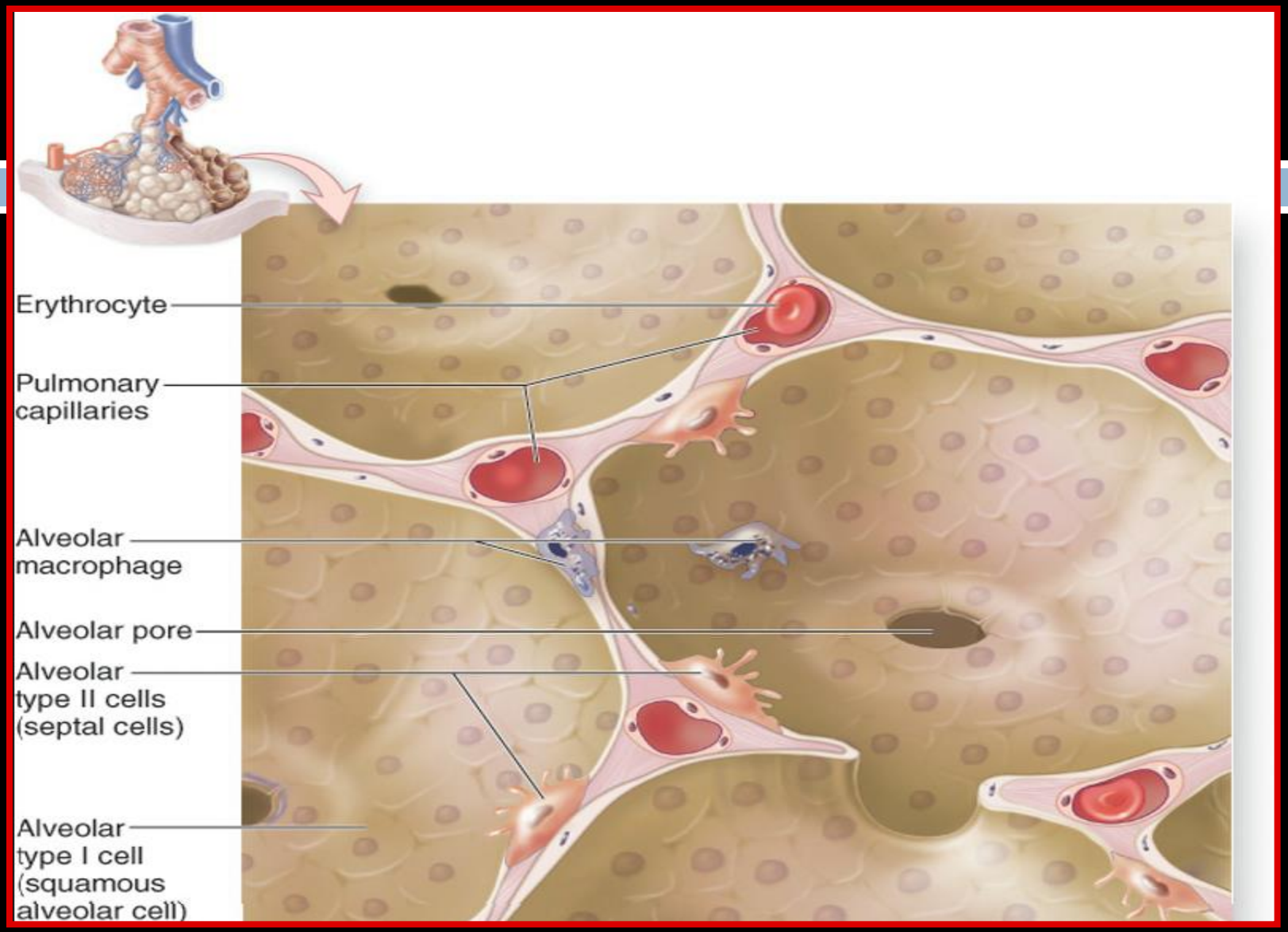


Microscopia eletrônica de varredura de um alvéolo de cobaia mostrando uma parede irregular de células epiteliais tipo II (EPII) (PK = poros de Kohn; F =fragmentos de material celular; RBC = hemácia)



Microscopia eletrônica de varredura do molde de uma rede capilar alveolar (ACM). A/V = grande vaso sanguíneo (arteríola ou vênula)

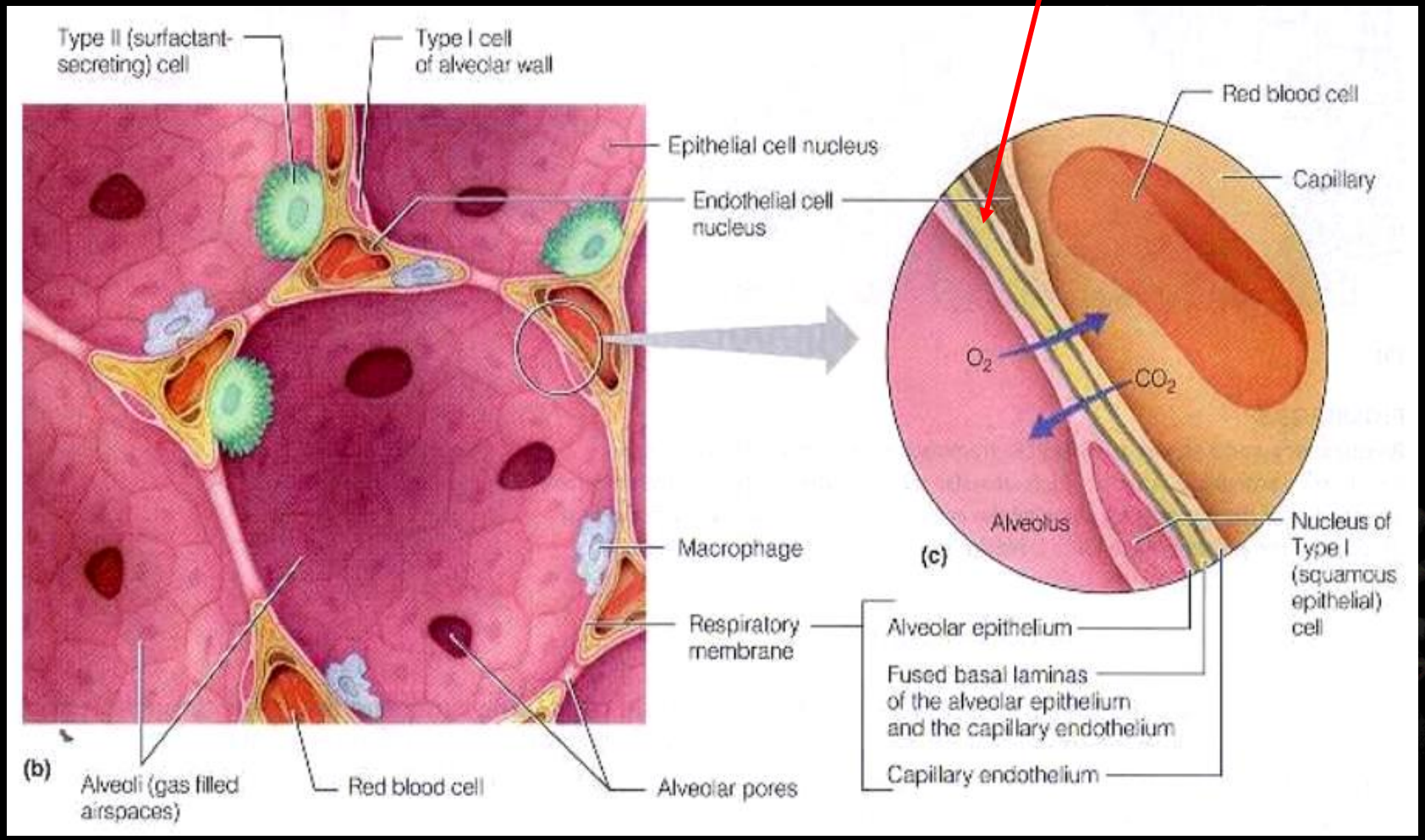




- Poros de Kohn: Comunicação entre sacos alveolares
- Canais de Lambert: Comunicação entre bronquíolos e alvéolos

Parede interalveolar

(0,3 -0,5 um)



Difusão

LEI DE FICK

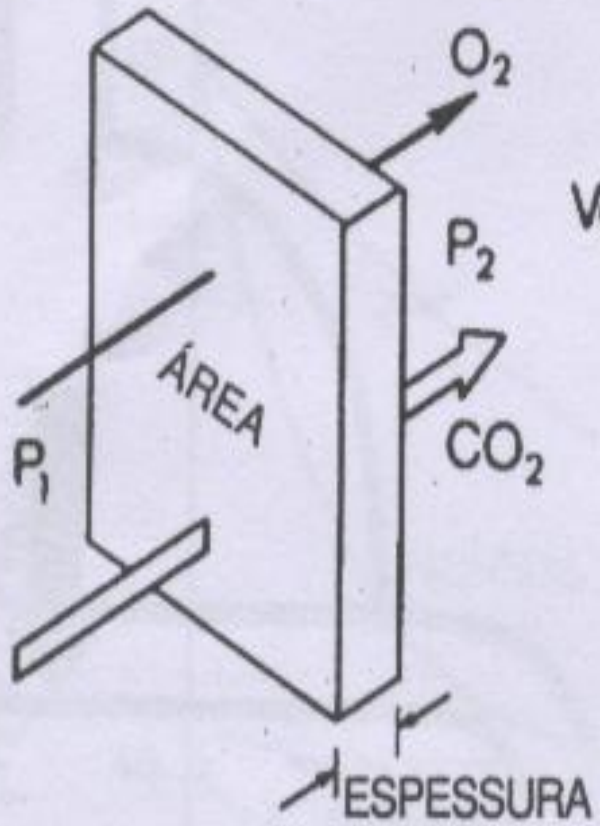
A transferência de um gás é proporcional a ÁREA do tecido, à DIFERENÇA DE PRESSÃO entre os dois meios, e é inversamente proporcional à ESPESSURA da barreira.

LEI DE FICK

$$V(\text{gás}) = \frac{A \times D \times (P1 - P2)}{E}$$

- Área superficial da barreira (A)
- Coeficiente de difusão (D)
- Diferença de PP (gás) na barreira (P1 – P2)
- Espessura da barreira (E)

SOLUBILIDADE



$$Vgas \propto \frac{A}{T} . D . (P_1 - P_2$$

$$D \propto \frac{Sol}{\sqrt{PM}}$$

Coeficiente de Difusão (D)

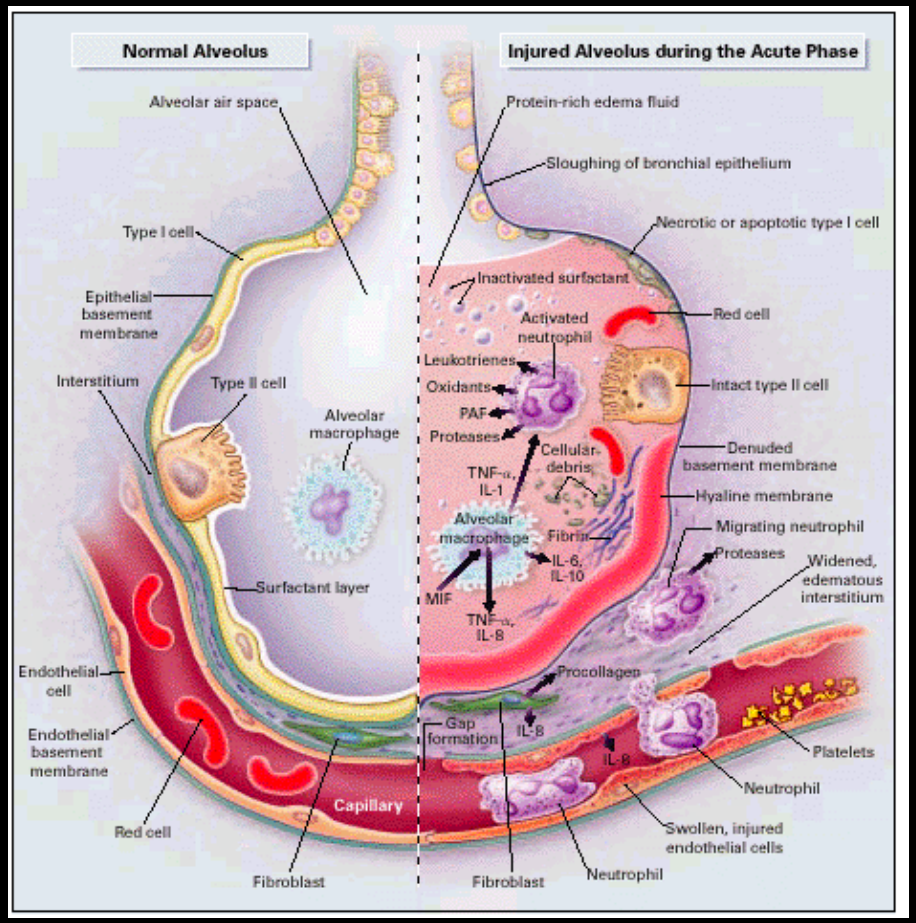
$$D = \frac{\text{Solubilidade}}{\sqrt{PM}}$$

O_2 → + lento (sol. menor)

CO_2 → + rápido (maior sol. (20 x)

Fibrose pulmonar

(Aumento da espessura)



Diminuição da capacidade de difusão

- Espessamento da barreira;
- Redução da área superficial;
- Redução da captação pelos eritrócitos;
- Desigualdade ventilação – perfusão;

Obrigado!